



Materiały ósmego panelu ekspertów
w ramach prac nad
Narodowym Programem Leśnym

NAUKA

**Teraźniejszość i przyszłość
badań leśnych.
Komponent badawczy
Narodowego Programu Leśnego**

Sękocin Stary, 8 grudnia 2015 roku

redakcja naukowa
prof. dr hab. Kazimierz Rykowski

Instytut Badawczy Leśnictwa



Materiały ósmego panelu ekspertów
w ramach prac nad
Narodowym Programem Leśnym

NAUKA

**Teraźniejszość i przyszłość
badań leśnych.
Komponent badawczy
Narodowego Programu Leśnego**

Sękocin Stary, 8 grudnia 2015 roku

redakcja naukowa
prof. dr hab. Kazimierz Rykowski

Instytut Badawczy Leśnictwa

Panel ekspertów NAUKA
zorganizowany w ramach prac nad Narodowym Programem Leśnym
sfinansował Instytut Badawczy Leśnictwa
ze środków własnych

Redakcja językowa: *Antonina Arkuszewska*

Korekta: *Magda Stasiak*

Projekt graficzny: *Ewa Moczarska*

Copyright © by Instytut Badawczy Leśnictwa 2016

ISBN 978-83-62830-53-4

Nakład: 700 egzemplarzy

Instytut Badawczy Leśnictwa

Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn

tel. +48 22 7150300, fax +48 22 7200397

www.ibles.pl

Skład i łamanie: *Ewa Moczarska*

Druk i oprawa:

Spis treści

7 **Wprowadzenie**

prof. dr hab. Kazimierz RYKOWSKI – Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary

21 **SESJA 1**

23 Finansowanie badań naukowych – wizja Lasów Państwowych

dr inż. Konrad TOMASZEWSKI – Dyrektor Generalny Lasów Państwowych, Warszawa

27 Twórczość naukowa warunkiem postępu w gospodarce leśnej

prof. dr hab. Tomasz J. WODZICKI – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Warszawa, Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary

45 Las. Koncepcja emergentystyczna

ks. prof. dr hab. Stanisław ZIĘBA – Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, Wydział Biotechnologii i Nauk o Środowisku, Lublin

53 Lasy w zmieniającym się środowisku – współczesne i przyszłe potrzeby badawcze

prof. dr hab. Jacek OLEKSYN – Instytut Dendrologii PAN, Kórnik

60 Przygotowanie do zawodu leśnika – stan, potrzeby, perspektywy

prof. dr hab. Andrzej GRZYWACZ – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Warszawa

69 **SESJA 2**

71 Rola badań i nauk leśnych w procesie decyzyjnym kształtowania polityki leśnej państwa

dr Anna ŻORNACZUK-ŁUBA, Monika FIGAJ, Ewa LIPKA-CHUDZIK – Ministerstwo Środowiska, Warszawa

77 Zadania na rzecz sektora leśno-drzewnego i ochrony środowiska/przyrody z punktu widzenia NCBR; możliwości finansowania i koordynacji długoterminowych badań leśnych

prof. dr hab. inż. Jerzy KĄTCKI – Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa

85 Rola i zadania badań leśnych w ochronie przyrody w lasach

prof. dr hab. Romuald OLACZEK – Uniwersytet Łódzki, Łódź

- 99 Nowoczesne koncepcje użytkowania lasu: stan i potrzeby badawcze w perspektywie najbliższych dekad; wielokierunkowe użytkowanie lasu w społeczeństwie obywatelskim: założenia teoretyczne i praktyczne realizacje/strategie
prof. dr hab. Piotr PASCHALIS-JAKUBOWICZ – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Warszawa
- 110 Edukacja przyrodniczo-leśna społeczeństwa
Anna PIKUS – Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Warszawa
- 115 **SESJA 3**
- 117 Las w badaniach ekologicznych. Najnowsze wyniki badań ekosystemów leśnych; stan, potrzeby i perspektywy badań w Polsce
prof. dr hab. Jerzy SZWAGRZYK – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Zakład Bioróżnorodności Leśnej, Instytut Ekologii i Hodowli Lasu
- 130 Ewolucja roli i zadań zarządzania lasu w nauce i praktyce
prof. dr hab. Tomasz BORECKI, prof. dr hab. Edward STĘPIEŃ – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Warszawa
- 144 Modelowanie matematyczne i symulacja komputerowa w leśnictwie
prof. dr hab. Bogdan BRZEZIECKI – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Warszawa
- 164 Hodowla selekcyjna w wielofunkcyjnej gospodarce leśnej – stan, perspektywy i potrzeby badawcze
prof. dr hab. Andrzej LEWANDOWSKI – Instytut Dendrologii PAN, Kórnik,
dr Daniel J. CHMURA – Instytut Dendrologii PAN, Kórnik,
prof. UAM, dr hab. Witold WACHOWIAK – Instytut Dendrologii PAN,
Kórnik, Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Wydział Biologii, Poznań,
mgr inż. Czesław KOZIOŁ – Leśny Bank Genów Kostrzyca, Miłków
- 173 Potrzeby badawcze nowoczesnego sektora drzewnego w kontekście rozwoju zielonej gospodarki
prof. dr hab. Ewa RATAJCZAK – Instytut Technologii Drewna, Poznań
- 189 Potrzeby badawcze dla rozwoju produktów drzewnych
dr Władysław STRYKOWSKI, prof. ITD – Instytut Technologii Drewna, Poznań
- 201 **SESJA 4**
- 203 Potrzeby badawcze w sektorze leśno-drzewnym i ochronie przyrody w lasach – stan i perspektywy z punktu widzenia Wydziału Leśnego SGGW w Warszawie
prof. dr hab. Michał ZASADA, prof. dr hab. Henryk ŻYBURA – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Warszawa

- 210 Wybrane problemy badawcze w naukach leśnych: stan i perspektywy z punktu widzenia Wydziału Leśnego UR w Krakowie
dr hab. Marcin PIETRZYKOWSKI (referujący) – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Leśny
- 231 Potrzeby badawcze w sektorze leśno-drzewnym i ochronie przyrody w lasach: stan i perspektywy z punktu widzenia Wydziału Leśnego UP w Poznaniu
prof. dr hab. Piotr ŁAKOMY – Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Leśny
- 241 Naukowa strategia Instytutu Badawczego Leśnictwa
dr hab. Janusz CZEREPKO, prof. dr hab. Jacek HILSZCZAŃSKI,
dr inż. Piotr GOŁOS – Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary
- 257 O naukach i badaniach leśnych. Problematyka komponentu badawczego Narodowego Programu Leśnego
prof. dr hab. Kazimierz RYKOWSKI – Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Ekologii Lasu, Sękocin Stary
- 279 **Dodatkowe wystąpienia i materiały nadesłane**
- 281 Niektóre problemy działania leśnych zakładów doświadczalnych w kontekście celów i zadań Narodowego Programu Leśnego
mgr inż. Iwo GAŁECKI – Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Leśny Zakład Doświadczalny Siemianice
- 289 Modele wzrostu jako narzędzie zarządzania lasami w obliczu zmieniających się warunków siedliskowych
dr hab. inż. Jarosław SOCHA, prof. UR – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Leśny, Instytut Zarządzania Zasobami Leśnymi
- 299 Problemy badań leśnych w Polsce
prof. dr hab. Dariusz J. GWIAZDOWICZ – Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
- 303 **Podsumowania i rekomendacje**
- 347 **Aneksy**
- 349 Aneks 1. Preferencje badawcze w opinii ekspertów NPL
- 356 Aneks 2. Rekomendacje do Narodowego Programu Leśnego w zakresie potrzeb rozwoju nauk i badań leśnych oraz edukacji, sformułowane w trakcie paneli ORGANIZACJA, KLIMAT, WARTOŚĆ, ROZWÓJ, WSPÓŁDZIAŁANIE, DZIEDZICTWO
- 361 Aneks 3. Lista rekomendacji autorskich panelu NAUKA
- 374 Aneks 4. Nasi Eksperci
- 393 Aneks 5. Lista uczestników

Wprowadzenie

prof. dr hab. Kazimierz RYKOWSKI

Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary

I

Z materiałów zgromadzonych w trakcie konferencji panelowych w ramach prac nad Narodowym Programem Leśnym¹ wynikało, że luka między teorią leśną a praktyką nie zmniejszyła się w ostatnich latach (patrz: Aneks 1, 2). Praktyka gospodarcza zaskakiwana jest „nowymi” zjawiskami (np. zamieranie drzewostanów liściastych), a zjawiska znane nabierają rozmiarów „klęsk ekologicznych” (np. „klęska huraganu” czy gradacje szkodników wtórnych). Zarządcy lasów pilnie poszukują nowych informacji o sekwestracji węgla w lasach, o różnorodności biologicznej, o adaptacji lasów i gospodarki leśnej do zmian klimatycznych, o wartościowaniu lasów (choć problemom tym w przeszłości poświęcono wiele badań, często wyprzedzających ich postrzeżenie przez gospodarkę). Lukę poznawczą pogłębia nacisk różnych grup interesu: jednych w kierunku zwiększania dostaw drewna, drugich w kierunku zwiększania usług środowiskowych, poszerzania istniejących obszarów chronionych i ustanawiania nowych. Zjawiska te, wsparte po-

¹ Rykowski K. (red.). 2013. KLIMAT. Lasy i drewno a zmiany klimatyczne: zagrożenia i szanse. IBL; Gołos P., Kaliszewski A., Rykowski K. (red.). 2013. WARTOŚĆ. Lasy jako czynnik rozwoju cywilizacji: współczesna i przyszła wartość lasów. IBL; Gwiazdowicz D.J., Rykowski K. (red.). 2014. DZIEDZICTWO. Lasy i gospodarka leśna w kulturze i dziedzictwie narodowym. IBL; Borowski Z., Rykowski K. (red.). 2014. OCHRONA. Lasy i gospodarka leśna jako narzędzia kształtowania środowiska naturalnego i ochrony przyrody. IBL; Kaliszewski A., Rykowski K. (red.). 2014. ROZWÓJ. Lasy i gospodarka leśna jako instrumenty ekonomicznego i społecznego rozwoju kraju. IBL; Jodłowski K., Rykowski K. (red.). 2015. ORGANIZACJA. Wizja leśnictwa w Polsce. Wizja i misja organizacji gospodarczej PGL Lasy Państwowe. IBL; Zając S., Rykowski K. (red.). 2015. WSPÓŁDZIAŁANIE. Las i gospodarka leśna jako międzysektorowe instrumenty rozwoju. IBL.

wszechnym dostępem do informacji coraz bardziej wykształconego i „globalizującego” się społeczeństwa obywatelskiego, ujawniły nowe problemy, wymagające rozpoznania naukowego, i potrzebę posiadania nowych informacji. Wskazały braki w zakresie treści i formy zarówno edukacji zawodowej leśników, jak i edukacji leśnej społeczeństwa. Stały niedostatek badań wyprzedzających zmniejszył zdolności predykcyjne nauk leśnych, które nigdy nie były duże, a zarówno pytania, jak i odpowiedzi były na ogół formułowane *ex post*. Kompleksowość i interdyscyplinarność badań leśnych wymaga nowego podejścia metodycznego do badania dużych systemów przyrodniczych, poddanych zmianom środowiska, i wykorzystania, obok prostych, redukcjonistycznych relacji przyczynowo-skutkowych, również metodologii całościowych, holistycznych, emergentystycznych. W badaniach leśnych konieczne jest rozwijanie, obok metodologii równowagi (metodologii deterministycznej), także metodologii nierównowagi (metodologii probabilistycznej). Zmiany wprowadzane w leśnictwie zaczęły oscylować między skrajnościami: polskie leśnictwo odbiło się od ściany potępionego leśnictwa surowcowego i natrafiło na ścianę ekologizacji wszystkiego i za wszelką cenę. Racjonalne zaś rozwiązania, przewidujące miejsce zarówno dla produkcji i efektywnego wykorzystania sił przyrody, jak i dla leśnictwa ekosystemowego, zachowującego i chroniącego naturalne struktury i procesy, nie zostały wykorzystane. A przecież taka jest istota leśnictwa wielofunkcyjnego. Ponadto ujawniła się potrzeba nowych unormowań prawnych ze względu na rozdzźwięk między stanem prawnym i obowiązującymi regulacjami a stanem faktycznym w zakresie zarządzania, organizacji i nadzoru. Nowe zadania wymagają od zarządcy nowej wiedzy, a społeczeństwo potrzebuje szerszej, pełniejszej i pewniejszej informacji, pochodzącej z obszarów nauk przyrodniczych, ekonomicznych, humanistycznych, społecznych.

Dzisiejsze leśnictwo, rozumiane jako gospodarowanie dziką przyrodą na dużych obszarach, w długich okresach, w warunkach ustawicznych zmian środowiska, stanowi wielkie wyzwanie nie tylko dla nauk leśnych. Z uwagi na związanie funkcji lasów z jakością życia człowieka i trwałością biosfery jest to jedno z największych wyzwań cywilizacyjnych.

II

Badania leśne z trudem są poszerzane o poziom ekosystemu, a zwłaszcza krajobrazu. Wymaga to bowiem odmiennego podejścia metodycznego do opisu i eksperymentu. Oznacza to na przykład modyfikację zarządzania lasu – z zarządzania drzewostanu na zarządzanie ekosystemu leśnego; przestrojenie hodowli lasu – z hodowli drzew i drzewostanów na rozwój leśnych zbiorowisk drzewiastych; ewolucję ochrony lasu – z ochrony produktu (drzewa/drewna) na ochronę warsztatu produkcyjnego (ekosystemu, procesów ekosystemowych) itd. Badanie na poziomie krajobrazu oznacza zaś badanie interakcji lasów z innymi formami użytkowania gruntów, co przyczynia się do utrwalania mechanizmów stabilizujących ekosystem leśny, las, stanowiący element organizacji wyższego rzędu i czynnik równowagi całej przestrzeni przyrodniczej. W takim kontekście należy poszukiwać zarówno stabilności i równowagi ekologicznej lasów, jak i stabilności i równowagi ekonomiczno-społecznej gospodarki leśnej. W leśnictwie następuje bowiem rozdzielenie inwestycji i dochodów w przestrzeni i czasie: jedno pokolenie inwestuje,

a drugie zbiera zyski; zalesienia w górach chronią równiny; my sadzimy las, a korzyści zbierają również sąsiedzi. Obszar ekologicznie stabilny musi być dostatecznie duży. Żeby osiągnąć równowagę, należy używać procesów przeciwstawnych, a do tego potrzebna jest przestrzeń. Na tym poziomie można równoważyć takie parametry, jak skład gatunkowy, biomasa, produkcja pierwotna, sposób i rozmiar użytkowania. Na poziomie krajobrazu równowaga użytkowania przestrzeni może być osiągnięta w wyniku ustalenia właściwych proporcji przestrzennych między elementami kulturowymi (osiedla, drogi, uprawy) i naturalnymi (lasy, wody).

Szczególne wartości i funkcje lasu ujawniają się w kontekście problemów związanych ze zmianami klimatycznymi, które zdominują wiek XXI. Chodzi tu o fenomen niezastępowalności lub niesubstytucyjności lasu, jako tworu natury, w jego funkcjach klimatycznych, oraz niezastępowalności lub niesubstytucyjności drewna jako materiału i źródła energii. Do najważniejszych, być może, zadań nauki należy dokumentowanie tych wartości, ich upublicznianie i dostarczanie argumentów do społecznej debaty o lasach.

Perspektywa wieku XXI to również zjawiska społeczne, jak postępująca globalizacja i demokratyzacja, głęboko ingerujące w zarządzanie lasami i w ocenę ich cywilizacyjnej roli. Zmiany w tej sferze obserwujemy w skali globalnej, krajowej i lokalnej, tam, gdzie człowiek ma bezpośredni, indywidualny kontakt z lasem. Trudno będzie wprowadzić jakiegokolwiek rozwiązania dotyczące lasów, jeśli nie znajdą społecznej akceptacji. Jakiegokolwiek decyzje narzucone siłą władzy politycznej, bez społecznych konsultacji, wcześniej czy później zostaną odrzucone. Tym większa jest odpowiedzialność uczonych dostarczających wiedzy, informacji, opinii i danych będących podstawą podejmowanych decyzji.

Staje się jasne, że na początku XXI wieku sektor leśno-drzewny i ochrona przyrody w lasach znalazły się w nowej sytuacji historycznej. Jej dominującą cechą wydają się być głębokie zmiany społecznych preferencji i oceny wartości przyrody, w tym lasów. I nie chodzi tu o porzucenie jednych wartości na rzecz innych, ale o silne zróżnicowanie preferencji według grup interesu i równie mocne akcentowanie różnorodnych i zróżnicowanych potrzeb. Rośnie znaczenie wartości usług środowiskowych, niematerialnych, duchowych, ale jednocześnie nie zmniejsza się, lecz wzrasta wartość produkcyjna, gospodarcza, materialna lasów. Zwiększa się nacisk społeczny na obydwie szale wagi i rola gospodarza-zarządcy staje się dramatycznie ważna. Nie sposób utrzymać równowagi funkcji lasu w każdym fragmencie lasu. Do tego potrzebna jest dostatecznie duża przestrzeń i odpowiedni przedział czasu. Wielkości ukryte w określeniach „dostatecznie” i „odpowiednio” powinna konkretyzować i wyznaczać nauka.

Z ważności lasów w życiu społeczeństw wynika ich szczególna pozycja jako przedmiotu badań we współczesnej nauce: lasy mają stabilizować środowisko przyrodnicze i rozwój ekonomiczny, chronić przyrodę, wzmacniać produkcję rolną i rozwój wsi, przyczyniać się do zdrowia ludzi, chronić stan różnorodności biologicznej, umożliwiać racjonalizowanie użytkowania gruntów, zapewniać korzystny obieg wody i chronić trwałość cykli biogeochemicznych w biosferze, mają powstrzymać pustynnienie, chronić klimat, a najkrócej: podtrzymywać życie oraz tworzyć szanse rozwoju społeczeństw. Trudno o bardziej złożony metodologicznie obszar badań naukowych.

Trzy cechy wydają się określać charakter badań leśnych: kompleksowość, interdyscyplinarność i długotrwałość. Żadna dyscyplina naukowa w pojedynkę nie rozwiąże

trwale żadnego problemu w gospodarce leśnej, a najważniejsze zadania leżą na ogół na styku różnych dziedzin i specjalności leśnych. Współczesne leśnictwo to obszar połączeń między systemami przyrodniczymi, ekonomicznymi i społecznymi, których funkcjonowania nie można bezkarnie przyspieszać. Nawet, jeśli zaczyna się najbardziej cenić, jak to ma miejsce obecnie w polityce naukowej państwa, tzw. innowacje, mające w gospodarce leśnej ambiwalentny charakter. Innowacją bowiem może być powrót do zarzuconych niegdyś koncepcji. Na niektóre pytania dziś postawione odpowiedzi w pełni wartościowej i praktycznie użytecznej można oczekiwać za ...100 lat. Takie reguły narzuca długowieczność drzew, długotrwałe procesy ekologiczne i długoletnie procesy produkcji. Rytm przyrody dyktuje tempo poznania.

III

Są kłopoty z definiowaniem nauki. Nauka jest dziedziną szeroko rozumianej kultury. Jej misją jest opisywanie świata, wyjaśnianie praw nim rządzących, przewidywanie jego stanów przyszłych. Podstawą w tym działaniu jest stosowanie metody naukowej w ramach przyjętych reguł/paradygmatów. Metody i wyniki muszą być publikowane, a ich wartość sprawdzana w nieustającym procesie weryfikacji hipotez. Najbardziej ogólnym celem, również nauk leśnych, jest odkrywanie pełnej prawdy o rzeczywistości, w tym prawdy o lesie i jego związkach z człowiekiem. Wchodzimy tu w obszar filozofii nauki z ograniczonymi kompetencjami, ale przecież po to, żeby czerpać z jej istniejącego już dorobku. Nie powinno być obojętne, w którym miejscu rozwoju myśli naukowej o poznawaniu i objaśnianiu świata sytuują się nauki i badania leśne. Dotyczą bowiem fragmentu rzeczywistości niemałego fizycznie i niezwykle ważnego aksjologicznie. Las, jako przedmiot badań, to niebagatelna przecież część naszego świata, to zasadniczy element biosfery i ponad 1/3 lądów naszej planety. W przypadku naszego kraju to również ok. 1/3 jego terytorium. Tak duży fragment rzeczywistości zasługuje na głęboką refleksję, chociaż można odnieść mało optymistyczne wrażenie, że uwaga poświęcona naukom leśnym i leśnictwu jest niewspółmiernie mała w stosunku do ich roli przyrodniczej, gospodarczej i społecznej.

Byłoby korzystne dla lasów i leśnych instytucji naukowych, gdyby tego typu refleksje towarzyszyły budowaniu programów badawczych dla sektora leśno-drzewnego i ochrony przyrody w lasach. W przyjętych definicjach nauki i metody naukowej z pewnością mieszczą się definicje nauk leśnych. Nie jest to jednak przybliżenie wystarczające do charakterystyki tych nauk z punktu widzenia celu, jakiemu miał służyć panel NAUKA. Czy nie należałoby przy tej okazji przyjrzeć się bliżej i poszukać ograniczeń lub rozszerzeń niektórych pojęć stosowanych w teorii nauki i spróbować określić to, co dla nauk leśnych jest najbardziej znamienne i co determinuje ich autonomię?

IV

Istnieje wiele podziałów tego, co nazywamy nauką. O naukach leśnych mówimy, że należą do nauk praktycznych, czyli stosowanych, empirycznych, w przeciwieństwie do nauk teoretycznych, czyli podstawowych. Nauki teoretyczne są oparte na pojęciach abs-

trakcyjnych i dotyczą twierdzeń analitycznych wzbogacających ogólne prawa naukowe. Nauki stosowane zajmują się problemami praktycznymi i dostarczają wiedzy oraz umiejętności do konkretnego działania.

W trójstopniowej systematyce nauki w Polsce (Dz.U. z 2011 r. Nr 179, poz. 1065) nauki leśne zostały zakwalifikowane do „obszaru nauk rolniczych, leśnych i weterynaryjnych”, „dziedziny nauk leśnych”, w której figurują dwie jednorodne dyscypliny naukowe: „drzewnictwo” i „leśnictwo”. Nowy podział nie uniknął kłopotów z przenikaniem się współczesnej nauki i z ryzykiem stawiania arbitralnie granic między obszarami, dziedzinami i dyscyplinami naukowymi. Od kiedy badania genetyczne umożliwiły tropienie złodziei drewna, granice między badaniami podstawowymi a badaniami „użytecznymi” – a taki podział stosuje Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych – są anachroniczne i dyskryminujące rzeczywisty postęp.

W nowym formalnym podziale nauk w Polsce bliska leśnictwu ochrona środowiska jest przypisana zarówno do dziedziny nauk chemicznych, jak i biologicznych, w dwóch różnych obszarach nauk ścisłych i nauk przyrodniczych, inżynierię środowiska zaś ulokowano w obszarze i dziedzinie nauk technicznych, a kształtowanie środowiska w dziedzinie nauk rolniczych. Tak więc według nowego podziału nauki leśne niewiele mają wspólnego ze środowiskiem. W historycznej dwustopniowej systematyce (obowiązującej do 2011 r.) nauki leśne prezentowały dziedzinę samodzielną pośród innych 21 dziedzin naukowych. Nowy podział nie jest jedynie uszczerbkiem na honorze nauk leśnych – ma to swoje konsekwencje chociażby przy podziale środków na badania z ogólnej puli finansowania nauki przez państwo.

V

Główny nurt badań naukowych w Polsce skupiony jest w „Krajowym programie badań” (KPB – Założenia Polityki Naukowo-Technicznej i Innowacyjnej Państwa). Program stanowi załącznik do uchwały nr 164/2011 Rady Ministrów z dnia 16 sierpnia 2011 r., dotyczącej zasad finansowania nauki w Polsce. W Programie zostały sformułowane strategiczne priorytety interdyscyplinarnych kierunków badań naukowych i prac rozwojowych na najbliższe 10–15 lat, które następnie miały być podstawą do opracowywania strategicznych programów badań naukowych i prac rozwojowych w Polsce przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR). Na piątym miejscu pośród 7 priorytetów wymieniono *środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo*. W rozwinięciu priorytetu piątego problematykę związaną z lasami lub leśnictwem wymieniono trzykrotnie, nigdy jako dziedzinę samodzielną: (1) jako potrzebę *rozwoju szczególnie leśnictwa niepublicznego*, (2) w kontekście zmian klimatycznych: *W zagadnieniach dotyczących zmian klimatycznych bardzo istotne są badania związane z (...) gospodarką leśną i produkcją wyrobów drzewnych i ich wpływem na rolnictwo i środowisko*, oraz (3) w związku z różnorodnością biologiczną: *Kluczowym zagadnieniem jest ochrona bioróżnorodności środowiska przyrodniczego, w tym środowiska rolniczego i leśnego*.

Rządowe strategiczne programy badań, podobnie jak struktury organizacyjne administracji rządowej różnych szczebli, od dawna łączą w różnych konfiguracjach leśnictwo z rolnictwem. Stało się tak i tym razem, chociaż jedyną cechą wspólną tych działów go-

spodarki, jak i obszarów badań, był i pozostaje fakt, że bazują na produkcji biologicznej, której początkiem, rzeczywiście wspólnym, bo wspólnym dla wszystkiego co żyje, jest ...produkcja pierwotna. Cała reszta, tzn. dalsze „technologie” wtórnych przekształceń tej produkcji, jej czasoprzestrzenna dynamika, charakter i wartość produktu końcowego, przeznaczenie i możliwości jego transformacji, materialne i niematerialne użytkowanie, i dalej – strategie i metodologie badawcze, zakres wiedzy i jej zastosowania praktyczne, organizacja badań i struktura eksperymentów oraz wiele innych ważnych procesów organizacyjno-metodyczno-finansowych w zakresie badań leśnych, są jedyne w swoim rodzaju, różne w sposób zasadniczy i nieporównywalne z tymi w rolnictwie. Różne połączenia leśnictwa z rolnictwem, może celowe ze względu na wykorzystanie gruntów, są mało przydatne, a nawet głęboko nieadekwatne do procesów poznawczych, poprawnej identyfikacji problemów, możliwości ekstrapolacji wyników, kosztów i finansowania badań, itd.² Z powyższego jasno wynika, że lasy i leśnictwo, mimo że jest to przedmiot badań rozciągający się na obszarze prawie 1/3 powierzchni kraju i mający olbrzymi wpływ na funkcjonowanie całej gospodarki, infrastrukturę kraju, ochronę środowiska i przyrody, a najogólniej – na jakość życia nas wszystkich, dla „Krajowego programu badań” nie są priorytetem.

I w zasadzie nie ma w tym nic dziwnego. KPB wprawdzie wymienia potrzebę rozwoju szczególnie **leśnictwa niepublicznego**, ale milczy o „leśnictwie publicznym”, dominującym w Polsce (ok. 80%). Odpowiedź, jak się wydaje, od dawna znajduje się w ustawie o lasach, której art. 33, p. 3, pp. 6 mówi, że *Dyrektor Generalny Lasów Państwowych w szczególności: inicjuje, popiera i finansuje badania w zakresie leśnictwa oraz nadzoruje wykorzystanie wyników tych badań*. Badania leśne w Polsce powinny więc mieć swoje „własne” źródło finansowania, a instytucje naukowe zajmujące się lasem nie powinny zbytnio liczyć na wsparcie finansowe gdzie indziej, zwłaszcza z budżetu państwa. Wszak finansowanie badań leśnych jest powinnością państwowej jednostki organizacyjnej PGLLP, zarządzającej wspólnym majątkiem, będącej na własnym rozrachunku i osiągającej nadwyżki finansowe. Lasy Państwowe są zarządcą jednej z ostatnich wielkich własności państwowych, a ich rola i powinności względem państwa są szczególne i nie sprowadzają się do zachowania samowystarczalności firmy i powodzenia przedsiębiorstwa poprzez utrzymanie samofinansowania. W zakresie obowiązków PGLLP powinno znaleźć się finansowanie badań leśnych oraz wspieranie rozwoju nauk służących lasom i leśnictwu jako część powinności publicznych. Niezrozumiała jest niechęć Lasów Państwowych do finansowania badań teoretycznych, wyprzedzających i stałe podkreślanie zainteresowania jedynie badaniami o dużej użyteczności i jednoznacznie wpisującymi się w realizowane aktualnie przez LP projek-

² W serii opracowanych przez rząd sektorowych strategii rozwoju kraju jedna z nich nosi tytuł „Strategia Zrównoważonego Rozwoju Wsi, Rolnictwa i Rybactwa na lata 2011–2020” (Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, 2010). W istocie, dokument prezentuje wizję rozwoju obszarów wiejskich bez lasów i leśnictwa. Nie uchybiając „rybactwu”, dalekie od rzeczywistości jest stwierdzenie zawarte w dokumencie, że: *Obszary wiejskie zachowują swój unikalny charakter dzięki zrównoważonemu rozwojowi konkurencyjnego rolnictwa i rybactwa*. Przy takim pozycjonowaniu lasów i gospodarki leśnej w strategiach gospodarczo-społecznych nie może dziwić ich marginalizowanie w strategiach NCBR. Czy rzeczywiście mamy do czynienia z rządowym zaniechaniem włączenia 1/3 powierzchni kraju w procesy rozwojowe i objęcia polityką naukową, a tym samym użycia tego potencjału jako narzędzia ekonomicznego, przyrodniczego i społecznego postępu?

ty rozwojowe³. W tym rozumowaniu, jak się wydaje, przyjęto anachroniczny liniowy model rozwoju nauki. Zgodnie z nim obowiązuje kolejność: najpierw badania podstawowe, prowadzące do badań stosowanych, które z kolei owocują zastosowaniami wyników w praktyce w formie instrukcji lub zasad postępowania. W przypadku nauk leśnych taki model przestał mieć jakiegokolwiek uzasadnienie. Można odnieść przekonanie – miejmy nadzieję, że fałszywe – że PGLLP dba bardziej o swój własny rozwój jako korporacji i to w wymiarze spraw bieżących, niż o rozwój badań na rzecz przyszłości polskiego leśnictwa.

Wiedza o nieodwracalności zjawisk przyrodniczych, a w długiej perspektywie – o ich nieprzewidywalności, zobowiązuje do nowego spojrzenia na nauki i badania leśne oraz na zarządzanie lasami. Dzisiejsze leśnictwo coraz rzadziej oczekuje gotowych recept, wyczerpujących instrukcji i zaleceń. Potrzebuje natomiast wytycznych ramowych, określenia warunków brzegowych, progów, których nie należy przekraczać, i dopuszczalnych poziomów interwencji. Rośnie zapotrzebowanie na informację, analizę danych, wiedzę interdyscyplinarną, wspomagającą indywidualne rozstrzygnięcia. Tam, gdzie podejmowane są indywidualne decyzje gospodarza, tj. na poziomie operacyjnym, potrzebna jest wiedza i narzędzia, które pomogą analizować rzeczywisty stan lasu tu i teraz, nie zaś uogólnione zasady i ujednolicone instrukcje. Bo każdy kawałek lasu, wiedzą to wszyscy praktycy-hodowcy, jest obiektem niepowtarzalnym, każde działanie w istocie eksperymentem, którego wynik rzadko daje się ekstrapolować i jest ważny również w innych warunkach. Gospodarka leśna znalazła się w sytuacji, kiedy uczenie się polega również na działaniu (*learning by doing*), a działanie to powinna nadzorować i wspierać nauka. Dlatego istnieje potrzeba budowania nowych relacji między nauką a praktyką leśną.

VI

Minister nauki i szkolnictwa wyższego zatwierdził przygotowany przez Radę NCBR strategiczny program badań naukowych i prac rozwojowych piątego priorytetu „Krajowego programu badań” „środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” o nazwie BIOSTRATEG. Program obejmuje pięć strategicznych obszarów problemowych, wynikających bezpośrednio z „Krajowego programu badań”, zgodnych z priorytetowymi kierunkami badań przyjętymi obecnie w Unii Europejskiej i na świecie. Piątym w hierarchii jest obszar „leśnictwo i przemysł drzewny”⁴. Szczęśliwie autorzy dostrzegli

³ Listy dyrektora generalnego LP do dyrektora IBL z dnia 23 marca 2016 i 12 kwietnia 2016; „Strategia Państwowego Gospodarstwa Leśnego na lata 2014–2030” (grudzień 2013).

⁴ Tematyka badawcza w obszarze „leśnictwo i przemysł drzewny” obejmuje:

- 1) doskonalenie systemu monitorowania i prognozowania zagrożeń środowiskowych dla różnych ekosystemów leśnych, z wykorzystaniem nowoczesnych metod i narzędzi (geomatyka, bioinformatyka);
- 2) wypracowanie strategii i opracowanie niezbędnych działań w gospodarce leśnej, ukierunkowanych na zmniejszanie skutków postępujących zmian klimatu, w tym opracowanie metod zapobiegania i ograniczania degradacji ekosystemów leśnych wywołanej zjawiskami naturalnymi o charakterze klęskowym oraz efektywne zagospodarowanie drewna pokłeskowego;
- 3) opracowanie metod pomiaru węgla akumulowanego przez ekosystemy leśne;
- 4) badania nad wpływem ekosystemów leśnych na ochronę i bilansowanie zasobów wodnych kraju, w tym nad zwiększeniem retencji wodnej w siedliskach leśnych;

związek między lasem a drewnem i umieścili obydwa przedmioty badań w jednym obszarze. Dla całościowego ujęcia brakuje jednak ochrony przyrody w lasach. Oddzielenie ochrony od działań gospodarczych utrwała podział na przyrodę chronioną i niechronioną oraz granicę między człowiekiem a przyrodą. Utrwała dziewiętnastowieczną ochronę konserwatorską, nie zaś koncepcję ochrony sformułowaną w konwencji o różnorodności biologicznej, która mówi o ochronie przyrody przez jej umiarkowane użytkowanie (albo inaczej: umiarkowane użytkowanie, które powinno być formą ochrony czynnej) (Konwencja o różnorodności biologicznej, 1992).

Gospodarka leśna realizuje cele zarówno użytkowania lasu, jak i ochrony przyrody w lasach, i jest to związek na poziomie decyzji gospodarczych i operacji leśnych. Rozdzielenie tych działań w sensie organizacji, zarządzania i nadzoru i nadanie im różnej dynamiki oraz poddanie różnym regulacjom prawnym jest sztuczne, niemerytoryczne, czysto administracyjne i generuje konflikty odnoszące się do wielkości produkcji, dostępności surowca, kompetencji zarządzania i odpowiedzialności za stan lasów (np. konflikty dotyczące zagospodarowania Puszczy Białowieskiej).

W programie BIOSTRATEG dla rolnictwa (priorytet czwarty) wskazuje się na związek między produkcją a ochroną, gdy mówi się o ochronie bioróżnorodności w kontekście produkcji rolnej. Z pewnością więcej powodów do łącznego traktowania produkcji i ochrony ma gospodarka leśna, mająca do czynienia z dzikimi, naturalnymi populacjami, niż gospodarka rolna, od dawna korzystająca z efektów sztucznej selekcji. Dlatego błędem jest rozdzielenie tych obszarów również w programach badawczych, tzn. rozdzielenie w sensie poznawczym. Utrwała to autarkizm i jednostronność badań leśnych i źle wpływa na stan i rozwój nowoczesnych koncepcji leśnictwa.

Zastosowane w programie BIOSTRATEG podziały na priorytety badawcze pokazują dalsze mankamenty strategicznego myślenia w badaniach leśnych. W co najmniej dwóch priorytetach, tzn. w drugim, mówiącym o racjonalnym gospodarowaniu zasobami naturalnymi ze szczególnym uwzględnieniem gospodarki wodnej, oraz w trzecim, o przeciwdziałaniu i adaptacji do zmian klimatu, zawiera się ważna problematyka leśna, bezwzględnie wymagająca rozpoznania naukowego. Ani gospodarka wodna, ani adaptacje do zmian klimatu nie odniosą sukcesu bez lasów, a obydwa priorytety badawcze nie „obejdą się” bez badań leśnych.

- 5) doskonalenie systemów monitoringu prognozowania i zagrożeń ze strony zaburzonej bioróżnorodności, z wykorzystaniem nowoczesnych metod i narzędzi (w tym teledetekcja, geomatyka i bioinformatyka), w celu kontroli populacji zwierząt o potencjalnie negatywnym wpływie na ekosystemy leśne;
- 6) badania w zakresie rewitalizacji siedlisk leśnych i przebudowy drzewostanów;
- 7) zbadanie możliwości zwiększenia zasobów surowca drzewnego, jako ważnego źródła biomasy, w warunkach zrównoważonej gospodarki leśnej oraz postępujących zmian klimatu;
- 8) rozwój nowych technik i technologii recyklingu wyrobów drzewnych, utylizacji produktów ubocznych i drewna poużytkowego;
- 9) opracowanie nowych surowco- i energooszczędnych oraz biodegradowalnych kompozytów drzewnych i wyrobów z drewna litego dla budownictwa, meblarstwa i innych zastosowań;
- 10) opracowanie nowych technologii wytwarzania bioenergii, w tym biopaliw z drzewnych produktów ubocznych, odpadów (przemysłowych i poużytkowych) i innych rodzajów biomasy.

VII

Jednym z najważniejszych obecnie celów działań podejmowanych w Europie jest zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych. Oznacza to gospodarkę posługującą się niskoemisyjnymi paliwami, a więc m.in. biomasą. Nie można w tym dążeniu nie wykorzystać substytucyjnych wartości drewna (również jako źródła energii) i możliwości jego produkcji w lasach i poza lasami. Ażeby taki zamysł zrealizować, jest pilnie potrzebne interdyscyplinarne i międzyinstytucjonalne rozpoznanie naukowe wielu aspektów produkcji i użytkowania drewna.

W „Krajowym programie badań” wskazuje się, że zmiany klimatu w ciągu następnych 50 lat wyraźnie wpłyną na funkcjonowanie głównych sektorów, takich jak gospodarka wodna, rolnictwo, **leśnictwo**, rybołówstwo, infrastruktura i transport, turystyka, ochrona zdrowia (ludzi, zwierząt i roślin), energetyka, ekosystemy lądowe i morskie. Przewiduje się, że przyspieszeniu ulegnie degradacja ekosystemów, szybciej następować będzie zmniejszenie się różnorodności biologicznej. Przebieg tych zjawisk będzie różny, zależny od lokalnych warunków. W najwyższym stopniu dotyczy to lasów, gospodarki leśnej, produkcji drewna, przemysłów opartych na drewnie, szeroko rozumianej przestrzeni przyrodniczej i ochrony przyrody w lasach. Jednocześnie zakłada się, że do 2060 r. potroi się światowe zapotrzebowanie na drewno i nasilą się społeczne naciski na zwiększanie obszarów chronionych. Bez specjalnej koncentracji i skoordynowanych wysiłków nauki na tej, zaiste, „kwadraturze koła”, przyszłość sektora leśno-drzewnego i ochrony przyrody w lasach może pograżyć się w chaosie. Badania powinny przyczyniać się do ustalenia norm i standardów gospodarki leśnej w nowych warunkach, włączając w orbitę zainteresowań osiągnięcia genetyki, oraz do produkcji biomasy na cele energetyczne, kaskadowego użytkowania drewna, a najogólniej – do formułowania i wdrażania zasad zielonej ekonomii.

Badania leśne powinny uwzględniać zagadnienia wskazane w strategii zielonego wzrostu (zielonej gospodarki) OECD, dla której sektor leśno-drzewny może stanowić modelowe rozwiązanie dla działalności gospodarczej. Kluczową kategorią ekonomiczną zielonej gospodarki jest kapitał naturalny (więcej o kapitale naturalnym i wartości lasów – patrz panel WARTOŚĆ, IBL, 2014), a inwestycje w kapitał naturalny oznaczają rozwój pozostałych kategorii – kapitału ekonomicznego i kapitału ludzkiego. Oznaczają gospodarkę niskoemisyjną i zasobooszczędną, która tworzy miejsca pracy i służy trwałości przyrodniczego środowiska człowieka. To przede wszystkim nauki leśne powinny takie powiązania badać, dokumentować, promować i wyznaczać nowe perspektywy rozwojowe nie tylko gospodarki leśnej. Do tego potrzebne są naukowe argumenty w zakresie identyfikacji obszarów tematycznych oraz instrumentów o największym potencjale wspierania zielonego wzrostu, w tym właściwa wycena funkcji ekosystemów, wspieranie rozwoju technologii środowiskowych, innowacyjne mechanizmy finansowe, promujące zmiany modeli konsumpcji i produkcji na bardziej zrównoważone. Istotną kwestią jest „zielony” rynek pracy, rozwój regionalny i lokalny.

Badania dotyczące szeroko rozumianej przestrzeni przyrodniczej, ochrony przyrody, nowych technologii w gospodarce żywnościowej, zmian klimatycznych i roli lasów i przemysłu opartego na drewnie, racjonalnej gospodarki zasobami wodnymi i mine-

ralnymi są kluczowe z punktu widzenia funkcjonowania całej gospodarki. Bez nowej wiedzy z tego zakresu możemy pozostać jedynie w sferze deklaracji na temat zrównoważonego rozwoju gospodarczego.

Dla gospodarki leśnej istotne są badania zmierzające do opracowania metod zwiększania zasobów i zwiększania ich dostępności. W badaniach powinny być uwzględnione zagadnienia zarówno leśnictwa industrialnego (plantacyjnego, *short rotation forestry*), jak i ekologicznego (ekosystemowego). Badania powinny przyczyniać się do ustalenia norm i standardów w odniesieniu do ochrony gatunkowej i ochrony siedlisk przyrodniczych (ochrony różnorodności biologicznej) z jednej strony oraz w odniesieniu do drzew/organizmów genetycznie zmodyfikowanych o cechach zapewniających wyższą produkcję drewna z drugiej strony. Kluczowe znaczenie dla strategicznego planowania rozwoju kraju ma wykorzystanie wiedzy leśnej i informacji o środowisku, jako efektywnego narzędzia w zagospodarowaniu przestrzennym, gospodarowaniu wodą, w minimalizacji skutków zanieczyszczenia powietrza, wody i gleby oraz w ograniczaniu skutków wystąpienia zjawisk ekstremalnych.

VIII

Leśne ośrodki naukowe w Polsce nie mają wspólnej listy potrzeb badawczych, nie ma również systemu koordynacji badań leśnych ani systemu ocen takich potrzeb i ich hierarchii⁵. Nie sporządzono w Polsce krótko-, średnio- czy długoterminowej strategii lub jakiegokolwiek programu badań leśnych, uwzględniającego czy ustanawiającego powiązania z innymi sektorami i grupami nauk⁶. Jest natomiast niespójność tematyczna i brak koordynacji merytorycznej rozproszonych badań zlecanych i oferowanych w dotychczasowym systemie. Wśród prac badawczych zlecanych przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych dominują badania przyczynkarskie, krótkoterminowe (3–5 lat), o charakterze ekspertyz podejmowanych *ex post* (po zaistnieniu problemu), bez wyprzedzenia, często o lokalnym znaczeniu. Brak jest zainteresowania Lasów Państwowych badaniami długoterminowymi (5–10–15 lat), wieloprzestrzennymi, międzysektorowymi, czy badaniami o charakterze podstawowym. Tematyka zleceń jest ustalana doraźnie, odzwierciedla bardziej bieżące niż perspektywiczne potrzeby i jest jednostronnie selekcyjowana przez zleceńodawcę, często według indywidualnych preferencji urzędujących decydentów. Niewiele zadań realizowanych jest we współpracy z ośrodkami zagranicznymi. Nie zostały wykorzystane możliwości rozwoju badań leśnych oraz ich praktycznych zastosowań, jakie stworzyły powołane w latach 1994–2011 leśne komplek-

⁵ W ostatnim czasie (styczeń-marzec 2016 r.) zaistniała paradoksalna sytuacja, kiedy grupy społeczne prezentujące różne interesy, wyrażając w istocie to samo hasło ochrony/obrony Puszczy Białowieskiej w sytuacji gradacji kornika druzkarza, przedstawiają skrajnie przeciwstawne opinie i proponują diametralnie różne działania w rozwiązaniu problemu, powołując się przy tym na wyniki badań i przytaczając bogatą literaturę naukową, mającą świadczyć o prawdziwości swoich wzajemnie wykluczających się twierdzeń.

⁶ W przeszłości istniały zintegrowane programy badawcze, jak realizowany w latach 1978–1993 Centralny Program Badań Podstawowych (CPBP), a w nim podprogram „Ochrona i Kształtowanie Środowiska Przyrodniczego” (CPBR 04.10), w którym znalazł się program badawczy „Ekologiczne podstawy gospodarki leśnej i kształtowania zdolności lasu do pełnienia wielostronnych funkcji” (CPBP 04.10.07). Również w ramach „Polskiej polityki kompleksowej ochrony zasobów leśnych” (1994) stworzono program „Modele leśnictwa wielofunkcyjnego”, który nigdy nie wszedł w fazę realizacji.

sy promocyjne. Brak jest systematycznych ocen skutków wdrażania wyników badań do praktyki.

Główny sponsor badań leśnych, którym jest Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, deklaruje zainteresowanie w zasadzie wyłącznie badaniami o „dużej użyteczności praktycznej”. Praktyczna strona bieżących problemów gospodarczych dominuje nad koniecznością wyprzedzającego rozpoznania naukowego. Potwierdza to „Strategia rozwoju PGLLP na lata 2014–2030” (2013) oraz decyzje dotyczące finansowania badań podjęte w 2016 r. W dalszym ciągu oczekuje się nie tyle nowej wiedzy, ile wspierania bieżących decyzji gospodarczych, krótkoterminowych rozstrzygnięć na podstawie cząstkowych analiz. Lasy Państwowe oczekują na efekty o „dużej użyteczności i jednoznacznie wpisujące się w realizowane aktualnie przez LP projekty rozwojowe”. Narzucanie takiej perspektywy dla badań leśnych deformuje społeczną wartość lasu, a sferę nauki traktuje jak narzędzie realizacji bieżącej polityki.

O kształcie gospodarki leśnej nie decydowała na ogół nauka – to gospodarka leśna decydowała często o nauce (np. programy intensyfikacji produkcji w latach 70. XX w.). Empiryczny charakter nauk leśnych i ich uzależnienie od praktyki gospodarczej sprawiły, że były one i są nadal podatne na naciski struktur administracyjnych. Ten typ związków nauki z praktyką może okazać się niebezpieczny również dla nauki. Tworzą się bowiem warunki do preferowania badań z góry akceptowanych przez sponsora. Podejście to preferuje *consulting* i oceny eksperckie, nie naukę z jej prawem do ryzyka i do wyniku negatywnego. W takim systemie wkrótce może zabraknąć ekspertów. Decyzje administracyjne i zawężenie zainteresowania do spraw „użytecznych” i do realizacji celów bieżących mogą przekroczyć granicę, za którą zamiast „wyższej użyteczności nauki” pojawi się jej degradacja i pogłębi izolacja leśnictwa od głównych nurtów badań przyrodniczych, ekonomicznych, humanistycznych.

Tymczasowość i „kadencyjne” myślenie władzy jest, jak się wydaje, największym zagrożeniem dla stabilności finansowania badań leśnych i dla zapewnienia niezbędnej ciągłości leśnym programom badawczym. Dlatego jedną z najważniejszych rekomendacji do Narodowego Programu Leśnego, powtarzającą się w wielu panelach ekspertów (WARTOŚĆ, DZIEDZICTWO, ROZWÓJ, ORGANIZACJA), jest odpolitycznienie Lasów Państwowych.

IX

Dalszy rozwój nauk leśnych należy rozpatrywać w aspekcie współzależności leśnictwa z otaczającym układem, obejmującym gospodarkę, społeczeństwo i środowisko. Wyczerpały się możliwości rozwoju w kierunku, w którym leśnictwo było traktowane jako względnie zamknięty sektor, którego miejsce w życiu społeczno-gospodarczym kraju wyznaczała wyłącznie produkcja drewna, a o jego podaży i strukturze decydowało pełne podporządkowanie gospodarki leśnej zasadom rozwoju drzewostanów. Produkcja drewna nie tylko determinowała aktywność gospodarczą, ale także wyznaczała główny kierunek badań leśnych. Podejście to niejako z góry godziło się na marginalizację pozycji leśnictwa w gospodarce kraju, czego licbowym wyrazem jest bardzo mały jego udział w PKB (0,36%) oraz w odsetku zatrudnienia ogółem (0,40%).

Polskie leśnictwo zadeklarowało w prawie i w tworzonych dokumentach nowy typ trwałego i zrównoważonego rozwoju. Ale zbudowanie jego podstaw, mechanizmów, dochodzenie do nowej wiedzy jest ciągle przed nami. Potrzebę rozwoju badań leśnych w tym kierunku wyznacza nadal niedostateczne poznanie praw przyrody oraz niezwykle duże zróżnicowanie pod względem przestrzennym i czasowym warunków trwałości i zmienności ekosystemów leśnych, a więc i produkcji leśnej.

X

Nie wszystkie poruszone tu wątki znajdzie czytelnik w materiałach prezentowanych w niniejszym tomie. Bo też i program panelu NAUKA nie wyczerpał zamysłu organizatorów i nie wypełnił wszystkich pierwotnych zamierzeń. Miał dać początek szerokiej dyskusji w środowisku naukowym i administracji leśnej oraz stanowić inspirację do tworzenia lepszych, bardziej adekwatnych do potrzeb, nowoczesnych programów badawczych.

Na program jednodniowej konferencji złożyły się 22 zamówione opracowania 58 Autorów (oraz wystąpienia i materiały zgłoszone poza programem), zgrupowane w czterech sesjach.

Pierwsza dotyczyła problemów ogólnych twórczości naukowej i jej roli w rozwoju gospodarki leśnej, koncepcji lasu jako przedmiotu badań w zmieniającym się środowisku, przyszłości badań leśnych oraz stanu, potrzeb i perspektyw kształcenia zawodowego. Oddzielną prezentację w sesji stanowiła problematyka finansowania badań naukowych, preferowanych przez Lasy Państwowe.

Sesja druga dotyczyła roli badań i nauk leśnych z punktu widzenia realizacji polityki leśnej oraz polityki naukowej państwa. Wiele uwagi poświęcono problemom badawczym w ochronie przyrody w lasach oraz nowoczesnym koncepcjom wielokierunkowego użytkowania lasu w społeczeństwie obywatelskim, omawiając stan badań oraz potrzeby badawcze w perspektywie najbliższych dekad.

Trzecią sesję wypełniły opracowania związane z głównym nurtem gospodarki leśnej, dotyczące hodowli i urządzania lasu, z silnym akcentem na badania ekologiczne, modelowanie matematyczne i poszerzanie zdolności predykcyjnych nauk leśnych oraz hodowlę selekcyjną w wielofunkcyjnej gospodarce leśnej. Jedność sektora leśno-drzewnego ukazały opracowania dotyczące ewolucji roli i zadań urządzania lasu w nauce i praktyce oraz omawiające potrzeby badawcze sektora drzewnego w zakresie rozwoju produktów drzewnych i rozwoju zielonej gospodarki.

Sesja czwarta poświęcona była ośrodkom naukowo-badawczym leśnictwa. W trakcie tej sesji wydziały leśne trzech wyższych uczelni – SGGW, UP w Poznaniu, UR w Krakowie, zaprezentowały własny punkt widzenia na potrzeby badawcze w sektorze leśno-drzewnym i ochronie przyrody w lasach, a Instytut Badawczy Leśnictwa zaprezentował własną strategię naukową. Sesję uzupełniły uwagi o naukach i badaniach leśnych w związku z potrzebą stworzenia komponentu badawczego Narodowego Programu Leśnego.

Ponadto w sesji znalazło się uzupełnienie na temat badań modelowych, jako narzędzi zarządzania lasami w zmieniających się warunkach siedliskowych, informacja

o działalności zakładów doświadczalnych wydziałów leśnych w kontekście celów i zadań Narodowego Programu Leśnego oraz ogólne uwagi o badaniach leśnych w Polsce.

Panel NAUKA zamyka serię eksperckich, publicznych dyskusji nad sytuacją w polskim leśnictwie i jego przyszłością. W ramach siedmiu konferencji panelowych (KLIMAT, WARTOŚĆ, DZIEDZICTWO, OCHRONA, ROZWÓJ, ORGANIZACJA i WSPÓŁDZIAŁANIE) dokonano wielokierunkowych i możliwie głębokich analiz stanu, potrzeb i oczekiwań większości grup interesariuszy, których przedstawiciele byli aktywnymi uczestnikami, również Autorami opracowań programowych. Zrealizowane prace dotyczyły nie tylko państwowej i prywatnej gospodarki leśnej, ale całego sektora leśno-drzewnego i ochrony przyrody w lasach. Konferencja NAUKA miała uruchomić tworzenie intelektualnej bazy dla realizacji wyzwań gospodarczych, przyrodniczych i społecznych w perspektywie lat 2030 i dalej do 2080 roku, wskazanych w 214 rekomendacjach ze wszystkich konferencji. W ten sposób powstał materiał do opracowania strategicznego, dla polskiej gospodarki leśnej, dokumentu w postaci Narodowego Programu Leśnego⁷. Do jego realizacji będzie potrzebny długofalowy, interaktywny, interdyscyplinarny i międzyinstytucjonalny program badawczo-edukacyjny. Program, który określi wspólne dla nauki i praktyki zadania i będzie wspierał realizację Narodowego Programu Leśnego oraz umożliwi i wzbogaci dialog obywatelski na tematy leśne.

Budowa takiego programu jest ciągle przed nami. Zadaniem mógłby się zająć, zarówno z merytorycznego, jak i organizacyjno-finansowego punktu widzenia, wyłoniony z zainteresowanych instytucji zespół doradców naukowych, funkcjonujący przy DGLP (lub np. Rada Naukowa IBL). Z analizy dorobku konferencji panelowych wynika, że skoordynowane, spójne merytorycznie oraz wspólnie przygotowane i zaakceptowane przez ośrodki naukowe i praktykę gospodarczą badania leśne w sektorze leśno-drzewnym i w ochronie przyrody w lasach powinny zawierać m.in. taką problematykę, jak: 1) stała identyfikacja i aktualizacja potrzeb badawczych sektora leśno-drzewnego i ochrony przyrody w lasach; 2) praktyka a eksperyment badawczy w gospodarce leśnej; 3) warunki koewolucji praktyki i nauk leśnych: jak uczyć się poprzez działanie; 4) problem innowacji w naukach, badaniach i praktyce leśnej; 5) metodologia równowagi i nierównowagi – w poszukiwaniu nowego paradygmatu leśnictwa; 6) wielokryterialne wartościowanie lasów i ich wielostronnych użyteczności; 7) sposoby urynkwienia wszystkich użyteczności lasu; 8) łańcuch leśno-drzewny jako narzędzie rozwoju gospodarki kraju/regionu/obszaru funkcjonalnego, źródło zatrudnienia, alternatywnych przychodów, ekonomicznej i społecznej wartości dodanej, motor zielonej gospodarki i sposób na spowalnianie i ograniczanie skutków zmian klimatycznych.

Program powinien brać pod uwagę rosnącą społeczną presję zarówno na zwiększanie dostaw drewna, jak i na zwiększanie obszarów chronionych.

⁷ Przymiotnik „narodowy” funkcjonuje w międzynarodowej polityce leśnej od prawie ćwierć wieku i nie ma nic wspólnego z bieżącym patriotyczno-ideologicznym kontekstem w Polsce (np. Media Narodowe, Narodowy Program Mieszkaniowy, narodowe kino, Narodowa Rada Rozwoju, Narodowy Program Zdrowia, itd.). Jest określeniem wszystkich programów rozwoju leśnictwa tworzonych według zaleceń FAO, które powstają począwszy od 1995 r. pod wspólną nazwą *National Forest Programme*. Uzgodnienia w tej sprawie podjęły kraje członkowskie ONZ w trakcie sesji Międzypaństwowego Panelu ds. Lasów (*Intergovernmental Panel on Forests*). Zalecenie utworzenia takiego programu wyraziła także UE. Polska jest jednym z ostatnich krajów europejskich, w którym taki program dopiero powstaje.

* * *

Publikacja ostatniego tomu materiałów z prac nad Narodowym Programem Leśnym nie zakończy, ale – miejmy nadzieję – będzie kontynuacją merytorycznej, interaktywnej debaty o przyszłości lasów w Polsce. Publikujemy tom NAUKA w nadziei, że zawarte w nim materiały będą wspomagać tworzenie dokumentu pn. „Narodowy Program Leśny”, a również z myślą, że dokument ten przyczyni się do wzmocnienia trwałości lasów, dowartościowania ich w strukturach gospodarczych państwa i w strukturach władzy. Będzie podstawą podejmowania mądrych decyzji politycznych, rozsądnej troski obywateli o lasy i społecznego nadzoru nad nimi, wzmocni i poszerzy krąg leśnych badań naukowych i odmieni pierwotny sens przysłowia ...„nauka poszła w las”.

SESJA 1

Finansowanie badań naukowych – wizja Lasów Państwowych

dr inż. Konrad TOMASZEWSKI

Dyrektor Generalny Lasów Państwowych, Warszawa

Szanowni Państwo!

Decydując się na objęcie stanowiska dyrektora generalnego Lasów Państwowych, miałem już gotowy program dla tej organizacji: „Wizję działań na rzecz rozwoju Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe”. Jest to ogromne opracowanie, na które składa się zarówno analiza obecnych prawnych, organizacyjnych czy ekonomicznych uwarunkowań działania Lasów Państwowych (LP), jak też postulaty zmian niezbędnych w tych dziedzinach oraz ponad 30 kompleksowych projektów rozwijania systemów funkcjonalnych LP.

Każdy z tych projektów rozwojowych, wśród których znajduje się również koncepcja finansowania przez LP badań naukowych, to obszar potencjalnej współpracy leśników i naukowców. Siłą rzeczy, wspomniane koncepcje zawierają dziś rozwiązania i modele po części teoretyczne, aby więc skutecznie zrealizować te pomysły, potrzebna jest naukowa weryfikacja i modyfikacja różnych rozwiązań, oparcie ich na rzeczywistych danych i wynikach. To jest wielki obszar badawczy, stanowiący pole do popisu dla Instytutu Badawczego Leśnictwa i innych instytucji będących dla LP najważniejszymi usługodawcami w sferze badań naukowych.

Lasy Państwowe od dawna ponoszą duży wysiłek, finansując badania naukowe, co oznacza wspomaganie przez PGLLP administracji publicznej w działaniach leżących w zakresie jej obowiązków. W 2011 r. przeznaczyły na ten cel 29 mln zł, w kolejnych latach nakłady przekraczały 40 mln zł rocznie, by w 2014 i 2015 r. sięgnąć blisko 50 mln zł. W 2014 r. na zlecenie LP realizowano łącznie 117 różnych tematów badawczych – 21 zupełnie nowych i 96 kontynuowanych z lat poprzednich – za kwotę 48 mln zł. Te nakłady mogą teraz jeszcze wzrosnąć. Postaram się pokazać różne możliwości, jakie wdrażanie „Wizji” w LP otwiera przed naukowcami, na przykładzie jednego z kluczowych projektów rozwojowych – koncepcji tzw. leśnych gospodarstw węglowych. Minister środowiska promował ją na arenie międzynarodowej, podczas szczytu klimatycznego w Paryżu, gdzie została przyjęta z dużym zainteresowaniem. Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych (CKPŚ) już pracuje nad zidentyfikowaniem zintegrowanego obszaru badawczego, którego dotyczy ten projekt.

Jak wiadomo, tzw. protokół z Kioto nie został przedłużony na kolejny okres, bowiem poprawka dauhańska, ustanawiająca drugi okres rozliczeniowy (2013–2020), nie została ratyfikowana przez dostateczną liczbę państw. Tym samym w prawie międzynarodowym brak formalnej podstawy do działań o wymiarze globalnym na rzecz dekoncentracji gazów cieplarnianych – przede wszystkim dwutlenku węgla – w atmosferze. Mimo to, Unia Europejska, na podstawie art. 191 traktatu wspólnotowego, przyjęła obowiązek monitorowania, redukcji i raportowania emisji CO₂ w latach 2013–2020, według ustaleń szczytu klimatycznego w Durbanie. W wymiarze globalnym tzw. protokół z Kioto więc nie obowiązuje, lecz wewnątrz UE *de facto* jest podstawą działań.

Istotne dla nas są nie tylko ustalenia dotyczące emisji CO₂ i zobowiązania do ich redukcji, ale również druga strona bilansu węglowego – pochłanianie. Otóż w Durbanie ustalono, że tzw. pochłanianie bazowe, wynikające z samego faktu istnienia w Polsce określonej powierzchni lasów oraz prowadzenia w nich trwale zrównoważonej gospodarki leśnej, wynosi nieco ponad 27 tys. gigagramów (Gg) CO₂ rocznie. Za ten wkład w realizację międzynarodowych zobowiązań naszego kraju nie należy się gratyfikacja ani Lasom Państwowym, ani żadnemu innemu gospodarstwu leśnemu. To wynika z art. 84 Konstytucji RP, stanowiącego, że każdy musi liczyć się z ponoszeniem świadczeń i ciężarów publicznych (a więc nieodpłatnie).

Jeśli jednak będziemy w stanie wykazać, że nasze lasy pochłaniają więcej dwutlenku węgla, niż wynosi pochłanianie bazowe określone dla Polski, a więc ponad ilość objętą ciężarem publicznym, a nadwyżka ta wynika z tzw. działań dodatkowych w leśnictwie, a więc świadomego działania w kierunku zwiększania możliwości retencjonowania węgla przez lasy, będzie to miało szereg interesujących implikacji. Według naszych symulacji, taka nadwyżka pochłaniania CO₂ przez lasy istnieje, jest efektem działań dodatkowych w leśnictwie, jest możliwa do wykazania w rozmiarze 15–20 tys. Gg rocznie i może być jeszcze zwiększona poprzez odpowiednio prowadzone działania urzędzeniowe, hodowlane itp.

Wynika z tego kilka istotnych kwestii. Po pierwsze, im więcej pochłoniętego CO₂ przez lasy Polska wykaże, tym bardziej będzie zrównoważony nasz ogólny bilans węglowy. To zaś oznaczałoby zmniejszenie presji na szybką i dużą redukcję emisji, jaka dla naszego przemysłu i energetyki, opartych na węglu, byłaby ogromnym obciążeniem lub wręcz zagrożeniem ich funkcjonowania. Po drugie, nadwyżkę CO₂ pochłoniętego ponad limit bazowy moglibyśmy w ramach eksperymentu poddać obrotowi rynkowemu, podobnie jak w ramach systemu Emissions Trading System (ETS) handluje się uprawnieniami do emisji dwutlenku węgla, a więc sprzedawać podmiotom gospodarczym jednostki dwutlenku węgla pochłoniętego dzięki działaniom dodatkowym w leśnictwie. Możemy zatem ulżyć polskiej gospodarce, przysparzając leśnym gospodarstwom różnej własności pewnych środków, które w przypadku LP mogłyby być przeznaczone na rozwój terenów nieurbanizowanych, a wspólnocie międzynarodowej moglibyśmy dać możliwość obserwowania nowatorskiego w tej skali przedsięwzięcia, z którego doświadczeń mogłyby czerpać potem inne kraje. Jesteśmy zdecydowani, by od 2017 r. uruchomić program leśnych gospodarstw węglowych; w wariantcie optymalnym – na podstawie specjalnej, incydentalnej ustawy, a jeśli to

się nie uda – na podstawie zarządzenia dyrektora generalnego, jako swoisty eksperyment prowadzony na wybranych do tego celu obszarach leśnych kompleksów promocyjnych.

To będzie wielkie przedsięwzięcie, które samo w sobie stworzy ogromne obszary współpracy LP z naukowcami. W toku realizacji projektu musimy przecież zastępować sukcesywnie pewne modele teoretyczne i hipotezy jak najdokładniejszymi rzeczywistymi pomiarami, precyzyjnymi algorytmami, konkretnymi systemami monitoringu, raportowania czy prognozowania pochłaniania CO₂ przez wybrane drzewostany. Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych dopracowuje przygotowany przeze mnie bardzo szczegółowy wniosek projektowy, poczynając od zinventaryzowania wiedzy już wytworzonej i zgromadzonej przez nauki leśne na temat magazynowania węgla przez lasy po nowe tematy badawcze, mające za zadanie wypełnienie istniejących nadal luk w tej wiedzy.

Kolejny nasz wielki projekt rozwojowy, który powinien zainteresować świat nauki, to koncepcja wartościowania nieruchomości leśnych. Dziedzina, jeśli chodzi o projekty badawcze, zupełnie zaniedbana, a przecież niesłuchanie ważna. Rzetelna, właściwa wycena majątku, jakim zarządzają LP, jest przecież podstawą do skrupulatnego określenia całkowitej wartości rozmaitych świadczeń i ciężarów publicznych, jakie one ponoszą, nie tylko przy realizacji pozaprodukcyjnych funkcji lasów. To zaś ma kapitalne znaczenie w kontekście nie tylko doświadczeń minionych, ale też wyzwań przyszłych, których można się spodziewać w związku z dyskusją, czy i jakie obciążenia można jeszcze na LP nałożyć. Również w tym przypadku CKPŚ przygotowuje wzorcowy wniosek, zawierający m.in. algorytmy wyliczania kosztów. Będziemy oczekiwali, że według takiego wzorca właśnie będą składane do LP wnioski o finansowanie tematów badawczych w tej dziedzinie.

Następny ważny projekt, a wraz z nim pilnie potrzebna nam ekspertyza naukowa, to powszechna, całościowa inwentaryzacja i raport o stanie różnorodności biologicznej i trendach w tym zakresie w zarządzanych przez nas lasach. Chcemy zbadać, w układzie wszystkich regionalnych dyrekcji LP, czy i w jakim stopniu różnorodność biologiczna w naszych lasach, mierzona m.in. w oparciu o pewne wskaźnikowe, parasolowe gatunki roślin i zwierząt, jest zbliżona do pożądanego stanu naturalnego. Jest to wiedza potrzebna wszystkim zainteresowanym leśnictwem, czy szerzej – środowiskiem naturalnym, ale dla LP szczególnie istotna, bo chcemy jasno wykazać to, co dziś wiemy często intuicyjnie lub tylko wycinkowo, że pojawiające się tu i ówdzie tezy o zasadniczej sprzeczności celów ochrony przyrody oraz zrównoważonej gospodarki leśnej są błędne. Co więcej, jeśli w wyniku tej wielkiej inwentaryzacji okaże się, że stan różnorodności biologicznej w lasach jest dobry i zbliżony do naturalnego, może to być wstępem do zaproponowania odejścia od „enklawowej” realizacji idei Natury 2000 na rzecz uznania wszystkich naszych lasów za jeden, w jakimś sensie naturalny, obszar, chroniący gatunki cenne dla Unii Europejskiej.

Na koniec wspomnę jeszcze o jednym projekcie – o systemie monitorowania legalności wprowadzanego do obrotu drewna. Tu również jest nam niezwykle potrzebna ekspertyza dotycząca pełnego obiegu surowca drzewnego, legalności jego pochodzenia, monitorowania i raportowania powyższych zagadnień.

To wszystko jedynie przykłady bardzo wielu ważnych dziedzin, w jakich pilnie potrzebujemy wsparcia naukowców. Każda z koncepcji działań rozwojowych w LP wymaga uzupełnienia czy konkretyzacji wynikami badań, co otwiera szerokie możliwości naszej współpracy. Ze swojej strony LP nie tylko rezerwują na ten cel znaczące środki, ale też starają się jasno zdefiniować swoje potrzeby i usprawnić dwustronną komunikację, by ułatwić naukowcom zadanie. Przejawem tego jest choćby, wspomniane przeze mnie, tworzenie wzorcowych wniosków oraz internetowego systemu ich składania, monitorowania i rozliczania projektów. W zamian oczekujemy pomysłów i propozycji, które będą uzupełniać naszą wiedzę i przyczyniać się do powodzenia wdrażanych w LP poszczególnych systemów funkcjonalnych, definiowanych w ramach wizji działań rozwojowych. Potrzebujemy konkretnych, mierzalnych rezultatów i wniosków w tych dziedzinach, które są dla nas priorytetowe. Będzie również miejsce na badania podstawowe, ale każdorazowo będziemy kładli nacisk na realną, praktyczną użyteczność dla LP zlecanych tematów. Mamy o czym rozmawiać, bo perspektywy współpracy leśników z naukowcami są naprawdę obiecujące i wierzę, że wspólnie osiągniemy wiele z pożytkiem i dla LP, i dla całego środowiska nauk leśnych i przyrodniczych.

Dziękuję za uwagę!

Twórczość naukowa warunkiem postępu w gospodarce leśnej

prof. dr hab. Tomasz J. WODZICKI

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Warszawa
Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary

W obliczu ewolucji bycie mądrym nie zda się na nic, jeśli nie towarzyszy temu mądre działanie (M. Tomasello 2015).

...Ogromny postęp wiedzy ostatnich lat daje człowiekowi szanse większego wykorzystania, a nawet doskonalenia, potencjału biologicznego ekosystemów leśnych poza granice określone naturalnym procesem ewolucji przyrody. Oznacza to możliwość godzenia potrzeby zmiany zasad użytkowania lasu z tempem rozwoju cywilizacyjnego potrzeb człowieka, drogą świadomej kontroli mechanizmów homeostazy ekosystemów (T.J. Wodzicki 2014).

Nauka i gospodarka – równorzędne właściwości bytu człowieka

Nauka i gospodarka to dwie strony twórczej aktywności *Homo sapiens* w dziedzinie organizacji własnej niszy ekologicznej. Celem nauki jest zrozumienie, co kryje się pod pojęciem „być”, a gospodarowanie przenosi twórczo tę wiedzę do praktyki „bycia”. Oznacza to synchronizację rozwoju produkcji i dystrybucji dóbr z postępem nauki, adekwatnie do aktualnych potrzeb człowieka. Tak w nauce, jak w gospodarce, głównym czynnikiem postępu są procesy mentalne, z wykorzystaniem pamięci operacyjnej i skojarzeniowej mózgu. W nauce dotyczą one formułowania teorii i hipotez objaśniających prawa przyrody na podstawie kojarzenia sprawdzalnych wyników badań zmysłowych, a w gospodarce – projektowania sposobów doskonalenia warunków życia człowieka i ich wdrażania.

Złożoność interakcji wielu populacji w ekosystemach leśnych, oraz mało zróżnicowanej genetycznie, ale bardzo licznej i żyjącej w różnych formacjach społecznych populacji ludzkiej jest oczywista, ale wymaga też przedstawienia kilku uwag wstępnych. Las jest układem otwartym, częściowo izolowanym, o metabolizmie zależnym od ciągłości przepływu energii i materii ze środowiska i do środowiska. Procesy te realizują się jako sprzężenie zwrotne, które jest właściwością i naturalnym warunkiem ewolucji na każdym poziomie organizacji życia na Ziemi. Dla ewolucji biologicznej podstawowe znaczenie

mają losowe niedokładności (mutacje), które mają miejsce w czasie replikacji struktury kodu genetycznego DNA. One bowiem są przyczyną zmiany informacji o właściwościach struktury replikowanego układu. Olbrzymia większość takich mutacji oznacza utratę możliwości bytu populacji w warunkach środowiska, w których powstały. O rzadkich, losowych przypadkach mutacji, które umożliwiają wzrost uporządkowania (redukcję entropii) układów potomnych, decydują procesy sprzężeń zwrotnych dodatnich. W tym sensie pojęcie ewolucji – zarówno w biologii, jak i w fizyce – oznacza nie tylko ograniczenie działania drugiego prawa termodynamiki, a więc spontanicznego procesu zwiększania entropii układów otwartych lub częściowo izolowanych, ale także uprzywilejowanie procesów usprawniających przepływ energii. Jak ujawniła to ewolucja w świecie przyrody, istnieje wiele możliwości doskonalenia tego procesu. Najogólniej, ewolucja oznacza sukcesję procesów od swobodnego bytu kompleksów makromolekuł białek i replikacji kodu informacji genetycznej do struktury komórkowej i eukariotycznego jądra, od symbiozy auto- i heterotroficznych jednokomórkowców do roślin zielonych i systemów trawiennych zwierząt, od reprodukcji w bezpośrednim procesie podziału komórkowego do procesu syngamii i mejozy w procesie rozmnażania płciowego, a wreszcie, od polaryzacji układu wielokomórkowego do specjalizacji tkankowej, procesów fizjologii rozwoju organów i ni-szowej specjalizacji układu troficznego w ekosystemach.

Każdy z etapów doskonalenia funkcji życia ma wiele wariantów strukturalnych bytu organizmów. Na przykład, molekularny proces fotosyntezy realizują zarówno glony, jak i mszaki i rośliny nasienne. Z kolei ptaki, owady, nietoperze lub zarodniki i nasiona roślin w różny sposób przemieszczają się w przestrzeni ziemskiej. Można to sobie wyobrazić jako postępową spiralę ewolucji, co w biologii oznacza sukcesywne pojawianie się nowych genotypów, gatunków, ekosystemów, a także istot rozumnych, i w konsekwencji kultury w sensie wykorzystania potencjału twórczego w rozwoju zasad społecznej formy bytu człowieka.

W przypadku ekosystemów leśnych ewolucja oznacza przede wszystkim powstanie biocenozy zdeterminowanych strukturą drzewostanów, a więc systemu zależności nisz bytowych wielu gatunków organizmów w sieci stosunków troficznych. Głównym czynnikiem ewolucji wszystkich poziomów organizacji życia na Ziemi jest oczywiście dynamika zmian warunków środowiska. Środowisko bytowe każdego organizmu stanowią nie tylko warunki abiotyczne, ale też obecność innych organizmów. Dotyczy to całego systemu zależności, poczynając od zależności troficznych, pasożytnictwa, związków symbiotycznych, konkurencyjnych, rozwojowych lub partnerskich w procesach reprodukcji. W tych warunkach każda utrwalona zmiana ewolucyjna populacji genetycznej w biocenozie, jeśli istotnie zmienia warunki bytu innych populacji, wymusza modyfikację systemu homeostazy dla zachowania trwałości układu wyższego poziomu organizacji. W skrajnym przypadku niezrównoważenie rozwoju któregoś ze składników powoduje zniszczenie całego układu. Przykładem jest gradacja owadów albo niezrównoważony rozwój drapieżników i patogenów. W tym sensie, destruktoorem ekosystemów leśnych przez tysiąclecia był (i wciąż jest) także człowiek. Od czasu, gdy – wraz z postępem wiedzy – człowiek zaczął prowadzić gospodarkę leśną, modyfikacja homeostazy większości ekosystemów leśnych zapewnia trwałość reprodukcji ich struktury w formie umożliwiającej użytkowanie ich w założony sposób. W ekologii oznacza to, że człowiek realizuje swą niszę w ekosystemie

przez modyfikację czynników homeostazy. W tym sensie postęp nauki to wzrost możliwości stosowania w gospodarce leśnej coraz doskonalszych metod nie tylko ochrony lasu, ale i planowania nowych wariantów genetycznej struktury lasu.

Procesy rozwojowe są prawem przyrody, oznaczają zdolność elementów do łączenia się w systemy o wyższym poziomie uporządkowania, przy redukcji przynajmniej niektórych cech asymetrii strukturalnej. W ten sposób powstają układy wyposażone w nowe właściwości o różnym potencjale pokonywania oporu środowiska. Selekcja w ewolucji form życia jest procesem protegowania układów o najbardziej efektywnych właściwościach przyspieszania przepływu energii i materii, od poziomu molekularnego aż po biocekozy i biomy. Te nowe właściwości to zwiększanie wydajności przepływu energii światła słonecznego absorbowanego w procesie fotosyntezy z powrotem do środowiska abiotycznego w postaci ciepła. Naturalna ewolucja, bez udziału człowieka, obejmuje setki tysięcy wariantów fizjologii rozwoju i sposobów współżycia organizmów. Jednym z najbardziej zaawansowanych produktów ewolucji jest homeostaza ekosystemów leśnych, w której sukcesja sprzężeń zwrotnych ujemnych i dodatnich gwarantuje reprodukcję w zakresie zmienności populacyjnej. Procesy te zabezpieczają poziom informacji niezbędny dla stabilizacji zmienności naturalnej struktury ekosystemów w granicach oscylacji środowiska. Jak wspomniałem, w procesie doskonalenia struktury życia wykorzystywana jest redukcja asymetrii elementów układu, stanowiąca warunek tworzenia nowych właściwości i pozytywnej selekcji w procesie doboru naturalnego. Zwykle wśród wielu wariantów ewolucji form życia jest szansa celowej rekombinacji elementów strukturalnych, a więc sterowania właściwościami układu. Szansę tę wykorzystuje człowiek dzięki poznaniu podstawowych mechanizmów ewolucji. Na Ziemi świadoma twórczość jest właściwością tylko *Homo sapiens*, a ściślej mózgu człowieka, jako organu zdolnego kojarzyć sygnały przejmowane ze środowiska przez receptory wrażeń, i z pomocą wyobraźni, przetwarzając je w nowe właściwości struktury środowiska bytu człowieka. Człowiek jest zatem częścią natury obdarzoną zdolnością twórczego myślenia, powstałą w procesie ewolucji z naturalnych „niemyślących twórczo” form życia, których potomstwo bytuje przecież nadal w milionach wariantów genetycznych struktury lasu, w stopniu przekraczającym granicę określoną naturalnym procesem homeostazy. Wzajemne uwarunkowanie procesów gromadzenia wiedzy i rozwoju gospodarki leśnej realizuje się w kilku aspektach procesu przepływu informacji. Najogólniej system tych powiązań jest następujący: źródłem wiedzy prezentowanej w teoriach naukowych, które stanowią podstawę formułowania zasad gospodarki, są zarówno wyniki testowania przez uczonych hipotez roboczych w programach badań eksperymentalnych, jak też wyniki realizacji planów gospodarczych przez leśników, którzy w praktyce gospodarczej sprawdzają skuteczność zasad i instrukcji. Tak więc poza użytkowaniem lasu, działalność gospodarcza jest również ważnym testem wiarygodności teorii naukowych. Ponieważ użytkowanie jest procesem zaspokajania potrzeb (w tym tworzenia zysku jako wartości wymiennej), generalnie zależy od postępu wiedzy (zwłaszcza biologii i ekonomii), a gospodarka przeznacza część dochodów na rozwój nauki, a także sugeruje lub opiniuje problemową treść programów badawczych. Dotyczy to przede wszystkim nauk leśnych, ale zapewnia także możliwość wykorzystania w leśnictwie postępu wiedzy i metod badawczych wielu innych nauk. Na przykład, planowanie złożonego systemu użytkowania lasu wymaga zastosowania metod mode-

lowania i analizy matematycznej interakcji wielu zmiennych stosowanych w ekologii, ekonomii, psychologii czy fizyce. Natomiast wykorzystanie postępu wiedzy biologicznej ostatnich dziesięcioleci w hodowli i ochronie lasu wymaga rozwoju specjalistycznych badań eksperymentalnych i laboratoryjnych z dziedziny fizjologii i inżynierii genetycznej (np. indukcji embriogenezy drzew leśnych *in vitro*). Postęp nauki daje tu możliwość wykorzystania zasobów energii wiązanych w procesach pochodnych ewolucji ekosystemu.

W biologii homeostaza oznacza proces kompensacji odchyłeń jednostek strukturalnych życia od stanu równowagi, zapewniający trwałość ich bytu w określonych warunkach środowiska. Homeostazę ekosystemu leśnego zapewnia system sprzężeń zwrotnych w procesach przepływu energii między populacjami organizmów autotroficznych, heterotroficznych i reducentów, co zabezpiecza równowagę termodynamiki układu. Gospodarując, człowiek staje się ważnym, a często nawet krytycznym współczynnikiem homeostazy środowiska ekosystemów leśnych. Czyni tak na przykład, wyznaczając granice terenów leśnych, ustalając prawo własności, protegując wybrane populacje genetyczne w odnowieniu lasu, określając sposób i zakres użytkowania, w tym pozyskania drewna i gospodarki łowieckiej, budując drogi i parkingi albo zwalczając wybrane populacje patogenów i chroniąc lasy przed pożarami. Wykorzystując wiedzę o mechanizmach sprzężeń zwrotnych w ekosystemach leśnych, człowiek może gospodarować, zmieniając poziom i współczynniki zrównoważenia. Jeśli czyni to zwiększając lub usprawniając przepływ energii układu, może protegować wybrane formy użytkowania lub uzyskiwać większe wartości użytkowe lasu niż te, które zabezpiecza naturalna, ewolucyjnie utrwalona homeostaza ekosystemu. Zakłócenie homeostazy oznacza oczywiście pomniejszenie potencjału twórczego lasu, a więc degradację mechanizmu równoważenia oporu środowiska i jednocześnie zniszczenie jednego z koniecznych warunków środowiska własnego życia człowieka. Poznawanie tolerancji odchyłeń od układu naturalnej homeostazy towarzyszących realizacji zadań gospodarczych jest – obok stałej analizy rynku i kierunków rozwoju potrzeb życiowych populacji ludzkiej – jednym z najważniejszych obszarów badań naukowych w leśnictwie.

Wszystkim wiadomo, że las jest jednym z głównych stabilizatorów środowiska życia na obszarach lądowych kuli ziemskiej. O skali tego związku można wnioskować na przykładzie informacji, dotyczących lasów dorzecza Amazonki, które transpirują do atmosfery ok. 20 mld ton wody w ciągu doby. Specyfika interakcji człowieka z lasem polega na tym, że las zachowuje trwałość struktury bez udziału człowieka, natomiast dla rozwoju populacji ludzkiej las (tak w skali globalnej, ale też zwykle lokalnie) stanowi ważny element środowiska życia. Niestety, trwałość tego związku jest coraz bardziej zagrożona w wyniku zwiększenia liczebności populacji ludzkiej do poziomu, być może bliskiego granicy samokontroli gatunku, czemu towarzyszy niszczenie lasów. Kiedy dostrzeżono ten problem w skali światowej, zaledwie kilkadziesiąt lat temu pojawił się naturalny ruch społeczny ochrony przyrody. Jest wiele aspektów pozytywnych działań tego ruchu. Przede wszystkim należy do nich forum dyskusji i poszukiwanie związków ekonomii i środowiska przyrodniczego. Są jednak też zagrożenia, ponieważ niektórzy ludzie, spontanicznie działający, zaangażowani w ruchy ochrony przyrody, często nie posiadają dostatecznej wiedzy o wielostronnych skutkach swej działalności. Podjąłem ten temat tutaj ze względu na jego znaczenie dla gospodarki leśnej, a mianowicie jako próbę oddzielenia człowieka

od przyrody, a może odwrotnie – przyrody od człowieka. Grozi to ograniczeniem procesu łączenia postępu wiedzy z gospodarką leśną, a co za tym idzie projektowania i rozwoju bezpiecznych metod wykorzystania potencjału ekosystemów leśnych dla potrzeb człowieka. Osobiście jestem przekonany, że człowiek jest częścią przyrody i tylko tak można rozumieć miejsce człowieka na Ziemi. Problem ten dostrzegł już w ubiegłym stuleciu jeden ze znakomitych polskich leśników profesor Jan Pawlikowski.

Nauka jest metodą szukania odpowiedzi na pytania, jakie pojawiają się w procesie ewolucji kultury ludzkiej. Są to pytania o sposoby interakcji elementów struktury, które określają potencjał funkcjonalny, czyli o właściwości i sens egzystencji wszelkich układów fizycznych w przyrodzie. Chociaż definicja nauki, jak każda teoria naukowa, jest wciąż rozwojowa, nauka poszukuje odpowiedzi głównie na pytania „jak to się dzieje”, „jakie coś ma właściwości”, „jaki jest związek funkcjonalny różnych elementów badanych układów”. Aktywność gospodarcza wymaga odpowiedzi na pytania „jak to zrobić”, „co jest do wyboru” albo „dlaczego właśnie tak”. Pytania „dlaczego” i „jaki jest sens” niektórzy badacze łączą raczej z filozofią niż z procesem twórczości naukowej, ale moim zdaniem, jeśli nie dotyczą ostatecznych przyczyn (dla których odpowiedzi są nieosiągalne przy współczesnym poziomie metodologicznym badań naukowych), są także właściwe dla obu aspektów twórczości – poznawczego i projektowego. Dotyczą zarówno poznanych już czynników postępu wiedzy, jak i przewidywań przyszłych właściwości przedmiotu gospodarki. Wiedza jako pojęcie naukowe oznacza znajomość odpowiedzi na te pytania, ponieważ, jak wiadomo, jest uogólnieniem wniosków z obserwacji natury i wyników testowania zadań poznawczych sformułowanych w programach badań. Chociaż zakres tych zadań wiąże się z celem badań różnych nauk, a określony jest treścią pytań i hipotez roboczych, teorie naukowe jako sposób charakterystyki praw przyrody dotyczą zwykle wielu poziomów organizacji układów fizycznych (przynajmniej w warunkach powierzchni kuli ziemskiej). Wymienię tylko niektóre teorie sformułowane w naukach wyróżnianych dziś jako podstawowe, obowiązujące w procesach poznawania struktury lasów i związków lasu z człowiekiem, należące do obszaru zainteresowań nauk stosowanych. Są to: teoria względności i teoria nieoznaczoności, prawa termodynamiki, teoria systemów i cybernetyka, a bardziej szczegółowo, klimatologia, hydrologia i nauki z kompleksu geologii lub chemii związków organicznych. Szczególnie ważna jest biologia – prawa fizjologii wzrostu i rozwoju organizmów wszystkich grup taksonomicznych oraz prawa genetyki dotyczące replikacji i mutacji kodu genetycznego DNA. Na koniec, w naukach leśnych jest miejsce dla uniwersalnych praw bytu populacji ekologicznych, zoologii, botaniki, mykologii, mikrobiologii. O tym, że nauk leśnych nie można uprawiać bez znajomości podstawowych zasad różnych działów matematyki, jak na przykład rachunku prawdopodobieństwa, analizy interakcji wielu zmiennych, topologii i metod analizy geometrycznej przestrzeni, już wspominałem wcześniej. Dotyczy to także ekonomii, socjologii, psychologii i trudnych do zdefiniowania praw estetyki lub sztuk pięknych czy pedagogiki i metodologii edukacji społecznej. W zakresie leśnictwa nadal istnieje potrzeba wykorzystania wielu elementarnych wniosków z dziedziny medycyny lub wiedzy o zasadach strategii obronności czy polityki. W kontekście bogactwa problemów związku lasu z bytem człowieka wydaje się, że nadszedł czas włączania metodyki i niektórych obszarów nauk podstawowych do systemu poznawczego nauk

leśnych, zwłaszcza że tradycyjny podział badań naukowych na podstawowe i stosowane jest współcześnie kontestowany. W Polsce mamy znakomite warunki, aby realizować zarówno badania lasu z wykorzystaniem postępu biologii, fizyki, matematyki, geofizyki, jak i programy zastosowań nowoczesnej ekonomiki, stanowiące podstawę formułowania zasad gospodarki leśnej, tak w sensie ochrony, jak i użytkowania lasu.

Podsumowując, naukę z gospodarką łączy informacja. Pojęcie to kojarzy się ze sposobem komunikacji i funkcjonalnymi konsekwencjami tych procesów, a więc ewolucją właściwości struktury. W fizyce informację, na równi z energią i materią, traktuje się jako składnik rzeczywistości, od niej bowiem zależy sposób interakcji materii i energii w strukturze układów fizycznych, interakcji, która określa ich właściwości. W biologii informacja strukturalna określa zmienność właściwości różnych form życia, to znaczy sposobów integracji tych form ze środowiskiem i ich rozwoju w procesie ewolucji. W życiu społecznym *Homo sapiens* informacja jest czynnikiem jego twórczego potencjału w nauce, sztuce i gospodarce. W tym znaczeniu, jeśli „sens” oznacza zdolność dzieła do spełnienia zamierzonego przez twórcę celu, to twórczość człowieka może wyznaczać zmianę sensu niektórych związków funkcjonalnych struktury ukształtowanej naturalnie przez ewolucję.

Problemy metodyczne związku twórczości naukowej z gospodarką leśną

Formułowanie pytań jest początkiem i zakończeniem każdego dobrego programu, zarówno badawczego, jak gospodarczego. Pośrednim etapem jest oczywiście formułowanie hipotez roboczych. Każda hipoteza jest założeniem teoretycznym, a więc zawiera uzasadnienie w aktualnym stanie wiedzy i pozwala wyobraźni skonstruować pomysł zadania badawczego tak, aby uzyskać możliwie wiarygodną odpowiedź. I tu znajduje się źródło pewnych nieporozumień między środowiskiem naukowców i sponsorami badań naukowych. W nauce na ogół panuje przekonanie, że najlepsze odpowiedzi uzyskane po zakończeniu programu badań to te, które dają szansę sformułowania dalszych racjonalnych pytań. Natomiast dla sponsorującego program badawczy liczy się przede wszystkim jednoznaczność uzyskanych odpowiedzi, tak by wyniki badań można było szybko wykorzystać w praktyce gospodarczej. Ta dychotomia pojmowania sensu wyników badań ma istotne znaczenie dla zasad przygotowywania programów badań i wymaga komentarza ze względu na sprzeczność z powszechnym przekonaniem badaczy, że żadna hipoteza w programie badań nie powinna być oczywista, zakłada bowiem, niejako z góry, potwierdzenie jej treści. Ponieważ w każdej hipotezie roboczej zawarta jest jednak „teoretyczna tylko” odpowiedź na pytanie zawarte w programie badań (a warunkiem uznania każdej teorii za naukową jest możliwość wątplenia o jej słuszności), także „oczywista” hipoteza może być podstawą formułowania zadań badawczych. W sytuacji, kiedy postęp nauki jest warunkiem rozwoju gospodarki, a więc także gospodarki leśnej, motywem formułowania oczywistych hipotez badawczych jest, po prostu, konieczność testowania aktualnie obowiązujących zasad gospodarowania. Sformułowano je przecież na podstawie wiedzy, którą sprawdzano wcześniej. W przypadku kiedy postęp cywilizacyjny w innych dzie-

dzinach niż nauki leśne (np. w informatyce, biologii molekularnej, syntezie przemysłowej związków organicznych lub demografii ludności) przyczynia się do zmiany hierarchii celów użytkowania, zasady sformułowane przed taką zmianą utrudniają gospodarowanie w ekosystemach leśnych, szczególnie, kiedy rozwój cywilizacyjny ma charakter skokowy, nieuwzględnienie postępu wiedzy hamuje przez dłuższy okres możliwość zmiany metod hodowli i zasad ochrony, użytkowania, a nawet administracji w leśnictwie. Dzieje się tak, bowiem zasady zapisane w instrukcjach są podstawą organizacji pracy i mają status niejako dyrektywy dla realizatorów, określając zarówno cele gospodarcze, jak i metody osiągania tych celów. Obowiązują zarówno organizatorów, jak i wykonawców. W rzeczywistości, zasady takie – podobnie jak teorie naukowe – z założenia podlegają falsyfikacji lub doskonaleniu w miarę postępu wiedzy, a więc nie tylko wtedy, kiedy zmienia się struktura zapotrzebowania ludzi na czynniki naturalnego środowiska ich bytu. Dlatego mogą też stanowić hipotezę roboczą, która w momencie podjęcia badań wydaje się być oczywista. Testowanie takiej zasady-hipotezy, powszechnie uważanej za oczywistą w gospodarce przynosi czasem potrzebę sformułowania wielu dalszych pytań i hipotez badawczych w celu rozwiązania problemu, na co sponsor badań powinien być przygotowany i zainteresowany kontynuacją badań. Znam przypadek programu badań, gdy sformułowana, logicznie uzasadniona hipoteza („wykształcenie i staż zawodowy nadleśniczego jest istotnym czynnikiem sukcesu produkcyjnego nadleśnictwa”) nie została udowodniona. Wynik ten, niespodziewany w temacie badań, którego celem było poznanie istotności oczywistego związku sukcesu gospodarczego z poziomem wykształcenia zawodowego nadleśniczego, nieoczekiwanie otworzył drogę do sformułowania wielu nowych pytań i hipotez wartych programu badawczego. Ujawniono bowiem prawdopodobieństwo działania czynników uniemożliwiających ekspresję korzyści związanych z kompetencją zawodową nadleśniczego, a to przecież warto było udowodnienia! Jest to jednak równocześnie przykład, jak dalece wciąż nie ma porozumienia między środowiskiem twórców w dziedzinie nauki a organizatorami gospodarki. Nikt bowiem nie zaproponował rozwinięcia tego programu badań tak, aby znaleźć odpowiedź na pytania o to, jakie czynniki hamują ekspresję – oczywistego przecież, potencjału twórczego nadleśniczego. A któż bardziej niż gospodarujący w lasach jest zainteresowany wykorzystaniem potencjału wysoko kwalifikowanych nadleśniczych dla sukcesu gospodarczego? W Polsce jest to głównie domena zainteresowania dyrekcji Lasów Państwowych na różnym szczeblu zarządzania i tam inicjatywy pracy badawczej powinny być na bieżąco rozważane. W zespołach kierownictwa Lasów Państwowych są leśnicy bardzo świadomi potrzeby partnerstwa z realizatorami programów badawczych. Sprzyja temu szczególnie włączanie do pracy w decyzyjnych organach administracji Lasów Państwowych promotorów rozpraw i absolwentów studiów doktoranckich z dziedziny gospodarki leśnej, którzy mają dostęp do literatury światowej. Jednym z ważniejszych celów tych studiów jest przecież rozbudzenie w słuchaczach potrzeby i umiejętności łączenia postępu nauki z gospodarką jako sposobu wykorzystania i poszerzania potencjału funkcjonalnego lasów.

W programach badań służących gospodarce leśnej formułowanie pytań wymaga określenia prawdopodobieństwa, nie tylko rodzaju, ale i tempa zmian warunków gospodarowania w różnym horyzoncie czasowym. Tak więc sposób formułowania pytań w naukowym programie badawczym zależy od stopnia uogólnienia spodziewanych od-

powiedzi jako programu gospodarczego. Nie jest to łatwe, gdyż okresy przewidywania wyznaczane są wiekiem drzew leśnych, a więc wyjątkowo długie w porównaniu z tempem zmian koncepcji uprzywilejowania różnych funkcji lasu, a przy tym mają charakter nieciągły, odpowiednio do fazowego charakteru postępu zmian cywilizacji ludzkiej. Trudno też projektować zasady gospodarowania w leśnictwie, nie planując sposobów przeciwdziałania skutkom gwałtownych zakłóceń homeostazy (np. pożarów i huraganów lub powodzi), które są sposobem reprodukcji w naturalnym procesie ewolucji ekosystemów leśnych.

Strategia programu badań może postępować zarówno według zasady „od ogółu do szczegółu”, jak od poszukiwania znaczeń procesów szczegółowych i elementów struktury, to znaczy „od szczegółu do ogółu”. W pierwszym przypadku badania mają charakter postępowy, to jest formułowanie pytań następuje sukcesywnie po każdym zrealizowanym etapie programu badawczego, z uwzględnieniem odpowiedzi uzyskanych w kolejnych eksperymentach (lub testach modelowych). Badania takie są więc zwykle długotrwałe, a pytania dotyczą uwarunkowań wcześniej dostrzeżonych prawidłowości, sformułowanych w kolejnych hipotezach roboczych. Programy takie zapowiadają zwykle wysoki poziom wiarygodności i godne zaufania uogólnienia teoretyczne. Natomiast programy badawcze, które podejmują próbę poznania odpowiedzi na pytania szczegółowe wywiedzione często z wiedzy pozyskanej w dyscyplinach innych niż nauki leśne (np. fizjologii, genetyce, biofizyce, biochemii, hydrologii, geodezji, ekonomii), mają szansę na szybki sukces, ale wiarygodność wniosków z takich badań jest zwykle mniejsza i konieczne jest dalsze testowanie. Czasem, chociaż raczej rzadko, ciekawości ludzkiej niepopartej gruntowną wiedzą problemową i metodyczną sprzyja szczęście i warto zaryzykować taki program badania szczegółów na skróty, ale trzeba się liczyć z większą możliwością niepowodzenia. W obu przypadkach, niezależnie od stopnia szczegółowości pytań, prawdopodobieństwo uzyskania wiarygodnych wyników badań rośnie proporcjonalnie do poziomu wiedzy autora, ale też do kredytu zaufania i cierpliwości sponsora programu.

Decyzje w sprawie sponsorowania programów badawczych zapadają zwykle w gabinetach dyrektorów. Zdarza się, że te, które wymagają realizacji w pracowniach laboratoryjnych właściwych badaniom podstawowym, nie zyskują poparcia. Znam taki przypadek, kiedy kontynuacja programu kilkuletnich badań nad procesem starzenia drzew leśnych, w których udowodniono potrzebę rozwinięcia tematu starzenia tkanek tworzących wierzchołka pędów i kambium z wykorzystaniem kultur komórkowych *in vitro*, została przerwana. Jako uzasadnienie przyjęto, że badania podstawowe nie powinny być sponsorowane przez Lasy Państwowe. Przy tej okazji warto zastanowić się nieco szerzej nad przyczynami niepopierania bardziej ambitnych programów, a nawet odstępowania od kontynuacji wsparcia finansowego, mimo uznania przez dyrekcję Lasów Państwowych zasady, że twórczość naukowa jest istotnym warunkiem rozwoju gospodarki leśnej.

Generalnie, ze względu na szanse uzyskania opieki finansowej, istnieją dwie kategorie programów badawczych. Te chętniej sponsorowane to zadania badawcze, które rozwiązują problemy realizacji aktualnego planu gospodarczego, uwzględniające wahania rynku zbytu produktów leśnych, rynku pracy oraz zmian prawa administracji samorządowej lub państwowej, a także doskonalące zasady ochrony przyrody. Programy takie dają szansę korygowania na bieżąco zasad gospodarowania, uzasadniając podejmowa-

ne decyzje w procesie zarządzania. Są to programy badawcze określające stosunkowo ściśle metodykę, harmonogram, termin i formę opracowania wniosków. Wyniki takich badań mają znaczenie w planowaniu użytkowania i ochrony lasów różnych kategorii oraz zrealizowania celów gospodarczych w najbliższej przyszłości. Zrozumiałe jest, że istnieje stałe zapotrzebowanie na współpracę nauki i gospodarki leśnej w tym zakresie, a więc takie programy badań znajdują stosunkowo łatwo wsparcie sponsora. Postęp cywilizacyjny towarzyszący ważnym odkryciom nauk podstawowych zmienia jednak, zwykle skokowo, generalny model użytkowania lasu. Wówczas pojawia się niezaplanowana szansa uruchomienia nowych obszarów potencjału naturalnej struktury ekosystemów leśnych dla zaspokajania rozwoju potrzeb człowieka. Oczywiście potrzebna jest wiedza o sposobach wykorzystania w naukach leśnych odkryć naukowych, które często dotyczą niezbadanych wcześniej właściwości życia albo procesów regulacji przepływu energii w przyrodzie. Odkrycia te mają prawie zawsze bezpośrednie przełożenie na związek bytu człowieka z lasem, w sensie możliwości powiększania wartości użytkowej ekosystemu przez ingerencję w jego strukturę tradycyjnie naturalną. Cennym materiałem dla badań tego typu są rezultaty wielostronnego monitoringu procesów zarówno przyrodniczych, jak i społecznych, prowadzonego ze świadomością użyteczności tych procesów dla leśnictwa. Sponsorowanie takiego monitoringu stało się naturalnie akceptowanym zadaniem organów zarządzających gospodarką leśną, chociaż sam monitoring stanowi tylko zbiór danych dla badań problemowych. Bez takich badań monitoring jest tylko rejestrem, a co gorzej, może być wykorzystywany przez nie dość profesjonalnie przygotowanych urzędników do formułowania wniosków nieuzasadnionych naukowo.

Programy badawcze, które służą opracowaniu metod wykorzystania wiedzy podstawowej w leśnictwie, mają charakter wspomnianych wcześniej badań sukcesywnych, i zwykle trudno przewidzieć ścisły termin ich finalizacji. W tym sensie mogą więc sprawiać wrażenie badań podstawowych, a więc trudniej znaleźć dla nich sponsora w instytucji Lasy Państwowe. Jednak bez takich badań gospodarze lasu w Polsce będą skazani na „dreptanie w miejscu”, a z czasem pozostaną daleko poza rozwojem leśnictwa na świecie. Bo to właśnie te programy badawcze otwierają drogę znaczącego postępu w hodowli, ochronie czy użytkowaniu lasu, oferując szansę tworzenia lasów odpornych na patogeny, łamanie drzew przez huragany czy też służąc zaspokojeniu potrzeb zdrowego wypoczynku ludności, a równocześnie gwarantując dalece rozszerzony program produkcji drewna. Dlatego starannie przygotowane, wieloletnie programy badań biocenozy, fizjologii rozwoju (w tym starzenia drzewostanów, czemu towarzyszy naturalny spadek odporności), inżynierii genetycznej, ale także zastosowań nowych matematycznych metod analizy dynamiki zmian przestrzeni ekologicznej, przepływu energii w szeregu troficznym lub dynamiki zmian poziomu entropii w ekosystemach leśnych zasługują na równorzędne sponsorowanie przez Lasy Państwowe. Ośmielam się nawet sugerować, aby niektóre z takich programów miały status ciągłości finansowania. Warto przy tym zauważyć, że wyniki badań tego drugiego obszaru zainteresowań przyniosą leśnikom polskim także zaszczyt udziału nie tylko w rozwoju nauki, ale przede wszystkim w rozwoju zasad gospodarowania lasem w skali światowej. Wydaje się, że jedną z przyczyn sukcesów gospodarki amerykańskiej jest właśnie otwarcie na sponsorowanie i wdrażanie wyników pionierskich badań, które są gwarancją postępu.

Jeszcze innym, ważnym powodem odmowy poparcia programów badań albo odmowy ich kontynuacji przez dyrekcję Lasów Państwowych bywa sposób, w jaki autorzy opracowują oferowane projekty, a następnie przedstawiają sprawozdania i prezentują wyniki badań. Miałem okazję recenzować niektóre takie projekty, więc znam szereg przypadków, kiedy w programie autor projektu nie precyzuje związku proponowanych zadań badawczych z celem albo nie uzasadnia możliwości testowania hipotez roboczych, proponując tylko szkicowo metodykę badań. Znam także sprawozdania z zakończonego programu badań dla sponsora, których treść i forma sprowadza się tylko do podsumowania uśrednionych pomiarów lub – co najwyżej, statystycznie testowanych współczynników wiarygodności i korelacji. W sprawozdaniach takich brak najistotniejszej części, to jest dyskusji wniosków z wyraźnym przedstawieniem postępu wiedzy i znaczenia tego postępu dla zasad gospodarowania lasem. Projekty takie i konsekwentnie wyniki badań mają charakter jedynie monitoringu, a ich autorzy pozostawiają ocenę wartości poznawczej zbioru danych sponsorowi! Narzuca się porównanie do badań medycznych, które sprowadzałyby się tylko do pomiaru przez lekarza wskaźników funkcji fizjologicznych, bez próby wzięcia odpowiedzialności za diagnozę, nie mówiąc już o sugestii sposobu leczenia pacjenta. Nie powinno być wątpliwości, że za twórczą interpretację wyników projektu badawczego odpowiedzialność ponosi ten, kto realizuje badania, i nie można się dziwić, że sponsor nie akceptuje „kota w worku”, zwłaszcza, jeśli nawet nie wiadomo, czy kot na pewno jest w tym worku. Przy formułowaniu hipotez w projektach badań zawsze trzeba pamiętać nie tylko o powiązaniach zadań badawczych z przyjętą metodyką i celem badań, które dopiero razem stanowią o możliwości odkrycia nieznanych prawidłowości, ale także o tym, że w końcowej fazie realizacji programu stanowią one będą główny wątek problemowej dyskusji i formułowania wniosków.

Czasem przyczyną trudności w dyskusji wniosków jest niezbyt szczęśliwy dobór metod analizy interakcji wielu zmiennych pomierzonych w różnej skali. Wnioskowanie wymaga bowiem zwykle konfrontacji średnich wyników pomiarów sprowadzonych do wspólnego mianownika i statystycznej analizy istotności podobieństwa lub wiarygodności różnic. W naukach leśnych może to być wcale niełatwym zadaniem, bowiem w zależności od struktury użytkowania mamy do czynienia z wartościowaniem współdziałania wyników nie tylko pomiaru masy, przestrzeni, czasu, temperatury i czynników ekonomicznych, ale także takich cech, dla których nie wymyślono jeszcze dostatecznie porównywalnych systemów pomiaru, na przykład: piękna lasu, rekreacji, inspiracji twórczej. Metody pomiaru takich wartości oczekują wciąż na opracowanie, tak aby można je było wykorzystać w ocenie znaczenia różnych funkcji lasu w wielu wariantach sposobu użytkowania. Podejmowane przez niektórych badaczy próby zastąpienia poważnej pracy koncepcyjnej w tym kierunku przez formułowanie pojęć pozostawiających wielki margines dowolności ich znaczenia świadczą o lekceważeniu konieczności sprecyzowania kontekstu celu poznawczego programu badań i oczekiwanej wiarygodności wyników w perspektywie czasowej. Mam na myśli pojęcia takie jak na przykład „wartość dendrologiczna” lub „wartość hodowlana”. Bez kontekstu dynamiki zmian użytkowania lasu pojęcia takie są jedynie pierwszym etapem rozwoju metodyki wartościowania w badaniach holistycznych biocenozy lub krajobrazu, których struktura jest zawsze rezultatem zmienności współdziałania wielu procesów. W przypadku dużej

zmienności naturalnej ekspresji procesów wzrostowych i rozwojowych drzew leśnych, która może dotyczyć zarówno okresowości, jak i tempa morfogenezy, nie można tych wartości określić prostymi metodami jednorazowego, a nawet kilkukrotnego, pomiaru przyrostu i obserwacji. Rozwinę ten temat nieco szerzej w następnym podrozdziale.

Inżynieria genetyczna w rozwoju gospodarki leśnej

Inżynieria to wykorzystanie wiedzy (doświadczenia i wyobraźni) o właściwościach materii i energii do projektowania, konstrukcji i produkcji środków zaspakajania potrzeb człowieka.

W dziedzinie nauk leśnych główny nurt badań jest dzisiaj związany z ochroną lasu, zabezpieczeniem naturalnej różnorodności biologicznej ekosystemów, zachowaniem trwałej zdolności lasu do produkcji towarowej (głównie drewna), a także rozwoju funkcji pozaprodukcyjnych. W dalszej części tego podrozdziału skupię się tylko na niektórych problemach fizjologii wzrostu i rozwoju drzew leśnych, to jest na dziedzinie bliższej mojej specjalności. Możliwości stymulacji rozwoju gospodarki leśnej z wykorzystaniem postępu badań w dziedzinie problemowej innych kierunków inżynierii (np. inżynierii ekologicznej, finansowej lub rekreacyjnej), lepiej znane specjalistom innych nauk leśnych, będą niewątpliwie przedmiotem innych referatów w tej konferencji.

Zmienność fenotypowa drzew leśnych jest rezultatem realizacji różnych strategii rozwojowych tkanek twórczych, uwarunkowanych ekspresją genotypu w konkretnym układzie czynników środowiska. Na przykład, w Polsce osobniki sosny pospolitej w wieku 80–100 lat rzadko osiągają graniczną wysokość ok. 40 m, przyrastając równomiernie od stadium juwenilnego do starości, a raczej z indywidualnie zróżnicowaną szybkością przyrostu w różnych fazach ontogenezy. Decydująca może też być długość okresu przyrastania w sezonie wegetacyjnym. Nierzadko obserwuje się, że opóźnienie lub przyspieszenie początku rozwoju i zakładania pączków spoczynkowych na pędach powtarzają się u tych samych drzew w każdym sezonie, a więc prawdopodobnie są także (przynajmniej w dużym stopniu) dziedziczne. Szczególnie dobrze udokumentowana wynikami badań rozwojowych jest wiedza o zmienności aktywności kambium, zwłaszcza w okresie podziałów w strefie kambialnej, lub o intensywności produkcji tkanek drewna w sezonie. Okazuje się, że długość sezonu podziałowego komórek kambium pnia w populacji 120 drzew 70-letniej sosny (wszystkich o obwodzie pnia 100 cm na wys. piersi), waha się w sezonie wegetacyjnym od 90 do 150 dni, a zmienność indywidualna inicjacji wiosennej lub zakończenia podziałów komórkowych jesienią wynosi do 4 tygodni. Ponadto drzewa w badanej populacji, które nie różnią się pierśnicą, produkują drewno w strefie kambialnej o różnej liczbie komórek twórczych (w różnych okresach sezonu wegetacyjnego od 2 do 6 dzielących się komórek). Te różnice, niwelując różnicę długości okresu aktywności kambium, pozwalają czasem wyprodukować podobną liczbę komórek drewna w sezonie, a więc maskują zmienność ekspresji innych genetycznie uwarunkowanych procesów. Jest co najmniej kilka mechanizmów fizjologicznych, poprzez które realizuje się genetyczna kontrola cech wczesnej lub późnej aktywacji podziałów mitotycznych tkanek twórczych. Dotyczy to także regulacji procesów wzrostu

radialnego komórek drewna i ich długości. W sumie oznacza to, że procesy wzrostowe morfogenezy realizują się różnie u różnych osobników rosnących w podobnych warunkach środowiska, a w przypadku zmian środowiska nie można bez badań przewidzieć kierunku zmian tych procesów. Kolejnym ważnym, zwykle dziedzicznym elementem zmienności fenotypowej jest zdolność drzew do tworzenia systemu obrony przed patogenami, np. poprzez produkcję substancji zniechęcających lub wabiących, a nawet poprzez tworzenie bariery tkanek kalusowych przy leczeniu uszkodzeń mechanicznych. Wszystkie procesy wzrostu tkanek i organów oraz sposoby ich synchronizacji i kształtowania fenotypu drzew leśnych mogą i powinny już dziś być przedmiotem zainteresowania inżynierii genetycznej, jeśli dotyczą systemu ekspresji cech dziedzicznych. Dotyczy to również dziedziczenia fenotypowego potencjału reakcji synergistycznych i symbiotycznych lub innych właściwości allelopatii w ekosystemach leśnych.

W ubiegłym stuleciu, spodziewając się dziedziczenia cech fenotypowych organizmu matecznego, w którego załączkach i woreczkach załączkowych realizują się przecież pierwsze procesy rozwojowe nasienia, przyjęto zasadę uprzywilejowania potomstwa tak zwanych drzew doborowych. Tak więc leśnicy od lat obserwują wzrost potomstwa wybranych drzew i drzewostanów matecznych. Potomstwo każdego drzewa matecznego nosi jednak wiele różnych kombinacji cech rozwojowych obojga rodziców jako skutek procesów *crossing over* w mejozie plemników i komórek jajowych. Wtedy też zachodzi mieszanie cech genetycznych pokoleń wcześniejszych. A chociaż potomstwo większości gatunków drzew leśnych w Polsce wyposażone jest w struktury membranowe i DNA plastydów lub mitochondriów tylko komórki jajowej, to zmienność chromatyny jądra powstająca w wyniku podziału komórek pomniejsza istotnie możliwość przekazania potomstwu wielu cech systemu regulacji morfogenezy drzew macierzystych. Ponadto, ze względu na wieloletni okres ontogenezy drzew leśnych, prawdopodobieństwo wyselekcjonowania osobników, które dziedziczą cechy fenotypowe macierzy tylko drogą lustracji czy pomiaru przyrostu organów w pierwszym pokoleniu jest niewielkie. Tak więc możliwości propagowania coraz doskonalszych fenotypów w leśnictwie jedynie metodą preferowania nasion wybranych nasienników są nieporównywalnie mniejsze niż w przypadku selekcji jedno- lub dwuletnich roślin uprawnych, która w ciągu tysiącleci przyczyniła się do rozwoju rolnictwa. W dodatku, metoda szczepienia pędów pobranych z wyselekcjonowanych odmian drzew macierzystych, praktykowana w uprawie drzew owocowych, z kilku względów nie może być wykorzystana w hodowli lasu. Szczęśliwie, drzewostany mateczne wybrane wcześniej na podstawie obserwacji fenotypu osobniczego są obecnie dla badań laboratoryjnych bezcennym bankiem genów i molekularnych regulatorów ekspresji potencjalnie wartościowych cech rozwojowych. Mogą one być wykorzystane w opracowaniu metod i modyfikacji protoplastów komórek twórczych do hodowli sadzonek drzew leśnych *in vitro*. Aby jednak zidentyfikować molekularne *loci* poszukiwanych pozytywnych cech fenotypowych, potrzebne są nie tylko drzewa „dobrowe”, ale także „kontrolne”, o kontrastowo negatywnych dziedzicznych cechach fenotypowych. Drzewa takie można znaleźć w naturalnych rezerwach przyrody. Obie więc formy drzewostanów mają do spełnienia funkcje komplementarnych dawców informacji o dziedziczeniu fenotypu dla metod inżynierii genetycznej. Dla gospodarki leśnej w Polsce potrzebne jest przede wszystkim znalezienie właściwych fenotypów wśród

populacji krajowych, ale zasięg geograficzny większości gatunków drzew naszych lasów sięga często setki, a nawet tysiące kilometrów poza granice Polski. Tak na przykład zasięg sosny *Pinus sylvestris* L. sięga Hiszpanii na zachodzie, tajgi syberyjskiej na wschodzie, a tundry skandynawskiej na północy. Podobnie jest także w przypadku polskich populacji *Picea abies*, *Fagus sylvatica*, *Betula verrucosa* itd. Oznacza to, że do dyspozycji leśników-hodowców jest wiele możliwości kombinacji cech genetycznych różnych wariantów lokalnych ras klimatycznych rodzimych gatunków. W szczególnych przypadkach może okazać się także celowym wykorzystanie kodu genetycznego gatunków pokrewnych, rosnących nawet na innych kontynentach półkuli północnej.

Postęp wiedzy biologicznej, który daje dzisiaj możliwość ingerencji w procesy ekspresji kodu genetycznego sterujące fizjologią wzrostu i rozwoju w morfogenezie roślin, jednocześnie wskazuje, że wiele cech warunkujących procesy rozwojowe organizmu jest pod kontrolą nie jednego, lecz wielu genów. Na przykład wiadomo, że procesami wzrostu człowieka steruje przynajmniej 150 zidentyfikowanych dotąd genów, chociaż mechanizmy ich ekspresji w ontogenezie wciąż są przedmiotem badań. Szczególnie dotyczy to regulacji ekspresji genów przekazywanych w układzie informacji epigenetycznej. Wiele z programów, które umożliwiają rozpoznanie, a następnie zmianę sekwencji procesów aktywacji kompleksów kodu genetycznego lub struktury białek i metabolizmu drobnocząsteczkowych substancji regulatorów ontogenezy i histogenezy u drzew leśnych (np. fitohormonów i miRNA), wymaga wciąż poznania mechanizmów fizjologicznej kontroli procesów rozwojowych. Dlatego tak ważne jest uznanie wagi i wsparcie programów badań procesów regulacji wzrostu i rozwoju drzew leśnych, nie tylko na poziomie komórkowym i molekularnym, ale także osobniczym i populacyjnym. Dla takich badań właśnie konieczne jest zachowanie nie tylko możliwie bogatej zmienności genetycznej życia w rezerwach, ale także wydzielonych drzewostanów matecznych i plantacji drzew potomnych.

Na temat zastosowań inżynierii genetycznej w leśnictwie publikowano już w literaturze światowej zarówno artykuły przeglądowe, jak i wyniki badań zakończonych pełnym sukcesem. Wspomnę tylko badaczy z American Chestnut Research and Restoration Project, którzy wyprodukowali metodą *in vitro* setki transgenicznych sadzonek *Castanea dentata*, odpornych na patogena azjatyckiego *Cryphonectria parasitica*, i sadzonki *Ulmus americana*, odporne na tzw. holenderską chorobę wiązków (DED). Daje to szansę lasom Ameryki Północnej przywrócenia obu gatunków, które w ubiegłym stuleciu prawie całkowicie zostały wyeliminowane z flory lasów amerykańskich przez patogeny zawleczone z innych kontynentów.

Czego gospodarka leśna w Polsce może spodziewać się po rozwoju inżynierii genetycznej drzew leśnych, jeśli administracja gospodarki leśnej podejmie się sponsorowania badań w tym kierunku? Przede wszystkim populacji drzew odpornych na patogeny organiczne przenoszone spoza zasięgu funkcjonowania gatunków rodzimych. Na przykład warto byłoby wytworzyć taki fenotyp odpornościowy *Fraxinus excelsior*. Wiadomo, że przy współczesnej skali rozwoju komunikacji międzykontynentalnej zagrożenie naszych drzew leśnych ze strony patogenów może być częstsze. Ponadto istnieje możliwość modyfikacji genotypu w części warunkującej ekspresję cech fenotypowych drzew, pełniących różne funkcje w potrzebnych ludziom formach użytkowania lasu. Dzięki metodom inżynierii genetycznej, to jest modyfikacji nośników lub procesów ekspresji cech

dziedzicznych, możliwe jest zwiększenie krytycznej wysokości drzew, zmiana typu rozgałęzienia lub sposobu ukorzenienia, ale przede wszystkim zwiększenie przyrostu masy drewna. Modyfikacja naturalnych procesów kontroli aktywności kambium może być metodą oddziaływania na właściwości techniczne drewna. Może też być metodą stymulacji aktywności kambium w kierunku zwiększenia ekspresji genów decydujących o napięciu wzrostowym pnia, a więc zwiększenia naturalnej zdolności kompensacji sił powodujących złamanie pnia przez wichurę. Jeszcze innym rezultatem rozwoju metod inżynierii genetycznej w leśnictwie może być metoda ingerencji w naturalne uwarunkowania metaboliczne, w dobór partnerów w interakcji ekologicznej drzew z innymi organizmami, np. symbiontami lub patogenami. Być może w przyszłości możliwe będzie zwiększenie potencjału fotosyntezy drzew leśnych drogą modyfikacji struktury tkankowej liści lub wydajności plastydów, dzięki zmianie zakresu ich zdolności wykorzystania energii światła słonecznego. Rozumie się, że współczesne metody zastosowań inżynierii genetycznej w hodowli czy ochronie lasu są dopiero w stadium wstępnego rozwoju. Ale potencjał twórczy tych metod jest bardzo duży i naprawdę warto zainwestować w rozwój tego kierunku badań w leśnictwie.

Możliwości wprowadzenia do lasów europejskich niektórych szczególnie wartościowych gatunków obcego pochodzenia, bez zagrożenia podstawowej homeostazy rodzimych ekosystemów, testuje się już od dawna w wielu krajach. W Polsce jednak pozytywne wyniki wieloletnich badań, na przykład w arboretum w Rogowie, nad zdolnością pokonania oporu środowiska naszej strefy klimatycznej przez niektóre odmiany kanadyjskie jodlicy (*Pseudotsuga menziesii*), żywotnika olbrzymiego (*Tsuga plicata*) lub jodły olbrzymiej (*Abies grandis*) oczekują wciąż na wykorzystanie w praktyce gospodarki leśnej. Wykorzystując metody inżynierii genetycznej można też podjąć próbę ingerencji w mechanizm fotoperiodycznej kontroli inicjacji i kończenia aktywności tkanek twórczych drzewa w sezonie i dostosowania okresu wzrostu do klimatycznych zmian warunków wegetacji. Warto także rozważać w tym kontekście możliwość introdukcji w naszych lasach gatunków pochodzenia amerykańskiego lub azjatyckiego, innych niż wspomniane wyżej. Może właśnie drogą modyfikacji dziedzicznych cech fenotypowych pokonane zostaną przeszkody w introdukcji gatunków roślin drzewiastych obcego pochodzenia o cechach szczególnie pożądanых ze względów użytkowych lub estetycznych. Wykorzystanie inżynierii genetycznej może ułatwić doskonalenie struktury gatunkowej zadrzewienia w wybranych obszarach lasu, które trzeba będzie udostępnić w celu zrealizowania rosnącego zainteresowania społeczeństwa lasem. Badania dotyczące zastosowań tego typu inżynierii genetycznej, metodą AGF (ang. *assisted gene flow*), czyli metodą wspomagania przepływu genów, rozwijane są z powodzeniem, na przykład przez ekologów lasu w Kanadzie.

Można przewidywać, że zainteresowanie lasem będzie wciąż rosło stymulowane rozwojem cywilizacji i wydłużaniem życia człowieka. Jeśli ktoś sądzi, że dzisiejsze (jeszcze dość częste) nieporozumienia między środowiskiem uczonych i polityków, które ograniczają powszechną akceptację hodowli roślin transgenicznych, zatrzymają postępowy udział wiedzy w gospodarce leśnej, to się zapewne rozczaruje. Szkoda, że nie wyciąga się wniosków z niedalekiej przeszłości, kiedy to początkowo hamowany, a nawet zwalczany postęp w medycynie i farmakologii, a także energetyce, informatyce i mechanice, pokonał niedowiarków w ubiegłym stuleciu.

Aby leśnicy mogli przyspieszyć badania nad metodami inżynierii genetycznej w leśnictwie, potrzebne są sprawne laboratoria dla badania struktury genotypu drzew leśnych i metod przebudowy informacji w kodzie genetycznym DNA lub struktury chromatyny i RNA. Konieczne są także inkubatory kultur tkankowych i komórkowych dla studiowania warunków produkcji transgenicznych siewek, a równocześnie pracownie przystosowane do badań procesów regulacji aktywności tkanek twórczych drzew leśnych. Miejszem koncentracji takiego potencjału badawczego może być, już obecnie wyposażony wstępnie w aparaturę i dysponujący bogatą biblioteką, Instytut Badawczy Leśnictwa w Sękocinie Starym pod Warszawą. Być może, najcenniejszy jest fakt, że Instytut ten zatrudnia dynamicznie rozwijający się metodologicznie i problemowo personel naukowy. Oczywiście, konieczne jest dalsze wyposażanie laboratoriów tego Instytutu, zwłaszcza w dziedzinie aparatury do badań fizjologicznych i biochemicznych. Potrzebne jest też zatrudnienie jeszcze kilku wykwalifikowanych absolwentów wydziałów biologicznych. Są tacy w uniwersytetach Warszawskim, Śląskim, Wrocławskim, Jagiellońskim. W tej sytuacji, dyrekcje LP różnego szczebla byłyby zapewne także głównym inicjatorem programów integrujących badania podstawowe z rozwojem nauk leśnych w Instytucie Badawczym Leśnictwa, zabezpieczając dla przyszłości nowoczesność zasad gospodarowania w lasach polskich.

Skorelowanie tradycyjnych badań zmienności fenotypowej i fizjologii drzew leśnych z analizą kodu genetycznego i chromatyny, a równocześnie usprawnienie produkcji siewek metodą indukowanej embriogenezy, wymaga wydzielenia naturalnych banków genów w postaci odpowiednio usytuowanych rezerwatów przyrody, ale też drzewostanów matecznych – co w zasadzie zostało już dokonane. Oznacza to zapewnienie warunków nie tylko dla propagacji naturalnie wyselekcjonowanych fenotypów, ale także dla postępu badań w kierunku zasad hodowli drzewostanów transgenicznych, o potencjale użytkowym większym niż ustalony przez naturę ekosystemów leśnych. Jest tu miejsce, aby przypomnieć, że gdyby lekarze i wszyscy inni, którym zawdzięczamy postęp cywilizacji zatrzymali się przy zasadzie *primum non nocere* (kardynalnej zasadzie także w gospodarce leśnej), nie byłoby postępu cywilizacji w ogóle. Wiadomo, że lekarze leczą i zmieniają nie tylko przebieg procesów fizjologicznych, ale śmiało ingerują w genotyp, broniąc ludzi i zwierzęta przed chorobami i cierpieniem, a nawet podwajając ludziom długość życia. Rolnicy i ogrodnicy produkują więcej i lepiej niż natura. Inżynierowie, informatycy, ekonomiści poszli dalej i dlatego żyjemy dłużej, dostatniej, radośniej i bezpieczniej. Jak wspomniałem wcześniej, zagrożenie lasów, które dostrzeżono współcześnie, uruchomiło zaangażowanie wielu zaniepokojonych ludzi dobrej woli, w tym polityków i publicystów, którzy bez znajomości problematyki gospodarki leśnej głoszą hasła dość prymitywnych metod ochrony przyrody. Dlatego, zadaniem leśników jest gospodarowanie we wszystkich formacjach ekosystemów leśnych, a więc nie tylko w lasach produkcyjnych, ale i w rezerwach lub drzewostanach matecznych jako bankach genów. We wszystkich przypadkach oczywista jest konieczność zapewnienia możliwości pełnienia różnych funkcji użytkowych, w tym szczególnie ważnych dla rekreacji i edukacji społeczeństwa – nawet przez te szczególnie chronione obszary leśne.

Dzięki setkom milionów lat ewolucji mamy dziś do dyspozycji, zakodowany głównie w strukturze DNA, niewyobrażalnie duży zasób informacji o zmienności różnych

form życia. Postęp nauki ostatnich dziesięcioleci otwiera nowy rozdział badań biosfery, w której miejsce człowieka określać może on sam, korzystając z tej wiedzy. Natura to właśnie bank informacji genetycznej, który trzeba przede wszystkim zachować, ale też wykorzystać dla dobra człowieka. W tym wykładzie przedstawiłem tylko niektóre problemy rozwojowe leśnictwa, wskazując wartość metodologiczną inżynierii genetycznej dla hodowli drzewostanów, głównego czynnika kształtowania struktury lasu. Ale jest to jedna z metod biotechnologii, która w przyszłości okaże się też jednym z lepszych sposobów kształtowania także innych właściwości w różnych obszarach struktury biologicznej ekosystemów leśnych. Być może tą drogą pozbedziemy się boreliozy lub wścieklizny, groźnych dla odwiedzających las ludzi. Ogromne pole do działania pozostaje więc także dla zoologów, entomologów, mykologów i mikrobiologów. W poszukiwaniu nowych mechanizmów homeostazy i sposobów utrzymywania równowagi związków troficznych w ekosystemach leśnych nauka będzie zawsze wspierać rozwój zasad gospodarki człowieka w lasach, zapewniając sens doskonalenia ich bytu także dla życia człowieka. Zakończę, cytując jednego z wybitnych uczonych amerykańskich pochodzenia polskiego, Roberta M. Sapolsky'ego, profesora biologii i neurologii w Stanford University (Sapolsky 2012): *Stworzyliśmy świat zupełnie niepodobny do tego sprzed milionów lat i z powodzeniem w nim funkcjonujemy. Było to możliwe, ponieważ w naszym charakterze leży zwalczanie ograniczeń, które nakłada na nas nasza natura. [i dalej] ...tym, co zdecydowanie wyróżnia nas spośród zwierząt, jest determinacja w pokonywaniu ewolucyjnych ograniczeń.* I dlatego gospodarujemy lasem, natura sama nas w tym nie zastąpi.

Posłowie

Kiedy po raz trzeci czytając i wciąż studiując problem, ocenia się zgodność zapisanej treści z tematem, a zwłaszcza, jeśli ma się okazję korzystać z opinii innych znawców leśnictwa, pojawia się potrzeba, choćby krótkiego, rozwinięcia interpretacji niektórych pojęć i wątków wykładu.

Tak więc wydaje się, że główna część sformułowania tematu, dotycząca twórczości naukowej zasługuje na kilka słów komentarza. Twórczość naukowa jest produktem mentalnej aktywności mózgu, a więc jego właściwości, jako narządu porządkowania wiedzy, lub jeszcze inaczej – zdolności interpretowania sensu informacji zebranych w pamięci. Ale na tym nie koniec. Twórczość naukowa dotyczy także uzasadnienia wyboru wiedzy w procesie projektowania sposobów jej wykorzystania dla zaspokojenia różnych potrzeb człowieka. Twórcze kojarzenie wrażeń w wyobraźni jest (przynajmniej na Ziemi) nie tylko wynikiem ewolucji samoświadomości człowieka, ale także cech dziedzicznych jego psychiki i sposobu ich ekspresji w różnych warunkach rozwoju organizmu, szczególnie w okresie dzieciństwa, edukacji i dorastania. Kształtuje się wówczas osobowość twórcy, której specyfikę przejawia dzieło, co postrzegamy najbardziej bezpośrednio w dziełach twórczości artystycznej. Natomiast twórczość naukowa realizuje się, przede wszystkim, jako uogólnienie wniosków z badań w postaci teorii oraz w opracowaniu sposobów ich zastosowania w procesach gospodarowania zasobami przyrody. W tym sensie, przeszłość, teraźniejszość i przyszłość tworzą jedność, bowiem większość rzeczy

robimy znając (choćby w przybliżeniu) przeszłość, i spodziewamy się, co będzie jutro. W ten właśnie sposób wiedzę zgromadzoną w przeszłości wykorzystujemy w teraźniejszości, tworząc hipotezy i zasady, które służą za podstawę modelowania, planowania i gospodarowania w przyszłości. Planowanie przyszłości z wykorzystaniem wiedzy jest częścią procesu twórczości naukowej. Procesy przetwarzania teorii naukowej w zasady, metody albo konstrukcje w celu zaspokajania potrzeb człowieka, określa się zwykle pojęciem inżynierii. W tym sensie właśnie wybitny ekolog Howard. T. Odum w połowie lat 60. XX stulecia sformułował pojęcie inżynierii ekologicznej: *inżynieria ekologiczna to wykorzystanie naturalnych przemian zachodzących w środowisku w celu osiągnięcia korzyści zarówno przez człowieka, jak i przez samo środowisko*.

Inżynieria ekologiczna jest tradycyjnie od dawna realizowana we wszystkich działach gospodarki leśnej w Polsce, w zasadzie z uwzględnieniem ostatniej części definicji profesora, która dotyczy ochrony przyrody. Myślę, że wykorzystanie pojęcia inżynierii genetycznej jako metody szczególnie ważnej w rozwoju gospodarki leśnej w przyszłości jest także w pełni uzasadnione. O ile zmiany indukowane przez człowieka przekraczają zakres naturalnych sprzężeń zwrotnych ujemnych ekosystemu, wymagają równocześnie modyfikacji niektórych czynników homeostazy, co zawsze oznacza konieczność wykorzystania wiedzy z dziedziny ekologii, hodowli i ochrony lasu. Była o tym mowa wcześniej. Jeśli procesom tym towarzyszy respektowanie kodeksu etyki i zasad ochrony naturalnego środowiska życia człowieka, a postęp nauki osiąga poziom wiedzy niezbędny dla wykorzystania potencjału twórczego przyrody, nie ma powodu odwlekać postępu w leśnictwie, jaki można osiągnąć metodami inżynierii genetycznej. Problem kryteriów wyboru sposobu wykorzystania wyników badań w zasadzie nie mieści się automatycznie w zakresie nauki. Ponieważ tylko niektórzy zakładają, że szlachetny cel postępu nauki rozumie się sam przez się, rzeczywistość wymaga obwarowania sposobów wykorzystania wiedzy ograniczeniami wynikającymi z zasad etyki. Nie zmienia to jednak prawa człowieka do racjonalnej rekonstrukcji struktury układów biologicznych, co oznacza także możliwość uwalniania potencjału strukturalnego właściwości ekosystemów leśnych przez ograniczanie przypadku w procesie doboru naturalnego ewolucji.

Współcześnie sens pojęcia „ewolucja” dalece przekracza zakres darwinowskiej teorii doboru naturalnego i jest tematem rozważań teoretycznych w nauce i filozofii. Ale to także, jak starałem się wykazać wcześniej, ważny wątek treści uzasadnienia potrzeby rozwoju inżynierii genetycznej w leśnictwie. Bowiem w dyskusji problemów związku nauki z gospodarką trzeba jeszcze przypomnieć, że pojęcie ewolucji dotyczy nie tylko wielu poziomów organizacji ekosystemów leśnych i zasad ekonomii, ale też całej sfery postępu wiedzy i edukacji. Odnosi się przede wszystkim do ewolucji świadomości ludzkiej, a w tym kryteriów moralności, etyki oraz estetyki, określających miejsce człowieka w przyrodzie i społeczeństwie. Ponieważ w języku polskim jest wiele znakomitych dzieł poświęconych różnym aspektom ewolucji przyrody, niektóre tytuły pozwoliłem sobie zarekomendować poniżej. W tekście wykładu, korzystając z tej kopalni wiedzy, musiałem jednak ograniczyć się do wielu koniecznych (moim zdaniem) uogólnień.

Na koniec, ponieważ ten wykład dotyczy tylko wybranego zakresu problemów związku nauki z gospodarką leśną, chciałbym zacytować część wypowiedzi wybitnego leśnika, profesora Kazimierza Rykowskiego, którą zachowałem w pamięci z naszej roz-

mowy o kierunkach rozwoju gospodarki leśnej: *Możemy, a nawet powinniśmy tworzyć różne opcje gospodarki leśnej: taką, ograniczoną w czasie i przestrzeni, która będzie przekraczać granice określone naturalnym procesem homeostazy ekosystemu, i taką, która będzie respektować te procesy... są to dwie podstawy leśnictwa wielofunkcyjnego (między nimi istnieje wiele opcji pośrednich)... w pierwszym przypadku nazywa się to np. leśnictwem plantacyjnym/klonalnym, wykorzystującym genetycznie zmienione populacje drzew, które będą dostarczać określony produkt, w drugim naturalną ewolucję pozostawimy w spokoju.* Jak rozumiem, chodzi tu o zachowanie ewolucyjnie ukształtowanej zmienności genetycznej jako potencjału cech fenotypowych dla indukowanych zmian struktury drzewostanów i banku informacji o ewolucji struktury niszowej ekosystemów leśnych. Nadal bowiem uważam, że wobec bardzo długich okresów procesu naturalnej sukcesji ekosystemów leśnych (i praktycznie nieprzewidywalnych w tak długim czasie zmian klimatycznych lub demograficznych), racjonalnie realizowane zabiegi kontroli struktury gatunkowej i wiekowej drzewostanów, we wszelkich funkcjonalnie zróżnicowanych formach lasu w Polsce, są jednym z obowiązków gospodarki leśnej.

Zakładam, że leśnicy świadomi zależności rozwoju gospodarki leśnej od postępu badań naukowych, stosując w przyszłości inżynierię genetyczną, nigdy nie zapomną, że każdy las – dzikie ostępy czy gospodarcze drzewostany, jest zawsze naturalnym bankiem informacji o strukturze niszowej ekosystemów i bankiem genów drzew leśnych. Należy też pamiętać, że bankiem genów dla polskiego leśnictwa mogą być lasy innych obszarów kuli ziemskiej. Szczególnie cenne mogą okazać się zasoby genetyczne pokrewnych gatunków drzew leśnych z borealnej lub subborealnej stref geograficznych naszej planety.

Literatura przedmiotu

- Aitken S.N., Whitelock M.C. 2013. Assisted gene flow to facilitate local adaptation to climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, t. 44: 367–388.
- Korzeniewski B. 1997. Trzy ewolucje. Kraków, Małopolska Oficyna Wydawnicza KORONA.
- Merkle S.A., Andrade G.M., Nairn C.J., Powell W.A., Maynard C.A. 2007. Restoration of threatened species: A noble cause for transgenic trees. *Trees Genetics & Genomes*, 3(2): 111–118.
- Newhouse A.E. 2007. Transgenic American elm shows reduced Dutch elm disease symptoms and normal mycorrhizal colonization. *Plant Cell Reports*, 27(7): 977–987.
- Niemirowicz-Szczytt K. (red). 2012. GMO, w świetle najnowszych badań. Warszawa, Wyd. SGGW
- Oramus D. 2015. Darwinowskie paradygmaty. Kraków, Copernicus Center PRESS.
- Sapolsky R.M. 2012. Ewolucja. Nadludzkim wysiłkiem. *Świat Nauki – Przekroczyć granice nauki*, 10(254) (numer specjalny): 24–27.
- Solomon S.D. 2009. Chestnut trees return. *Świat Nauki – Ziemia*, 3.
- Tomasello M. 2015. Historia naturalna ludzkiego myślenia. Kraków, Copernicus Center PRESS.
- Wodzicki T.J. 2014. Twórczość naukowa warunkiem rozwoju gospodarki leśnej. Warszawa, Polskie Towarzystwo Leśne.

Las. Koncepcja emergentystyczna

ks. prof. dr hab. Stanisław ZIĘBA

Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, Wydział Biotechnologii i Nauk o Środowisku, Lublin

Wprowadzenie

Obserwacja przyrody kieruje naszą uwagę na systemy leśne. Jest to podyktowane ich osobliwą organizacją. Wyrażamy to słowem „wspólnota”. Wspólnota ta jest wynikiem pewnego rodzaju strukturalizacji natury, zróżnicowania wywołanego przez interakcje między elementami składowymi, konsekwencją ich agregacji. Wydaje się, że kompleksy leśne powstały nie przez ograniczony rozwój poszczególnych elementów, lecz jako zestaw części już gotowych, a więc poszczególnych gatunków z ich wyraźnie ustalonymi właściwościami. Oznacza to, że osobniki poszczególnych gatunków oprócz tego, że żyją na rzecz rozwoju własnego gatunku, „tworzą” wspólnotę z osobnikami innych gatunków. Na powierzchni Ziemi istnieje środowisko o pośredniej algorytmicznej zawartości informacyjnej, które dopuszcza dużą efektywną złożoność (R.V. O’Neil, D.L. De Angelis, J.B. Waide, T.F.H. Allen, A Hierarchical Concept of Ecosystems, London 1986). Wspólnota leśna nie jest luźnym i przygodnym zbiorowiskiem roślin, zwierząt, grzybów i drobnoustrojów, lecz systemem o wyjątkowej organizacji, w którym flora, fauna, gleba, klimat i inne czynniki powodują powstanie specjalnego typu wspólnoty zbudowanej z różnorodnych gatunków.

W wyniku różnego rodzaju relacji między elementami tworzącymi organizację wspólnoty wyłania się struktura specyficzna o emergentnych właściwościach. Cechą tej wspólnoty są powiązania między elementami organicznymi i nieorganicznymi: geochemia z biologią, geologia z klimatem. Wspólnota ta jest przejawem kreatywności natury. W jakim celu natura wytworzyła tego rodzaju wspólnoty we wczesnym okresie rozwoju życia? Odpowiedzi na to pytanie są różne, najczęściej powtarza się tezę, że chodzi o przetrwanie (gros badaczy dostrzega w tej wspólnocie komunikację między jej składowymi, koewolucję między gatunkami i symbiozę między nimi). Różnice ujawniają się w rozpoznaniu typu tej złożoności. Czy owa złożoność jest sumatywna czy holistyczna? Zależy to od przyjętej koncepcji organizacji, od reguł nią zarządzających, od wizji przyrody, a także od koncepcji biosfery, od sposobu wyjaśniania złożoności, czyli od ontologii świata (przejście od układu prostego do złożonego pozostaje przedmiotem hipotez).

Nie wszyscy badacze akceptują holistyczny obraz lasów. Toczy się dyskusja, czy las jest wspólnotą realną czy tylko symboliczną. Czy jej realność charakteryzuje się holi-

styczną organizacją czy realnością sumatywną (sumatywność gatunków)? Zwolennicy realności holistycznej dowodzą, że ta wspólnota nagromadziła informacje pozagenezyczne w ciągu miliarda lat ewolucji biologicznej (proces ten zadecydował m.in. o realności tej wspólnoty). Uzasadnia się, że przyroda wytworzyła takie wspólnoty w ramach ekspansji życia, przetrwania biosfery. Dyskusja nad tymi wspólnotami dotyczy istoty organizacji oraz reguł (algorytmów) i praw przyrody, według których zachowują się te obiekty. Las jest wspólnotą biotyczną, czyli jej podstawą są organizmy biologiczne, ściślej: populacje. Gdy dążymy do zrozumienia wspólnot leśnych, winniśmy się przestawić na niekonwencjonalne myślenie i wyjść poza utarte schematy (poza wszelkiego rodzaju redukcjonizmy). Przy obserwacji tych wspólnot niekiedy nie jesteśmy w stanie określić, jakie rezultaty w rzeczywistości osiągnęliśmy. Pomysły teoretyczne często bowiem wyprzedzają procesy testowania. Granice poznania lasów są wyznaczone przez nasze możliwości poznawcze, możliwości wejścia w ich organizację. Chociaż systemy leśne badamy tyle wieków, to jednak wiedza o nich nie jest zamknięta. Problem ten można rozwiązywać na różnych płaszczyznach, np. metodologicznej, epistemologicznej, filozoficznej i przyrodniczej. W tej publikacji przeważa płaszczyzna metodologiczna.

Wymiar metodologiczny

Jednym z zadań nauki jest stawianie pytań dotyczących otaczającej nas rzeczywistości. W naszym wypadku dotyczą one ogólnie organizacji, mechanizmów, zdarzeń, procesów obserwowanych lub doświadczanych we wspólnotach leśnych. Nauka o systemach leśnych nie tylko ma wymiar empiryczny, ale otwiera się na poznanie racjonalne, tzn. że obok faktów obserwacyjnych pozostają problemy złożoności i organizacji. Aby to zadanie wypełnić, trzeba wybrać strategię metodologiczną (metody rozwiązania problemu). Metodologia badania lasów nie istnieje sama w sobie, stanowi ona bowiem element nauki o tych wspólnotach. Rozwój strategii badawczej w poznaniu tych wspólnot sprawia, że uzyskana wiedza o nich zyskuje rangę naukową (obok aspektu praktycznego). Wiedza o wspólnotach leśnych zależy nie tylko od kumulacji wiedzy empirycznej o nich, ale i od sposobu myślenia, kryteriów racjonalnej argumentacji, kontekstu kulturowego i bagażu doświadczeń historycznych.

Nie ma jednej strategii badawczej tych systemów, nie ma też jednego typu reguł metodologicznych ich badania. Wybór pola badawczego jest podyktowany wieloraką złożonością tych wspólnot. Obok zasad ogólnej metodologii, służących np. do budowania twierdzeń naukowych, formułowania koncepcji czy teorii, wymagana jest metodologia szczegółna. Różne koncepcje nauki wynikają m.in. stąd, że nauka jest dziedziną ludzkiej aktywności, w której niepewność jest cennym elementem, a uświadomienie sobie tego stanu jest kluczem do sukcesu. Różne koncepcje nauki wynikają też z różnych ujęć fenomenu życia, z różnego rozumienia podstawowych kategorii. W związku z tą różnorodnością mamy różne koncepcje lasu: koncepcja ewolucji twórczej, koncepcja chaosu i porządku, koncepcja symbionów, koncepcja systemów kompleksowych, koncepcja emergentystyczna. Inaczej las wygląda w strategii redukcjonistycznej, a inaczej w holistycznej czy w strategii konceptualizmu, integracjonizmu, komplementaryzmu, koherentyzmu.

Jedni traktują naukę o lasach jako naukę syntetyczną (na podstawie licznych faktów o zjawiskach drogą indukcji tworzą syntezę), drudzy jako naukę unifikującą lub jako supernaukę – ze względu na jej zadania: zrozumienie struktury i funkcjonowania wspólnoty leśnej. Metodologię poznania lasu komplikuje wiele czynników, m.in. wyciąganie z uzyskanych danych różnego rodzaju wniosków teoretycznych i praktycznych. Z wielu stron odzywają się głosy o potrzebie nauki generalnej, która uwzględniła stosunki między naukami szczegółowymi i dokonuje syntezy ich rezultatów (optujemy za nauką interdyscyplinarną).

W każdej strategii badawczej obraz lasu jest nieco inny. Który z nich zasługuje na wiarygodność? Zależy to od ogólnych założeń, na jakich bazujemy. Wynikają one z jednej strony z danych budujących naukę, a z drugiej strony – z możliwości poznania danych o lasach, z rozpoznania relacji między faktami, wypracowania nowych wzorów myślenia. Ich przejawem jest ujęcie strukturalno-funkcjonalne lasów jako całości (systemu). W nauce, w miejsce monizmu metodologicznego, rangę badawczą zyskuje pluralizm. W refleksji nad lasami należy przyjąć całościowe rozpoznanie właściwości tego skomplikowanego układu. Charakteryzuje się on zachowaniem jakościowym i autonomicznym względem części konstytutywnych. Od strony kwalitatywnej stwierdzamy, że relacje między jego częściami nie są wnioskowane z prawa, które stosuje się do jego części indywidualnych. Czynnikiem integrującym dla systemu leśnego są funkcje. Funkcje te odgrywają rolę nadrzędną względem układu i wywierają decydujący wpływ na jego elementy składowe.

Holistyczna strategia stawia sobie za cel wskazanie reguł wyjaśniających konstrukcję całości, ujawnienie ogólnych prawidłowości dotyczących lasu. Immanentyzm systemów leśnych zasadza się na: wielopoziomowości, heterogenności, integracji, kooperacji, kopragmatyzacji, koorganizacji, koordynacji, strukturalizacji. Podstawowym warunkiem rozwijania tej strategii jest przyjęcie paradygmatu: las jako system istnieje realnie, niezależnie od naszych wrażeń i samoświadomości.

W budowaniu koncepcji lasu, oprócz rozumowania hipotetyczno-dedukcyjnego, czyli rozumowania opartego na zasadzie determinizmu, że poznanie stanu systemu w danym momencie pozwala wyprowadzić jego stan w każdej innej chwili (z tej racji, że zmienne stany systemu w czasie są determinowane przez czynniki, które działają na ten system), należy korzystać ze strategii holistycznej w celu poznania cech przysługujących systemowi jako całości.

Inaczej kształtuje się strategia lasów, gdy właściwości tego układu traktuje się jako wynik zachowania części. W tej interpretacji często neguje się występowanie istotnych różnic między cechami elementów rozpatrywanymi w całości układu a ich własnościami poznawanymi w sytuacji, gdy znajdują się one poza tą strukturą. Las w tej strategii to nieskomplikowana struktura, w której cały układ jest bezpośrednio wyznaczony przez sumę uwarunkowań składowych. W tym miejscu dochodzimy do podstawowych pytań nauk przyrodniczych: Jak w obrębie systemu leśnego powstają poszczególne poziomy systemowe? W jaki sposób z poziomu niższego powstaje jakość wyższego rzędu? Antyredukcjonistyczne ujęcie lasu zakłada niemożliwość sprowadzania jakościowych cech całości strukturalnych do własności odizolowanych od niej elementów składowych. W tym rozumieniu las charakteryzuje się nowymi cechami, niemającymi poza nim swoich odpowiedników.

Interdyscyplinarność

Człowiek stara się rozszyfrować organizację lasów, ustalić reguły nimi zarządzające. Nie należy negować wartości i osiągnięć wielu dziedzin badających las, odkryły one mechanizmy i zjawiska tu zachodzące. Każda dziedzina ma swój wkład w rozwój poznania globalnego. Aktualną tendencją jest spajanie rozproszonych idei i odkryć, które stanowią efekt pracy poszczególnych dziedzin. Sektoryzacja nie sprzyja ujęciu całościowemu. Każdy specjalista rozwija własną dziedzinę badań, co w konsekwencji prowadzi do pominięcia jedności poznania. Każde studium szczegółowe odsłania przestrzeń jednego lub wielu poziomów tej organizacji systemów leśnych. Można przewidywać, że dyscypliny leśne nie przestaną się specjalizować. Źródłem zasadniczym tej specjalizacji jest zróżnicowanie narzędzi metodologicznych, np. nowe kategorie, nowe techniki badawcze, nowe sposoby weryfikacji wysuniętych hipotez. W dyscyplinach partykularnych dominuje przeważnie dekompozycjonizm, penetracja złożonych układów, których inaczej nie można by poddać naukowej obróbce.

Opowiadając się za interdyscyplinarnością badań tych systemów, kierujemy się następującymi przesłankami. Interdyscyplinarność nie jest przedłużeniem dyscyplinarności, pozwala ona pokonać pewne limity metodologiczne i uwydatnić te właściwości lasów, które w dyscyplinach szczegółowych zostały pominięte. Interdyscyplinarność budujemy wokół idei, problemu, a nie dyscypliny. Wiedza o systemach leśnych winna mieć charakter interdyscyplinarny, to jest wskazywać na problemy i rozwiązywać je na podstawie danych z wielu dziedzin (nie jest to negacja badań morfologicznych, fizjologicznych czy genetycznych).

Las z jednej strony jawi się jako jedność, z drugiej strony jako różnorodność. Istnieje w nim mnogość rozmaitych stanów i struktur. Las w ujęciu interdyscyplinarnym ukazuje się jako układ (system) zorganizowany – od poziomu molekularnego aż do poziomu makro (całości systemu). Odkrywanie sposobu jego organizacji jest głównym zadaniem tej strategii. Należy podkreślić, że istnieje ścisły związek między „kontekstem odkrycia” a „kontekstem uzasadnienia”. Badając systemy leśne, należy mieć na uwadze, że nie można rozważać jednych faktów w oderwaniu od drugih. Las badamy w kontekście naturalnym, mając na uwadze wzajemne powiązanie faktów. Koncentrujemy się na związkach przyczynowych, na powiązaniu zjawisk, które nie są identyczne – są one heterogenne. Przyczynowość ustanawia relacje między dwoma lub wieloma typami heterogennymi, rodzi jedno przez drugie, zgodnie z sukcesją. Głównym zadaniem stojącym przed badaczami lasów w strategii interdyscyplinarnej jest analiza wewnętrznej zależności i ukazanie interakcji między populacjami. W analizie tych interakcji należy uwzględnić asocjację między zmiennymi, spójność, specyficzność, czasowość, koherencję.

Interdyscyplinarność daje możliwości podjęcia szerszej gamy zagadnień, niż jest to możliwe w naukach szczegółowych o lasach, a przynajmniej zagadnień innego typu, np. studium kompleksu leśnego w tej strategii pozwala ukazać złożoność, wskazać podsystemy. Interdyscyplinarny program badawczy lasów jest uwarunkowany stopniem kompleksowości. Historia naturalna generuje teorie naukowe jedynie wtedy, kiedy łączy ze sobą najważniejsze odkrycia z różnych poziomów organizacji materii. Organizacja

systemów leśnych i procesy ją tworzące nie mogą być wyjaśnione przez żadną dyscyplinę szczegółową. Nasze własne indywidualne doświadczenia to o wiele za mało, by uwzględnić pełną gamę ważnych zjawisk i dostrzec ich złożoność. Wszystko łączy się ze wszystkim w tym systemie.

Winniśmy mieć na uwadze jeszcze jeden moment: las w koncepcji ochrony środowiska jest ważnym czynnikiem zachowania bioróżnorodności, czynnikiem klimatycznym, elementem pejzażu i krajobrazu, walorem turystycznym. System ten ma nie tylko wymiar przyrodniczy, ale spełnia także funkcje ekologiczne, społeczne (aksjologiczne).

Systemowość

Albert Einstein pisał w liście do przyjaciela Marcela Grossmanna: „To cudowne uczucie dostrzec jedność w złożonym kompleksie zjawisk, które przy bezpośredniej obserwacji sprawiają wrażenie rzeczy zupełnie ze sobą niezwiązanych. Jednak uczeni skazani są na ciągłą frustrację” (Abraham Pais, *Tu żył Albert Einstein*, Warszawa 2002, s. 84). W jakim stopniu owe słowa można aplikować do systemów leśnych? Gdyby nauka opierała się tylko na dedukcji, wszystkie jej sady można by wyprowadzić z przesłanek logicznych. Tak jednak nie jest. W nauce zauważamy coraz wyraźniejszą tendencję do opisu struktur i funkcjonowania systemów kompleksowych, a to narzuca zmianę strategii badawczej systemów leśnych. Chodzi o zrozumienie wydarzeń realnych w systemach leśnych, a wiele zmiennych i relacji znaczących w tych systemach ma wymiar jakościowy. W ich analizie winniśmy korzystać z takich kategorii, jak system – biosystem, kompleks – biokompleks, złożoność – porządek, porządek – organizacja. Systemy leśne stanowią wraz ze środowiskiem sposób bytowania „integralny”, to znaczy ich wewnętrzne powiązanie i rozwijające się w przebiegu ewolucji procesy zbieżają ku jedności. Las jest układem dynamicznym, kompleksowym, charakteryzującym się nowymi strukturami ukształtowanymi na różnych poziomach, szczególnie na poziomie najwyższym – jako całości. Las jawi się badaczom jako nadzwyczajny kompleks, jako system rozmaitych składników, zespół zjawisk kolektywnych i relatywnie niezależnych, powiązanych różnymi relacjami, „zagmatwany” licznymi zależnościami między składnikami konstytutywnymi, które są natury mineralnej lub biologicznej. Każda populacja (a nawet osobnik) tego systemu cechuje się imperatywami stworzonymi przez własną historię genetyczną. Na plan pierwszy tej kompleksowości, istniejącej w czasie i w przestrzeni, wysuwają się cechy: kooperatywność, autoregulacja, homeoteliczność, dynamizm, utrzymanie porządku specyficznego, ochrona integralności i quasi-stabilność.

Badanie systemów leśnych wymaga nowych opracowań w aspekcie: syntaktycznym, semantycznym i pragmatycznym. Opracowania te obejmować mają wybór kategorii, sformułowanie definicji (czym jest las?), odkrycie reguł organizacji, skonstruowanie hipotez badawczych, wskazanie na teorie eksplikatywne. Poznanie systemów leśnych, z racji na ich specyfikę, wymaga oprócz metodologii ogólnej także metodologii specyficznej, np. rozszyfrowania algorytmów złożoności osobliwej systemu (istoty żywe wraz ze środowiskiem budujące system leśny stanowią specyficzną całość, co wskazuje na ich wewnętrzne powiązanie i ewoluowanie).

Ze względu na szczególne powiązania między roślinami, zwierzętami, grzybami i drobnoustrojami systemy leśne, co decyduje o ich aktualnym wymiarze ekologicznym, stanowią realne ekosystemy, a wiedza o nich nie może być ograniczona do rejestracji, inwentaryzacji, do statystyki, do gromadzenia danych o populacji. Organizacja pełni funkcję wyjaśniającą specyfiki systemów leśnych. Organizacja ukazuje nam proces kształtowania się zjawisk w tych systemach, odzwierciedla wielopoziomowość heterogenną zintegrowaną. Poszukujemy powiązań między procesami i próbujemy zrozumieć logikę owych powiązań. Jednym z zadań metodologii badań lasów jest wyjaśnienie mieszaniny prostoty i złożoności, regularności i przypadkowości, porządku i nieporządku, z jakimi się spotykamy na poszczególnych poziomach systemów leśnych.

Oprócz wymienionych cech należy podkreślić w tym kompleksie stosunki między populacjami, czyli skomplikowaną strukturę wzajemnych powiązań. Systemy leśne ukazują nam wzajemną zależność przedmiotów, np. świat roślin nie może wzrastać bez relacji do minerałów, wody, światła. Interakcje te na wszystkich poziomach decydują o własnościach systemów leśnych. Ścisłej: w przyrodzie dokonuje się koewolucja, czyli konstrytuują się systemy, które funkcjonują jako jedność i niepodzielność. Ta jedność to dopasowanie się gatunków do siebie, wzajemna zależność, w wyniku czego tworzone jest środowisko leśne.

Systemy leśne charakteryzują się wymiarem historycznym. Oznacza to, że ich przeszłość odzwierciedla się w organizacji i dynamice aktualnej (zaistniały one na wczesnym etapie rozwoju ewolucyjnego życia i nadal zasiedlają ziemie na licznych obszarach). Ich historia ukazuje proces koewolucji (działania poszczególnych indywiduów są uzależnione od działania sąsiadów). Funkcjonalizm lasu jest rezultatem nie tylko osobników danej populacji, ale także wynikiem innych populacji, które go modyfikują.

Należy rozważyć, w jakim stopniu koegzystencja populacji w systemie leśnym jest rezultatem przypadku, determinizmu, a w jakim teleonomii. Być może rozwój życia w przestrzeni i czasie, poprzez interakcje wewnątrzpopulacyjne i międzypopulacyjne, prowadził do wspólnotowego przeżycia, tym samym zabezpieczał jego istnienie i rozwój. Aby zrozumieć logikę życia, należy uwzględnić wszystkie poziomy biologiczne i budować wizję przyrody, w której byłoby miejsce na nowość i kreatywność.

Wydaje się, że kompleksy leśne powstały nie przez ograniczony rozwój poszczególnych elementów, lecz jako zestaw części już gotowych, a więc poszczególnych gatunków z ich wyraźnie ustalonymi właściwościami. Las jest systemem (kompleksem) nieliniarnym o przyczynowości wielopoziomowej. Systemy leśne charakteryzują się dynamiczną i wysoce zintegrowaną siecią form ożywionych i nieożywionych. Sieć ta jest wielopłaszczyznowa, między wszystkimi płaszczyznami i poziomami istnieją wzajemne powiązania, zależności i współdziałania.

W badaniach systemów leśnych nie wystarczy obracać się wokół „materii” i „energii”, choć brakuje nam wielkości organizującej. Może zawiera się ona w informacji, która decyduje o ukierunkowaniu działania. Różnica między systemami biotycznymi a układami abiotycznymi polega na tym, że abiotyczne nie mają zdolności przetwarzania informacji. Sieć informacji przyczynia się do regulacji procesów w systemie. Sygnały komunikacyjne służą do oznakowania terenu.

Aspekt emergentny

W przyrodzie mamy do czynienia z różnymi układami, tak co do złożoności, jak i co do charakterystycznych ich cech. Jedne z nich tworzą całości wyraźnie odróżnialne od otoczenia, inne są ledwo wyróżnialne. Las wydaje się układem wyraźnie wyróżnionym, chociaż jest to układ względnie izolowany (stanowi bowiem element składowy przyrody). Analiza procesów w systemie leśnym obfituje w różnego rodzaju zjawiska, np. chaotyczne, regularne i nieregularne. Czy w tej różnorodności i zmienności istnieją powiązania? Procesy życia są realizowane w poszczególnych organizmach, ale realizacja ta wymaga stałego współdziałania wszystkich organizmów. Edward O. Wilson twierdził, że każdy gatunek odznacza się swoistymi cechami morfologicznymi, specyficznymi wzorami zachowań. Wzory zachowań zakodowane są w materiale genetycznym. Żaden gatunek nie posiada celu poza imperatywami stworzonymi przez własną historię genetyczną (Edward O. Wilson, *O naturze ludzkiej*, Warszawa 1988, s. 45).

Zwolennicy innych poglądów koncentrują się na organizacji pozaindywidualnej przyrody. Przedstawiciele tej opcji interesują się wzajemnymi stosunkami między poszczególnymi gatunkami, które wytwarzają skomplikowaną strukturę wzajemnych powiązań. Ich zdaniem las to osobiwy system charakteryzujący się swoistymi właściwościami (odgrywającymi zasadniczą rolę) jakościowymi, którymi różni się od innych systemów. Jakości te pozwalają odczytać język tych systemów, ukazać ich organizację. Należy jednak zdawać sobie sprawę z konsekwencji takich orzeczeń. Komplikujemy naszą rzeczywistość, wprowadzamy pluralizm bytowy, wbrew wskazaniu Ockhama, aby nie mnożyć bytów ponad potrzebę. Wprowadzamy jakościową złożoność w przyrodzie, odstępujemy od zasady prostoty, decydujemy się na pewien typ porządku.

Emergencja – wyłonienie się reguł wyższego poziomu z reguł niższego poziomu – jest regułą, a nie wyjątkiem. Centralną ideą emergencji jest to, że kiedy system złożony ze składników osiągnie pewien poziom kompleksowej organizacji, zaczyna ujawniać nowe właściwości, właściwości „emergentne”, które nie są przewidywalne na bazie właściwości i relacji strukturalnych charakterystycznych dla części konstytutywnych systemu. Złożoność generuje zjawiska emergentne, tzn. że zachowanie układu wykracza poza zachowania jego części składowych. Emergentystyczne podejście do tych systemów bazuje na ich złożoności, której poznanie stwarza holistyczną perspektywę i możliwość głębszego zrozumienia organizacji tego systemu.

Systemy leśne charakteryzują się całością, swoistymi cechami, których nie można wyprowadzić z części branych oddzielnie. Jest to osobiwa organizacja charakteryzująca się właściwościami i sposobem funkcjonowania przysługującymi całości. Las jest systemem składającym się z licznych populacji, niektóre jego cechy można ustalić na podstawie właściwości elementów, uwzględniając ich skład i relacje między nimi a środowiskiem (jako ich fundamentem). Jednak wielu cech tego systemu nie można ustalić wyłącznie na podstawie układów elementów. Własności lasu wynikają nie z właściwości jego podstawowych elementów, ale z relacji między nimi.

Układy te charakteryzują się cechami nowymi. Emergencja to realność jakościowa, właściwość organizacji systemowej, która prezentuje charakter nowy, przez to nieredukowalny do jakości i właściwości składowych rozważanych oddzielnie. Czy niemoż-

liwość wyjaśnienia odkrytych właściwości wynika z niezdolności analiz? Gdyby tak było, emergencja byłaby tylko problemem technicznym, który można wyeliminować przez wprowadzenie nowych narzędzi badawczych, ułatwiających ukazanie związku przyczynowo-skutkowego obserwowanych zjawisk.

W emergentystycznej koncepcji lasu podkreśla się, że jest on systemem kompleksowym. Jest to system heterogenny, składający się z podpoziomów, każdy podpoziom może stać się częścią poziomu wyższego, poziom wyższy może wpływać na niższy. Emergentyzm podkreśla kolektywne działanie systemu leśnego, relacje między światem nieorganicznym i organicznym, kompleksowość sieci troficznych, strumienia energii, materii i informacji (system ten odznacza się informacją nie tylko genetyczną, ale także informacją o relacjach między gatunkami), cykle biogeochemiczne (nie wszyscy przyjmują tę strategię, koncentrując się na topologii opisowej).

Emergentyzm w nauce współczesnej pełni rolę komplementarną w stosunku do redukcjonizmu (analityczności). Przyczynia się do ukazania specyfiki życia, do wskazania na różnice między światem abiotycznym a biotycznym. Porównanie przedmiotów abiotycznych z biotycznymi ukazuje, że biotyczne charakteryzują się nowymi cechami pełniącymi nowe funkcje biologiczne. Emergencja jest dana przez przyrodę w doświadczeniu, jest więc pojęciem związanym z empiryczną koncepcją nauki. Każde zjawisko emergencji winno być oceniane na podstawie istniejących faktów.

* * *

W tym krótkim artykule akcent został położony na osobliwość systemów leśnych. Zawiera się ona we wspólnocie, o której decydują wzajemne stosunki między poszczególnymi gatunkami (populacjami). Wytwarzają one między sobą skomplikowaną strukturę wzajemnych powiązań. Wspólnota ta powstaje nie przez organiczny rozwój poszczególnych elementów, lecz w wyniku kooperatywności, autoregularności, dynamizmu, koewolucji. Obejmuje ona relacje między środowiskiem nieorganicznym a tymi populacjami, kompleksowość sieci troficznych, strumienia energii, materii i informacji, przy uwzględnieniu zmienności i perturbacji. Cechuje się także zachowaniem pewnego rodzaju porządku, który jest rezultatem emergencji. Centralną ideą emergencji jest to, że kiedy system złożony (las) osiągnie pewien poziom organizacji, zaczyna ujawniać nowe właściwości – właściwości emergentne.

Lasy w zmieniającym się środowisku – współczesne i przyszłe potrzeby badawcze

prof. dr hab. Jacek OLEKSYN

Instytut Dendrologii PAN, Kórnik

Lasy są zadziwiającymi systemami ekologicznymi. W ich kompleksowej, trójwymiarowej strukturze skupiła się większość organizmów lądowych Ziemi i stan ten trwa od blisko 400 milionów lat po dzień dzisiejszy (Peh i in. 2015). Pierwsze drzewa pojawiły się na podmokłych siedliskach w późnym dewonie, około 390 milionów lat temu. Poziom morza był wówczas wyższy od obecnego o blisko 200 metrów, średnie stężenie tlenu w atmosferze wynosiło około 15% (ok. 75% stężenia w czasach współczesnych), podczas gdy stężenie CO₂ było przeszło pięciokrotnie wyższe niż obecnie (ok. 2200 ppm). Przypuszcza się, że to właśnie rośliny drzewiaste wczesnego dewonu, pochłaniające CO₂, mogły być częściowo odpowiedzialne za inicjację gwałtownego spadku stężenia dwutlenku węgla w atmosferze obserwowanego w późniejszych okresach (Elick i in. 1998; Le Hir i in. 2011). Skamieniałe fosylne korzenie drzew wczesnego dewonu znaleziono ostatnio także na terenie Gór Świętokrzyskich (Szarek i in. 2015). Prawdopodobnie zwiększenie rozmiarów roślin i znaczne poszerzenie zasięgu ich korzeni stymulowało procesy chemicznego wietrzenia podłoża (Le Hir i in. 2011). Rośliny naczyniowe paleozoiku stymulowały także transpirację, albedo i zwiększały chropowatość gleby (Berner 2001). Jednakże ani transkontynentalne modyfikacje powierzchni wywołane przez rośliny lądowe, ani też ruchy kontynentalne czy znaczna redukcja poziomu CO₂ w atmosferze wywołana przez absorpcję tego gazu przez rośliny nie wpłynęły na globalne ochłodzenie klimatu, ponieważ trend chłodzenia niwelowany był efektywnie przez ocieplenie wynikające z redukcji albedo powierzchni (Le Hir i in. 2011).

Badania paleologiczne wykazały fundamentalne znaczenie roślin w kształtowaniu się warunków klimatycznych na Ziemi. Kluczową rolę klimatotwórczą odegrały drzewa, które poprzez akumulację węgla z CO₂ i częściowe wyprowadzenie go z obiegu wpłynęły w znaczącym stopniu na globalne obniżenie temperatury. Zmiany te pozwoliły na powstanie na Ziemi warunków odpowiednich dla życia ludzi, grzybów, roślin i zwierząt.

Piąty raport IPCC (Międzyrządowego Zespołu do spraw Zmian Klimatu) wskazał na znaczący wzrost stężenia atmosferycznego dwutlenku węgla (CO₂) w ostatnich kilkuset latach. Stężenie tego gazu wzrosło o 43% – od 278 ppm w 1750 roku (przed rewolucją przemysłową) do przeszło 400 ppm po 2013 roku. Znaczący wzrost odnotowano również

w przypadku innych gazów wpływających na ‘efekt szklarniowy’. W tym samym okresie poziom metanu (CH_4) wzrósł o 150%, a podtlenku azotu (N_2O) o 20%. Zawartość tych gazów jest obecnie najwyższa w okresie ostatnich 800 000 lat (Corlett 2015).

Dla roślin podwyższony (w stosunku do tła) poziom CO_2 jest zjawiskiem pozytywnym, stymulując wzrost ich masy (Reich i in. 2006). O globalnym znaczeniu lasów w obniżaniu stężenia CO_2 w powietrzu atmosferycznym najlepiej może świadczyć corocznie obserwowany spadek CO_2 (o 3 do 9 ppm) w okresie szczytowego natężenia procesów fotosyntezy w lasach północnej półkuli, na której powierzchnia zajęta przez lasy jest znacznie większa niż na półkuli południowej (Corlett 2015).

Teoretycznie można by więc było oczekiwać, że wiązanie węgla z atmosferycznego CO_2 w biomase roślin w procesie fotosyntezy (Pn) będzie z jednej strony unieruchamiać w nich C (w przypadku roślin drzewiastych na długi okres), a z drugiej zaś będzie niwelować, przynajmniej częściowo, wywoływany przez CO_2 efekt szklarniowy. Wykonane ostatnio obliczenia wskazują, że w ostatnich kilku dziesięcioleciach lasy absorbowały w biomase do 30% rocznej emisji CO_2 pochodzącej ze źródeł antropogenicznych (Bellassen, Luyssaert 2014).

Okazuje się jednakże, iż wzrost Pn u roślin eksponowanych na podwyższony poziom CO_2 w znacznym stopniu zależy także od dostępności azotu w glebie. Zbyt mała zawartość N w glebach uprawnych i leśnych jest w wielu przypadkach czynnikiem ograniczającym Pn i wzrost roślin, a w efekcie limitującym globalną reakcję roślin lądowych na zwiększony poziom CO_2 .

Od pradziejów ludzkości nasze oddziaływanie na lasy miało charakter głównie destrukcyjny. Postrzegaliśmy lasy przede wszystkim jako przestrzeń do zagospodarowania rolniczego i jako źródło różnego rodzaju pożytków leśnych, głównie surowca drzewnego, mającego przeszło 30 tysięcy zastosowań, m.in. jako opał, broń czy narzędzia, i ubocznych dóbr leśnych – owoców, grzybów, ziół, mięsa i skór dzikich zwierząt (Grochowski 1990; Staniszewski, Nowacka 2014). Mimo istotnego ograniczenia wylesień w skali globalnej, w dalszym ciągu co roku około 13 milionów hektarów gruntów leśnych jest przeznaczane na inne cele lub porastające je lasy są tracone w wyniku pożarów, gradacji owadów i chorób.

Ze względu na ekonomiczną, przyrodniczą i klimatyczną rolę lasów konieczne jest prowadzenie w nich różnorodnych obserwacji i prac badawczych, które zazwyczaj wymagają wieloletnich badań i eksperymentów. W wielu przypadkach nie są i nie muszą to być prace kosztowne. Nie da się jednak na podstawie wyrywkowych obserwacji wyjawiać trendów odzwierciedlających krótko- i długoterminowe reakcje drzew (i/lub ekosystemów) na czynniki klimatyczne (susze, nadmierne opady, niskie i wysokie temperatury) czy zmiany składu powietrza atmosferycznego (zanieczyszczenia, gazy cieplarniane itp.), ani oddziaływania różnego rodzaju nasadzeń czy sposobu ich prowadzenia na zmiany środowiska.

Wiele zagadnień dotyczących biologicznych, ekologicznych i klimatotwórczych funkcji lasu wymaga niejednokrotnie badań i obserwacji prowadzonych w multidyscyplinarnych zespołach przez wiele lat, co pozwala na dokumentację i analizę zarówno wpływu lasów na środowisko, jak i oddziaływania zmieniającego się środowiska na lasy. Należy pamiętać, że cechą charakterystyczną drzewostanów jest zazwyczaj ich heterogeniczność i złożoność. Od poprawności wykonania badań i obserwacji będzie

zależała możliwość weryfikacji w przyszłości różnych scenariuszy opisujących globalne ocieplenie i jego przyrodnicze skutki.

Za przykład właściwie założonego i dobrze poprowadzonego przez kilkadziesiąt lat doświadczenia leśnego może posłużyć powierzchnia badawcza założona w 1970 roku w Siemianicach koło Kępna przez prof. S. Szymańskiego z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Na dwóch typach siedliskowych lasu założono tam w trzech powtórzeniach jednogatunkowe poletka z 14 gatunkami drzew leśnych. Do czasu natrafienia na ten eksperyment w 2001 roku przez pracowników Instytutu Dendrologii PAN w Kórniku, ukazała się tylko jedna publikacja opisująca wzrost na wysokość części badanych tam gatunków drzew (Szymański 1982). Od 2001 roku do chwili obecnej na podstawie wyników uzyskanych z tej powierzchni opublikowanych zostało 20 prac przez 51 badaczy z 15 uczelni i instytutów z 4 krajów [Polska (27 badaczy), USA (21), RFN (2), Holandia (1)] w liczących się na świecie czasopismach naukowych [*Biogeochemistry* (3), *Dendrobiology*, *Diversity and Distributions*, *Ecological Monographs* (2), *Ecology* (2), *Ecology Letters*, *Ecosystems*, *Fungal Ecology*, *Microbial Ecology*, *Mycorrhiza* (2), *New Phytologist*, *Oecologia*, *Organic Geochemistry*, *Soil Biology & Biochemistry* (2)].

Uzyskane wyniki pozwoliły m.in. na ustalenie, jak skład chemiczny ściółki różnych gatunków drzew zmienił po kilkudziesięciu latach parametry chemiczne gleby (Reich i in. 2005; Hobbie i in. 2007; Mueller i in. 2012a,b, 2013, 2015) i jaki wpływ na to miał skład chemiczny liści i drobnych korzeni (Hobbie i in. 2006; Dauer i in. 2007). Określono także podobieństwo i różnice tempa rozkładu liści i drobnych korzeni różnych gatunków drzew (Hobbie i in. 2010) oraz opisano wieloletnią dynamikę tempa wzrostu i rozkładu korzeni w zależności od gatunku drzewa i zmieniających się w poszczególnych latach warunków klimatycznych (Goebel i in. 2011).

Po raz pierwszy przy użyciu tak znacznej liczby parametrów opisano abiotyczne i biotyczne czynniki regulujące skład gatunkowy i liczebność mezofauny glebowej (Mueller i in. 2016), fenologię i bogactwo grzybów mykoryzowych badanych gatunków drzew (Dickie i in. 2010, 2006; Trocha i in. 2012). Możliwym stało się też określenie wpływu warunków podokapowych wytworzonych przez poszczególne gatunki drzew na tempo kolonizacji drzewostanów przez rodzime i inwazyjne gatunki roślin (Knight i in. 2008). Wykonano także wieloletnie obserwacje tempa wzrostu i śmiertelności drobnych korzeni z użyciem najnowszych nieinwazyjnych technik (minirhizotronowych) oceny (Withington i in. 2003, 2006). Przetestowane też zostały nowe techniki mapowania rozkładu korzeni w profilach glebowych z wykorzystaniem skanerów (Dauer i in. 2009).

Wieloletnie obserwacje pozwoliły także na zbadanie interakcji między stopniem zasiedlenia drzew *Picea abies* przez korniki (głównie przez *Ips typographus* i *Ips duplicatus*) oraz zależności między bogactwem grzybów kolonizujących igły i zawartością w nich związków fenolowych i wapnia (Przybył i in. 2008).

Wiele zagadnień związanych z badaniem biologicznej i ekologicznej roli lasów, które w ostatnich stuleciach poddawane były różnorodnym wpływom, wymaga wieloletniego okresu obserwacyjnego, nierzadko także multidyscyplinarnych doświadczeń i obserwacji pozwalających na dokumentację i analizę zarówno ich wpływu na środowisko, jak i oddziaływania zmieniającego się środowiska na lasy. Cechą charakterystyczną tego rodzaju obiektów badawczych jest bowiem ich heterogeniczność i złożoność badanych układów.

Obecny system finansowania badań naukowych w Polsce nie jest przygotowany do tego rodzaju wyzwań. Większość projektów badawczych ma trzyletni (rzadziej pięcioletni) okres realizacji. W tego rodzaju przedziałach czasowych nie jest możliwe wykonanie analiz i opisanie wielu kluczowych procesów ekologicznych, które są (lub mogą być) zmienne w czasie, ani analiz, które są związane z koniecznością pozyskiwania materiału badawczego lub danych z rozległych obszarów. Bez wieloletnich obserwacji nie jest możliwe skompletowanie baz danych koniecznych do analizy zmian środowiskowych. Tego rodzaju dokumentacja jest nieodzowna, by społeczność naukowa i decydenci mogli uzyskać wiarygodne dane na temat zjawisk zachodzącym w środowisku przyrodniczym, których nie sposób jest uchwycić w krótkich przedziałach czasowych ze względu na różnego rodzaju heterogeniczność (klimatu, pór roku, warunków środowiskowych etc.).

Tego rodzaju projekty powinny być finansowane wspólnie (lub oddzielnie) przez Narodowe Centrum Nauki, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych i inne podmioty. Granty powinny być przyznawane na podstawie otwartych konkursów na 5 lub więcej lat (z możliwością przedłużenia na dalsze lata po ewaluacji wcześniejszych wyników. Za wzór można by było przyjąć zasady funkcjonowania podobne do tych, jakie zostały nakreślone przez The Long Term Ecological Research Network (LTER) w USA, który jest najdłuższą funkcjonującą tego rodzaju siecią na świecie. Powierzchnie badawcze (w chwili obecnej jest ich 26) rozlokowane są w kluczowych biomach, w których zbierane są dane i prowadzone badania z różnego zakresu, w tym: ekologii populacyjnej i ekosystemowej, biologii ewolucyjnej, filogenetyki i systematyki i innych dyscyplin. Przedstawiciele LTER odwiedzili Polskę w połowie lat 90. XX w., przedstawiając zakres działania LTER i proponując współpracę (z której Polska nie skorzystała). Szczegółowe informacje o aktywnych powierzchniach LTER w USA można znaleźć pod adresem: <http://www.lternet.edu/network/>.

Różne modele zmian klimatycznych są w znacznym stopniu zgodne i przewidują, że w ciągu kilku najbliższych dziesięcioleci globalna temperatura powietrza blisko powierzchni może wzrosnąć o 1–1,5°C (Corlett 2015). W okresie ostatnich 30 lat nastąpił znaczny wzrost temperatury szczególnie w regionie arktycznym (przeszło 1,5°C) i w północnej części lasów umiarkowanych (około 1°C, Dillon 2010). W perspektywie do roku 2100 oczekiwany jest wzrost temperatury rzędu 3–6°C.

Jeśli scenariusze zmian klimatycznych się sprawdzą, należy się spodziewać istotnych zmian zasięgów naturalnie występujących gatunków roślin (IPCC 2014). Wyzwaniem chwili powinna być digitalizacja wszelkiego rodzaju obserwacji florystycznych i danych (współrzędne geograficzne, gatunek, rok zbioru) pochodzących ze współczesnych i historycznych materiałów zielnikowych. Pozwoli to na ocenę zmian zasięgów, które już nastąpiły (głównie dotyczyć to będzie na tym etapie zapewne gatunków zielnych), jak i uzyskanie punktów odniesienia dla przyszłych pokoleń badaczy. Ze względu na potencjalne zmiany rodzaju nośników elektronicznych tego rodzaju dane warto też zachowywać w formie wydruków.

W skali globalnej, powierzchnia lasów zajmuje $4,1 \times 10^9$ ha, co stanowi około 38% powierzchni lądów (Cao, Woodward 1998; Dixon 1994). Wstępne szacunki wskazują na to, że lasy odgrywają fundamentalną rolę w retencji węgla w ekosystemach. Dlatego też, obawiając się, że wzrost stężenia CO₂ w atmosferze przyczyni się do dalszego ocieplenia

klimatu, uznano sekwestrację i spowolnienie obiegu węgla w środowisku za problem ważny ekonomicznie, naukowo i politycznie.

W chwili obecnej utrzymuje się spore zamieszanie w kwestii oceny zdolności i dynamiki retencji węgla (C) w ekosystemach leśnych. Wynika ono głównie z tego, że szacunki retencji C w lasach i jej prognozowanie zależy w znacznym stopniu od przyjętej metodologii (skali czasowej, stadium sukcesyjnego drzewostanu, warunków klimatycznych, oceny na podstawie przepływów strumieni czy też zawartości C w masie, modelowania na podstawie danych teoretycznych lub empirycznych itd.). O ile nie ma większego problemu z oceną zawartości węgla w stojącej biomase części nadziemnej drzew, o tyle metody oceny jego retencji są często problematyczne. Dotyczy to szczególnie metodologii obliczania biomasy i retencji C w części korzeniowej drzew i drzewostanów, szacunków tempa rozkładu korzeni i dalszych losów C po ich dekompozycji. Jak już wspomniałem o tym wcześniej, szacunki retencji C w drzewostanach mogą w znacznym stopniu zależeć od ich produkcji pierwotnej netto, która zależy także od stężenia atmosferycznego CO₂ i dopływu azotu z różnych źródeł (również pochodzenia technogenego). O znaczeniu zawartości C w glebach najlepiej może świadczyć to, że znajduje się w niej około 2200 Tg C, czyli około dwukrotnie więcej niż w atmosferze, a przepływy C między roślinnością, glebą i atmosferą przekraczają ponad dziesięciokrotnie emisję CO₂ ze spalania paliw kopalnych (Schimel i in. 1995).

W porównaniu do innych ekosystemów lądowych, lasy magazynują największą ilość C na jednostkę powierzchni (Lal 2005). Dlatego też zdolności absorpcyjne C na obszarach lądowych można zwiększać poprzez zalesianie i redukować w wyniku wylesiania i przeznaczania gruntów na produkcję rolniczą (Achat i in. 2015).

W leśnych glebach zdeponowane są znaczne zasoby węgla organicznego (Achat i in. 2015). Konwencjonalne warianty pozyskania drewna w lesie nie powodują większych strat tej puli C w glebie, podczas gdy intensywne pozyskanie drewna, gdy wywożone są także pniaki z częścią korzeni oraz gałęzie i liście przyczynia się do zwiększenia emisji CO₂. Na podstawie metaanalizy danych literaturowych obliczono, że intensywny sposób pozyskania drewna w lasach gospodarczych w Europie może być ważnym źródłem transferu C z lasu do atmosfery (142–497 Tg C), częściowo eliminując znaczenie roli gleb leśnych jako elementu spowalniającego retencję C w ekosystemach. W związku z tym, że przytoczone powyżej wyniki oparto na danych pochodzących z metaanalizy, w przyszłych badaniach warto będzie uzyskać dane empiryczne (w chronosekwencji obejmującej okres przed i po pozyskaniu drewna, z wykorzystaniem najczęściej stosowanych w Polsce wariantów zrywki i intensywności wywózki gałęzi i innych części drzew z lasu. Dobrze by było, gdyby tego rodzaju badania uzupełnione były pomiarami procesów oddechowych przed pozyskaniem drewna i w różnych okresach po nim. Może to pozwolić na poprawę stanu wiedzy na temat emisji CO₂ z gleby przy różnych sposobach zrywki.

Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Instytut Badawczy Leśnictwa i szereg innych instytucji naukowych w Polsce finansowały w przeszłości różnego rodzaju wieloletnie pomiary najróżniejszych parametrów biometrycznych i ekologicznych drzew leśnych i drzewostanów. Informacje o tego rodzaju bazach danych, wraz z opisem analizowanych cech i parametrów, lat zbioru, osób kontaktowych, powinny być dostępne publicznie. Może to umożliwić ich wykorzystanie w przyszłości w charakterze mate-

riału porównawczego. Możliwość porównania wyników wcześniejszych badań do tych zebranych w późniejszym okresie powinna leżeć także w interesie osób (i instytucji), które je wcześniej finansowały.

Literatura

- Achat D.L., Fortin M., Landmann G., Ringeval B., Augusto L. 2015. Forest soil carbon is threatened by intensive biomass harvesting. *Scientific Reports* 5: 09940, DOI: 10.1038/srep09940.
- Bellassen V., Luyssaert S. 2014. Carbon sequestration: managing forests in uncertain times. *Nature* 506 (7487): 153–155.
- Berner R.A. 2001. The effect of the rise of land plants on atmospheric CO₂ during the Paleozoic. w: Gensel P.G., Edwards D. (Eds.), *Plants Invade the Land: Evolutionary and Environmental Perspectives*, Columbia University Press, New York, 173–178.
- Berner R.A. 2003. The long-term carbon cycle, fossil fuels and atmospheric composition. *Nature* 426: 323–326.
- Berner R.A. 2006. GEOCARBSULF: A combined model for Phanerozoic atmospheric O₂ and CO₂. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 70: 5653–5664.
- Cao M., Woodward F.I. 1998. Net primary and ecosystem production and carbon stocks of terrestrial ecosystems and their responses to climate change. *Global Change Biology* 4: 185–198.
- Corlett R.T. 2015. Plant movements in response to rapid climate change. w: *Routledge Handbook of Forest Ecology*, K.S.-H. Peh, R.T. Corlett, Y. Bergeron (eds), New York, 517–526.
- Dauer J.M., Chorover J., Chadwick O.A., Oleksyn J., Tjoelker M.G., Hobbie S.E., Reich P.B., Eissenstat D.E. 2007. Controls over leaf and litter calcium concentrations among temperate trees. *Biogeochemistry* 86: 175–187.
- Dauer J.M., Withington J.M., Oleksyn J., Chorover J., Chadwick O.A., Reich P.B., Eissenstat D.M. 2009. A scanner-based approach to soil profile-wall mapping of root distribution. *Dendrobiology* 62: 35–40.
- Dickie I.A., Oleksyn J., Reich P.B., Karolewski P., Zytowski R., Jagodzinski A.M., Turzanska E. 2006. Soil modification by different tree species influences the extent of seedling ectomycorrhizal infection. *Mycorrhiza* 16: 73–79.
- Dickie I.A., Kałucka I., Stasińska M., Oleksyn J. 2010. Plant host drives fungal phenology. *Fungal Ecology* 3: 311–315.
- Elick J.M., Driese S.G., Mora C.J. 1998. Very large plant and root traces from the Early to Middle Devonian: implications for early terrestrial ecosystems and atmospheric p(CO₂). *Geology* 26 (2): 143–146.
- Goebel M., Hobbie S.E., Bulaj B., Zadworny M., Archibald D.D., Oleksyn J., Reich P.B., Eissenstat D.M. 2011. Decomposition of the finest root branching orders: linking carbon and nutrient dynamics belowground to fine root function and structure. *Ecological Monographs* 81: 89–102.
- Grochowski W. 1967. Polska koncepcja leśnej produkcji ubocznej w teorii. *Sylvan* 11: 1–8.
- Grochowski W. 1990. *Uboczna produkcja leśna*. Wydanie II zmienione. Warszawa, PWN, 1–549.
- Hobbie S.E., Reich P.B., Oleksyn J., Ogdahl M., Zytowski R., Hale C., Karolewski P. 2006. Tree species effects on decomposition and forest floor dynamics in a common garden. *Ecology* 87: 2288–2297.
- Hobbie S.E., Ogdahl M., Chorover J., Chadwick O.A., Oleksyn J., Zytowski R., Reich P.B. 2007. Tree species effects on soil organic matter dynamics: the role of soil cation composition. *Ecosystems* 10: 999–1018.
- Hobbie S.E., Oleksyn J., Eissenstat D.M., Reich P.B. 2010. Fine root decomposition rates do not mirror those of leaf litter among temperate tree species. *Oecologia* 162: 505–513.
- Hu S., Chapin F.S., Firestone M.K., Field C.B., Chiariello N.R. 2001. Nitrogen limitation of microbial decomposition in a grassland under elevated CO₂. *Nature* 409 (6817): 188–191.
- IPCC. 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.

- Iverson L.R., Brown S., Grainger Prasad A., Liu D. 1993. Carbon sequestration in tropical Asia: an assessment of technically suitable forest lands using geographic information systems analysis. *Climate Research* 3: 23–38.
- Knight K.S., Oleksyn J., Jagodzinski A.M., Reich P.B., Kasprówicz M. 2008. Overstory tree species regulate colonization by native and exotic plants: a source of positive relationships between understorey diversity and invasibility. *Diversity and Distributions* 14: 666–675.
- Lal R. 2005. Forest soils and carbon sequestration. *Forest Ecology and Management* 220: 242–258.
- Le Hir G., Donnadiou Y., Goddard Y., Meyer-Berthaud B., Ramstein G., Blakey R. 2011. The climate change caused by the land plant invasion in the Devonian. *Earth and Planetary Science Letters* 310: 203–212.
- Mueller K.E., Eisenhauer N., Reich P.B., Hobbie S.E., Chadwick O.A., Chorover J. i in. 2016. Light, earthworms, and soil resources as predictors of diversity of 10 soil invertebrate groups across monocultures of 14 tree species. *Soil Biology & Biochemistry* 92: 184–198.
- Mueller K.E., Hobbie S.E., Chorover J., Reich P.B., Eisenhauer N., Castellano M.J. i in. 2015. Effects of litter traits, soil biota, and soil chemistry on soil carbon stocks at a common garden with 14 tree species. *Biogeochemistry* 123: 313–327.
- Mueller K.E., Eissenstat D.M., Müller C.W., Oleksyn J., Reich P.B., Freeman K.H. 2013. What controls the concentration of various aliphatic lipids in soil? *Soil Biology and Biochemistry* 63: 14–17.
- Mueller K.E., Eissenstat D.M., Hobbie S.E., Oleksyn J., Jagodzinski A.M., Reich P.B. i in. 2012. Tree species effects on coupled cycles of carbon, nitrogen, and acidity in mineral soils at a common garden experiment. *Biogeochemistry* 111: 601–614.
- Mueller K.E., Hobbie S.E., Oleksyn J., Reich P.B., Eissenstat D.M. 2012. Do evergreen and deciduous trees have different effects on soil nitrogen availability? *Ecology* 93: 1463–1472.
- Mueller K.E., Polissar P.J., Oleksyn J., Freeman K.H. 2012. Differentiating temperate tree species and their organs using lipid biomarkers in leaves, roots and soil. *Organic Geochemistry* 52: 130–141.
- Peh K.S.-H., Bergeron T., Corlett R.T. 2015. Introduction. w: *Routledge Handbook of Forest Ecology*, K.S.-H. Peh, R.T. Corlett, Y. Bergeron (eds), New York, 1–3.
- Przybył K., Karolewski P., Oleksyn J., Łabędzki A., Reich P.B. 2008. Fungal diversity of Norway spruce litter: effects of site conditions and premature leaf fall caused by bark beetle outbreak. *Microbial Ecology* 56: 332–340.
- Reich P.B., Oleksyn J., Modrzyński J., Mrozinski P., Hobbie S.E., Eissenstat D.M. i in. 2005. Linking litter calcium, earthworms and soil properties: a common garden test with 14 tree species. *Ecology Letters* 8: 811–818.
- Reich P.B., Hobbie S.E., Lee T., Ellsworth D.S., West J.B., Tilman D. i in. 2006. Nitrogen limitation constrains sustainability of ecosystem response to CO₂. *Nature* 440 (7086): 922–925.
- Schimel D.S. 1995. Terrestrial ecosystems and the carbon cycle. *Global Change Biology* 1(1): 77–91.
- Schimel D., Enting I.G., Heimann M., Wigley T.M.L., Raynaud D., Alves D., Siegenthaler U. 1995. CO₂ and the carbon cycle. w: *Climate Change 1994: Radiative Forcing of Climate Change and an Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios* [Houghton, J.T., L.G. Meira Filho, J. Bruce, H. Lee, B.A. Callander, E. Haites, N. Harris, and K. Maskell (eds.)]. Cambridge, University of Cambridge Press, 35–72.
- Staniszewski P., Nowacka W.L. 2014. Leśne pożytki niedrzewne jako dziedzina nauki oraz element gospodarki leśnej. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie* 38(1): 61–68.
- Szymański S. 1982. Wzrost niektórych gatunków drzew leśnych w pierwszych 10 latach życia na siedlisku boru mieszanego świeżego. *Sylwan* 126 (7): 11–29.
- Szarek P., Salwa S., Niedźwiecki G. 2015. A plant-root system in the Lower Devonian of the Holy Cross Mountains, Poland. *Estonian Journal of Earth Sciences* 64 (1): 95–98.
- Trocha L.K., Kałucka I., Stasińska M., Nowak W., Dabert M., Leski T., Rudawska M., Oleksyn J. 2012. Ectomycorrhizal fungal communities of native and non-native *Pinus* and *Quercus* species in a common garden of 35-year-old trees. *Mycorrhiza* 22: 121–134.
- Withington J.M., Elkin, A.D., Bulaj B., Olesinski J., Tracy K.N., Bouma T.J., Oleksyn J. i in. 2003. The impact of material used for minirhizotron tubes for root research. *New Phytologist* 160: 533–544.
- Withington J.M., Reich P.B., Oleksyn J., Eissenstat D.M. 2006. Comparisons of structure and life span in roots and leaves among temperate trees. *Ecological Monographs* 76: 381–397.

Przygotowanie do zawodu leśnika – stan, potrzeby, perspektywy

prof. dr hab. Andrzej GRZYWACZ

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Warszawa

Początki zorganizowanego nauczania leśnictwa w krajach zachodniej Europy sięgają połowy XVIII wieku. Rozwijało się ono najczęściej w trzech formach: w szkołach wyłącznie leśnych, na wydziałach (oddziałach) leśnych szkół zawodowych, np. górniczych, rolniczych, przemysłowych, oraz jako oddzielny kierunek nauczania leśnictwa na uniwersytetach. Było to skutkiem zwiększonego zapotrzebowania na wykształcone kadry leśne, gdyż wówczas wyodrębniono leśnictwo z gospodarki rolnej w samodzielną dziedzinę produkcji, z własną administracją i planami gospodarczymi, oraz skutkiem dynamicznego wzrostu zapotrzebowania na drewno, który wynikał z szybkiego rozwoju różnorodnego przemysłu, w miejsce małych warsztatów rzemieślniczych. Rozwój szkolnictwa leśnego towarzyszył tworzeniu się nowej formacji społeczno-politycznej – kapitalizmu.

Również w Polsce, choć pod zaborami, na początku XIX wieku zaczęto tworzyć podstawy gospodarki leśnej. W poprzednich okresach dominowała eksploatacja lasów płańdrownicza, a kryteriami decydującymi o pozyskaniu drewna były najniższe koszty pozyskania, aktualne potrzeby na dane sortymenty, dogodny transport drewna. Prowadziło to do znacznej dewastacji drzewostanów na dużych obszarach kraju. Poprawa tego stanu wymagała fachowych leśników, a co za tym idzie zorganizowanego kształcenia kadr, głównie na potrzeby korpusu leśnego lasów rządowych (państwowych). Do tej pory bowiem uczenie się gospodarowania lasami i drewnem realizowano metodą indywidualną, terminując u starszych, doświadczonych leśników w kraju lub za granicą, podpatrując ich sposoby postępowania w konkretnych sytuacjach uprawy, ochrony i użytkowania lasu. Nie było wcześniej w Polsce szkół leśnych o niższym lub wyższym poziomie nauczania (Grzywacz 2008).

Pierwszą uczelnią leśną w Królestwie Polskim była Szczególna Szkoła Leśnictwa w Warszawie, działająca w latach 1816–1832. Niestety została zamknięta w wyniku represji władz carskich po upadku powstania listopadowego. Charakteryzowała się nowoczesną organizacją i wysokim poziomem nauczania (Grzywacz 2016). Kontynuatorem kształcenia leśników był Instytut Gospodarstwa Wiejskiego i Leśnictwa (1840–1862), powstały na bazie, również zamkniętego po powstaniu listopadowym, Instytutu Agrono-

micznego w Marymoncie (1816–1831). Następnie powstał, ale już w Puławach, przeniesiony z Warszawy, Instytut Politechniczny i Rolniczo-Leśny, przekształcony niebawem w Instytut Gospodarstwa Wiejskiego i Leśnictwa, z rosyjskim personelem i rosyjskim językiem wykładowym, funkcjonujący do 1914 r., gdy w związku z wybuchem I wojny światowej został ewakuowany do Charkowa.

We Lwowie w 1874 r. utworzono Krajową Szkołę Gospodarstwa Lasowego, przekształconą w 1909 r. w Wyższą Szkołę Lasową. Na terenie Wielkiego Księstwa Poznańskiego, w Żabikowie, w latach 1868–1875 została otwarta Wyższa Szkoła Rolnicza imienia Haliny (żony Augusta Cieszkowskiego), gdzie wykładano przedmiot leśnictwo. W XIX wieku powstały niższe szkoły leśne, np. w Hołubli pod Krasiczynem, Bolechowie, Feliksowie koło Broku, Sokółce, Drewnicy, Suchedniowie i zapewne w innych regionach kraju pod zaborami, ale nie ma po nich wyraźnego śladu w historii leśnictwa (Grzywacz 2011).

Rozkwit szkolnictwa leśnego nastąpił po odzyskaniu niepodległości w 1918 r. W Polsce okresu międzywojennego były szkoły dla leśniczych w Białowieży, Bolechowie, Cieszynie, Krotoszynie, Margoninie i Zagórz (o 11-miesięcznym cyklu nauki, poprzedzonym odpowiednio długą praktyką) oraz średnie szkoły leśne (licea leśne) w Białokrynicy, Czernichowie, Łomży, Warszawie i Żyrowicach. Wyższe uczelnie leśne w tym okresie funkcjonowały jako: Wydział Rolniczo-Lasowy Politechniki Lwowskiej (powstały w 1919 r. z połączenia Akademii Rolniczej w Dublanach pod Lwowem i Wyższej Szkoły Lasowej we Lwowie), Wydział Rolniczo-Leśny Uniwersytetu Poznańskiego (od 1919 r.) i Wydział Leśny Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie (od 1918 r.), powstały w części na bazie Wyższych Kursów Leśnych w Warszawie utworzonych w 1916 r. (Grzywacz 2011).

Po II wojnie światowej, od 1945 r., rozpoczęto nauczanie leśnictwa na poziomie akademickim w Poznaniu i Warszawie. Wydział Rolniczo-Lasowy Politechniki Lwowskiej pozostał poza granicami kraju (wraz z dużą częścią wschodnich terenów) i obecnie po przekształceniach funkcjonuje w ramach ukraińskiego Państwowego Uniwersytetu Leśnictwa i Technologii Drewna. Dlatego w wolne miejsce po tej uczelni utworzono Wydział Rolniczo-Leśny Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, który aktualnie działa jako Wydział Leśny Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja.

Do przełomu lat 80. i 90. ubiegłego wieku w tych trzech ośrodkach akademickich kształcenia leśników (podobnie jak na wszystkich innych kierunkach studiów w kraju) był centralnie ustalany limit przyjęć. Najczęściej wyrażano zgodę na przyznanie w drodze egzaminów konkursowych 100 indeksów na I roku studiów stacjonarnych każdego z tych wydziałów. Od początku lat 90., po transformacji ustrojowej, czyli od 25 lat, uczelnie samodzielnie decydują o wielkości przyjęć na studia, w zależności od potrzeb oraz przede wszystkim od możliwości kadrowych, lokalowych i finansowych. Studia stacjonarne są bezpłatne, a studia niestacjonarne (zaoczne) są odpłatne (co pokrywa częściowo koszty kształcenia). Taki sposób rekrutowania spowodował znaczny wzrost liczby studiującej młodzieży, w tym również wzrost liczby studentów leśnictwa (Grzywacz 2011, 2012).

W ostatnim ćwierćwieczu liczba studentów na kierunku leśnictwo wzrosła około 3-krotnie (tab. 1). W roku akademickim 2014/2015 było 5693 studentów leśnictwa,

Tabela 1. Studenci studiów leśnych (łącznie wszystkich typów)

Rok akademicki	Liczba studentów
1960/1961	1315
1965/1966	1588
1970/1971	2063
1975/1976	1639
1980/1981	1647
1985/1986	1466
1990/1991	1956
1995/1996	2804
2001/2002	3492
2005/2006	4768
2009/2010	5735
2010/2011	5407
2011/2012	5363
2012/2013	5406
2013/2014	5574
2014/2015	5693

Źródło: dane wg GUS.

Tabela 2. Absolwenci studiów leśnych (wszystkich typów)

Lata	Przeciętnie rocznie
1961–1965	128
1966–1970	274
1971–1975	330
1976–1980	260
1981–1985	259
1986–1990	226
1991–1995	298
1996–2000	461
2001–2005	571
2006–2010	743
2010/2011	1058
2011/2012	1202
2012/2013	1193
2013/2014	1200

Źródło: dane wg GUS.

w tym 1676 kobiet (czyli 29,4%), 3056 osób na studiach stacjonarnych, a 2637 na niestacjonarnych (GUS 2015). Ze zwiększeniem liczby studentów związany jest 5-krotny wzrost liczby absolwentów studiów leśnych (w związku z dwustopniowym systemem studiowania niektóre osoby liczone są w tych danych podwójnie – raz jako absolwenci studiów inżynierskich, a później magisterskich (tab. 2). W roku akademickim 2013/2014 absolwentów uczelni leśnych było 1200, w tym 354 kobiety (czyli 29,5%), 644 osoby uzyskały dyplomy na studiach stacjonarnych, a 556 – na studiach niestacjonarnych (GUS 2015).

Do zawodu leśnika przygotowują obecnie 3 ośrodki o pełnych uprawnieniach akademickich (studia inżynierskie, magisterskie i doktoranckie, posiadające kadre nauczającą, której stan daje możliwość przeprowadzania przewodów doktorskich, habilitacyjnych i wnioskowania o nadanie tytułu profesora nauk leśnych): Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie (tab. 3).

Zawód leśnika o wykształceniu wyższym można również zdobyć w 6 ośrodkach o uprawnieniach szkół zawodowych: w Hajnówce, Tucholi, Tomaszowie Mazowieckim, Olsztynie, Lublinie i Sanoku (tab. 4). Cztery z tych kierunków studiów leśnych utworzono na uniwersytetach i na politechnice (szkoły państwowe), w Sanoku – w wyższej szkole zawodowej (państwowej), a jedynie Wyższa Szkoła Zarządzania Środowiskiem w Tucholi jest uczelnią publiczną utworzoną przez samorządy powiatowe z terenu Borów Tucholskich. Nie ma w zakresie wyższego szkolnictwa leśnego w naszym kraju uczelni prywatnych.

Liczba studentów i absolwentów leśnictwa jest większa niż potrzeby pracodawców, stąd obecnie nie ma konieczności rozważa-

nia rozwoju liczbowego kadr dla bardzo szeroko rozumianego leśnictwa. W 8 ośrodkach kształcenia leśników kierunek kształcenia jest jednoznacznie określony jako leśnictwo, jedynie w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej im. J. Grodka w Sanoku kierunek studiów jest określony mniej jednoznacznie, jako „gospodarowanie w ekosystemach rolnych i leśnych”. Jak ukazano w tabeli 4, ośrodki kształcenia leśników o uprawnieniach szkół zawodowych rozpoczęły funkcjonowanie stosunkowo niedawno, w latach 2002–2014 (w porównaniu z 3 ośrodkami kształcącymi od 1945 r.).

Tabela 3. Ośrodki studiów leśnych o pełnych uprawnieniach akademickich (wydziały leśne)

Uczelnia (nazwa aktualna)	Okres współczesnej działalności	Rodzaj studiów
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa	od 1945	I, II, III, S, N
Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań	od 1945	I, II, III, S, N
Uniwersytet Rolniczy, Kraków	1945–1954 i od 1963	I, II, III, S, N

I – studia inżynierskie, II – magisterskie, III – doktoranckie, S – stacjonarne, N – studia niestacjonarne (zaoczne).

Tabela 4. Ośrodki kształcenia leśników o uprawnieniach szkół zawodowych

Uczelnia, kierunek studiów	Rozpoczęcie działalności	Rodzaje studiów
Zamiejscowy Wydział Leśny Politechniki Białostockiej, Hajnówka, w latach 2002–2008 – <i>ochrona środowiska</i> , od 2008 – <i>leśnictwo</i>	od 2002	I, S, N
Wyższa Szkoła Zarządzania Środowiskiem, Tuchola, <i>leśnictwo</i>	2005	I, S, N
Instytut Nauk Leśnych Uniwersytetu Łódzkiego, Tomaszów Mazowiecki, <i>leśnictwo</i>	2009	I, S
Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn, <i>leśnictwo</i>	2011	I, S, N
Wydział Agrobioinżynierii Uniwersytetu Przyrodniczego, Lublin, <i>leśnictwo</i>	2011	I, S, N
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa, Sanok, <i>gospodarowanie w ekosystemach rolnych i leśnych</i>	2014	I, S, N

I – studia inżynierskie, S – studia stacjonarne, N – studia niestacjonarne (zaoczne).

Dość zaskakujący jest prawie niezmienny od dziesięcioleci stan kadr tzw. samodzielnych pracowników naukowych (profesorów i doktorów habilitowanych) w dziedzinie nauk leśnych, przy tak dynamicznym wzroście liczby nauczanych studentów, przy powstaniu tylu nowych ośrodków kształcenia. Pewnym wyjaśnieniem może być prowadzenie zajęć z przedmiotów ogólnych i podstawowych przez pracowników innych wydziałów uczelni, w których utworzono kierunek leśnictwo, oraz zatrudnianie do zajęć z przedmiotów kierunkowych i specjalistycznych pracowników emerytowanych z leśnych uczelni „tradycyjnych”, o długim okresie funkcjonowania, i pracowników zatrudnionych na drugim etapie w uczelniach „młodszych”, a także pracowników administracji Lasów Państwowych, leśników praktyków. Osobiście uważam to zjawisko za dość niepokojące ze względu na jakość kształcenia i nowoczesność przekazywanych treści nauczania. Jak wynika z danych zestawionych w tabeli 5,

w latach 2000–2014 stopień doktora habilitowanego nauk leśnych (łącznie leśnictwo i drzewnictwo) uzyskiwało średnio rocznie ok. 11 osób, a tytuł profesora otrzymywało 5 osób. Zapewnia to tylko utrzymywanie się stanu liczbowego na stałym poziomie, nie gwarantując przyrostu tego typu kadr naukowych. Dość ustabilizowana jest liczba doktorantów oraz liczba osób uzyskujących stopień doktora nauk leśnych, z których tylko część zasila kadry uczelni, a większość to pracownicy tzw. praktyki leśnej i przyrodniczej (w tym zatrudnieni w instytutach naukowych, nieprowadzący zajęć dydaktycznych).

Tabela 5. Uzyskane stopnie doktora, doktora habilitowanego i tytuły profesora nauk leśnych oraz ilość uczestników studiów doktoranckich w zakresie nauk leśnych

Rok	Stopień doktora	Stopień dr hab.	Tytuł profesora	Doktoranci
2000	32	10	6	136
2001	30	5	8	171
2002	35	14	10	202
2003	42	7	7	175
2004	63	6	4	163
2005	28	11	5	206
2006	33	7	4	219
2007	35	9	3	207
2008	27	8	2	226
2009	24	12	9	222
2010	39	10	3	169
2011	44	14	5	178
2012	171	1	2	140
2013	50	15	1	172
2014	22	22	5	206
Średnio	34,7	10,7	4,9	186,1

Źródło: dane wg GUS.

W ostatnich dziesięcioleciach wzrostowi powierzchni lasów i pozyskiwania drewna, bardzo znacznemu rozwojowi funkcji ekologicznych (ochronnych) i społecznych (publicznych) lasów, dużemu zainteresowaniu społeczeństwa problematyką lasów, leśnictwa, łowiectwa i ochrony przyrody, nowym potrzebom i oczekiwaniami społeczeństwa wobec ekosystemów leśnych nie odpowiada wzrost stanu liczbowego kadr nauk leśnych do prowadzenia zajęć dydaktycznych oraz badań naukowych, a także liczba nowych, dużych programów (grantów, projektów) badawczych w naukach leśnych. Truizmem jest stwierdzenie – powtarzanie od lat – że nie może być dobrej dydaktyki bez nowoczesnych badań naukowych, a bez dobrze wykształconych kadr nie można liczyć na rozwój jakościowy praktyki. Niestety, mimo deklaracji o potrzebie rozwoju społecznego opartego

na wiedzy, na innowacyjności w kształceniu teoretycznym i praktycznym, na stałym unowocześnianiu działalności gospodarczo-społecznej, brak w tym zakresie przełomu organizacyjnego czy finansowego.

W obecnej sytuacji gospodarczo-społecznej leśnictwa najważniejszym problemem w przygotowywaniu kadr do zawodu leśnika jest jakość nauczania. Wydaje się, że istnieje wiele materiałów i opracowań, aby przygotować się do reformowania, przeobrażania, unowocześniania studiów leśnych. Są opracowania dotyczące rozwoju leśnictwa w Polsce, do głównych można zaliczyć: „Wizja przyszłości polskich lasów i leśnictwa do 2030 r.” (tom 20 referatów przygotowanych na sesję naukową Polskiego Towarzystwa Leśnego w Spale w 2012 r.) oraz synteza tej „Wizji” przygotowana w 2014 r. pod redakcją A. Grzywacza; „Strategia Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe na lata 2014–2030” (DGLP 2013); materiały do Narodowego Programu Leśnego (panele Klimat, Wartość, Dziedzictwo, Ochrona, Rozwój, Organizacja, Współdziałanie, Nauka) przygotowywane w Instytucie Badawczym Leśnictwa pod kierunkiem K. Rykowskiego w latach 2013–2016; wizja rozwojowa Lasów Państwowych przedstawiona w dniu 26 stycznia 2016 r. na kolegium Lasów Państwowych. Są to materiały, na podstawie których można opracować wizję i kierunek kształcenia kadr leśnych dla przyszłych potrzeb leśnictwa i tzw. zielonej gospodarki. Co należałoby zmienić w profilu kształcenia absolwenta i wymaganiach programowych, aby sprostać przyszłym potrzebom leśnictwa naszego kraju? Są to tak obszerne i szczegółowe materiały, że nie sposób tu je scharakteryzować i omówić.

Podobnie rzecz się ma z opracowaniami przydatnymi w reformowaniu studiów leśnych. Istnieją dawniejsze materiały, niewykorzystane, zawierające nadal aktualne wskazania np. „Problemy reformowania studiów leśnych” (Grzywacz, Gajda 1992); „Potrzeby przeobrażeń studiów leśnych w Polsce” (Grzywacz 2003); „Kształcenie leśników dla Europy” (Grzywacz 2005). Najnowsze opracowania w tym względzie to np. „Twórczość naukowa warunkiem rozwoju gospodarki leśnej” (Wodzicki 2014); „Wiedza i umiejętności zawodowe w prowadzeniu gospodarki leśnej”; „Określenie wymagań programowych uniwersyteckich studiów leśnych uwzględniających potrzeby prowadzenia leśnictwa w XXI wieku” – bardzo obszerne, szczegółowe sprawozdanie z badań przeprowadzonych przez liczny zespół pod kierunkiem P. Paschalisa-Jakubowicza (Paschalis-Jakubowicz i in. 2015). To ostatnie z wymienionych opracowań zawiera bardzo bogaty zestaw konkretnych propozycji dla poszczególnych uczelni do bezpośredniego wykorzystania. Istnieją jeszcze inne pomocnicze materiały, np. „Polskie szkolnictwo wyższe. Stan, uwarunkowania i perspektywy” (2009); „Strategia rozwoju szkolnictwa wyższego 2010–2020” (Woźnicki 2010); „Współczesne szkolnictwo akademickie i nauki leśne” (Grzywacz 2008a); „Szkolnictwo leśne w krajach Unii Europejskiej” (Grzywacz 2008b), „Rewolucja w uczeniu” (Dryden i Vos 2000), „Wszystko o wychowaniu” (Okoń 2009) i wiele innych, przydatnych w przeobrażaniu jakościowym studiów leśnych.

Powstaje zasadnicze pytanie, dlaczego przy niewątpliwiej konieczności jakościowych przeobrażeń studiów leśnych oraz istnienia różnorodnych opracowań, materiałów i przemysłów potrzebnych do wytyczenia kierunków tych przeobrażeń, nie następują one lub działania z tego zakresu nie są widoczne, dlaczego środowisko nauczycieli akade-

mickich i leśników-praktyków nie dyskutuje na te tematy i nie podejmuje konkretnych działań. Wydaje się, że jest kilka przyczyn tej sytuacji.

Wbrew opinii, że wydziały poszczególnych uczelni są samodzielne i autonomiczne w ustalaniu zasad i programów nauczania, w rzeczywistości istnieje silna obudowa administracyjna procesu dydaktycznego, ustalana centralnie dla wszystkich uczelni lub na poziomie danego uniwersytetu, mało elastyczna, utrudniająca dokonywanie zmian programów studiów. Wystarczy tylko wymienić: statut uczelni, regulamin studiów, wymagania ogólne dla leśnictwa jako kierunku studiów, sylwetkę absolwenta, wykaz przedmiotów i ich obciążenia godzinowe, wykaz i zakres praktyk, minimum programowe, treści kształcenia poszczególnych przedmiotów, wielkość grup ćwiczeniowych i seminaryjnych, krajowe ramy kwalifikacyjne (KRK), sylabusy, pensum dydaktyczne, hospitalizację zajęć, potwierdzanie efektów uczenia (PEU) i inne. Istnieją również pewne ograniczenia wynikające z przyjętego dwustopniowego systemu studiów, ich podziału na inżynierskie (3,5-letnie) i magisterskie (1,5-roczone), a co do zalet i wad takiego systemu poglądy środowiska akademickiego są zróżnicowane.

W pracy naukowej i dydaktycznej bardzo ważne i potrzebne jest poczucie uznania, które ma wiele poziomów i form. Zacząć należy od uznania własnego, dotyczącego osobistej twórczości i dokonań, zadowolenia i satysfakcji z pracy dydaktycznej ze studentami. Następnie jest potrzeba uznania innych, kolegów i przełożonych z danej dziedziny i specjalności. Najwyższa forma uznania, to szacunek w społeczeństwie, w danym środowisku zawodowym, co wymaga stałego aktualizowania przekazywanych treści kształcenia, doskonalenia i unowocześniania metod przekazu, wysokiego poziomu prowadzonych wykładów i ćwiczeń a w relacjach ze studentami oparcia wiedzy edukacyjnej i pedagogicznej na teorii i praktyce, nie wspominając o życzliwości i pomocniczości (Grzywacz 2015). Potrzebna jest także stała świadomość, że najważniejsze w uczeniu się, ale i w nauczaniu, jest pozytywne nastawienie (Dryden, Vos 2000). W pracy dydaktycznej bardzo potrzebna jest życzliwa, dobra atmosfera, zaufanie i wzajemna lojalność (Okoń 2009). Niestety obecnie nie ma w uczelniach mechanizmów uznania za pracę dydaktyczną ze studentami, czy to finansowych czy pozamaterialnych. Kariera naukowa i kolejne stopnie naukowe zależą od osiągnięć badawczych, ocen bibliometrycznych (liczba i jakość publikacji, ocena czasopisma, w którym te publikacje są zamieszczane, liczby cytowań, współczynnika Hirscha itd.). Jakość pracy dydaktycznej ze studentami nie ma formalnego znaczenia, poza satysfakcją własną. Osobiście uważam to za bardzo istotny mankament współczesnych uczelni w naszym kraju – nie można oczekiwać wysokiego poziomu pracy dydaktycznej bez jej oceny i wynagrodzenia, bez uznawania pracy osób wkładających w kontakty ze studentami ponadprzeciętny wysiłek, redukując to do ich prywatnej sprawy.

Jednym z powodów braku zainteresowania stałym doskonaleniem procesu dydaktycznego na uczelniach leśnych są konformistyczne postawy wśród części pracowników naukowo-dydaktycznych. Konformista to człowiek, który zgadza się dość bezkrytycznie z różnymi normami, wartościami, poglądami, przystosowuje się do nich, zwłaszcza dla własnej wygody. Zmiany, ulepszanie nauczania, dążenie do wyższego poziomu kształcenia wymaga przecież dodatkowego wysiłku, zarówno od wykładowców, jak i od studentów.

Studia leśne wymagają stałego unowocześniania i doskonalenia metod i treści kształcenia oraz reformowania sposobów zdobywania wiedzy i kompetencji:

- rozszerzenia sylwetki absolwenta o kompetencje zawodów związanych z lasem i środowiskiem przyrodniczym, ochroną zasobów leśnych;
- wprowadzenia systemu specjalizacji i certyfikacji zawodowej; rozszerzenia indywidualnych form studiów, zwiększenia liczby i różnorodności przedmiotów fakultatywnych;
- wprowadzenia elastycznej standaryzacji wymagań i egzekwowania wiedzy;
- wprowadzenia nowoczesnego systemu budowy testów, sprawdzianów i egzaminów;
- wspierania osobistej przedsiębiorczości edukacyjnej studentów;
- wprowadzania nowych przedmiotów na miejsce zagadnień przestarzałych i już niepotrzebnych w praktyce wykonywania zawodu;
- nauczania myślenia innowacyjnego i alternatywnego, myślenia kategoriami zawodu leśnika, a zdecydowanego ograniczenia przekazywania wiedzy o aktualnie obowiązujących technologiach, instrukcjach, zasadach i wytycznych, wiedzy encyklopedycznej, przestarzałych treści i nieaktualnych informacji;
- lista konkretnych postulatów reformatorskich jest długa, środowisko nauczycieli akademickich, w porozumieniu z przyszłymi pracodawcami absolwentów, musi systematycznie unowocześniać nauczanie i kształtowanie postaw kandydatów do zawodu leśnika, w tym przygotowywać ich do uczenia się ustawicznego, zdobywania wiedzy i umiejętności stale przez cały okres pracy zawodowej, służby dla lasów i leśnictwa;
- potrzebne jest doskonalenie studiów podyplomowych, kursów i szkoleń dla kadr leśnych i dostosowanie ich do potrzeb odbiorców;
- korzystne byłoby zorganizowanie studium podyplomowego wspólnego dla leśników i nauczycieli z zakresu edukacji przyrodniczo-leśnej społeczeństwa;
- konieczne jest doskonalenie studiów doktoranckich z zakresu nauk leśnych, które warunkują rozwój wysokokwalifikowanych kadr pracowników naukowych i dydaktycznych;
- należy przełamywać postawy konformistyczne wśród części pracowników naukowo-dydaktycznych, poprzez wdrażanie różnych form zachęt i wyróżnień, również finansowych oraz bodźców do wytężonej aktywności intelektualnej i prospołecznej;
- opracowania wymaga system wdrażania innowacyjności w nauczaniu, implementacji wyników nowych badań i propozycji pedagogicznych;
- należy uwalniać uczelnie od „gorsetu” wielu krępujących, urzędniczych przepisów w zakresie dydaktyki, uczynić tę działalność bardziej elastyczną;
- potrzebny jest mechanizm ustawicznego doskonalenia prowadzenia zajęć ze studentami, zwłaszcza przez młodych pracowników, i stymulujący problematykę wychowawczą i pracę samokształceniową;
- potrzebna jest większa aktywność pracodawców-absolwentów leśnictwa w zakresie kształtowania sylwetki absolwenta leśnictwa, propozycji zmian programowych, wprowadzenia nowoczesnych treści kształcenia, potrzebnych w praktyce zawodowej, zwłaszcza w Lasach Państwowych (Grzywacz 2005, 2011, 2012).

Literatura

- DGLP. 2013. Strategia Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe na lata 2014–2030. 2013, DGLP Warszawa, s. 37.
- Dryden G., Vos J. 2000. Rewolucja w uczeniu. Poznań, Wydawnictwo Moderski i S-ka, s. 583.
- Grzywacz A. (red.) 2003. Potrzeby przeobrażeń studiów leśnych w Polsce. Warszawa, Polskie Towarzystwo Leśne, s. 159.
- Grzywacz A. 2005. Kształcenie leśników dla Europy. Prace Komisji Nauk Rolniczych PAN 6: 9–28.
- Grzywacz A. (red.) 2008a. Współczesne szkolnictwo akademickie i nauki leśne. w: Od Szczególnej Szkoły Leśnictwa do Wydziału Leśnego Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego. Warszawa, Wydawnictwo SGGW, 211–249.
- Grzywacz A. 2008b. Szkolnictwo leśne w krajach Unii Europejskiej. Biblioteczka Leśniczego, 276: 1–12.
- Grzywacz A. 2011. Stan i perspektywy rozwoju średniego i wyższego szkolnictwa leśnego. w: Strategia rozwoju lasów i leśnictwa w Polsce do roku 2030. Sękocin Stary, Instytut Badawczy Leśnictwa, 371–389.
- Grzywacz A. (red.) 2012. Wizja przyszłości polskich lasów i leśnictwa do 2030 r. Warszawa, Polskie Towarzystwo Leśne, s. 416.
- Grzywacz A. 2015. Powołanie do pracy naukowej w leśnictwie. w: Jubileusz 85-lecia Instytutu Badawczego Leśnictwa. B. Głowacka (red.) Sękocin Stary, Instytut Badawczy Leśnictwa, 125–129.
- Grzywacz A. (red.) 2016. Szczególna Szkoła Leśnictwa w Warszawie 1816–1832. Warszawa, Polskie Towarzystwo Leśne i Wydział Leśny SGGW (w druku).
- Grzywacz A., Gajda E. (red.) 1992. Problemy reformowania studiów leśnych. Warszawa, Fundacja „Rozwój SGGW”, s.119.
- GUS 2015. Leśnictwo. Informacje i opracowania statystyczne. GUS, Warszawa.
- Okoń W. 2009. Wszystko o wychowaniu. Warszawa, Wydawnictwo Akademickie „Żak”, s. 387.
- Paschalis-Jakubowicz P., Bijak S., Stereńczak K. (red.) 2014. Wiedza i umiejętności zawodowe w prowadzeniu gospodarki leśnej. Warszawa, Wydawnictwo SGGW, s. 214.
- Paschalis-Jakubowicz P., Bijak S., Stereńczak K. (red.) 2015. Określenie wymagań programowych uniwersyteckich studiów leśnych uwzględniających potrzeby prowadzenia leśnictwa w XXI wieku. Maszynopis sprawozdania z badań zespołu, Warszawa, s. 303.
- Polskie szkolnictwo wyższe. Stan, uwarunkowania i perspektywy. 2009. Warszawa, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego.
- Rykowski K. 2014–2016. Materiały [pierwszego–siódmego] panelu ekspertów w ramach prac Narodowym Programem Leśnym (Klimat, Wartość, Dziedzictwo, Ochrona, Rozwój, Organizacja, Współdziałanie, Nauka). Sękocin Stary, Instytut Badawczy Leśnictwa.
- Wodzicki T.J. 2014. Twórczość naukowa warunkiem rozwoju gospodarki leśnej. Warszawa, Polskie Towarzystwo Leśne, s. 369.
- Woźnicki J. 2010. Strategia rozwoju szkolnictwa wyższego: 2010–2020. Przedstawienie projektu środowiskowego. Nauka 1: 97–114.

SESJA 2

Rola badań i nauk leśnych w procesie decyzyjnym kształtowania polityki leśnej państwa

dr Anna ŻORNACZUK-ŁUBA, Monika FIGAJ,
Ewa LIPKA-CHUDZIK

Ministerstwo Środowiska, Warszawa

Wstęp

Badania i nauki leśne powinny być elementem kluczowym w procesie decyzyjnym kształtowania polityki leśnej państwa. Polityka leśna państwa potrzebuje faktów i dowodów naukowych, na których może zostać oparta i dalej kształtowana. Wykorzystanie potencjału środowisk naukowych i eksperckich przynosi wiele korzyści, m.in. umożliwia poprawę jakości procesów decyzyjnych administracji rządowej oraz ułatwia osiągnięcie oczekiwanych rezultatów. Badania i analizy naukowe stanowią drogowskazy do osiągnięcia zamierzonych celów politycznych.

W tym kontekście polityka jest rozumiana jako „polityka publiczna”, czyli programy, strategie, projekty aktów prawnych. Polityka leśna państwa wyrażana jest więc przez programy, strategie i akty prawne, odnoszące się zarówno bezpośrednio do sektora leśnego, jak i do całej gospodarki czy środowiska.

Administracja rządowa dokłada wszelkich starań, aby proces decyzyjny w polityce państwowej był oparty na badaniach i analizach naukowych. O potrzebie korzystania z dorobku nauki i o dostrzeżeniu tego problemu świadczy wydany przez Kancelarię Rady Ministrów w 2011 r. poradnik dla administracji publicznej „Podniesienie jakości procesów decyzyjnych w administracji rządowej poprzez wykorzystanie potencjału środowisk naukowych i eksperckich”, opracowany w ramach projektu finansowego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego. W poradniku „politykę opartą na dowodach” zdefiniowano jako metodologię umożliwiającą podejmowanie decyzji na temat polityk publicznych, programów lub projektów aktów normatywnych w oparciu o dostępne wyniki badań ilościowych i jakościowych dla danego obszaru tematycznego. Z kolei pojęcie „dowodów” obejmuje między innymi: wiedzę ekspertów, publikacje naukowe, raporty statystyczne, raporty ewaluacyjne, wyniki konsultacji społecznych, ekspertyzy, analizy ekonomiczne i ekonometryczne oraz modelowanie.

Proces decyzyjny w administracji

Umiejętność pozyskiwania oraz wykorzystywania aktualnej wiedzy przez administrację publiczną ma bardzo duże znaczenie dla usprawniania zarówno procesów podejmowania decyzji, jak i dla poprawy skuteczności podejmowanych decyzji. Niemniej należałoby się najpierw zastanowić nad pojęciem „decyzji”, gdyż istnieją różne definicje. Na potrzeby tego referatu można przyjąć definicję zasugerowaną przez Marcina Bielskiego (1997): decyzją jest tylko taki wybór dokonany przez człowieka, który dotyczy przyszłych działań (jego skutkiem jest podjęcie określonego działania), a ponadto musi to być wybór niecelosowy i oparty na świadomie przyjętych kryteriach¹. Badania naukowe przyczyniają się do ograniczenia elementu przypadkowości oraz są pomocne przy wyborze działania. Decyzja, jako produkt końcowy procesu decyzyjnego, powinna być wyborem opartym na faktach.

W literaturze naukowej zostały opisane różne modele procesu decyzyjnego, ale generalnie można wyróżnić następujące etapy procesu decyzyjnego:

- 1) określenie problemu – ustalenie (zdefiniowanie) rzeczywistego problemu oraz sformułowanie celów rozwiązania. Aby rozwiązać trwale problemy, należy oddziaływać na ich przyczyny, a nie na symptomy;
- 2) analiza problemu, czyli kwalifikacja problemu oraz zebranie informacji;
- 3) wypracowanie możliwych rozwiązań – w tym rozważenie możliwości niepodjęcia żadnego działania;
- 4) wybór najlepszego rozwiązania – należy określić kryteria wyboru. Jest to bardzo istotny element procesu decyzyjnego. Zalecane kryteria decyzyjne stosowane w ocenie danego rozwiązania to: wykonalność, skuteczność (czy oczekiwane skutki podejmowanych działań rozwiążą problem w wystarczającym stopniu), efektywność (zmniejszenie nakładów w celu osiągnięcia założonego celu albo przy przyjętym poziomie nakładów osiągnięcie maksymalnego poziomu realizacji celu), użyteczność (analiza skutków krótko-, średnio- i długookresowych podejmowanego działania), możliwość wystąpienia konfliktów pomiędzy różnymi społecznie pożądanymi celami (np. zakaz budowy na obszarach chronionych/zmniejszenie przychodów dla gmin);
- 5) przekształcenie wybranego rozwiązania w skuteczne działanie.

Jak wynika z powyższego opisu procesu, po podjęciu samej decyzji (pkt 4) powinno nastąpić jej wdrożenie (pkt 5). Z tego względu trafność podjętej decyzji jest kluczowym elementem.

Należy w związku z tym dołożyć wszelkich starań, aby zwiększyć szansę podjęcia optymalnej decyzji, co pomoże rozwiązać określony problem.

Przygotowanie skutecznych i efektywnych programów (polityk publicznych) jest czasochłonne, a ich skutki ujawniają się dopiero po pewnym czasie. Podczas wdrażania programów niezbędne są korekty projektowanych działań ze względu na pojawiające się nowe okoliczności, nową wiedzę. Wszystkie programy (polityki) powinny podlegać ocenie w trakcie wdrażania, co umożliwi poprawę ich skuteczności i efektywności. Istotne jest również rzetelne informowanie społeczeństwa o celach oraz o spodziewanych i osiągniętych efektach.

¹ M. Bielski, *Organizacje. Istota, struktury, procesy*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1997.

Współpraca z ośrodkami analityczno-doradczymi

Na drodze do podjęcia skutecznej decyzji istnieją liczne bariery, są to przede wszystkim bariery kompetencyjne, bariery organizacyjne oraz bariery informacyjne². Wyeliminowaniu tych barier służy ścisła współpraca organów administracji publicznej z ośrodkami analityczno-doradczymi, takimi jak:

- organizacje pozarządowe: fundacje i stowarzyszenia,
- podmioty komercyjne,
- uczelnie wyższe,
- instytuty badawcze.

Współpraca ta ma na celu dostarczenie administracji rządowej odpowiedniej informacji i wiedzy, które są pomocne przy określeniu i analizie problemu oraz w wypracowaniu odpowiednich rozwiązań. Instytucje rządowe korzystają ze specjalistycznej wiedzy, której nie posiadają we własnym zakresie. Stosowane są na ogół dwie formy współpracy: zlecenie zadań w trybie przepisów o zamówieniach publicznych oraz tworzenie zespołów zadaniowych i grup roboczych.

Zlecenie zadań w trybie przepisów o zamówieniach publicznych

Zadaniami najczęściej zlecanymi przez Ministerstwo Środowiska są ekspertyzy i prace badawczo-rozwojowe. Aby uzyskać wsparcie eksperckie (instytucjonalne lub przez indywidualnych ekspertów) niezbędne jest:

- pozyskanie środków finansowych na ten cel,
- przeprowadzenie postępowania o zamówienie publiczne,
- zawarcie umowy i jej wykonanie,
- wykorzystanie wyników pracy eksperta/pracy badawczej.

Najważniejsze jest jednak trafne zdefiniowanie rzeczywistej potrzeby i ściśle określenie oczekiwań zamawiającego.

Należy zaznaczyć, że Ministerstwo Środowiska nie finansuje badań naukowych, do tego celu powołane są przede wszystkim dwie rządowe agencje wykonawcze:

- Narodowe Centrum Nauki, którego zadaniem jest wspieranie działalności naukowej w zakresie badań podstawowych, czyli prac eksperymentalnych lub teoretycznych, podejmowanych przede wszystkim w celu zdobycia nowej wiedzy o podstawach zjawisk i obserwowalnych faktów, bez nastawienia na praktyczne zastosowanie ani użytkowanie;
- Narodowe Centrum Badań i Rozwoju – jednostka realizująca zadania z zakresu polityki naukowej, naukowo-technicznej i innowacyjnej państwa.

Kształtowanie polityki naukowej jest domeną ministra nauki i szkolnictwa wyższego.

² M. Romanowska, Podejmowanie decyzji w organizacji, w: M. Strużycki (red.), Podstawy zarządzania, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa 2008.

Od 2010 r. Departament Leśnictwa i Ochrony Przyrody w Ministerstwie Środowiska nie posiada środków własnych (budżetowych) na finansowanie ekspertyz i prac badawczo-rozwojowych. Jedynym dostępnym źródłem finansowania są środki Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, które można uzyskać w ramach programu priorytetowego, skierowanego do Ministra Środowiska na wsparcie realizacji polityki ochrony środowiska. Środki te uruchomiane są decyzją ministra finansów, z rezerwy celowej budżetu państwa.

Należy podkreślić, że wysokość środków, z których może korzystać Ministerstwo Środowiska, jest ograniczona, konkurencja między tematami do finansowania zgłaszanymi przez departamenty jest duża, a priorytetem ministra środowiska są raczej projekty dotyczące gospodarki odpadami czy gospodarki wodnej, a nie leśnictwa.

Procedury Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej dotyczące rozpatrywania wniosków o przekazanie środków na realizację zadań, procedury Ministerstwa Środowiska dotyczące uzgadniania list zadań do finansowania w danym roku oraz procedury ministra finansów dotyczące uruchomienia i rozliczenia środków rezerwy celowej wymuszają planowanie zadań do finansowania z dużym wyprzedzeniem – w listopadzie danego roku (n) należy zaplanować (przewidzieć) potrzeby w zakresie ekspertyz, prac rozwojowych itp. na rok $n+2$. Czyli w listopadzie 2015 roku szczegółowo planujemy zakres i szacujemy koszty zadań do realizacji począwszy od 2017 r. Zmiana zasad finansowania zadań przez NFOŚiGW w 2011 r. spowodowała znaczące zwiększenie pracochłonności starań o środki na ekspertyzy i prace rozwojowe oraz ich rozliczania.

W związku z powyższym w ostatnich latach Departament Leśnictwa i Ochrony Przyrody zamawia przede wszystkim zadania umożliwiające realizację zobowiązań międzynarodowych ministra środowiska, związanych z przygotowywaniem raportów, których wypełnienie wymaga dokonania dodatkowych analiz i przeliczeń danych albo posiadania szczególnej wiedzy eksperckiej. Ze względu na specyfikę leśnictwa w poszczególnych krajach, zakres danych, na które zgłaszają zapotrzebowanie FAO i Forest Europe, nie ma pełnego odzwierciedlenia w krajowych systemach informacyjnych. Jednym z elementów raportowania do FAO i Forest Europe jest dostosowywanie danych krajowych do standardów międzynarodowych, poczynając od tak podstawowej definicji, jaką jest definicja lasu.

Nieodłącznym elementem raportowania na potrzeby międzynarodowe jest więc uzupełnianie danych pomiarowych o szacunki eksperckie. Dotyczy to:

- corocznego krajowego raportu o stanie gospodarki i rynku drzewnego dla Komitetu Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego EKG ONZ,
- przygotowywanego co pięć lat raportu w ramach oceny zasobów leśnych świata (*Global Forest Resources Assessment*), raportów dotyczących wskaźników jakościowych trwałej i zrównoważonej gospodarki leśnej i wdrożenia porozumień zawartych podczas ministerialnych konferencji procesu ochrony lasów w Europie (MCPFE, obecnie pod nazwą Forest Europe) oraz wskaźników ilościowych opracowanych przez Forest Europe i przez Europejską Komisję Gospodarczą ONZ (UNECE) i FAO.

Ponadto od 2006 r. minister środowiska zleca prowadzenie Krajowego Systemu Informacji o Pożarach Lasów, co w znaczący sposób poprawiło jakość danych staty-

stycznych dotyczących pożarów lasów i na terenach naturalnych oraz usprawniło sposób przekazywania tych danych do GUS i Komisji Europejskiej. Ministerstwo Środowiska współpracuje także z Głównym Inspektorem Ochrony Środowiska w realizacji Państwowego Monitoringu Środowiska poprzez coroczne zamawianie badań na stałych powierzchniach obserwacyjnych monitoringu lasu II rzędu, w tym na powierzchniach monitoringu intensywnego.

Zespoły zadaniowe i grupy robocze

Drugą formą współpracy z różnorodnymi ośrodkami analityczno-doradczymi jest tworzenie zespołów zadaniowych oraz grup roboczych. Rady, zespoły zadaniowe i grupy robocze, w skład których wchodzi pracownicy administracji i eksperci, umożliwiają wypracowanie nowych rozwiązań, propozycji zmian dzięki wymianie doświadczeń i wiedzy pracowników administracji i ekspertów. Jest to użyteczna forma współpracy, szczególnie gdy potrzeba pozyskania wiedzy od dużej liczby ekspertów, instytucji lub zaangażowania dużej liczby interesariuszy (np. Narodowy Program Leśny).

Akty prawne

Polityka leśna państwa wyrażana jest także przez akty prawne – ustawy i rozporządzenia.

Proces przygotowywania przez rząd projektów aktów prawnych jest „procesem decyzyjnym”, do którego stosuje się metodologię „polityki opartej na dowodach” poprzez obowiązek prowadzenia oceny wpływu danej regulacji. Ocena wpływu jest procesem analitycznym, wspomagającym podejmowanie decyzji w zakresie rozwiązań regulacyjnych poprzez dostarczenie możliwie pełnej informacji na temat wariantów rozwiązań konkretnego problemu oraz potencjalnych skutków ich wprowadzenia. Ocena wpływu powinna rozpoczynać się jeszcze przed opracowaniem założeń projektu aktu normatywnego, od identyfikacji i analizy problemu. W ramach oceny dokonuje się, przy współudziale interesariuszy, analizy potencjalnych skutków społeczno-gospodarczych proponowanych rozwiązań oraz funkcjonowania obowiązujących regulacji.

Integralną częścią oceny wpływu są konsultacje publiczne, które znacząco mogą rozszerzyć zakres i jakość informacji wykorzystywanych do oceny danego rozwiązania. Ważne jest, aby w trakcie konsultacji wszystkie strony starały się opierać swoje postulaty na przesłankach mających uzasadnienie w dostępnej wiedzy naukowej, wynikach prac analitycznych i badań empirycznych, ponieważ umożliwia to osiągnięcie konsensusu, a wypracowywane rozwiązania będą skuteczne i efektywne. Po zakończeniu konsultacji publicznych przygotowywany jest raport, omawiający wyniki konsultacji i opiniowania, a także odnoszący się do zgłoszonych uwag, wraz z wyczerpującym uzasadnieniem w przypadku ich odrzucenia.

Prawidłowo przeprowadzona ocena wpływu regulacji stanowi istotny element procesu stanowienia dobrej jakości prawa. Pozwala na dostarczenie konkretnych oraz merytorycznych argumentów dla wprowadzenia danej legislacji, umożliwia rezygna-

cję z wprowadzania regulacji zbędnych, zwiększenie skuteczności stanowionego prawa oraz ograniczenie obciążeń biurokratycznych. Zespoły do spraw oceny skutków regulacji funkcjonują w każdym ministerstwie. Ich zadaniem, oprócz weryfikacji przygotowywanych w ministerstwie testów regulacyjnych i OSR, jest zapewnienie wsparcia analitycznego.

Przykłady wykorzystania wyników badań i ekspertyz w kształtowaniu programów polityki leśnej

Istnieje wiele przykładów wykorzystania wyników badań i ekspertyz w kształtowaniu programów polityki leśnej państwa. Jednym z najbardziej znanych jest opracowanie „Polityki leśnej państwa” (przyjętej przez Radę Ministrów), która została poprzedzona ekspertyzą „Polska polityka kompleksowej ochrony zasobów leśnych” wykonaną przez naukowców z SGGW, IBL, PAN, ówczesnej AR w Poznaniu oraz ekspertów (pracowników) GUS i MOŚZNiL. Ekspertyza została wykonana w październiku 1994 r.

Kolejnym przykładem jest „Krajowy program zwiększenia lesistości” i jego aktualizacje. „Krajowy program zwiększania lesistości” (KPZL) został przyjęty przez Radę Ministrów w 1995 r. i był uaktualniany w latach 2003, 2009 oraz 2014. Jest to bardzo istotny dokument dla polityki leśnej państwa, w którego opracowaniu uczestniczyło liczne grono ekspertów.

Pierwsze prace nad narodowym programem leśnym w latach 2002–2004 (2005) toczyły się w ramach realizowanej przez Instytut Badawczy Leśnictwa pracy badawczej zamówionej przez Ministerstwo Środowiska, finansowanej ze środków NFOŚiGW.

Dodatkowo, pośród przykładów wykorzystania ekspertyz i prac badawczych możemy wyróżnić ekspertyzy o tematyce międzynarodowej oraz dotyczące legislacji Unii Europejskiej, takie jak ekspertyza w zakresie opracowanego przez Komisję Europejską projektu wytycznych zagospodarowania obszarów sieci Natura 2000 w lasach oraz ekspertyza o przebiegu i prawno-politycznych uwarunkowaniach procesu negocjacyjnego w sprawie porozumienia o lasach w Europie (*Legally Binding Agreement – LBA*) oraz jego znaczeniu dla rozwoju leśnictwa w Polsce.

Powyższe przykłady stanowią jedynie garstkę ekspertyz i prac badawczych, których wnioski były podstawą podejmowanych działań i polityki środowiskowej w ciągu istnienia Ministerstwa Środowiska.

Podsumowując, trzeba uznać, że badania i nauki leśne stanowią bardzo istotny element procesu decyzyjnego kształtowania polityki leśnej państwa. Dostarczają one dowodów naukowych, które powinny stanowić fundament dla formułowania polityki. Na badania naukowe należy przewidzieć odpowiednie finansowanie, tak aby w pełni wykorzystać istniejący potencjał naukowy do formułowania skutecznej polityki leśnej w Polsce.

Zadania na rzecz sektora leśno-drzewnego i ochrony środowiska/przyrody z punktu widzenia NCBR; możliwości finansowania i koordynacji długoterminowych badań leśnych

prof. dr hab. inż. Jerzy KĄTCKI

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) jest agencją rządową powołaną w 2007 roku. Działa na podstawie ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 roku o Narodowym Centrum Badań i Rozwoju (Dz.U. z 2010 r. Nr 96 poz. 616 ze zm.). Jest jednym z największych ośrodków wspierania innowacyjności w Polsce. Centrum współtworzy system wsparcia działalności naukowej w Polsce. W szczególności finansuje projekty mające na celu opracowywanie i wdrażanie nowoczesnych technologii zwiększających konkurencyjność polskiej gospodarki. NCBR wspiera także komercjalizację wyników badań i transfer wiedzy do poszczególnych sektorów gospodarki. Ponad 70% budżetu NCBR stanowią środki pochodzące z programów operacyjnych Unii Europejskiej, dla wydatkowania których Centrum pełni funkcję instytucji pośredniczącej. Ponadto NCBR oferuje platformę skutecznego dialogu między środowiskiem nauki i biznesu.

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w swojej ofercie programowej posiada wiele programów i mechanizmów wsparcia, w ramach których możliwe jest finansowanie prac badawczo-rozwojowych na rzecz sektora leśno-drzewnego i ochrony środowiska.

Wśród programów krajowych wyróżniamy przede wszystkim strategiczny program badań naukowych i prac rozwojowych „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” – BIOSTRATEG. Jest to drugi program strategiczny wdrażany przez NCBR. Program, przygotowany przez Radę NCBR, został zatwierdzony przez ministra nauki i szkolnictwa wyższego w 2013 roku. Celem głównym programu BIOSTRATEG jest rozwój wiedzy w obszarach programu, prowadzący do wzrostu międzynarodowej pozycji Polski w badaniach naukowych i pracach rozwojowych, oraz transfer do otoczenia społeczno-gospodarczego innowacyjnych rozwiązań opraco-

wanych w ramach programu. Wśród celów szczegółowych programu BIOSTRATEG wyróżniono:

- a) rozwój wiedzy w obszarach programu, prowadzący do wzrostu międzynarodowej pozycji Polski w badaniach naukowych i pracach rozwojowych w tej dziedzinie;
- b) wdrożenie nowatorskich rozwiązań i technologii opracowanych w ramach programu do praktyki;
- c) pobudzenie aktywności badawczej prywatnego sektora gospodarczego w obszarach programu;
- d) zwiększenie udziału polskich zespołów badawczych w europejskich programach w zakresie badań i innowacji w tym obszarze.

Jednym z głównych celów krajowej polityki naukowej objętej zakresem tematycznym programu, w tym dotyczącej biogospodarki oraz rozwoju technologii środowiskowych, jest przygotowanie warunków umożliwiających polskim zespołom badawczym oraz przedsiębiorcom udział w unijnych inicjatywach i projektach badawczo-rozwojowych, prowadzonych w ramach programu Horyzont 2020. Obecna polska oferta zielonych technologii jest tak rozproszona, że nie spełnia wymagań stawianych w większości konkursów dotyczących kompleksowych tematów badawczych i wdrożeniowych. Dlatego tylko poprzez rozwój sieci i konsorcjów tematycznych, tworzonych przez jednostki biznesu i nauki, oraz rozwój klastrów współdziałania przedsiębiorców, administracji i świata nauki można stworzyć potencjał, który umożliwi powołanie nowych platform technologicznych, w tym z obszaru „zielonej gospodarki”. Istotne jest również wchodzenie w projekty z zakresu partnerstwa publiczno-prywatnego, w tym uruchamianie w ramach programu Horyzont 2020.

Szacuje się, że innowacje są źródłem ok. 2/3 wzrostu gospodarek wysokorozwiniętych. Przy czym innowacyjność nie polega na wprowadzaniu na rynek pojedynczych rozwiązań technologicznych lub produktów, ale jest ciągłym procesem zachodzącym wewnątrz organizacji oraz na styku między biznesem a nauką, najczęściej na obszarach łączących różne specjalizacje. Obecny udział rozwiązań innowacyjnych, w tym ekoinnowacji w obszarze programu, jest niedostateczny. Jest to spowodowane istnieniem szeregu barier, takich jak niepewność rynków, niewystarczające odzwierciedlenie korzyści i kosztów środowiskowych przez ceny rynkowe, ograniczenia związane z infrastrukturą i wzorcami zachowań oraz niedostatek wiedzy. Udział ekoinnowacji jest ograniczony także z powodu braku zaufania inwestorów do nowatorskich rozwiązań obarczonych ryzykiem niepewności. Dlatego konieczna jest budowa systemu zachęt i wsparcia, który stałby się akceleratorem ekoinnowacji i spowodowałby zwiększenie środków finansowych (przede wszystkim prywatnych, choć wspomaganych przez środki publiczne) na badania i rozwój oraz stworzenie długoterminowych strategii rozwoju i wymiany dobrych praktyk. Szczególnie ważne w tym kontekście jest osiągnięcie efektu synergii polityk poprzez realizację zaproponowanego przez Komisję Europejską powiązania ekoinnowacji z innymi działaniami dotyczącymi biogospodarki w ramach inicjatyw przewodnich strategii „Europa 2020”, takich jak „Unia innowacji” i „Europa efektywnie korzystająca z zasobów”.

Należy zaznaczyć, że ekoinnowacje powinny stać się ważnym obszarem działań przedsiębiorstw i jednostek naukowych, wpisując się w realizację koncepcji biogospodarki oraz strategii inteligentnych specjalizacji.

Przemysł tworzy ok. 20% PKB Unii Europejskiej i gwarantuje bardziej stabilne miejsca pracy niż te powstające w sektorze usług. Należy więc dążyć do tego, aby wdrożenie wyników prac B+R prowadzonych w UE miało miejsce również na terenie Unii, tworząc nowe miejsca pracy, w tym na obszarach wiejskich, zapewniając tym samym wpływy podatkowe do krajowych budżetów. Warto też zwrócić uwagę na fakt, że eko-przemysł jest jedną z pięciu najszybciej rozwijających się gałęzi gospodarki. Szacuje się, że do 2020 r. w Unii Europejskiej może powstać ok. 1,5 mln nowych miejsc pracy związanych z samym tylko sektorem energetyki odnawialnej. Finansowanie ze środków publicznych powinno przyspieszyć ekoinnowacje w sektorze prywatnym, szczególnie małych i średnich przedsiębiorstw, wydając wspomagając środki prywatne. Jest to konieczne, gdyż potencjalni inwestorzy i instytucje finansowe traktują ekoinnowacje tak samo, jak inne rodzaje inwestycji, nie biorąc często pod uwagę wartości dodanej, wynikającej ze zmniejszenia obciążeń dla środowiska, które nie jest należycie doceniane w decyzjach inwestycyjnych.

Trzeba również podkreślić, że rosnąca rola innowacji w rozwoju rolnictwa i promowaniu pozytywnych zmian na obszarach wiejskich podkreślona została w Europejskim partnerstwie innowacyjnym na rzecz wydajnego i zrównoważonego rolnictwa, które zakłada ścisłą współpracę z naukowcami w celu wypracowywania innowacyjnych rozwiązań w rolnictwie.

W programie BIOSTRATEG postanowiono skoncentrować się na pięciu strategicznych obszarach problemowych, wskazanych bezpośrednio w „Krajowym programie badań” oraz zgodnych z priorytetowymi kierunkami badań prowadzonych obecnie w Unii Europejskiej i na świecie. Obszarami tymi są: bezpieczeństwo żywnościowe i bezpieczeństwo żywności, racjonalne gospodarowanie zasobami naturalnymi ze szczególnym uwzględnieniem gospodarki wodnej, przeciwdziałanie i adaptacja do zmian klimatu, ze szczególnym uwzględnieniem rolnictwa, ochrona bioróżnorodności oraz zrównoważony rozwój rolniczej przestrzeni produkcyjnej, leśnictwo i przemysł drzewny.

W obrębie obszaru: leśnictwo i przemysł drzewny autorzy programu wyróżnili następujące zagadnienia badawcze:

- a) doskonalenie systemu monitorowania i prognozowania zagrożeń środowiskowych dla różnych ekosystemów leśnych, z wykorzystaniem nowoczesnych metod i narzędzi (geomatyka, bioinformatyka);
- b) wypracowanie strategii i opracowanie niezbędnych działań w gospodarce leśnej, ukierunkowanych na zmniejszanie skutków postępujących zmian klimatu, w tym opracowanie metod zapobiegania i ograniczania degradacji ekosystemów leśnych wywołanych zjawiskami naturalnymi o charakterze klęskowym oraz efektywne zagospodarowanie drewna pokłeskowego;
- c) opracowanie metod pomiaru węgla akumulowanego przez ekosystemy leśne;
- d) badania nad wpływem ekosystemów leśnych na ochronę i bilansowanie zasobów wodnych kraju, w tym nad zwiększeniem retencji wodnej w siedliskach leśnych;
- e) doskonalenie systemów monitoringu prognozowania i zagrożeń ze strony zaburzonej bioróżnorodności, z wykorzystaniem nowoczesnych metod i narzędzi (w tym teledetekcji, geomatyki i bioinformatyki) w celu kontroli populacji zwierząt o potencjalnie negatywnym wpływie na ekosystemy leśne;

- f) badania z zakresu rewitalizacji siedlisk leśnych i przebudowy drzewostanów;
- g) zbadanie możliwości zwiększenia zasobów surowca drzewnego, jako ważnego źródła biomasy, w warunkach zrównoważonej gospodarki leśnej oraz zmian klimatu;
- h) rozwój nowych technik i technologii recyklingu wyrobów drzewnych, utylizacji produktów ubocznych i drewna poużytkowego;
- i) opracowanie nowych surowco- i energooszczędnych oraz biodegradowalnych kompozytów drzewnych i wyrobów z drewna litego dla budownictwa, meblarstwa i nowych miejsc aplikacji;
- j) opracowanie nowych technologii wytwarzania bioenergii, w tym biopaliw z drzewnych produktów ubocznych, odpadów (przemysłowych i poużytkowych) i innych rodzajów biomasy.

Zakładany całkowity budżet programu, w ramach którego w latach 2014–2019 będą realizowane projekty obejmujące badania naukowe, prace rozwojowe oraz działania związane z przygotowaniem do wdrożenia, wyniesie ok. 500 milionów złotych. Dotychczas NCBR przeprowadziło dwa konkursy w ramach programu BIOSTRATEG. Uruchomienie trzeciego konkursu w ramach tego programu planowane jest na pierwszą połowę 2016 roku.

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju wspiera rolnictwo oraz ochronę środowiska również w ramach programów międzynarodowych typu ERA-NET i Współpraca Sieciowa. Centrum prowadzi współpracę z zagranicznymi agencjami finansującymi badania naukowe w ramach konsorcjów era-netowych. Formuła era-netów, opierająca się na realizacji wspólnotowego celu utworzenia Europejskiej Przestrzeni Badawczej (ERA), zakłada łączenie potencjału finansowego i naukowego państw członkowskich na rzecz podniesienia konkurencyjności europejskiej gospodarki. Kluczowymi obszarami, w których NCBR uczestniczy jako partner międzynarodowego konsorcjum, są: medycyna, energia IT/ICT, transport, nanotechnologia, rolnictwo i środowisko.

W obszarze sektora leśno-drzewnego oraz ochrony środowiska NCBR prowadzi następujące programy: ERA-NET Bioenergy i ERA-NET Co-fund BESTF3 – Bioenergy Sustaining the Future. Celem ERA-NET Bioenergy i BESTF3 jest finansowanie badań obejmujących zagadnienia z zakresu bioenergii. W ramach programów organizowane są międzynarodowe konkursy na projekty badawcze dotyczące m.in. czystego spalania biomasy, biopaliw, uprawy roślin energetycznych. ERA-NET Bioenergy zakłada finansowanie projektów znajdujących się na niższym poziomie gotowości technologicznej (*technology readiness level* – TRL) w ramach corocznych konkursów. Natomiast celem BESTF3 jest finansowanie projektów o TRL VI–VIII. Projekty wyłonione zostaną w jednym konkursie.

Oprócz wymienionych wyżej programów międzynarodowych NCBR uczestniczy w programie ERA-NET Cofund FACCE SURPLUS. Głównym celem programu FACCE SURPLUS jest wspieranie europejskiej przestrzeni badawczej w zakresie produkcji biomasy z różnych źródeł poprzez organizację wspólnego międzynarodowego konkursu o tematyce zrównoważonego rolnictwa. Tematyka konkursu przeprowadzanego w 2015 roku dotyczyła między innymi: zwiększenia produkcji i transformacji biomasy, rozwoju systemów dla efektywnego wykorzystania zielonej biomasy, zrównoważonej intensyfikacji zintegrowanych systemów produkcji żywności i produktów nieżywnościowych.

NCBR współtworzy także program ERA-NET WaterWorks 2015, którego zakres merytoryczny dotyczy szeroko rozumianej tematyki gospodarki wodnej, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnienia zrównoważonego wykorzystania wody w rolnictwie, leśnictwie i rybołówstwie. Konkurs, którego uruchomienie planowane jest na pierwszą połowę 2016 roku, obejmie trzy główne tematy: zwiększenie efektywności wykorzystania zasobów wodnych, redukcję zanieczyszczania gleby i wody, opracowanie rekomendacji dotyczących kwestii ilości oraz jakości wykorzystywanych zasobów wodnych w celu zapewnienia zrównoważonego rozwoju (optymalizacja nawożenia, ponowne wykorzystanie wody, eliminacja zanieczyszczeń etc.).

Ponadto, Centrum realizuje międzynarodowy program ERA-NET ERA-GAS: Monitoring and mitigation of agricultural and forestry greenhouse gases (GHG). Zakres merytoryczny tego programu dotyczy ograniczania emisji gazów cieplarnianych w sektorze rolnictwa i leśnictwa. Konkurs, którego uruchomienie planowane jest na pierwszą połowę 2016 roku, obejmie tematykę monitorowania emisji gazów cieplarnianych, produkcji żywności i biomasy w systemach obejmujących zarówno stronę ekonomiczną, jak i redukcję emisji GHG.

Jeśli chodzi o współpracę dwustronną z partnerami zagranicznymi, do tej pory NCBR podpisało jedenaście umów bilateralnych. Służą one realizacji misji Centrum, polegającej na wsparciu polskich jednostek naukowych oraz przedsiębiorstw w rozwijaniu ich zdolności do tworzenia i wykorzystywania rozwiązań opartych na wynikach badań naukowych w celu nadania impulsu rozwojowego gospodarce i z korzyścią dla społeczeństwa. Przyczyniają się one także do wzmacniania pozycji polskich jednostek badawczych w obszarze światowej i europejskiej przestrzeni badawczej oraz w realizowanych wspólnie z badaczami z zagranicy przedsięwzięciach międzynarodowych. Inicjując i zawierając formalne porozumienia dwustronne o współpracy, NCBR bierze pod uwagę następujące czynniki:

- a) priorytetowe obszary tematyczne;
- b) korzyści gospodarcze;
- c) bliskość geograficzną;
- d) najlepsze doświadczenia ze współpracy międzynarodowej polskich naukowców;
- e) relacje kulturowe, a także związki historyczne na poziomie państw i jednostek badawczych.

W wyniku przeprowadzenia procedury konkursowej w programach bilateralnych ogłaszana jest wspólna dla obydwu krajów lista rankingowa, zawierająca wnioski rekomendowane do dofinansowania. Projekty realizowane są przez konsorcja składające się z grup badawczych z państw-uczestników. Przykładami współpracy NCBR z innymi krajami na płaszczyźnie zrównoważonego rozwoju, ekoinnowacji, ochrony środowiska są bilateralne porozumienia z Niemcami oraz Turcją.

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w porozumieniu z Niemieckim Federalnym Ministerstwem Edukacji i Badań Naukowych (BMBF) od roku 2011 organizuje konkursy dotyczące zrównoważonego rozwoju. Tematyka ostatniego konkursu (2015) obejmowała między innymi zagadnienia: efektywności energetycznej, efektywności wykorzystania zasobów, ochrony klimatu, w tym redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz zrównoważonej gospodarki wodnej. Budżet konkursu, przeznaczony na finansowanie

polskich grup badawczych to 3 mln euro. O dofinansowanie mogą ubiegać się konsorcja naukowe, składające się z przedsiębiorstw i jednostek naukowych lub sami przedsiębiorcy. Finansowane jest prowadzenie badań przemysłowych i prac rozwojowych. W pierwszym konkursie w ramach omawianej współpracy międzynarodowej realizowany jest projekt pod tytułem „Recykling drewna poużytkowego w Niemczech i w Polsce”, którego wykonawcami są: Instytut Technologii Drewna oraz Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Płyt Drewnopochodnych w Czarnej Wodzie.

W ramach współpracy polsko-tureckiej 22 sierpnia 2014 r. zostało zawarte porozumienie w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych podpisane przez prof. Krzysztofa Jana Kurzydłowskiego, dyrektora Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz prof. Yücela Altunbaşaka, reprezentującego Radę ds. Badań Naukowych i Technologicznych Turcji. Budżet NCBR przeznaczony na finansowanie pierwszego konkursu w ramach współpracy z Turcją wynosi 4 mln zł. O dofinansowanie mogą ubiegać się przedsiębiorcy, jednostki naukowe lub konsorcja naukowe, których definicja zawarta jest w art. 2 pkt 12 ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 r. o zasadach finansowania nauki (Dz.U. 2010 Nr 96 poz. 615 ze zm.). Finansowane jest prowadzenie badań przemysłowych i prac rozwojowych, obejmujących m.in. zagadnienia z obszaru nauk o życiu.

Poza przytoczonymi powyżej programami, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju wspiera badania naukowe i prace rozwojowe prowadzone w sektorze leśno-drzewnym również w ramach działań programu operacyjnego „Inteligentny rozwój” (PO IR). Egzemplifikacją tego jest działanie 1.1 – projekty B+R przedsiębiorstw, poddziałanie 1.1.1 „szybka ścieżka”. W ramach tzw. szybkiej ścieżki finansowane są projekty obejmujące badania przemysłowe i prace rozwojowe lub wyłącznie prace rozwojowe. Projekty muszą przewidywać wdrożenie wypracowanych rozwiązań, jednak bez dofinansowania procesu wdrażania. Tematyka wniosków ma z założenia wpisywać się w krajowe inteligentne specjalizacje (wśród których znajdują się innowacyjne technologie, procesy i produkty sektora rolno-spożywczego i leśno-drzewnego). Wnioskodawcami mogą być podmioty spełniające kryteria mikro-, małego, średniego lub dużego przedsiębiorcy, prowadzące działalność na terenie Rzeczypospolitej Polskiej. Ocena merytoryczna wniosków obejmuje kryteria zarówno naukowo-technologiczne, jak i gospodarczo-biznesowe. Ocenie podlega 7 niepunktowanych kryteriów oraz 4 punktowane, w tym m.in. zapotrzebowanie rynkowe na rezultaty projektu oraz opłacalność ich wdrożenia. Ocena wniosków dokonywana jest przez panel ekspertów.

W ramach poddziałania 1.1.2 „prace B+R związane z wytworzeniem instalacji pilotażowej/demonstracyjnej” PO IR finansowane są przedsięwzięcia związane z wytworzeniem instalacji pilotażowej/demonstracyjnej, obejmujące wyłącznie prace rozwojowe (TLR VI-IX). Wnioski, podobnie jak w przypadku poddziałania 1.1.1, muszą wpisywać się w krajowe inteligentne specjalizacje. Wnioskodawcami mogą być podmioty spełniające kryteria mikro-, małego, średniego lub dużego przedsiębiorcy. W projektach powinny być zaplanowane prace charakteryzujące się wysokim poziomem gotowości technologicznej, co oznacza, że wnioskodawca dysponuje prototypem, który ma zostać poddany testom i walidacjom, które umożliwią osiągnięcie wyższego poziomu TRL. Ostateczną ocenę w sprawie projektu podejmuje panel ekspertów. W zakresie 1.1.2 PO IR, ogłoszenie kolejnego konkursu planowane jest na grudzień 2015 r.

W ramach działania 1.2 „sektorowe programy B+R” Narodowe Centrum Badań i Rozwoju ustanawia programy sektorowe, które służą do finansowania prac B+R w przedsiębiorstwach w danym sektorze gospodarki, jako odpowiedź na inicjatywy przedstawicieli środowiska – zrzeszonych przedsiębiorców prowadzących działalność w danym sektorze.

W programach sektorowych inicjatorem wspólnego przedsięwzięcia jest grupa przedsiębiorstw, które występują w imieniu branży (np. za pośrednictwem platformy technologicznej, inicjatywy klastrowej etc.), przedstawiając zarys agendy badawczej wraz z konkretnym zapotrzebowaniem sektora na prace B+R. Dofinansowanie udzielane jest na realizację projektów, które obejmują badania przemysłowe i prace rozwojowe albo prace rozwojowe. Wsparcie kierowane jest na projekty wpisujące się w krajową inteligentną specjalizację, w tym na nowe specjalizacje wynikające z procesu przedsiębiorczego odkrywania.

W ramach programów sektorowych ogłaszane są nabory wniosków o dofinansowanie projektów badawczo-rozwojowych zgodnych z agendami badawczymi wskazanymi w programach. Nabory te są otwarte dla wszystkich przedsiębiorców, m.in. działających w ramach konsorcjów obejmujących podmioty danego sektora (tj. nie tylko dla podmiotów zrzeszonych w ramach podmiotu składającego wniosek o ustanowienie programu).

W celu przygotowania programów, które w najwyższym stopniu będą spełniały oczekiwania poszczególnych branż, konieczne jest rozpoznanie potrzeb i potencjału badawczo-rozwojowego i innowacyjnego poszczególnych sektorów gospodarki. Dokumentem, w którym należy zebrać takie informacje, jest studium wykonalności programu sektorowego, będące *de facto* wnioskiem o ustanowienie programu. Studium wykonalności to dokument będący uzasadnieniem dla uruchomienia przez Centrum nowego programu sektorowego, zawierającego m.in. pogłębioną analizę danego sektora oraz opis najistotniejszych wyzwań i problemów, których rozwiązania oczekuje się dzięki realizacji danego programu.

Do tej pory Centrum uruchomiło dwa programy sektorowe: INNOMED (branża medyczna) oraz INNOLOT (branża lotnicza), natomiast trzy nowe programy: InnoSBZ (systemy bezzałogowe), INNOTEXTILE (branża włókiennicza) oraz INNOCHEM (branża chemiczna) znajdują się na etapie przygotowania do wdrożenia.

Inicjatywa utworzenia programu dedykowanego dla podmiotów z branży leśniczo-drzewnej pojawiła się w bieżącym roku. Do Centrum wpłynęło studium wykonalności programu sektorowego WOODSTRATEG – strategicznego programu rozwoju sektora leśno-drzewnego w Polsce, złożone przez Konsorcjum Podmiotów Kluczowych Technologii Drzewnych i Leśnych. Przedmiotowe studium wykonalności zostało zakwalifikowane do grupy B, co oznacza, że należy je zmodyfikować zgodnie ze wskazówkami zespołu oceniającego, a po wprowadzeniu w nim zmian studium można ponownie przedstawić do oceny.

Dodatkowo, NCBR posiada w swojej ofercie działanie 4.1 „badania naukowe i prace rozwojowe”, poddziałanie 4.1.4 „projekty aplikacyjne”. Celem tej interwencji jest znaczące zwiększenie skali wykorzystania nowych rozwiązań technologicznych niezbędnych dla rozwoju przedsiębiorstw oraz poprawy ich pozycji konkurencyjnej. W poddziałaniu 4.1.4 dofinansowanie udzielane jest na realizację projektów, które obejmują

badania przemysłowe i prace rozwojowe albo prace rozwojowe (projekty, w których nie przewidziano prac rozwojowych, nie mogą uzyskać dofinansowania).

Projekt aplikacyjny może być realizowany wyłącznie w ramach konsorcjum, w którego skład wchodzi co najmniej jedna jednostka naukowa oraz co najmniej jedno przedsiębiorstwo. Konsorcjum realizujące projekty aplikacyjne powinno składać się z nie więcej niż 5 podmiotów. Liczba przedsiębiorstw musi stanowić co najmniej 50% liczby wszystkich członków konsorcjum.

Projekty w ramach omawianego poddziałania powinny charakteryzować się nowością przewidywanych rezultatów w stosunku do aktualnego stanu wiedzy i techniki na poziomie światowym. Planowane rezultaty projektu powinny mieć cechy innowacji przełomowej, czyli wywierać znaczący wpływ na rynek oraz działalność gospodarczą firm na tym rynku. W latach 2015–2023 na dofinansowanie projektów aplikacyjnych w poddziałaniu 4.1.4 dostępnych będzie blisko 143 mln euro ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Podsumowując, należy wskazać, że Narodowe Centrum Badań i Rozwoju posiada w swojej ofercie programowej szereg instrumentów oraz mechanizmów finansowania innowacyjnych badań naukowych i prac rozwojowych mających niebagatelne znaczenie dla sektora leśno-drzewnego oraz ochrony środowiska. Centrum uczestniczy również w wielu programach bilateralnych oraz międzynarodowych, które mają istotne znaczenie w wymienionym obszarze. Niemniej dla rozwoju polskiej innowacyjności w długoterminowej perspektywie konieczny jest wzrost finansowania B+R ze środków prywatnych, bowiem współpraca nauki i biznesu stanowi jedyną ścieżkę prowadzącą do rozwoju innowacyjnej i konkurencyjnej polskiej gospodarki.

Rola i zadania badań leśnych w ochronie przyrody w lasach

prof. dr hab. Romuald OLACZEK

Uniwersytet Łódzki, Łódź

Lasy są głównym składnikiem (i skarbem) przyrody polskiej. Mają szczególne znaczenie dla ochrony krajobrazu i walorów przyrodniczych na dużej przestrzeni kraju, dla utrzymania naturalnych biocenoz (ekosystemów) oraz rodzimych gatunków flory i fauny, a także świata grzybów i porostów (prof. Anna Medwecka-Kornaś).

Nauka polska była inicjatorem i pierwszym organizatorem działań na rzecz ochrony przyrody w Polsce. Mieliliśmy w tym zakresie osiągnięcia pionierskie w świecie. Tym bardziej obecnie, gdy zagrożenie środowiska przyrodniczego stało się pierwszoplanowym problemem cywilizacyjnym, nauka i jej instytucje nie mogą pozostać obojętne na to, co się dzieje z rodzimym krajobrazem, z lasami, jeziorami i parkami narodowymi, z dorobkiem wypracowanym przez naszych poprzedników [...] Jest to obowiązek, od którego nie mogą się uchylić nauki przyrodnicze, leśne, techniczne i inne. Obowiązek wobec własnego kraju i wobec społeczności całego świata (prof. Kazimierz Zarzycki, Problemy ochrony przyrody, wypowiedź na III Kongresie Nauki Polskiej, 1987).

Wstęp

Przedmiotem badań leśnych jest las jako ekosystem i obiekt gospodarczy, jako składnik środowiska przyrodniczego i krajobrazu oraz jako przestrzeń w różny sposób użytkowana przez ludzi, także w celach ochronnych, kulturowych i rekreacyjnych. Badania te obejmują szeroki zakres problemów, podejmuje je wiele dyscyplin z różnych dziedzin nauki. Treścią tego artykułu są rozważania problemów ochrony przyrody w lasach i ich percepcji w społeczeństwie z punktu widzenia nauki, gospodarki leśnej i ochrony środowiska.

Pojęcie ochrony przyrody ma szerokie znaczenie, jako: (1) stanowienie i utrzymywanie prawnych form ochrony konserwatorskiej, określonych w ustawie o ochronie przyrody, co oznacza całkowite lub częściowe wyłączenie fragmentów przestrzeni z działań gospodarczych lub ograniczenie pewnych sposobów użytkowania; (2) zasa-

dy postępowania i inne formy ochrony wprowadzane zarządzeniami władz leśnych w ramach zrównoważonej gospodarki leśnej; (3) czynnik w procesie zrównoważonego rozwoju, reprezentujący interes środowiska przyrodniczego wobec interesu ekonomicznego, a także (4) jako składnik świadomości obywatelskiej i powinność moralna. Jest to jednocześnie nauka, praktyka i ideologia (a ostatnio także zbiór procedur urzędowych, zwanych potocznie biurokracją). W gospodarce leśnej ochrona przyrody jest elementem środowiskochronnej funkcji lasów; w ochronie przyrody gospodarka leśna jest jednym z narzędzi wielkoprzestrzennej ochrony przyrody i krajobrazu. Różnicę pomiędzy rolą ochrony rozumianej jak w punkcie (1) i (2) można porównać do różnicy pomiędzy ochroną i konserwacją budowli będących dziełem sztuki lub zabytkiem architektury, a powszechnym budownictwem i utrzymaniem bezpiecznych i wygodnych domów. U podstaw jednej i drugiej leży praca poprzednich i obecnych pokoleń: leśników – w przypadku lasów, budowniczych – w przypadku architektury.

Zadaniem uczestników badań leśnych jest poznawanie składników i procesów zachodzących w ekosystemach leśnych i wskazywanie drogi do dobrej praktyki. Ochrona przyrody jako nauka wprowadza do tych zadań wątek aksjologiczny – ocenę przyrody ze względu na wartości ekologiczne – naturalność i różnorodność, oraz wartości intelektualne i estetyczne; można w nich widzieć przeniesione do sfery materialnej przykłady wartości uniwersalnych: prawdy, dobra i piękna. Postulat ochrony jest wnioskiem wyprowadzonym z tej oceny. Właściwością naukowej ochrony przyrody jest łączenie badań z popularyzacją wiedzy i edukacją w celu współtworzenia kultury ochrony środowiska¹; w podobnym celu gospodarka leśna włącza się w edukację. W kontekście globalnych problemów ochrony środowiska przyrodniczego Ziemi ochrona różnorodności biologicznej i naturalności ekosystemów leśnych jest nie mniej ważna niż rola lasów w gospodarce wodnej, w obiegu węgla i przeciwdziałaniu zmianom klimatu.

W badaniach leśnych najważniejszą rolę pełnią nauki leśne; ważna jest też rola nauk przyrodniczych, przede wszystkim biologicznych, która zwiększa się wraz ze zmianą świadomości ludzi w sprawach środowiska i zmianą gospodarki leśnej w kierunku proekologicznym. Obie dziedziny nauki mają częściowo wspólne, częściowo różne zadania, toteż naturalną jest rzeczą, iż reprezentanci jednej i drugiej dziedziny nauki mają prawo do krytycznej oceny tak gospodarki leśnej, jak ochrony przyrody. Ochrona przyrody w ekosystemach leśnych i na gruntach leśnych jest wprawdzie wspólnym celem biologów² i leśników, ale w sposobach jego urzeczywistniania nierzadko ujawnia się różnica poglądów, co bywa wykorzystywane jako sensacyjny temat w publicystyce lub w grach różnych grup interesów. Badania leśne powinny tworzyć warunki do znajdowania zbieżności poglądów na rolę gospodarki leśnej w ochronie

¹ *Problem polega na tym, że nie mamy jeszcze kultury niezbędnej, by stawić czoło temu kryzysowi [ekologicznemu] [...] Kultury ekologicznej nie można sprowadzać do serii nagłych i jednostronnych odpowiedzi na problemy, które powstają w związku z degradacją środowiska [...] Powinna być ona innym spojrzeniem, myślą, polityką, programem edukacyjnym, stylem życia i duchowości* – Franciszek, *Laudato Si*, 53, 111.

² Mam na myśli tych przedstawicieli biologii środowiskowej, którzy angażują się w ochronę przyrody. Unikam wyrazu „ekolog”, które w potocznym języku nabrało znaczenia „działacz organizacji ekologicznej”, i wyrazu „przyrodnik”, bo przyrodnikami są biolodzy, leśnicy, geolodzy i in., naukowcy i amatorzy.

przyrody, a ochrony przyrody w pełnieniu przez lasy ich funkcji gospodarczych, społecznych i środowiskowych, co wielokrotnie w przeszłości było potwierdzane, a nadal może być czynnikiem wzmacniającym obie strony i pomocnym w rozwiązywaniu problemów praktycznych, m.in. w celu prostowania tendencyjnych wypowiedzi publicznych w sprawach gospodarki leśnej.

Nie jest moim zamiarem i nie byłbym w stanie dokonać oceny wspólnego dorobku nauk leśnych i nauk biologicznych w tworzeniu wiedzy o funkcjonowaniu i ochronie ekosystemów leśnych, ani tym bardziej proponować program badań na przyszłość. Zwracam jedynie uwagę na niektóre aktualne problemy ochrony przyrody, w których rozwiązywaniu pożądanym lub niezbędnym jest udział nauki i naukowców. Są to sprawy pozycji nauk o środowisku w polityce naukowej, luki w naszej wiedzy o przyrodzie kraju, łagodzenie konfliktów, a także potrzeby praktyczne, np. projektowania i planowania działań na obszarach chronionych, postępowania wobec chronionych siedlisk i gatunków, uproszczenia procedur urzędowych w zarządzaniu ochroną. Jestem przekonany, że równie ważna, jak wyniki badań, jest opinia i autorytet środowiska uczonych w kształtowaniu świadomości społecznej i stosunku obywateli do państwowej ekologicznej gospodarki leśnej i do ochrony przyrody. Obie dzieją się na widoku publicznym i społeczna percepcja ich sukcesów lub niepowodzeń, wzajemnych stosunków przyjaznych lub antagonistycznych ciąży na opinii o gospodarce i o ochronie. A głos opinii publicznej nie jest bez znaczenia dla gospodarki leśnej, dla ochrony przyrody zaś jest jej główną, praktycznie jedyną siłą. Dlatego i ten tekst pobrzmiewa nutą dydaktyczną.

Zwróciłem się do członków Komitetu Ochrony Przyrody PAN z prośbą o wskazanie zagadnień związanych z tematem, a wynikających z ich zainteresowań i specjalności naukowej³. Członkowie tego komitetu byli aktywnymi uczestnikami Kongresu Leśników Polskich w kwietniu 1997 r., dostrzegają i doceniają pozytywne zmiany w gospodarce leśnej i w naukach leśnych. Tezy przedstawione w poniższym tekście są syntezą ich wypowiedzi i przemyśleń autora, były referowane i dyskutowane na posiedzeniu KOP PAN w Krakowie w dniu 24 listopada 2015 r. Zawarte w nim stwierdzenia są wyrazem poglądów kręgu uczonych, których środowisko naukowe wybrało i powierzyło im zadanie czuwania nad rozwojem naukowej ochrony przyrody w Polsce oraz wypowiedziane na ten temat opinie. Można go traktować jako zbiorowy głos w dyskusji nad Narodowym Programem Leśnym ze strony pryncypialnych i rozważnych naukowców-przyrodników opowiadających się po stronie ochrony przyrody. Mam nadzieję, że pomoże on widzieć problemy szerzej niż tylko w ramach doraźnych i pragmatycznych.

³ Odpowiedzi udzielili prof. prof.: Józef Banaszak (Bydgoszcz) i Adam Boratyński (Kórnik), Andrzej Bereszyński (Poznań), Wiesław Fałtynowicz i Ludwik Tomiałojć (Wrocław), Zbigniew Głowaciński, Zbigniew Mirek, Anna Medwecka-Kornaś i Józef Partyka (Kraków), Ewa Symonides (Warszawa).

O znaczeniu badań leśnych i roli nauki

Nauka toruje drogę pozytywnym zmianom

Gospodarka leśna w Polsce od końca lat 80. XX wieku bardzo się zmieniła, zbliżając się do modelu zrównoważonego rozwoju bardziej niż jakakolwiek inna dziedzina gospodarki. Szacunek dla wiedzy, ekologia i ochrona przyrody w sposób naturalny zawsze były bliskie leśnikom, teraz stały się kanonem myślenia wielu z nich i obowiązkową zasadą postępowania. Zauważamy to z uznaniem i szacunkiem, gdy – w większym stopniu niż w innych sferach życia społecznego – postępowanie jest zgodne z deklarowanymi zasadami. Niemalą rolę w kształtowaniu ekologicznego modelu gospodarki leśnej odgrywają światowe i krajowe prądy naukowe i oczekiwania społeczne. Dzisiaj bardziej niż w przeszłości trzeba dbać o to, by funkcją nauki było nie tylko badanie zjawisk i procesów zachodzących w ekosystemach leśnych i torowanie drogi ku lepszej gospodarce, ale też tworzenie środowiska intelektualnego o wysokim autorytecie zawodowym i moralnym, zdolnego wpływać na etos zawodowy, opinię publiczną i politykę.

Mimo pozytywnych zmian w nauce, gospodarce leśnej i ochronie środowiska cytowany na początku głos prof. Kazimierza Zarzyckiego, czołowego polskiego ekologa i botanika, absolwenta studiów leśnych, profesora nauk biologicznych, członka PAN i PAU, po 30 latach brzmi nadal aktualnie. Więcej, wyczuwalny w nim niepokój o stan nauki i stan przyrody współcześnie nie maleje. Może dlatego, że w polityce naukowej, a ściślej – w kryteriach oceny prac naukowych, niedoceniane są nauki badające sprawy krajowe i przyziemne. Rosnące aspiracje konsumpcyjne ludzi, będące skutkiem rozwoju mierzonego wskaźnikiem PKB (i długością autostrad), wywierają coraz silniejszą presję na środowisko, co powoduje zubożenie przyrody i degraduje krajobraz. W efekcie prowadzi do zmian w świadomości, polaryzacji poglądów i postaw w społeczeństwie. Z jednej strony politycy (także samorządy terytorialne) i część opinii publicznej za najważniejsze zadanie nauki uznają przyspieszanie rozwoju gospodarczego, natomiast ochronę przed jego negatywnymi skutkami traktują drugoplanowo lub zostawiają przyszłym pokoleniom. Z drugiej strony niemałe grupy ludzi żądają daleko idącego ograniczenia użytkowania zasobów naturalnych, często nie licząc się ze skutkami społecznymi takich żądań (np. protesty wywołuje nieomal każda wycinka drzew w lasach i poza lasami).

Potencjał i ranga nauk środowiskowych

Badania leśne stanowią wycinek nauk o środowisku przyrodniczym i ich miejsce w polityce naukowej związane jest pozycją tych nauk. One są obecne w państwowych programach badawczych, ale poza głównymi nurtami. Ze strony leśnej prowadzi je Instytut Badawczy Leśnictwa i wydziały nauk leśnych na czterech państwowych uniwersytetach. Wspiera je Komitet Nauk Leśnych PAN i Polskie Towarzystwo Leśne jako organizacja naukowa i zawodowa; coraz liczniejsze jest grono leśników w nadleśnictwach, którzy prowadzą badania w terenie i zdobywają stopnie naukowe, często dotyczące ochrony

przyrody. Te instytucje i ich pracownicy są intelektualnym i moralnym oparciem dla państwowej gospodarki leśnej, podnoszą prestiż PGL Lasy Państwowe, wpływają na społeczną percepcję gospodarczych i ochronnych działań leśnictwa. Miejscem twórczej pracy naukowej stają się parki narodowe, które utrzymują pracownie naukowe i edukacyjne. Trzon kadry parków narodowych tworzą leśnicy, ale wciągani są do współpracy liczni naukowcy z uczelni i instytutów. Znakomita część obszarów chronionych w Polsce (a i na świecie) leży na państwowych gruntach leśnych, opinia publiczna będzie więc zawsze stan ich ochrony kojarzyła z leśnikami i gospodarką leśną, na dobre i na złe, niezależnie od tego, jaki jest ich realny wpływ na ochronę. Leśnicy mogą tu wiele zrobić, podejmując i szeroko popularyzując takie działania, jak np. program restytucji cisa i brekinii w lasach polskich, udział w restytucji żubra, głuszca i cietrzewia, utrzymywanie banku genów, arboretów i muzeów leśnych, wspieranie nauki i prowadzenie edukacji przyrodniczo-leśnej. Eksponując jako swój atut ochronę przyrody, a nie np. łowiectwo, coraz mniej akceptowane społecznie.

Ze strony nauk przyrodniczych badania leśne (lub na terenach leśnych) prowadzi kilka instytutów Polskiej Akademii Nauk (Botaniki, Ochrony Przyrody, Ekologii, Dendrologii, Instytut Badania Ssaków i inne) oraz wiele katedr o profilu środowiskowym na wydziałach biologicznych uniwersytetów, dawnych akademii rolniczych i pedagogicznych. Badania mają różnorodną tematykę i w większości należą do nauk podstawowych (genetyka, taksonomia, ekologia, geobotanika, florystyka, faunistyka, mykologia). Najbliższe ochronie leśnej przyrody są badania podejmowane przez członków sekcji geobotaniki i ochrony szaty roślinnej Polskiego Towarzystwa Botanicznego. W gospodarce leśnej i w ochronie przyrody zastosowanie znajdują wypracowane przez te nauki metody (np. fitosocjologiczne, chorologiczne, kartograficzne, cenzusy gatunków i monitoring), teorie (m.in. genetyczne, sukcesji i synantropizacji), a przede wszystkim syntezy wiedzy o szacie roślinnej, faunie i florze Polski oraz katalogi i klucze do oznaczania roślin, grzybów, porostów i zwierząt, atlasy i mapy rozmieszczenia gatunków, krajowe i regionalne czerwone listy i czerwone księgi zagrożonych gatunków, typologia i system zbiorowisk roślinnych, mapy roślinności, regionalizacje przyrodnicze, monografie regionalne i inne.

Panoramę nauki uzupełnia coraz liczniejsze grono osób skupionych w towarzystwach ochrony ptaków, wilków, nietoperzy, miejsc przyrodniczo cennych itp.

Nauki środowiskowe, które obejmują ochronę przyrody, niektóre dyscypliny nauk biologicznych i nauk o Ziemi, razem z naukami leśnymi należą do nauk stosowanych. Ich pierwszym zadaniem jest poznawanie przyrodniczych składników danego kraju, w całej ich złożoności i dynamice i w relacji do ich roli w gospodarce, tworzeniu warunków życia ludzi i budowaniu poczucia tożsamości obywatelskiej. Wiedza o wartościach przyrody własnego kraju racjonalizuje i wzmacnia sens pojęcia „ojczyzna”. Cel uprawiania tych nauk realizuje się wtedy, gdy ich wyniki są upowszechniane, trafiają do świadomości społecznej i znajdują zastosowanie w praktyce.

Wszystkie wyżej wymienione syntezy wiedzy (i tysiące wyników oryginalnych badań terenowych, na których są oparte) tworzą podstawowy zasób wiedzy o kraju, w którym żyjemy i żyć będą następne pokolenia. Niewyobrażalne jest funkcjonowanie nowoczesnego społeczeństwa bez pomnażania tego zasobu wiedzy, a więc bez rozwo-

ju nauk przyrodniczych. Jednak według dzisiejszych kryteriów parametrycznej oceny prac naukowych są one tak nisko punktowane, że przegrywają konkurencję miejsce w budżecie nawet z przyczynkami w innych kierunkach badań, a w opinii niektórych rad wydziałów nie kwalifikują ich autorów do ubiegania się o stopnie naukowe. Skutkiem takiego ich traktowania jest kurczenie się stanu kadr w instytutach naukowych i katedrach uniwersyteckich, ustawiczna niepewność co do ich finansowania, a nawet istnienia, likwidacja ogólnopolskich czasopism naukowych na rzecz wydawnictw ukazujących się okazjonalnie, a także rugowanie języka polskiego z nauki. Wpływ nauki na ochronę przyrody maleje, zostawiając pole amatorom i urzędnikom. Ma się wrażenie, że instytucje naukowe powinny służyć bardziej interesom globalnym niż własnemu krajowi; że w polityce naukowej nie obowiązuje zasada zrównoważonego rozwoju. Strategia wspierania tylko tych dyscyplin naukowych, które stają do wyścigu o rangę światową, ale mają małe szanse na zwycięstwo (bo zwycięstwo przypada tylko najbogatszym), prowadzi do zaniedbania innych kierunków badań, które do nauki światowej wnoszą oryginalne treści przez to, że podejmują problemy krajowe, innym nieznane, i że służą własnemu społeczeństwu.

Jest potrzeba wspólnego, naukowców biologów i leśników, upomnienia się o rangę i znaczenie badań leśnych i przyrodniczych, o szerszy udział państwa i struktur gospodarczych w ich finansowaniu. Potrzebny jest głos środowiska naukowego, które nie powinno się wyręczać opiniami organizacji ekologicznych i publicystyką dziennikarzy, m.in. w ocenie realizacji przez Polskę zobowiązań wynikających z międzynarodowych konwencji i krajowych strategii dotyczących przyrody i lasów. Trzeba żądać zmiany polityki naukowej w sprawach, takich jak znaczenie systematycznych badań długoterminowych wobec doraźnych „projektów”; ranga monografii naukowych wobec panującej mody na przyczynki; znaczenie badań regionalnych; rola bibliotek, archiwów, herbariów i muzeów naukowych; docenienie dorobku i autorytetu instytutów naukowych, skazywanych na łaskę darczyńców, by móc prowadzić badania.

Jeśli powyższe opinie są słuszne, to wspólnym zadaniem biologów i leśników działających na polu naukowym powinno być dążenie do podniesienia w polityce naukowej państwa rangi nauk środowiskowych i badań leśnych służących gospodarce i ochronie przyrody własnego kraju. Jest to warunek konieczny do tego, aby naukowe podstawy gospodarowania środowiskiem i zasobami naturalnymi oraz zdolność do wypełnienia zadań wynikających z międzynarodowych zobowiązań w zakresie ochrony przyrody i środowiska dorównywały kroku zmianom, jakie nowe techniki i aspiracje konsumpcyjne społeczeństwa wnoszą do gospodarki i do życia codziennego. Zadaniem nauki, obok podstawowej roli badawczej, jest też wprowadzanie do świadomości społecznej ładu myślowego i racjonalności postępowania w sprawach środowiska przyrodniczego oraz roli gospodarki leśnej w środowisku i w kształtowaniu społecznego bytu obecnie i w przyszłości. W Narodowym Programie Leśnym nauka i badania leśne winny znaleźć należyte miejsce.

Zrównoważony rozwój

Równowaga „ekologiczna” w społeczności ludzkiej

Równowaga korzyści gospodarczych, społecznych i środowiskowych powinna być utrzymywana w skali globalnej, krajowej i regionalnej, w skali całego systemu społeczno-gospodarczego i każdego jej sektora z osobna. Korzyści gospodarcze wyrażają się w rozszerzaniu działalności i wzroście dochodu; społeczne – w poprawie jakości życia, w wolności, bezpieczeństwie socjalnym i równości obywatelskiej; środowiskowe – w zachowaniu czystości środowiska, równowagi ekologicznej, różnorodności biologicznej i w oszczędnym użytkowaniu zasobów naturalnych. Idea słuszną teoretycznie i humanitarna. Jeśli jednak w praktyce ociera się o utopię, to trzeba to traktować jako zjawisko historyczne, czasowe, produkt obecnie panujących systemów wytwarzania i podziału dóbr, które muszą się zmienić lub runąć pod ciężarem własnej nieprawości⁴. Przyjęcie idei trwałego i zrównoważonego rozwoju i wprowadzanie jej w życie niesie konsekwencje, m.in. konieczność dzielenia się z partnerami korzyściami z efektów własnego rozwoju i czasami konieczność samoograniczenia się każdego partnera.

Zrównoważony rozwój w gospodarce leśnej

Stan lasów jest ważnym czynnikiem zachowania sprawności całego środowiska przyrodniczego i w pewnej mierze wyrazem tego, jak zrównoważony rozwój jest traktowany przez państwo i rozumiany przez społeczeństwo. W polskiej gospodarce leśnej zrównoważony rozwój jest zapisany w prawie leśnym jako trzy funkcje lasów – przyrodniczo-ochronna, społeczna i produkcyjna, które mają się urzeczywistniać przez prowadzenie gospodarki według trzech zasad: zachowania trwałości lasów, powiększania zasobów leśnych, utrzymania ciągłości ich wielostronnego użytkowania. Taki kierunek gospodarowania jest powszechnie akceptowany, jego zasady rozwijane i wprowadzane w życie⁵. Zmiana jednostronnie produkcyjnego modelu gospodarki leśnej – tworzonego przez około 200 lat – na trwale zrównoważony wymaga czasu i dalszego doskonalenia. Jedną z ważnych ról nauki jest wspieranie tego kierunku i czuwanie nad przestrzeganiem reguł równowagi trzech funkcji lasu w praktyce, m.in. przez ustalanie kryteriów i obiektywnych metod oceny tej równowagi. Bowiem nie zasady i deklaracje, lecz praktyka gospodarki leśnej rodzi problemy i wywołuje dyskusję w sprawach ochrony przyrody.

⁴ *Proces degradacji środowiska ludzkiego i środowiska przyrodniczego zachodzi jednocześnie i nie poradzimy sobie z degradacją środowiska naturalnego, jeśli nie zwrócimy uwagi na przyczyny związane z degradacją człowieka i społeczeństwa.* Franciszek, *Laudato Si*, 48.

⁵ Zasady trwale zrównoważonej gospodarki leśnej, deklarowane w latach 80. XX w. w „Polityce ekologicznej państwa”, wprowadzono do ustawy o lasach w 1991 r. W początkowym okresie zmian ustrojowych omówił je prof. Kazimierz Rykowski: „Kryteria i indykatory trwałego i zrównoważonego rozwoju lasów”, IBL, Warszawa 1994. Następnie Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa upowszechniło je, publikując broszurę tegoż autora „Trwały rozwój lasów w Polsce. Stan i zamierzenia”. Po 20 latach tekst tej publikacji wciąż pozostaje najlepszą wykładnią zasad nowoczesnej gospodarki leśnej, brzmi świeżo, a syntetyczny program badań leśnych w rozdz. 7. jest nadal aktualny.

Spółeczeństwo jest przeciwne jakiegokolwiek formie prywatyzacji lasów, ale nieco podejrzliwie odnosi się do państwowej, autarkicznej formy gospodarowania. Wierzy, że w warunkach Polski tylko taka forma własności czyni lasy dobrem powszechnym, ale jednocześnie się obawia, że politycy mogą *ad hoc* narzucić leśnej gospodarce zadania szkodliwe dla lasów. A także, że interes zawodowy administracji leśnej może wpływać na równowagę funkcji lasów. Tę podejrzliwość rozładowuje się przez edukację i „uspołecznienie” procedur, np. opiniowanie planów urządzenia lasu. Z drugiej strony nierówność wagi poszczególnych funkcji oraz brak jednej miary do oceny każdej z nich stwarza sytuację, w której funkcja produkcyjna w sposób naturalny zyskuje przewagę. Tylko pozyskanie drewna daje realny dochód, a w ślad za tym siłę i prestiż. Owo uspołecznienie często obnaża konflikty: jedni żądają więcej drewna, inni więcej rezerwatów, jeszcze inni większych praw.

Konflikty zwykle się rozwiązuje w drodze kompromisu, do którego potrzebna jest dobra wola oparta na pełnej wiedzy o przedmiocie sporu. Jest wiele spraw, w których rozwiązaniu, a przynajmniej złagodzeniu sporu, powinien pomagać głos środowiska naukowego. Jeśli spór trwa zbyt długo, a uczeni (lub urzędnicy, politycy) po jego obu stronach nie są skłonni się porozumieć, sprawę przejmują i upubliczniają zwolennicy skrajnych poglądów. W Komitecie Ochrony Przyrody PAN wyznawany jest pogląd, iż *Poskromienie szarżujących Rejtanów ochroniarskich jest też ważnym zadaniem w kontekście ochrony przyrody w lasach* (wypowiedź prof. Wiesława Fałtynowicza). Ale pod warunkiem, że adwersarze czynią podobnie z Rejtanami po swojej stronie. Opinia ludzi nauki mogłaby być jak oliwa lana na wzburzone fale sprzecznych oczekiwań, które mają różną rangę i „temperaturę”. Wskażę niektóre z nich.

Spór o parki narodowe

*Obszary chronione są sercem strategii ochrony przyrody naszej kruchej Ziemi [...] są wielkim dobrem ludzkości, którego wartość rośnie z upływem czasu [...] a obszary światowego dziedzictwa to klejnoty koronne [...]*⁶. Opinia o poziomie organizacji ochrony przyrody kraju i o jego wiarygodności odnośnie do przestrzegania ratyfikowanych konwencji⁷ kształtuje się bardziej na podstawie liczby i jakości parków narodowych i rezerwatów niż na podstawie ekologicznych zasad gospodarowania – te bowiem są uważane za zwykły obowiązek przedsiębiorstw, a znane i doceniane tylko w kręgu fachowców. Spór o Puszcę Białowieską i o trzy parki narodowe trwa tak długo, że niemożność jego rozwiązania przynosi ujmę nam wszystkim, biologom i leśnikom, a także prawu ochrony przyrody. Pozwala otwarcie podważać szczerłość intencji w sprawie ochrony przyrody, a także wiarygodność prognoz i ocen oddziaływania na środowisko. Z honorem z tego sporu zdają się wychodzić tylko nieprzejednani działacze organizacji ekologicznych; im nie można zarzucić interesowności, innym uczestnikom sporu – tak.

⁶ Protected Areas. Benefits Beyond Boundaries. IUCN, 2000.

⁷ Np. konwencji o różnorodności biologicznej (Rio 1992), o ochronie gatunków dzikiej fauny i flory europejskiej oraz ich siedlisk naturalnych (Bern 1979), o ochronie światowego dziedzictwa kulturalnego i naturalnego (Paryż 1972), o obszarach wodno-błotnych mających znaczenie międzynarodowe jako środowisko życia ptactwa wodnego (Ramsar 1971).

W czasie pierwszych 12 lat po zmianie ustroju państwa utworzono w Polsce 8 parków narodowych, z tego 7 w latach 1990–1996, ostatni w 2002 r.; tylko 4 z nich mają charakter leśny, pozostałe obejmują tereny bagienne⁸. W następnych 13 latach nie powstał ani jeden park narodowy czy krajobrazowy, lecz nie dlatego, że ochronę przyrody zdominowała Natura 2000. Na zatrzymanie rozwoju sieci parków wpłynęło stanowisko PGL Lasy Państwowe, ale nie jest to przyczyna jedyna. Równie ważne stały się uprawnienia samorządów oraz komercjalizacja wszelkich działań, tak w przyrodzie, jak w kulturze.

Postulaty dotyczące uzupełnienia sieci parków narodowych w Polsce obejmują trzy projekty nowych parków, popierane przez KOP PAN i Państwową Radę Ochrony Przyrody: Park Narodowy Pogórza Przemyskiego (dawna nazwa Turnicki PN), Mazurski PN i Jurajski PN. Projekty te nie są wymysłem oderwanych od życia „ekologów”, lecz efektem wieloletnich badań terenowych botaników i zoologów, badaczy grzybów i porostów, oraz rozważań nad stanem i zagrożeniem wartości przyrodniczych: różnorodności biologicznej, naturalności ekosystemów i piękna krajobrazu. Warunki geograficzne i historyczne sprawiły, że te wartości lokują się w ekosystemach leśnych, a te są w zarządzie PGL Lasy Państwowe. Gdzie mogą powstać nowe parki narodowe, jak nie na państwowych gruntach leśnych obejmujących 24% powierzchni kraju i ponad połowę gruntów publicznych? Parki narodowe nie są aktem nieprzyjaźni wobec leśnictwa czy społeczności lokalnych. Nie są też wyrazem braku zaufania do gospodarki leśnej, lecz są nadzieją na większą szansę obrony wartości przyrodniczych (a i substancji leśnej) przed nowymi zjawiskami cywilizacyjnymi, takimi jak żywiołowa rozbudowa sieci dróg, nieliczący się z przyrodą agresywny biznes turystyczny, bezplanowa gospodarka przestrzenna i wciśkające się wszędzie budownictwo, co prowadzi do zawłaszczania krajobrazu, który jest wspólnym dobrem, jak woda i powietrze; pomijamy milczeniem inne siły naciskające na lasy.

Lasy Pogórza Przemyskiego (wokół Arłamowa) chronione były przez rządy Polski Ludowej podobnie jak lasy Białowieży przez królów i carów, tylko krócej. Stały się dzikie i monumentalne. Park narodowy miał reprezentować jedyny w całym pasie pogórzy karpaccich kompleks przyrodniczo-kulturowo-krajobrazowy z bogatą florą i fauną, w której występują gatunki zachodnio- i wschodniokarpackie, z ekosystemami o wysokim stopniu naturalności. Można zrozumieć stanowisko samorządu gminnego, ewentualnie ministra finansów, ale nie sposób zrozumieć twardego oporu administracji leśnej przeciwko projektowi parku narodowego na Pogórzu Przemyskim; nie było to działanie w obronie lasu, bo park narodowy lasom nie zaszkodzi i zwykle kierują nim ludzie z wykształceniem leśnym i długą praktyką. Nie da się tego powiedzieć o budowie wielkiego kompleksu turystycznego w cichym i ustronnym Arłamowie, na szczycie góry wśród puszczy⁹.

⁸ Parki narodowe utworzone w Polsce po 1989 r. pod naciskiem wolnej od skrupowania krajowej opinii publicznej; leśne: Drawieński (1990), Gór Stołowych (1993), Magurski (1995), Borów Tucholskich (1996); bagienne: Poleski (1990), Biebrzański (1993), Narwiański (1996), Ujście Warty (2002).

⁹ Z internetu: „Arłamów zbudowany od nowa. Od luksusów może zakreślić się w głowie”: hotel czterogwiazdkowy, 254 pokoje, baseny, boiska, pole golfowe, 2 wyciągi orczykowe, 3 trasy narciarskie sztucznie naśnieżane i oświetlane, lądowisko dla helikopterów, nowa szosa, elektrociepłownia. Wszystko to powstało na polanie wśród wiekowego lasu

Wierzmy, że na Mazurach wartości przyrodnicze, np. Puszczy Boreckiej, ochroni gospodarka leśna, lecz upominamy się o ochronę wartości obszaru wystawionego na najsilniejszą presję biznesu turystycznego i tłumów ludzi. Park narodowy nie zamyka terenu przed ludźmi, nada mu inną rangę i zadba o bardziej racjonalny łąd przestrzenny. Projekt Jurajskiego PN nie spotkał się z oporem administracji leśnej (tu tylko wójt jednej z gmin postawił *veto*); na razie płoty, domy letniskowe, drogi i tablice z zakazem wstępu zawłaszczają krajobraz ostańców wapiennych na gruntach prywatnych; swobodny ruch turystów kieruje się na grunty publiczne. Te i inne przykłady powinny nam uświadomić, czym byłaby Puszcza Kampinoska (podzielona płotami), czym byłyby Tatry (zabudowane doliny i lasy pocięte wyciągami), gdyby nie stały się 60 lat temu parkami narodowymi.

Puszcza Białowieska

Szeroko w świecie znana jako ostatni tak naturalny obszar puszczańskich lasów na Niziu Europejskim, obiekt światowego dziedzictwa kulturalnego i naturalnego, rezerwat biosfery. Jest chlubą polskiej królewskiej i państwowej gospodarki leśnej i obok żubra najbardziej wyrazistym symbolem ochrony przyrody. Nawet najdoskonalsza w niej gospodarka i ochrona, sprawowana przez światłych ludzi, ale podległych przedsiębiorstwu gospodarczemu, będzie postrzegana jak biblijny handel w świątyni, jak profanacja. Biolodzy szanują prestiż leśników, doceniają dobrą wolę i popierają dotychczasowe programy działań ochronnych, zwłaszcza wprowadzone do ostatnich planów urządzenia lasu nadleśnictw białowieskich; traktują to jednak jako krok na drodze, u końca której widzą puszcę jako park narodowy. Przeszkodą na tej drodze nie powinny być różnice zdań w sprawie reakcji na naturalne procesy zachodzące w puszczy: eksplozje populacyjne owadów roślinożernych, wymieranie świerków i innych gatunków oraz najstarszych drzew, ani tym bardziej względy prestiżowe.

Jeśli zasoby leśne i produktywność drzewostanów w Polsce znacznie wzrosły i nadal rosną, a drewna pozyskuje się coraz więcej, to zgodne z zasadą zrównoważenia byłoby przeznaczenie większej powierzchni pod ochronę wartości pozaekonomicznych. Chodzi wszak o ostatnie fragmenty lasów z względnie naturalnymi ekosystemami, w których najmniej zakłócone były procesy naturalnego doboru i naturalnej selekcji. O obszary, w których możemy się spodziewać największej różnorodności genetycznej, w tym genów odporności organizmów na stres środowiskowy i na choroby, co może mieć znaczenie dla gospodarki leśnej.

w najcudowniejszym krajobrazie gór. Podobno oceny oddziaływania na środowisko nie wykazały negatywnego wpływu tej inwestycji na środowisko. A dopatruje się takiego wpływu w każdym planie urządzenia lasu, projekcie zalesienia 20 ha nieużytku, budowie domu.

Lesistość i granice ingerencji w gospodarkę leśną

Wysoko cenionym rezultatem gospodarki leśnej jest wzrost lesistości, wieku i miąższości drzewostanów oraz udziału gatunków liściastych. Ilościowe wskaźniki tego i innych sukcesów (ha, m³) powinny być uzupełniane jakościowymi, przynajmniej w zakresie różnorodności i naturalności¹⁰, od których zależy stabilność i funkcjonalność ekosystemów. Sukces ten jest bowiem niejednoznaczny, jeśli jednocześnie postępuje proces fragmentacji przestrzeni leśnej (np. na skutek budowy coraz szerszych dróg, także leśnych), jeśli ekosystemy leśne tłamszone są coraz większymi i cięższymi maszynami. Ekonomiczny bilans tych przeciwstawnych procesów jest korzystny, a jaki jest bilans ekologiczny? Szczególną uwagę powinno się zwracać na skutki fragmentacji dużych kompleksów leśnych, zwanych puszcami, których spójność terytorialna jest swoistą wartością. Dzieje i przyroda puszc cieszą się dużym zainteresowaniem ludzi, a ich integralność jest warunkiem utrzymania wielu gatunków zwierząt, roślin, grzybów i zależnych od nich mikroorganizmów.

Na koniec wypada przypomnieć dwie sprawy. Pierwsza, że rozwój zrównoważony oznacza nie tylko ustępstwa sektora ekonomicznego na rzecz środowiska i dobra społecznego, lecz w równym stopniu umiarkowanie i rozsądek w roszczeniach wobec tego sektora. Niemało jest wypowiedzi publicznych pod adresem gospodarki leśnej narzucających różne ograniczenia lub świadczenia, w mniemaniu ich autorów dyktowanych troską o dobro lasów, opartych na intuicji lub przejętych od kogoś jako przejaw intelektualnej mody. Przejawia się to m.in. w rozszerzaniu interpretacji dyrektywy siedliskowej, żądając ochrony typów siedlisk przyrodniczych wszędzie (także poza obszarami Natura 2000) w sposób rezerwatowy, w demonizowaniu czynnej ochrony, zwłaszcza wyrębu drzew, i żądaniu pozostawiania na miejscu drzew martwych bez ograniczeń. Spór w tych sprawach toczy się zwykle na poziomie nadleśnictw pomiędzy działaczami organizacji ekologicznych a leśnikami urzędniowcami. Lepiej byłoby przenieść go na płaszczyznę naukową i wykazać, jaka jest optymalna struktura każdego typu ekosystemu leśnego w zależności od siedliska, wieku drzewostanu i funkcji konkretnego płata lasu. Druga sprawa: prawo ochrony przyrody wymaga zbyt wielu uzgodnień i uzyskiwania zezwoleń, które wydają regionalne dyrekcje ochrony środowiska, na różne działania, np. na zbiór nasion i metaplantację chronionych gatunków roślin. Są poważne wątpliwości, czy te pozwolenia są wydawane na podstawie aktualnej wiedzy, bo nie istnieje u nas system tworzenia i gromadzenia naukowej dokumentacji przyrody. Przy braku takiej dokumentacji naturalnym odruchem urzędnika jest brak zgody lub uzależnienie jej od niemożliwych do spełnienia warunków. Trzeba tworzyć wiedzę, ale przede wszystkim przemyśleć i uzgodnić zakres praw i obowiązków zarządzających lasami (nadleśnictwo, regionalne dyrekcje LP) i administracji ochrony przyrody (GDOŚ, regionalne dyrekcje ochrony środowiska) w sprawach ochrony przyrody.

¹⁰ Relację pojęć naturalności i różnorodności omawiam w artykule „Naturalność i różnorodność przyrody: której wartości przysługuje pierwszeństwo ochrony?”, w: Z. Mirek, A. Nikel (red.) *Ochrona przyrody w Polsce wobec współczesnych wyzwań cywilizacyjnych*, Kraków 2014.

Cele i kierunki badań leśnych w ochronie przyrody

Zestawione niżej zagadnienia i tematy dotyczą luk w naszej zbiorowej wiedzy o przedmiotach i procesach dziejących się w ekosystemach leśnych w aspekcie ochrony przyrody, w warunkach gospodarczego użytkowania i w warunkach rezerwato- wych. Sformułowane są przez grono profesorów nauk przyrodniczych, a adresowane do specjalistów z wielu dziedzin nauki. Czynię to zestawienie z pewnym lękiem, bo przypomina mi ono coś, co świetlanej pamięci profesor Janusz B. Faliński nazywał *bi- bibliografią dzieł zamierzonych*. Każdy naukowiec nosi w sobie taką bibliografię, teraz ma okazję ją uzupełnić.

Cele główne i pierwszej kolejności

- Zebranie pełnej wiedzy taksonomicznej o różnorodności biologicznej lasów na wszystkich poziomach organizacji życia.
- Dokonanie wspólnej – przyrodników i leśników, naukowej oceny wartości i lokalizacji ostatnich fragmentów naturalnych lasów europejskich na terenie Polski, niezależnie od prawa własności lasu.
- Rozwijanie teorii zrównoważonego rozwoju w zastosowaniu do gospodarki leśnej, ustalenie kryteriów oceny realizacji funkcji środowiskochronnej przez lasy różnej własności.
- Budowanie wspólnoty naukowej biologów i leśników w obronie leśnej przyrody i rangi nauk służących jej ochronie. Wzmocnienie wpływu nauki na model zarządzania tą ochroną.

Kierunki i tematyka badań

Stan różnorodności biologicznej: okresowe rewizje taksonomiczne i chorologiczne, monitoring wybranych populacji, intensywne badania grup mało znanych (mikrobiota, bezkręgowce, epifity), skupienie uwagi na obszarach słabo zbadanych;

- przyczyny i dynamika zmian różnorodności biologicznej;
- warunki zachowania i odtwarzania utraconej różnorodności;
- wpływ introdukcji obcych gatunków na rodzimą florę i faunę. System obserwacji i rejestracji pojawu nowych obcych gatunków w lasach.

Synekologia: doskonalenie typologii fitosocjologicznej zbiorowisk w powiązaniu z typami siedliskowymi lasu i siedliskami Natura 2000;

- wyjaśnienie genezy i warunków zachowania zbiorowisk seminaturalnych (np. jak odtwarzać ginące świetliste dąbrowy i inne relikty dawnej kultury leśnej);
- badania sukcesji w powiązaniu ze zmianami klimatu, sekularnymi zmianami metod gospodarowania i cyklami gospodarczymi, zmiany różnorodności w toku sukcesji – czy odwracalne?; rola martwego drewna w procesie sukcesji;

- krajowe i regionalne monografie i syntezy wiedzy o szacie roślinnej i faunie lasów;
- szczegółowe mapy roślinności nadleśnictw i/lub dużych kompleksów leśnych;
- warunki zachowania siedlisk oligotroficznych i ich specyficznej bioty.

Zagrożenia i kłęski żywiołowe: sukcesja wtórna na terenach po kłęsce pożarów i wiatrolomów w funkcji czasu i sposobu postępowania (sukcesja naturalna lub kierowana);

- ekologiczne metody ograniczania eksplozji populacyjnej roślinożerców;
- „wąskie gardło” funkcjonowania populacji i ekosystemów – warunki utrzymania skrajnie nielicznych gatunków roślin i zwierząt;
- wpływ fragmentacji lasów (m.in. szerokimi drogami) i podporządkowania przyrody technice (m.in. wielkie maszyny i ciężkie pojazdy) na leśną przyrodę.

Badania i ocena leśnej przestrzeni przyrodniczej: identyfikacja obszarów o najwyższych wskaźnikach różnorodności i naturalności oraz dobrej dokumentacji historycznej jako modelowych obiektów badań leśnych;

- lasy Polski w świetle europejskiej konwencji krajobrazowej;
- funkcjonowanie i znaczenie korytarzy ekologicznych, wysp leśnych, skrajów lasu i mikrosiedlisk, martwych drzew, budek lęgowych i sztucznych schronów;
- potrzeby, możliwości i sposoby zwiększania lesistości kraju i poszczególnych regionów;
- wpływ naturalnych i antropogennych zmian stosunków wodnych na leśne ekosystemy.

Ocena efektów konserwatorskiej ochrony: wielokierunkowe badania stanu przyrody na obszarach długo chronionych (np. w rezerwatach) w porównaniu do lasów gospodarczych na analogicznych siedliskach;

- kontynuacja i rozwój metod restytucji zagrożonych gatunków (np. programy ochrony żubra, rysia, cisa i brekinii, pszczół leśnych);
- racjonalizacja pozytywnych skutków takich działań (bóbr, kormoran);
- metaplantacje zagrożonych gatunków roślin;
- szersze korzystanie z zasady rekompensaty za tracone wartości przyrodnicze.

Problemy prawne i organizacyjne:

- usunięcie niespójności między prawem ochrony przyrody a prawem i praktyką w gospodarce leśnej w myśl zasady: kto ma prawa i kompetencje, ten ma obowiązki; kto ma obowiązki, ten ma prawa; rozróżnienie i zdefiniowanie pojęć: ochrona, opieka, nadzór w odniesieniu do obiektów i obszarów prawnie chronionych;
- stworzenie wielostopniowego systemu pozyskiwania i przetwarzania informacji o różnorodności biologicznej lasów (np. jakie dane zbiera się do programu ochrony przyrody nadleśnictwa, co należy do monitoringu przyrodniczego, co do zakresu badań specjalistów).

Zadania dla nauk podstawowych:

- określić historycznie uwarunkowane zasięgi drzew leśnych i pokrewieństwo genetyczne pomiędzy populacjami z różnych regionów;

- pogłębić wiedzę o biologii i ekologii gatunków najbardziej zagrożonych, w tym reliktowych;
- weryfikować zasadę aktualizacji procesów dziejących się w żywej przyrodzie (zasada wzięta z geologii: w przeszłości i wszędzie procesy rzeźbotwórcze przebiegały tak jak obecnie; czy procesy ekologiczne również?);
- włączyć w krąg badań leśnych szersze grono historyków, socjologów i innych humanistów;
- kulturowe znaczenie lasów i „dzikiej” przyrody.

Wnioski

Badania leśne są prowadzone w wielu kierunkach przez osoby i instytucje reprezentujące różne dziedziny nauki, z których najważniejsze dla ochrony leśnej przyrody są nauki leśne i nauki przyrodnicze. Tworzą one zasób wiedzy, bez którego niemożliwe byłoby doskonalenie gospodarki leśnej ani funkcjonowanie systemu ochrony przyrody.

Ochrona przyrody jako składnik badań leśnych i wspólny cel leśników i biologów powinna w większym stopniu służyć porozumieniu i łagodzeniu sporów.

Rolą nauki jest nie tylko prowadzenie badań, lecz i tworzenie wspólnoty uczonych, których autorytet i opinie powinny wpływać na postępowanie organów ochrony przyrody i administracji leśnej, na poglądy polityków i świadomość społeczną.

Wspólnym zadaniem biologów i leśników powinno się stać dążenie do podniesienia rangi nauk o środowisku przyrodniczym, w tym badań ekosystemów leśnych i problemów ochrony przyrody, do zajęcia przez te nauki należytego miejsca w polityce naukowej.

Zrównoważony rozwój, jako kierunek rozwoju cywilizacji, jest w gospodarce leśnej Polski należycie ceniony. Rolą nauki i uczonych jest wzbogacanie treści tego pojęcia, wspieranie go i czuwanie nad przestrzeganiem jego reguł. Jednym z kryteriów oceny zgodności praktyki z zasadami gospodarki leśnej byłoby poszerzanie zasięgu ochrony pozaekonomicznych wartości przyrodniczych proporcjonalnie do sukcesów produkcyjnych i zwiększanie nakładów na naukę proporcjonalnie do wzrostu dochodowości.

Nowoczesne koncepcje użytkowania lasu: stan i potrzeby badawcze w perspektywie najbliższych dekad; wielokierunkowe użytkowanie lasu w społeczeństwie obywatelskim: założenia teoretyczne i praktyczne realizacje/strategie

prof. dr hab. Piotr PASCHALIS-JAKUBOWICZ

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Warszawa

Wstęp

Zaproponowany przez organizatorów panelu NAUKA powyższy temat zawiera zagadnienia o wyjątkowo wysokim stopniu skomplikowania, różnej hierarchii, zmiennych uwarunkowaniach i powiązaniach, które dodatkowo wymagają odniesienia się do analiz nad konsekwencjami implementacji proponowanych rozwiązań. Jedną z podstawowych trudności uzyskania zadowalającego rozwiązania problemów postawionych w tytule tej pracy jest brak właściwego instrumentarium pojęciowego, jednoznacznych definicji i opisu pojęć, którymi się posługujemy w leśnictwie. Brak odpowiedniego słownika pojęć i definicji oraz encyklopedii wiedzy o leśnictwie jest tu szczególnie dotkliwy.

Próbę opisu wymienionych w tytule zagadnień oraz oparte na wynikach badań naukowych scenariusze dalszego rozwoju lasów i leśnictwa w skali globalnej i regionalnej przedstawia autor w złożonej do druku książce „Lasy i leśnictwo świata”.

W niniejszym szkicu odniesiono się jedynie do wybranych problemów badawczych strategicznych i społecznych zawartych w nowoczesnych koncepcjach użytkowania lasu. Zakres tych zagadnień w znacznym stopniu wpisuje się w budowę scenariuszy dalszego rozwoju lasów i leśnictwa w Polsce.

Badania naukowe

Przyjmując, że obecne stulecie przyniesie dynamiczne zmiany w powierzchni i strukturze lasów na świecie, zasadnym jest postawienie pytania, czy metody zarządzania i rzeczywiste rozumienie znaczenia i wagi problemów leśnych i leśnictwa na świecie, wynikających z zachodzących zmian, mogą być rozwiązywane dotychczas stosowanymi metodami? Przekonanie, że w skali globalnej, ale także w skali regionu świata, a także każdego kraju, można w sposób istotnie pozytywny wpłynąć na dalszy kształt i rozwój lasów oraz na zachowanie ich wielofunkcyjnego charakteru, jest powszechnie przyjmowane. Jednak należy wziąć pod uwagę również inne możliwości, z których co najmniej kilka stanowi podstawowe wyzwanie dla leśnictwa XXI wieku.

Leśnictwo, które w encyklopediach większości krajów świata jest definiowane jako gałąź lub sektor gospodarki oparta na podstawach naukowych, obejmująca zagospodarowanie, pielęgnowanie, użytkowanie, ochronę i odnawianie lasów (w celu stałego pozyskiwania drewna i innych użytków leśnych, w tym osiągnięcie korzyści z zidentyfikowanych usług ekosystemowych otrzymywanych z lasu) oraz wykorzystanie zdrowotnych i ochronnych wartości lasów, jest w gruncie rzeczy definicją archaiczną. Oparta jest na teoriach i praktycznym wykorzystaniu funkcji pełnionych przez lasy, zawężonych do koniunkturalnych celów i na rozumieniu środowiska naturalnego jako źródła zaspokajania naszych potrzeb, gotowego do natychmiastowego wykorzystania. Wynika to z przeniesienia w XXI wiek sposobów zdobywania wiedzy i rozumienia leśnictwa obowiązujących od początku osiemnastego wieku, ocenianych z perspektywy praktycznej realizacji postawionych celów, a również z braku uwzględnienia tych kierunków myślenia i działań, które przez ostatnie dwieście kilkadziesiąt lat zbudowały potęgę wiedzy leśnej.

Czy zatem leśnictwo musi się stać innowacyjne? Jeżeli tak, to w oparciu o wiedzę akademicką i tradycyjną.

Odnosząc innowacyjność do realizacji zadań gospodarki leśnej w skali globalnej, musimy przyjąć, że innowacyjność, czyli wprowadzanie zmian do istniejących systemów prowadzenia leśnictwa, bez względu na przyjęty model gospodarowania, jest zagrożeniem dla istniejących zwyczajów, obowiązujących zasad. Innowacyjność jest źródłem niepewności co do bliskiej i dalekiej przyszłości korzystania z określonych funkcji lasów, czyli czynnikiem burzącym istniejący, dobry lub zły, porządek rzeczy.

Powinno się zwrócić także uwagę na szereg korzyści, które kryją się pod pojęciem innowacyjności. Otóż wprowadzenie innowacyjnych rozwiązań w leśnictwie oznacza możliwość dalszego rozwoju sektora leśnego, jedynie poprzez akceptację społeczną wprowadzanych na rynek nowych surowców i produktów lub usług pełnionych przez lasy, a także otrzymywanych dzięki użytkowaniu lasów dóbr i usług znacząco jakością lepszych, o szerszym dostępie społecznym niż dotychczas.

Innowacyjność odnosi się także do rozwiązań politycznych. Korzystanie z wielu rozwiązań stosowanych w polityce leśnej innych krajów jest możliwe jedynie wtedy, gdy społeczeństwo, którego to dotyczy, zostanie do nich przekonane i wyrazi na nie zgodę. Ze względu na skuteczność prowadzenia polityki leśnej zawsze korzystniejsze jest to rozwiązanie, które jest lepiej osadzone w szerszym kontekście użytkowania i zarządzania gruntami i lasami.

Możliwe jest także wymuszanie rozwiązań innowacyjnych związanych z rozwojem cywilizacyjnym świata, co wcale nie musi oznaczać nowych i szerszych możliwości korzystania z ekosystemowych usług otrzymywanych z lasów i prowadzonej gospodarki leśnej, ale może być wręcz ich ograniczaniem.

Analizy zbioru informacji z historii lasów i leśnictwa na różnych kontynentach świata prowadzą autora do stwierdzenia, w przeważającym stopniu odnoszącego się do użytkowania lasu, że w znacznej części świata mamy do czynienia ze stałym, w coraz mniejszym stopniu kontrolowanym korzystaniem z dóbr lasu. W historii lasów i leśnictwa (również człowieka) wiek XXI jest początkiem wprowadzania różnego rodzaju ograniczeń w dostępie do korzystania z dóbr leśnych. Tworzenie określonych barier, o ustalonym czasie trwania i właściwie zdefiniowanej przestrzeni leśnej jest konieczne, bowiem brak mechanizmów samoograniczania człowieka w korzystaniu z dóbr możliwych do uzyskania z lasu doprowadzi do jego zniszczenia. Wprowadzanie ograniczeń i barier w użytkowaniu lasu jest niezbędne w celu zyskania przez nas na czasie, który wykorzystany zostać powinien na prowadzenie pogłębionych, szerokich badań naukowych nad funkcjonowaniem ekosystemów leśnych.

Uważam, że konieczne jest głębokie zastanowienie się nad dalszym rozwojem kierunków badań naukowych, które stanowią celowe i świadome poznanie obranego wycinka rzeczywistości społecznej, ekonomicznej, edukacyjnej, technicznej, kulturowej człowieka i rzeczywistości leśnej. Jest to odpowiedni moment i zarazem konieczność, aby leśnictwo, traktowane jako jedność połączeń nauki z praktyką leśną, stanęło w pierwszym rzędzie tych dziedzin, których liderzy widzą, rozumieją i potrafią wprowadzić rozwiązania innowacyjne w zarządzaniu.

Leśnictwo widziane w tym wymiarze, zapoczątkuje proces potwierdzający, że postęp w jakiegokolwiek dziedzinie wiedzy i działalności naukowej jest możliwy, jeżeli świadomie i celowo zastosujemy nowe metody badań i innowacyjną procedurę badawczą. Wszelkie poczynania oparte na fragmentarycznych wynikach badań, wielkiej wiedzy tradycyjnej i osobistym doświadczeniu są bardzo ważne i wspomagające podejmowanie decyzji, ale we współczesnym świecie nauki niewiele mają do zaoferowania w zakresie rzetelnych i ścisłych informacji naukowych o faktach, zjawiskach, strukturach, procesach i zmianach środowiskowych kształtujących leśną rzeczywistość.

Konieczna jest nam zarówno wiedza systemowa, umożliwiająca zrozumienie uwarunkowań funkcjonowania ekosystemów oraz działania struktury lub organizacji zarządzających lasami, jak i wiedza przyczynowo-skutkowa, pozwalająca rozpatrywać i uwzględniać interesy różnych grup społecznych, pojedynczych krajów i grup krajów na tle stałych i zmieniających się celów globalnych.

Sukces ekonomiczny i naukowy państwa może być osiągnięty jedynie wtedy, gdy przemysł i gospodarka, zarówno prywatne, jak i państwowe, finansują intensywnie programy naukowe, realizowane przez najlepsze zespoły badawcze. Coraz częściej się zdarza, że za brak innowacyjnych rozwiązań obwinia się podtrzymywanie gasnących przedsiębiorstw i finansowanie słabych zespołów badawczych.

Przyjęta przez wiele krajów strategia stymulowania innowacyjnych rozwiązań w badaniach środowiskowych zmierza do koncentracji finansowania badań z góry ustalonych

politycznymi decyzjami, integracji zespołów badawczych z wielu państw i wyraźnej promocji tych projektów badawczych, które mają długotrwały efekt restrukturyzujący organizację badań.

Na długiej światowej liście badań priorytetowych, które otwierają drugie dziesięciolecie XXI wieku, nie ma projektów dotyczących nauk leśnych. Wyodrębnione zagadnienia leśne traktowane są jako element wspomagający argumentację o celowości badań w wielu dziedzinach wiedzy, czasami odległych od tradycyjnych działów wiedzy leśnej. Chodzi tu o cały zakres nauk dotyczących zmian klimatycznych, jakości życia, bezpieczeństwa środowiskowego, bezpieczeństwa żywnościowego, zrównoważonego rozwoju, a także nanotechnologii (włókna naturalne), biotechnologii, użytkowania gruntów, problemów z zaopatrzeniem w wodę i wielu, wielu innych.

Nadszedł czas, aby liderzy decydujący o kierunkach rozwoju lasów i leśnictwa rozpatrzyli konieczność włączenia lasów i leśnictwa do zintegrowanych działań podejmowanych nie tylko ze względu na zachodzące zmiany klimatyczne, ale również ze względu na odpowiedzialność tego sektora za przyszłość społeczeństw.

Udział w tych działaniach bezpośrednio wynika z koncepcji powiązań systemów zdobywania wiedzy i jej przetwarzania (której dotychczas brak) z właściwą organizacją jej wykorzystania. W tym tkwi również rzadka umiejętność połączenia badań naukowych z pragmatycznym definiowaniem zakresu i celu zadań przez praktykę leśną.

Wyjątkowo ważnym kierunkiem badań są poszukiwania naukowe łączące wiedzę z zakresu ekologii i ekonomii, stanowiących ramy oceny leśnych usług ekosystemowych w różnych scenariuszach dalszego rozwoju lasów i leśnictwa, a jednocześnie obejmujące aspekty przestrzenne. Odnosi się to również do opracowania pełnej metodologii oceny ekonomicznej wartości różnorodności biologicznej i usług ekosystemowych w różnych biomach świata, do stosowania w różnych warunkach i przy różnych założeniach.

Zagadnieniem wyjątkowo ważnym, a zbadanym w niewielkim stopniu, jest ekonomiczna analiza wartości gospodarczej (nie tylko) obszarów objętych różnym reżimem ochronnym, a także wszystkich obiektów leśnych, infrastruktury itd. Zbadanie rzeczywistych kosztów wynikających ze zmniejszania się biologicznej różnorodności i z utraty usług ekosystemowych na świecie oraz kosztów i korzyści wynikających z działań mających na celu zmniejszenie tych strat jest dla leśnictwa ogromną szansą dalszego rozwoju.

Kolejnym obszarem prowadzenia badań są analizy stosowanych dotychczas metodologii wyceny wartości różnych biomów (o różnych odniesieniach i scenariuszach stanu), oceny systemów zarządzania nimi i konsekwencji społeczno-politycznych z tego wynikających. Towarzyszyć im powinny badania nad przydatnością stosowanych dotychczas technik i technologii pomiarowych, zarówno pod kątem zbioru i przetwarzania danych, których potrzebujemy, jak i ich dokładności. Zaznaczam, że liczba proponowanych projektów badawczych odnoszących się do tych zagadnień jest imponująca, szczególnie jeśli chodzi o metodologię transferu korzyści i metodologię agregacji, które powinny być wiarygodne i odpowiednie dla ocen w skali makro. Wynika to z możliwości wykorzystania wskaźników biofizycznych do tworzenia systemu pomiarów dla warstw od ekologicznej do ekonomicznej, np. średniego zagęszczenia gatunków (*mean species abundance* – MSA).

Dodatkowo informacje te powinny pomóc w opracowaniu mierników oceny zrównoważonego rozwoju, uzupełniając powszechnie stosowane wskaźniki narodowego dochodu (PKB) i rentowności przedsiębiorstw.

Sądzę, że właśnie wyniki takich badań będą jedną z najważniejszych przesłanek w wytyczaniu kierunków zmian w leśnictwie pierwszej połowy XXI wieku.

Zielona gospodarka

Innowacje w sektorze leśnym są atrakcyjne dla decydentów w torowaniu drogi do „zielonej ekonomii”, uważanej za najlepszą drogę do osiągnięcia zrównoważonego rozwoju, ze względu na włączenie leśnictwa w orbitę realizacji programów rozwoju tej gospodarki. Powstały zresztą pewne mutacje tej idei, które odnoszą się do działań stymulujących rozwój „biogospodarki” („innovacyjne” określenie bioekonomii).

W zakres oddziaływań biogospodarki wchodzi zatem pozornie odległe procesy wytwórcze, takie jak produkcja energii z drewna i biomasy leśnej, produkcja papieru, celulozy, płyt drewnopochodnych i inne kierunki wytwórcze przemysłu drzewnego, chemicznego, budownictwa itd.

Najbardziej zaawansowane kraje dążą do biogospodarki przemysłowej, kierowanej przez konsorcja międzynarodowe, ponadsektorowo integrujące działania na rzecz łagodzenia negatywnego wpływu zmian klimatu i ochrony zasobów naturalnych środowiska.

Dla lepszego ukierunkowania programu badań służących biogospodarce należy zwiększyć nacisk na ekonomiczne aspekty wykorzystania zasobów i ustanowienie przepisów regulujących ich wykorzystywanie.

Sektor leśny może i powinien odgrywać strategiczną rolę w zmianie obecnego kierunku rozwoju biogospodarki i może zaoferować platformę innowacyjną, zarówno dla nowych rozwiązań utrzymania naturalnego porządku rzeczy w przyrodzie, jak i dla rozwoju przedsiębiorczości, uwzględniającego wartości społeczne.

Niezbadany potencjał zasobów leśnych

Potencjał zasobów leśnych, dotychczas niezbadany, jest jednym z tych obszarów wiedzy, w którym możliwości nowych odkryć są ogromne. Chodzi tu o nowe, bezpośrednie korzyści czerpane z lasu, ale także o inspiracje do budowy nowych rozwiązań, które mogą stać się naszą obroną przed pojawiającymi się zagrożeniami.

Podstawowe ekonomiczne i socjalne korzyści, jakie człowiek czerpie z lasu, pochodzą głównie z funkcji bezpośrednio produkcyjnej (w postaci towarów i usług). W skali globalnej, liczba ludzi, którzy korzystają z tej funkcji lasu, liczona jest w miliardach. Dodatkowo, należy uwzględnić ogromne korzyści otrzymywane przez człowieka w formie funkcji ekosystemowych. Publikowane dane statystyczne nie zawierają danych dotyczących liczby ludzi, którzy czerpią zarówno wymierne, jak i niewymierne korzyści z funkcji ekosystemowych, ale przybliżone dane szacunkowe pozwalają określić, że jest ich nie mniej niż osób korzystających z funkcji produkcyjnych.

Przy pomiarze i określaniu społeczno-ekonomicznych korzyści wynikających z użytkowania lasu powinniśmy koncentrować się na człowieku, a nie wyłącznie na drzewach i lesie, co wcale nie jest tak oczywiste w wielu krajach świata. W większości przypadków różnego typu inwentaryzacje zasobów leśnych koncentrują się na zbiorze informacji jedynie o drzewach i lesie jako całości, tymczasem konieczne jest poszerzenie zbioru tych informacji o dane umożliwiające odpowiedź, w jaki sposób i w jakim zakresie las powinien być udostępniony społeczeństwu. Obserwuje się nadal istotny rozdźwięk pomiędzy formalnym działaniem sektora leśnego a oczekiwaniami ludzi, którzy potrzebują lasu dla zaspokojenia swojego zapotrzebowania zarówno na energię, żywność, schronienie, bezpieczeństwo, wypoczynek, jak i wiele innych produktów i usług. Ocena takich usług świadczonych przez lasy w wielu przypadkach nie jest wykonywana, w wielu innych przypadkach jest trudna lub prawie niemożliwa. Tym niemniej konieczne jest podejmowanie prób oceny tych usług.

Należy jednocześnie podkreślić, że rosnące i zmieniające się potrzeby społeczne wymuszają na zrównoważonej gospodarce leśnej osiąganie coraz większej wydajności, ocenianej w kategoriach efektywnej produkcji dóbr i usług

Odkrycia z kosmosu – poznawanie świata lasu

Odkrycia w przemyśle kosmicznym, czyli zaawansowane technologie w budowie satelitów i urządzeń zdalnie sterowanych, które w czasie realnym dostarczają informację z różnych źródeł o zagrożeniach dla lasów, o ich natężeniu i rozmiarze, otwierają nowe możliwości w poznawaniu lasu.

Opublikowane ostatnie wyniki oceny ilościowej straty pokrywy leśnej brutto na świecie (*gross forest cover loss* – GFCL) były zaskakujące, szczególnie jeżeli je porównamy z oficjalnymi raportami poszczególnych krajów przesyłanymi do FAO. Z niedowierzaniem przyjęto na przykład wyniki udowadniające, że w badanym okresie największe wylesianie było w strefie lasów borealnych, a następnie – strefie wilgotnych lasów tropikalnych, strefie suchych lasów tropikalnych i lasów strefy umiarkowanej. Wyniki bezspornie wskazały, że wylesiono ogromne powierzchnie zrębów zupełnych we wschodniej części Syberii. Największe wylesienia dotknęły Brazylię – blisko 165 tys. km², a następnie Kanadę – 160 tys. km².

Możliwość ciągłego monitorowania stanu lasów na całym globie w czasie rzeczywistym jest osiągnięciem, które daje szansę stosowania nowych metod i technicznych rozwiązań w każdej dziedzinie leśnictwa.

Stosowanie nowych metod i narzędzi pomiarowych umożliwiło obliczenie ilości węgla, który w swoim naturalnym cyklu obiegu w przyrodzie jest wiązany i emitowany z powierzchni leśnych. Również określenie wielkości emisji węgla uwolnionego podczas operacji pozyskaniowo-transportowych całych drzew i pozostałej części biomasy leśnej, pochodzącej zarówno z drzew o niewielkich wymiarach, jak i igliwia, drobnych gałęzi i listowia, została dzięki tym metodom dokładnie policzona. Ostatnio wykonano szczegółowe pomiary utraty możliwości pochłaniania dwutlenku węgla z atmosfery przez wylesioną powierzchnię oraz dodatkowo – ilości węgla związanego w glebie

leśnej. Wyniki tych pomiarów stały się jedną z podstaw do określenia wpływu lasów i leśnictwa na bilans dwutlenku węgla w atmosferze i posłużyły jako ważny argument na rzecz podejmowania działań łagodzących zmiany klimatu.

Chciałbym zwrócić szczególną uwagę na wszystkie podane powyżej wyniki badań, które po raz pierwszy pozwoliły na właściwą interpretację zmian zachodzących w ekosystemach leśnych, różną zasadniczo od wielu doniesień medialnych, które w znacznie większym stopniu (niestety) niż wiedza naukowa kształtują społeczne rozumienie zjawisk zachodzących w lasach i leśnictwie.

Lasy i grunty leśne

Potencjalny obszar innowacyjnych rozwiązań, które mogą być stosowane w przeciwdziałaniu zachodzącym zmianom klimatycznym obejmuje cały obszar zagadnień związanych z użytkowaniem gruntów, zmian w użytkowaniu gruntów i leśnictwie (LULUCF).

Zapisy konwencji klimatycznej ONZ dotyczą nie tylko kwestii klimatycznych, ale także nowych koncepcji w zakresie prowadzenia gospodarki leśnej, przedstawiając skomplikowany układ powiązań między nimi. Dlatego też innowacyjne rozwiązania w leśnictwie, możliwe do stosowania w jednych krajach i uznawane w nich za nowość, nie zawsze są rozwiązaniami odpowiednimi w innych krajach. Działania innowacyjne, których spełnienie jest konieczne w realizacji koncepcji REDD+, we wszystkich punktach mają charakter uniwersalny. Powodzenie tych działań zależy od odpowiedniego wykorzystania wyników badań naukowych i właściwej ich implementacji w praktyce leśnej. Ustalenia w tym zakresie są ważne, ponieważ oddają skomplikowany obraz decyzji wyboru kierunków badań i dokonywania ewentualnych zmian w przyjętych scenariuszach działań. Są one następujące:

- stymulacja innowacyjnych rozwiązań w leśnictwie powinna być rozpoczęta od wprowadzenia mechanizmów promujących nowe rozwiązania, realizujących podjęte zadania,
- konieczne jest przeprowadzenie odpowiednich reform prawnych i fiskalnych,
- potrzeba rozpoznania konsekwencji zmian wprowadzanych w systemach użytkowania ziemi,
- należy ustalić zasady trwałości użytkowania ziemi,
- należy wyznaczyć granice zachęt dla zmian w systemie użytkowania ziemi,
- niezbędne jest umiejętne łączenie użytkowania ziemi przez rolnictwo i leśnictwo,
- niezbędna jest umiejętność tworzenia całego łańcucha produkcji rolnej i leśnej,
- konieczne jest tworzenie scenariuszy rozwoju rolnictwa i leśnictwa w celu dokonywania porównań i dokonywania właściwych wyborów.

Konieczne jest łączenie badań sektora leśnego i drzewnego nad stosowaniem technologii umożliwiających długotrwałe użytkowanie produktów i wyrobów z materiałów drewnopochodnych i drewna. Zwrócić należy uwagę także na siłę powiązań pomiędzy instytucjami, które przetwarzają wiedzę naukową w sposób umożliwiający jej wykorzystanie przez podejmujących decyzje polityczne i gospodarcze.

Edukacja leśna na poziomie uniwersyteckim

Opracowanie innowacyjnych rozwiązań w leśnictwie wymaga również głębszego rozumienia przez społeczeństwo skomplikowanego systemu zmian zachodzących w otoczeniu i możliwości sterowania tymi zmianami przez człowieka. Jest to również kolejne wyzwanie (innowacyjne?) dla edukacji leśnej, na wszystkich poziomach nauczania. W pierwszej połowie XXI wieku koniecznością uniwersyteckiej edukacji leśnej jest znalezienie odpowiednich propozycji metod i stosowanych technik kształcenia, polegających na przejściu z poziomu „nauczania” do poziomu „uczenia się”, jak też – uwzględnianie oceny wiedzy przekazywanej na uczelniach leśnych przez pracodawcę.

Wymaga to zarówno odpowiedniego dostosowania obecnie realizowanych programów edukacyjnych, jak i stworzenia, z udziałem pracodawców, zupełnie nowych programów, którym będą towarzyszyły także nowe metody sprawdzania skuteczności stosowanych rozwiązań.

GMO – rewolucja czy ewolucja w lasach i leśnictwie?

Znaczna część postępu w poznawaniu świata roślin wynika z postępu w biotechnologii roślin i jest oparta na osiągnięciach inżynierii genetycznej. Wyniki badań naukowych przyciągają dużą uwagę zarówno środowisk naukowych, jak i – w coraz większym zakresie – przedsiębiorców zainteresowanych wykorzystaniem ich komercyjnie.

Genetyczne działania modyfikujące drzewa leśne mają miejsce obecnie w 35 krajach świata, jednocześnie w wielu innych krajach (w tym i w Polsce) są wprowadzane zakazy stosowania takich rozwiązań.

Genetyczna modyfikacja drzew, traktowana jako składnik badań nad leśną biotechnologią, budzi takie same obawy co do losów genetycznie zmodyfikowanych drzew i całego środowiska leśnego, jak zmodyfikowane genetycznie rośliny uprawne. Wydaje się jednak, że organizmy modyfikowane genetycznie (GMO) będą odgrywały coraz większą rolę w produkcji włókien w nadchodzących dziesięcioleciach. Biorąc pod uwagę obawy wynikające w dużej mierze z doświadczeń praktycznych, tworzenie nowych możliwości modyfikacji i wdrażania GMO w leśnictwie, zwłaszcza na obszarach zajmowanych przez lasy półnaturalne i naturalne, zostanie w możliwie największym stopniu powstrzymane.

Uważam to za konieczne, zdając sobie sprawę z braku skuteczności działań podejmowanych w tym zakresie. Należy mieć jedynie nadzieję, że rozwój plantacji opartych na zmodyfikowanych genetycznie roślinach drzewiastych zostanie ograniczony wyłącznie do siedlisk, które nie są zajmowane przez lasy półnaturalne i naturalne.

Lasy i leśnictwo a dwutlenek węgla, węgiel w drewnie i glebie leśnej

Powracającym wątkiem jest rola i znaczenie lasów w otaczającej nas rzeczywistości, w kontekście zmian zachodzących w skali globalnej, wywołanych różnymi czynnikami, obecnie głównie w kontekście zmian klimatu. Relacje zachodzące między lasem a kli-

matem determinują w znacznym stopniu nasze bezpieczeństwo środowiskowe. Globalne trendy tych relacji wskazują, że następuje stały wzrost ilości pochłanianego dwutlenku węgla i magazynowanego w postaci węgla w biomasie i glebie leśnej. Do tej pory nie został jednak w pełni naukowo rozwiązany problem, w jakim zakresie i jakimi metodami możemy sterować tymi relacjami.

Gospodarka leśna ma oczywisty wpływ na ilość węgla zarówno pochłanianego, jak i emitowanego z zasobów leśnych. Nadal jednak nie opracowano takiego modelu leśnictwa i zarządzania lasami, który uwzględniając zarówno wymagania środowiskowe i oczekiwania społeczne, można by uznać za rozwiązanie zadowalające. Niewystarczająca jest bowiem precyzja stosowanych dotychczas wielkoobszarowych metod inwentaryzacji ilości węgla w ekosystemach leśnych.

Zmiany zasobów węgla w biomasie leśnej są zależne również od przyjętego modelu leśnictwa. Nie odnosząc się tutaj do rozwiązań politycznych i egzekucji rozwiązań prawnych (jeżeli istnieją), należy zauważyć, że udokumentowane stosowanie zasad zrównoważonego leśnictwa na kontynencie europejskim i w krajach Ameryki Północnej i Środkowej powoduje efekt wzrostu zasobów węgla w biomasie leśnej.

Poszukiwania rozwiązań innowacyjnych zmierzają do opracowania nowych strategii zarządzania lasami, które prowadząc do zwiększenia ilości dwutlenku węgla pochłanianego i magazynowanego w ekosystemie leśnym, zapewnią jednoczesny wzrost produkcji drewna na pniu, celulozy, energii i innych dóbr pochodzących z zasobów leśnych. Symetria korzyści z takiego rozwiązania będzie trwała tak długo, jak długo ludność świata będzie potrzebowała dóbr z lasu, a zrównoważona gospodarka leśna będzie się rozwijała w kierunku poszukiwania nowych innowacyjnych rozwiązań.

Innym rozwiązaniem, stosowanym między innymi w krajach skandynawskich, jest koncentracja pozyskania surowca drzewnego na małych powierzchniach leśnych, ale z bardzo intensywnym programem cięć. Powoduje to, co prawda, znaczną redukcję ilości pochłanianego węgla na tej powierzchni, ale jednocześnie ogranicza rozmiar powierzchni, z której drewno jest pozyskane.

Również plantacje drzew, których zasoby drzewne są użytkowane z wyjątkową intensywnością, oceniane wyłącznie pod kątem efektywności wiązania węgla atmosferycznego, mogą być uznane za odpowiednie narzędzie łagodzenia zmian klimatycznych. Można rozpatrywać ten przykład również od strony teoretycznej, ponieważ są możliwości zwiększenia ilości węgla zmagazynowanego w lasach zagospodarowanych, którego wartość rynkowa może mieć tendencję wzrostową. Dodatkowo, takie rozwiązanie spotka się z ogromną aprobatą społeczną i polityczną, ze względu na nośność odniesień do zmian klimatycznych i redukcji emisji gazów cieplarnianych.

Wyniki badań plantacji drzew leśnych uważa się za kluczowe w rozumieniu interakcji pomiędzy metodą prowadzenia gospodarki leśnej a ilością węgla w ekosystemach leśnych. Jeżeli oceniamy te zależności wyłącznie w kontekście trwałości jednego pokolenia drzewostanu, a dodatkowo, odnosimy to do wydajności surowcowej i ilości węgla związanego w biomasie roślinnej, pomijamy znacznie większą pulę węgla, który wiązany jest w glebie.

Podjęcie zatem badań nad metodami prowadzenia gospodarki leśnej, tak by wprowadzić mechanizmy stymulujące wiązanie węgla w glebie leśnej, będzie rzeczywistym krokiem naprzód w procesach mitygacyjnych zmian klimatycznych.

Zamiast podsumowania

Ścieżka prowadząca do realizacji naszych marzeń o zrównoważonym rozwoju leśnictwa, które zapewni trwałość istnienia lasu, z wszelkimi jego doskonałościami w dostarczaniu nam bezpośrednich pożytków, oraz stałą możliwość korzystania z dóbr lasu i wszystkich usług ekosystemowych, jest wąska. Tej najlepszej drogi w zapewnieniu nam stałych korzyści wynikających z obecności lasów w naszym życiu upatrujemy w doskonaleniu wszystkich dotychczas stosowanych metod działania, ciągle nowych i – według naszego przekonania – zawsze innowacyjnych w stosunku do poprzednich.

Usystematyzowanie problemów, które należałoby rozwiązać, oparte jest w dużej mierze na próbie identyfikacji podstawowych luk w naszej wiedzy, bez wypełnienia których przyszłe wybory kierunków dalszego rozwoju lasów i leśnictwa mogą być nie trafne.

Za punkt wyjścia podejmowanych badań odnoszących się do lasów i leśnictwa przyjmuje się możliwości wdrożenia ich wyników, co zależy przede wszystkim od przyjętych rozwiązań politycznych. Podpisane i ratyfikowane konwencje międzynarodowe i regionalne, odnoszące się przynajmniej w części do zagadnień leśnych niestety, tego nie gwarantują.

Ważnym aspektem porównawczym w analizie korzyści i strat z tytułu wyboru określonego rozwiązania politycznego są proporcje między bezpośrednim wykorzystaniem funkcji produkcyjnej lasu a stopniem ochrony leśnych ekosystemów i różnorodności biologicznej.

Jeżeli przyjmiemy rozwiązanie jednostronne, biorące pod uwagę bezpośrednią wartość dodaną sektora leśnego w tworzeniu dochodu narodowego brutto, to w krótkim czasie z tytułu sprzedaży drewna z lasów uzyskamy korzyści ekonomiczne, których wartość wyrażona w mld USD jest znacznie niższa od wartości otrzymywanej z innych gałęzi przerobu drewna. Jest tak we wszystkich regionach świata (poza Afryką) i także w przypadku produkcji z surowca drzewnego celulozy i papieru. Kolejną prawidłowością jest udział łącznej wartości dodanej sektora leśnego, która jest zaledwie ułamkiem wartości całkowitego dochodu narodowego brutto. Wycena wartości zasobów leśnych bezpośrednio i ograniczona jedynie do funkcji produkcyjnej lasu jest ułomna.

Rozwiązania polityczne muszą być rozumiane i aprobowane. Konieczne jest zdeklarowanie chęci i głębokie zaangażowanie, zarówno instytucjonalne, jak i dużej części społeczeństw, w implementację tych działań, które odnoszą się do lasów i leśnictwa, czemu musi towarzyszyć głębokie przekonanie o wartości i celowości takich działań.

Ocena i wycena ekonomicznych uwarunkowań rzeczywistych możliwości implementowania proponowanych rozwiązań politycznych do praktyki leśnej wydaje się być kluczem do uzyskania zamierzonych celów.

Precyzyjne określenie rodzajów ponoszonych kosztów, wynikających ze zmniejszenia lub utraty leśnej różnorodności biologicznej, lub też utraty części usług ekosystemowych, jest prawdopodobnie nieosiągalne. Ale nie oznacza to rezygnacji z prób ich określenia, bowiem ta wiedza umożliwia podejmowanie działań mających na celu zmniejszenie tych strat w perspektywie średnio- i długoterminowej. Stanowią także będzie podstawę wyceny korzyści wynikających z podjętych działań.

Próba określenia wartości pozyskiwanych surowców i produktów pochodzących z ubocznego użytkowania lasu przynosi zaskakująco korzystne wyniki, jeżeli odniesiemy je do bezpośredniej wartości surowca drzewnego.

W przeciwieństwie do większości innych sektorów gospodarczych, leśnictwo przyczynia się do generowania dochodów z tytułu usług, nawet jeśli nie są one przedmiotem obrotu, co ma miejsce w przypadku usług ekosystemowych.

W ostatnich 30 latach udział sektora leśnego w tworzeniu dochodu narodowego brutto na świecie zmniejszył się, głównie w wyniku szybkiego wzrostu gospodarki światowej i szybszego wzrostu produkcji w innych sektorach.

Wybór ścieżki rozwoju sektora leśnego polegający nawet na niewielkiej izolacji zarządzających lasami od zmian zachodzących w globalnej skali i skupieniu się na wąsko sektorowym rozumieniu leśnictwa jest złym wyborem. Ograniczenie współdziałania z innymi sektorami, ograniczenie wymiany informacji i doświadczeń pomiędzy różnymi grupami zawodowymi i rozluźnienie współpracy międzynarodowej oraz utrzymywanie stosunkowo zwartej, wąskiej grupy specjalistów z zakresu leśnictwa w zarządzaniu lasami miało wpływ nie tylko na ekonomiczne ograniczenia leśnictwa, ale także na jego marginalizację w wielu krajach na świecie.

Opierając się na wynikach badań naukowych, mamy wiele możliwości wyboru ścieżki innowacyjnego podejścia do sposobów zarządzania lasami i użytkowania gruntów i do budowy nowych paradygmatów przyszłego rozwoju cywilizacyjnego, zastępujących obecnie przyjmowany.

Edukacja przyrodniczo-leśna społeczeństwa

Anna PIKUS

Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Warszawa

W obecnych realiach, wobec globalizacji, las przestaje być celem, a staje środkiem, za pomocą którego kształtujemy nasze relacje zarówno z innymi ludźmi, jak i z przyrodą. Celem kształcenia staje się więc człowiek, stojący w centrum uwagi, myślący długofalowo i w sposób odpowiedzialny. Jest tym, na którym spoczywa odpowiedzialność za jakość relacji człowiek-las, las-człowiek. Relacje te, by były korzystne dla obu stron, muszą być oparte na zrozumieniu konsekwencji wyborów, które podejmuje współczesny człowiek.

Takie podejście do edukacji stawia niezwykle wyzwanie leśnikom, przyrodnikom i ekologom. Edukacja leśna przestaje bowiem mieścić się w wąskich ramach wyznaczonych przez programy szkolne. To, czym obecnie staje się edukacja leśna, to długotrwały proces kształtowania postaw obywateli świata – nie tylko w obszarze wiedzy o środowisku przyrodniczym.

Edukacja leśna społeczeństwa jest jednym z ważnych zadań realizowanych przez Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe. Zarządzenie nr 57 dyrektora generalnego LP z 2003 r. wprowadziło obowiązek planowania i sprawozdawczości w tym zakresie.

W edukacji leśnej społeczeństwa Lasy Państwowe wykorzystują ponad 6,5 tys. różnorodnych obiektów własnych. Są to ośrodki edukacji (58), izby leśne (272), wiaty edukacyjne (548) i najbardziej popularne – leśne ścieżki dydaktyczne (992). Edukacji służy też ponad 1,9 tys. obiektów związanych z gospodarką leśną (szkołki leśne, wybrane drzewostany, obiekty małej retencji) i blisko 2,8 tys. obiektów niezwiązanych z gospodarką (rezerваты przyrody, powierzchnie dendrologiczne, obiekty kulturowe). W działalności edukacyjnej wykorzystywane są również obiekty niezwiązane bezpośrednio z gospodarką leśną, zwłaszcza obiekty kultury i tradycji zlokalizowane na terenach leśnych.

Działalność edukacyjna Lasów Państwowych ma wiele różnych form. W 2014 roku leśnicy przeprowadzili 15,3 tys. zajęć terenowych, w których uczestniczyło 573 tys. osób, ponadto blisko 9,4 tys. zajęć przeprowadzono w izbach edukacyjnych nadleśnictw dla 297 tys. uczestników edukacji leśnej, a na zaproszenie nauczycieli 5,5 tys. lekcji poprowadzono w szkołach dla ponad 247 tys. uczniów. Leśnicy występowali też z pre-

lekcjami, pogadankami na spotkaniach edukacyjnych poza szkołami, np. na zebraniach samorządowych, sołeckich lub w domach kultury. Organizowali konkursy leśne, wystawy i akcje edukacyjne.

We wszystkich wymienionych formach edukacji leśnej i ekologicznej prowadzonych w 2014 r. przez jednostki organizacyjne Lasów Państwowych uczestniczyło 2250 tys. osób. Działalność edukacyjna była organizowana przez 430 nadleśnictw (frekwencja 2164,6 tys. osób), 17 biur regionalnych dyrekcji LP (38,5 tys. osób – dane z 11 rdLP), Ośrodek Kultury Leśnej w Gołuchowie (44,6 tys. osób) i Leśny Bank Genów w Kostrzycy (2,3 tys. osób). W innych, na ogół nierejestrowanych, formach działalności edukacyjnej, promocyjnej, informacyjnej jednostek Lasów Państwowych (np. stoiska edukacyjne na festynach i targach, zwiedzanie leśnych rezerwatów przyrody) uczestniczyło ok. 1,7 mln osób (nadleśnictwa – 1473 tys. osób, biura rdLP – 170 tys. osób, OKL w Gołuchowie – 92,9 tys. osób). Oprócz uczestników wymienionych form oferty edukacyjnej Lasów Państwowych jest także bardzo liczna, choć trudna do oszacowania, grupa widzów programów telewizyjnych, słuchaczy audycji radiowych i czytelników artykułów o tematyce leśnej oraz internautów korzystających z materiałów edukacyjnych umieszczonych na stronach internetowych jednostek Lasów Państwowych.

Działalność edukacyjna Lasów Państwowych opiera się w dużej mierze na współpracy z podmiotami, dla których edukacja jest głównym zadaniem statutowym. Są to szkoły, ośrodki edukacji ekologicznej, parki narodowe i krajobrazowe, muzea, kościoły i media – prasa, radio i telewizja. W 2014 r. nadleśnictwa współpracowały z 8,8 tys. szkół, podejmując ponad 10,4 tys. wspólnych przedsięwzięć (konkursów, wycieczek do lasu, akcji edukacyjnych). W ostatnich latach dynamicznie rozwijała się współpraca jednostek Lasów Państwowych z jednostkami samorządowymi w zakresie edukacji ekologicznej społeczeństwa oraz promocja tej działalności za pośrednictwem mediów.

Widoczna obecność Lasów Państwowych w nieformalnej edukacji przyrodniczej społeczeństwa, mimo wielu realizowanych równoległe zadań gospodarczych i ochronnych, jest możliwa dzięki powszechnemu zaangażowaniu pracowników w tę działalność. Corocznie ponad 9000 leśników część czasu swojej pracy poświęcało na spotkania edukacyjne, czy to na terenie nadleśnictwa, czy na zaproszenie w szkołach lub innych instytucjach. Najlichnieszą grupą edukatorów są leśniczowie i podleśniczowie (5116) oraz specjaliści z biur nadleśnictw (1610). Dominacja leśniczych wynika ze struktury zatrudnienia w Lasach Państwowych, jak również z przyjętej zasady „obsługi edukacyjnej” szkół terytorialnie związanych z danym leśnictwem przez pracowników – służbę leśną miejscowego leśnictwa.

Udokumentowany w ostatnim dziesięcioleciu dynamiczny rozwój oferty i działalności edukacyjnej jednostek Lasów Państwowych znajduje odzwierciedlenie w tworzeniu „etatów edukacyjnych”, w których ta działalność zajmuje pracownikom więcej niż 70% czasu pracy. W 2014 r. odnotowano już ponad 90 takich etatów, związanych przede wszystkim z ośrodkami edukacji leśnej. Na uwagę zasługuje dobry przykład dużego zaangażowania kierownictwa nadleśnictw (nadleśniczego, zastępcy i inżyniera nadzoru) w działania o charakterze edukacyjnym.

W 2015 r. Wydział Edukacji i Udostępniania Lasu DGLP doprowadził do określenia „Profilu kompetencyjnego edukatora leśnego”. Został on opracowany przez grupę do-

świadczonych edukatorów z Lasów Państwowych, Wydziału Leśnego UR w Krakowie oraz edukatorów-nauczycieli, wspieranych przez konsultantów Wszechnicy Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Jest to pakiet informacji i wytycznych służących ukierunkowaniu rozwoju zawodowego osób pełniących rolę edukatora lub zainteresowanych jej podjęciem. W profilu edukatora określone są trzy elementy: predyspozycje do roli edukatora leśnego, ścieżka rozwoju edukatora leśnego oraz profil kompetencyjny. Profil kompetencyjny obejmuje listę kluczowych kompetencji i wskaźników świadczących o opanowaniu przekazywanej wiedzy na poziomie odpowiednim do różnych etapów rozwoju zawodowego edukatora.

Osoby zarządzające pracą edukatorów leśnych mogą użyć profilu jako źródła kryteriów selekcji w procesach rekrutacyjnych, a także punktu odniesienia w prowadzeniu rozmów rozwojowych i delegowaniu zadań odpowiednio do kompetencji.

Jest to dokument przeznaczony również dla edukatorów leśnych. Mogą go wykorzystać jako materiał informacyjny, aby lepiej zapoznać się z wymaganiami roli zawodowej, oraz jako narzędzie samooceny i planowania dalszego rozwoju zawodowego.

Specjaliści odpowiedzialni za zarządzanie kadrami oraz osoby zarządzające pracą edukatorów leśnych mogą wykorzystywać profil jako narzędzie badania potrzeb szkoleniowych edukatorów i punkt odniesienia w projektowaniu odpowiednich działań rozwojowych.

Regionalne dyrekcje Lasów Państwowych (RDLP) w zakresie edukacji leśnej społeczeństwa pełnią funkcję koordynującą, doradczą i wspierającą działalność nadzorowanych nadleśnictw. W każdej RDLP wyznaczony jest koordynator edukacji leśnej, który wykonuje szereg własnych zadań edukacyjnych, takich jak kontakty ze szkołami, przygotowanie (i wygłaszanie) prelekcji, folderów, publikacji prasowych, programów radiowych i telewizyjnych. W 2014 r. ponad 38 tys. osób uczestniczyło w różnych formach edukacji przygotowanych i prowadzonych przez pracowników biur 11 regionalnych dyrekcji LP, głównie w różnego rodzaju spotkaniach, prelekcjach i akcjach edukacyjnych, a około 170 tys. osób w różnego rodzaju wydarzeniach promocyjnych, takich jak stoiska edukacyjne, festyny, czy targi branżowe.

W skali krajowej zadania edukacyjne podejmuje Centrum Informacyjne Lasów Państwowych. Jest to przede wszystkim działalność wydawnicza (prasa leśna, foldery, informatory, raporty, gry dydaktyczne, wydawnictwa książkowe), audiowizualna (nagrania audio, filmy edukacyjne, przygotowywane m.in. we współpracy z Ośrodkiem Rozwojowo-Wdrożeniowym Lasów Państwowych w Bedoniu) i informacyjno-promocyjna (internet, radio, telewizja, prasa, konferencje, kampanie i projekty edukacyjne, konkursy ogólnopolskie, warsztaty, akcje i festyny). Bezpośrednio w działania edukacyjne na rzecz społeczeństwa zaangażowany jest Ośrodek Kultury Leśnej w Gołuchowie (44,6 tys. uczestników edukacji) oraz Leśny Bank Genów w Kostrzycy (2,3 tys. uczestników edukacji).

Znaczący udział w działalności edukacyjnej Lasów Państwowych mają 74 nadleśnictwa wchodzące w skład 25 leśnych kompleksów promocyjnych (LKP). Nadleśnictwa 25 LKP są (z założenia) bardziej nasycone infrastrukturą edukacyjną niż nadleśnictwa poza LKP. Dotyczy to zwłaszcza ośrodków edukacji, a w mniejszym stopniu izb leśnych i takich obiektów wykorzystywanych w edukacji, jak powierzchnie dendrologiczne czy

obiekty małej retencji. Rozmieszczenie wiat edukacyjnych i ścieżek dydaktycznych jest w Lasach Państwowych niemal równomierne.

W przeciętnym nadleśnictwie w granicach LKP w 2014 r. frekwencja uczestników edukacji wyniosła blisko 11,6 tys. osób i była ponad 3-krotnie wyższa niż w pozostałych nadleśnictwach Lasów Państwowych. Przełożyło się to na odpowiednio większą liczbę zrealizowanych form edukacji – zajęć w izbach leśnych (5 razy więcej), zajęć terenowych (2,4 raza więcej) oraz pozostałych form edukacji, jak lekcje w szkole, spotkania edukacyjne poza szkołą, akcje, konkursy i wystawy edukacyjne (od 1,7 do 2 razy więcej).

Wydatki własne Lasów Państwowych na edukację leśną społeczeństwa w 2014 r. wyniosły 27,2 mln zł, tzn. przeciętnie na jedno nadleśnictwo 63,4 tys. zł. Wydatki były wyższe o 11% niż w roku poprzednim (2013). Ponadto, w 2014 r. Lasy Państwowe pozyskały na działalność edukacyjną społeczeństwa dodatkowo 3,1 mln złotych ze źródeł zewnętrznych, w tym z wojewódzkich funduszy ochrony środowiska i gospodarki wodnej oraz urzędów marszałkowskich (środki unijne). W ostatnich latach występuje jednak niekorzystna tendencja spadku udziału środków zewnętrznych w finansowaniu działalności edukacyjnej Lasów Państwowych. W 2006 r. wynosił on – 26,3%, w 2010 r. – 18,7%, a w 2014 r. już tylko 10%. Zauważyć jednak należy, że nadleśnictwa pozyskują znaczące środki ze źródeł zewnętrznych (w tym unijne) na różne przedsięwzięcia inwestycyjne, w tym służące edukacji leśnej społeczeństwa.

Średnie wydatki własne nadleśnictwa na działalność edukacyjną w 2014 r. wyniosły na obszarze LKP 157,5 tys. zł i były 3,5-krotnie wyższe niż w przeciętnym nadleśnictwie poza LKP, gdzie ten wydatek wynosił 44,5 tys. zł. O tej różnicy decyduje kilka czynników, m.in. wydatki na kilka nowych dużych inwestycji „edukacyjnych”, koszty utrzymania infrastruktury (zwłaszcza ośrodków) i frekwencja w edukacji (ponad trzykrotnie wyższa). W przeliczeniu na jednego uczestnika edukacji nadleśnictwa LKP wydają nieco więcej środków. Koszt uczestnictwa w edukacji jednej osoby w nadleśnictwie LKP wynosił w 2014 r. – 13,65 zł, a w nadleśnictwach poza LKP – 11,95 zł.

Lasy Państwowe prowadzą również działania wspomagające aktywność edukacyjną swoich jednostek organizacyjnych i pracowników poprzez ogólnopolskie coroczne warsztaty dla liderów edukacji leśnej – Dni Rozwoju Edukatorów Leśnych. Ponadto odbywają się szkolenia w kilku regionalnych dyrekcjach LP dla liderów edukacji z nadzorowanych nadleśnictw oraz szkolenia edukacyjne w kilkudziesięciu nadleśnictwach, czyli na szczeblu podstawowym.

W celu realizacji działań edukacyjnych w internecie Centrum Informacyjne Lasów Państwowych prowadzi leśny portal informacyjny www.lasy.gov.pl, turystyczny www.czaswlas.pl oraz edukacyjny www.erys.pl z popularnymi blogami leśniczego, edukatora oraz blogiem przyrodniczym. Na uwagę zasługuje rosnące znaczenie w edukacji i komunikacji społecznej tzw. portali społecznościowych (profile Żubry Online czy profil Lasów Państwowych na Facebooku zgromadziły kilkudziesięcioletnią rzeszę fanów).

Centrum Informacyjne LP na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych wydało drukiem kilka publikacji wspierających merytorycznie i metodycznie pracowników Lasów Państwowych zajmujących się edukacją leśną społeczeństwa, w tym: książ-

żeczki edukacyjne dla dzieci, książkowy „Kalendarz z lasu” adresowany do młodzieży gimnazjalnej i licealnej, poradniki i informatory typu „Moje spotkania ze zwierzętami” czy „Co zrobić w lesie, gdy...”.

Ważną, rosnącą rolę w działalności informacyjnej, promocyjnej, a tym samym edukacyjnej Lasów Państwowych odgrywają rzecznicy prasowi na szczeblu krajowym (DGLP) i regionalnym (RDLP). Tylko część tej działalności wykazywana jest w sprawozdaniach edukacyjnych.

Lasy Państwowe, posiadając jedną z najatrakcyjniejszych ofert edukacyjnych i turystycznych w Polsce – idealnie się wpisują w najnowsze trendy. Dysponują ogromnym zapleczem w postaci ośrodków edukacji leśnej, izb, wiat, ścieżek edukacyjnych, arboretów. Ale największym gwarantem wysokiej jakości działań edukacyjnych są sami leśnicy. Działający z niezwykłą pasją i zaangażowaniem. Otwarci na oczekiwania grup z jakimi pracują i wyposażeni w kompleksową wiedzę.

Źródło

Raport z działalności edukacyjnej Lasów Państwowych w 2014 roku; autor opracowania Tadeusz Chrzanowski, Warszawa 2015 r.

SESJA 3

Las w badaniach ekologicznych. Najnowsze wyniki badań ekosystemów leśnych; stan, potrzeby i perspektywy badań w Polsce

prof. dr hab. Jerzy SZWAGRZYK

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Zakład Bioróżnorodności Leśnej, Instytut Ekologii i Hodowli Lasu

Wstęp

Ekologia jest wprawdzie nauką młodszą niż wiele innych działów biologii, ale ma już ponad stuletnią historię. W historii ekologii za „złoty wiek” uchodzą lata sześćdziesiąte XX wieku (Cuddington i Beisner 2005). Publikowane wówczas prognozy wykładniczego wzrostu ludzkości dały impuls szeroko zakrojonym programom ukierunkowanym na poznanie produktywności ekosystemów kuli ziemskiej (Odum 1969). Zapoczątkowane wówczas międzynarodowe badania realizowano w ramach wielkich programów badawczych, takich jak „Międzynarodowy Program Biologiczny” (IBP) czy „Człowiek i Biosfera” (MAB). Z drugiej strony, dostrzeżenie poważnego kryzysu cywilizacyjnego, wyrażającego się dramatycznym wzrostem zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb, tworzyło podatny grunt do poszukiwania rozwiązań tych problemów poprzez rozwój badań ekologicznych. Jednym z efektów szybkiego rozwoju ekologii w latach 60. XX wieku było powstanie klasycznego podręcznika E.P. Oduma „Podstawy ekologii” (1977). Dobrą ilustracją tamtej epoki jest sformułowana wówczas przez E.P. Oduma definicja ekologii jako „nauki o strukturze i funkcjonowaniu przyrody” (Odum 1977), tak jakby ekologia miała z czasem zdominować i wchłonąć w siebie inne nauki biologiczne.

Następne dziesięciolecie przyniosły szereg zmian. W miejsce dawnych problemów pojawiły się nowe. Tempo przyrostu ludności znacząco zmalało. Kryzys związany z zanieczyszczeniami został opanowany dzięki zmianom w technologii produkcji. Ekologia jako nauka odegrała w tym pewną rolę, chociaż zapewne mniejszą, niż się wcześniej spodziewano. Od lat 70. ubiegłego wieku terminy: „ekologia”, „ekologiczny”, „ekolog” i „ekosystem” weszły do języka potocznego i zaczęły znaczyć coś innego niż uprawianie pewnej dyscypliny w obrębie nauk biologicznych. W odbiorze społecznym ekologia funkcjonuje obecnie nie jako jedna z nauk przyrodniczych, ale pewnego rodzaju

nastawienie do świata i zestaw przekonań o potrzebie dbałości o środowisko naturalne i o ochronę przyrody.

Ekologia jako nauka podlegała w ciągu ostatnich dziesięcioleci wielu istotnym przemianom (Cuddington i Beisner 2005). Przemiany te, choć były szybsze niż na przykład w leśnictwie, nie były tak szybkie i radykalne jak w biologii molekularnej czy w genetyce. Stąd wynikły zasadnicze trudności z nadążaniem ekologii za postępem w tych naukach. Starają się temu sprostać dobre podręczniki (Weiner 2005, Krebs 2011). W wielu książkach i innych opracowaniach publikowanych współcześnie dominuje jednak nadal taka ekologia, jak w podręczniku E.P. Oduma (1977). To, co pojawiło się w ekologii później, dociera do szerszych kręgów społeczeństwa w sposób niepełny i w znacznej mierze przypadkowy.

Ekologia a leśnictwo

Związki leśnictwa z ekologią trwają od samego początku, kiedy ani leśnictwo, ani ekologia nie były jeszcze wyraźnie wyodrębnionymi dziedzinami. W leśnictwie zawsze starano się w jakimś stopniu wykorzystywać naturalne procesy przyrodnicze i modyfikować ich przebieg w taki sposób, aby uzyskać z tego konkretne korzyści. Wymagało to oczywiście znajomości tych procesów; wiedza ta była kumulowana i rozwijana w obrębie leśnictwa, w dużej mierze niezależnie od rozwoju ekologii; odbywało się to również wtedy, kiedy ekologia nie została jeszcze wyodrębniona z nauk biologicznych.

Wpływ leśnictwa na rozwój ekologii zaznaczył się wyraźnie w czasie realizacji programu IBP, kiedy metody stosowane w inwentaryzacji zasobów leśnych zostały po niewielkich modyfikacjach zastosowane do oceny stanu biomasy i produktywności ekosystemów, w sposób bezpośredni do ekosystemów leśnych (Bormann i Likens 1979), ale w sposób pośredni także do innych typów ekosystemów (Lieth i Whittaker 1975). Wiele osiągnięć z głównego nurtu ekologii nawiązywało w istotny sposób do dorobku leśnictwa i nauk leśnych; tak było choćby w przypadku dyskusji nad samoprzerzedzaniem się populacji roślin, gdy okazało się, że najlepszymi danymi dysponują jednak leśnicy (Zeide 1987).

W niedawnej przeszłości szczególnie wyraźna przemiana relacji między leśnictwem a ekologią dokonała się w Ameryce Północnej. Leśnictwo w USA i w Kanadzie początkowo było próbą naśladownictwa wzorców europejskich; jednak z czasem zaczęło rozwijać się w sposób autonomiczny, ponieważ zarówno charakter, jak i skala problemów w Ameryce były nieporównywalne z problemami leśnictwa w Europie. Inaczej niż w przypadku leśnictwa, ekologia w Ameryce nigdy nie kopiowała wzorów europejskich. Wśród twórców ekologii duży odsetek stanowili Amerykanie; od czasu uformowania się ekologii jako odrębnej dyscypliny aż po dzień dzisiejszy ekologia amerykańska ma najmocniejszą pozycję w świecie.

Momentem zwrotnym w relacjach między leśnictwem a ekologią w Ameryce były lata siedemdziesiąte XX wieku, a kluczową rolę w tych przemianach odegrał J.F. Franklin, ekolog i leśnik w jednej osobie. Jest on autorem podstawowych prac na temat roli naturalnych zaburzeń i ich dziedzictwa (*legacies*) w funkcjonowaniu ekosystemów leś-

nych (Franklin i in. 2002). Badania te doprowadziły do zasadniczej zmiany sposobu postrzegania roli pożarów, huraganowych wiatrów czy gradacji owadów w lasach; w ślad za tym poszły zmiany sposobów postępowania w takich sytuacjach. Zmiany te nie zachodzą w sposób płynny i bezkonfliktowy, niekiedy dochodzi do zasadniczych sporów o właściwy sposób postępowania leśników w konkretnych przypadkach (Donato i in. 2006, Newton i in. 2006).

W Europie rozwój leśnictwa był początkowo szybszy niż rozwój ekologii; to ekologia korzystała z wielu rozwiązań wypracowanych w leśnictwie. Od najwcześniejszych lat w leśnictwie europejskim zaznaczał się wyraźny nurt „hodowli lasu bliskiej naturze” (Diaci 2006). Ważne postacie europejskiego leśnictwa to w znacznej mierze ludzie, których wiedza ekologiczna była na owe czasy wręcz imponująca. Z czasem pojawił się w obrębie leśnictwa nurt o charakterze bardziej technokratycznym, będący w znacznej mierze próbą intensyfikacji produkcji drewna w oparciu o metody wypracowane wcześniej w rolnictwie, takie jak jednogatunkowe uprawy, intensywna selekcja materiału rozmnożeniowego, nawożenie oraz chemiczne zwalczanie szkodników owadzych czy patogenów grzybowych. W latach 70. ubiegłego wieku przewaga tego drugiego nurtu była bardzo wyraźna na przykład w krajach skandynawskich. Osłabienie i zamieranie lasów w Europie, wyraźne zwłaszcza na początku lat 80. ubiegłego stulecia (Kandeler i Innes 1995), oraz późniejszy wzrost znaczenia problematyki zachowania różnorodności biotycznej w lasach spowodowały ponowny wzrost zainteresowania kierunkiem „hodowli lasu bliskiej naturze”. Obecnie oba te nurty współistnieją i kształtują w różnym stopniu współczesne leśnictwo w Europie. W przypadku każdego z tych dwóch nurtów relacje z ekologią kształtują się inaczej.

W Polsce od początku lat 90. XX w. zaznacza się wyraźna tendencja do „ekologizacji” leśnictwa. Zapleczem teoretycznym tych działań jest w dużej mierze klasyczna ekologia przedstawiona w podręczniku E.P. Oduma (1977), której wpływy można dostrzec w podręcznikach Z. Obmińskiego (1977) i S. Szymańskiego (2000). Z czasem jednak w naukach leśnych w Polsce pojawiły się też nawiązania do bardziej współczesnych koncepcji ekologicznych, takich jak strategie życiowe gatunków (Brzeziecki i Kienast 1994, Brzeziecki 2000), rola procesów dyspersji nasion w dynamice zbiorowisk leśnych (Paluch 2011), relacje między zagęszczeniem populacji a produkcją i alokacją biomasy oraz sekwestracją węgla w ekosystemach leśnych (Jagodziński i Oleksyn 2009) czy rola naturalnych zaburzeń w funkcjonowaniu ekosystemów leśnych (Rykowski 2012, Dobrowolska 2015). Stałym punktem odniesienia dla znacznej części leśnictwa jest podejście ekosystemowe do hodowli lasu (Brzeziecki 2008, Jaworski 2011).

Najnowsze wyniki badań ekosystemów leśnych

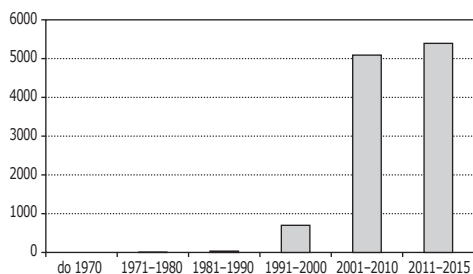
Klasyczna teoria sukcesji sformułowana przez F. Clementsa, rozwijana przez jego następców i przedstawiona w dojrzałej formie w podręczniku Oduma (1977) została z czasem poddana silnej krytyce (Connell i Slatyer 1977). W jej miejsce nie pojawił się nowy, ogólny model sukcesji, ale cała seria różnorodnych modeli, z których żaden nie aspiruje do uniwersalności (Pickett i in. 1987). Sytuacja jest zatem znacznie bardziej

skomplikowana, niż sądzono, a prognozowanie dynamiki zbiorowisk czy ekosystemów jest bardzo trudne; wymaga ono dobrej znajomości lokalnych warunków środowiskowych oraz puli obecnych na miejscu gatunków. Proste i uniwersalne schematy okazują się zawodne.

Przez wiele dziesięcioleci botanicy zajmujący się ekologią ograniczali się do opisu i klasyfikowania zbiorowisk roślinnych (Tansley 1935). W latach 70. ubiegłego wieku niezwykle dynamicznie rozwinęła się ekologia populacji roślin, czego ukoronowaniem była publikacja przez Johna L. Harpera monumentalnego dzieła „Population biology of plants” (1977). Szkoła J. Harpera przyczyniła się do szybkiego rozwoju analiz ilościowych i badań eksperymentalnych w ekologii roślin. W konsekwencji doprowadziło to również do zmniejszenia dystansu między ekologią roślin i ekologią zwierząt oraz do rozkwitu badań nad interakcjami między różnymi grupami organizmów (Bascompte i Jordano 2007); oprócz roślin i zwierząt w badaniach tego typu zaczęto uwzględniać również grzyby (Packer i Clay 2000). Tradycyjny podział na ekologię roślin i ekologię zwierząt przestał z czasem odgrywać znaczącą rolę.

Konsekwencje gwałtownego rozwoju technologii informacyjnej nie ominęły też ekologii. Zaczęto tworzyć modele matematyczne zjawisk na poziomie populacji, zbiorowisk i ekosystemów. Ważnym momentem było zbudowanie w początku lat 70. pierwszej grupy modeli symulacyjnych dynamiki lasu (Botkin i in. 1972), które w następnych dziesięcioleciach rozwinęły się w liczne modele opracowane dla różnych ekosystemów leśnych, od lasów borealnych po tropikalne lasy deszczowe (Shugart 1984, Botkin 1993, Canham i Uriarte 2006).

Znaczącym przełomem w ekologii było odkrycie zasadniczej roli, jaką w dynamice zbiorowisk i ekosystemów odgrywają naturalne zaburzenia. Pierwsza książka będąca



Ryc. 1. Liczba publikacji na temat naturalnych zaburzeń w ekosystemach według Web of Science

syntezą badań nad wpływem naturalnych zaburzeń na dynamikę zbiorowisk i ekosystemów ukazała się trzydzieści lat temu (Pickett i White 1985). W ciągu następnych trzydziestu lat zanotowano skokowy wzrost liczby publikacji dotyczących tej tematyki, szczególnie widoczny po roku 2000 (ryc. 1). Badania te przyczyniły się między innymi do zgromadzenia wiedzy na temat roli naturalnych zaburzeń w ekosystemach leśnych. Przejawem tego są następne podręczniki (Johnson i Miyanishi 2007) oraz wiele artykułów w czasopismach naukowych, zarówno typowo ekologicznych (Turner i in. 1997, Seidl i in. 2011, Tepley i Veblen 2015), jak też sytuujących się na pograniczu ekologii i leśnictwa (Franklin i in. 2002, Harvey i in. 2002, Nagel i Diaci 2006).

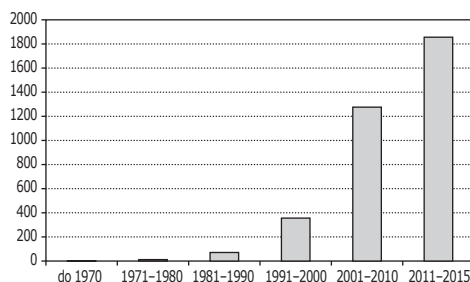
Ważną zmianą w ekologii było szerokie wprowadzenie do niej problematyki ewolucyjnej. Odbywało się to na różnych poziomach. Koncepcje strategii życiowych roślin (Grime 1978) nawiązywały do teorii ewolucji w sposób pośredni. Z czasem coraz bardziej rozwijał się nurt ekologii ewolucyjnej, w której pytania o ewolucyjne mechanizmy

powstawania i utrwalania obserwowanych obecnie zjawisk zajmowały miejsce centralne (Łomnicki 1988, Stearns 1992).

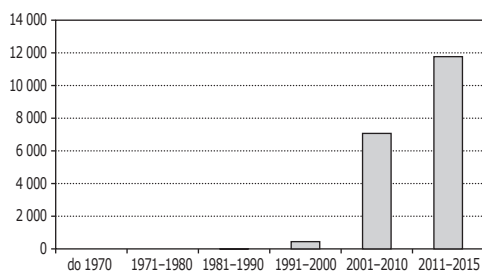
W badaniach nad mechanizmami regulującymi liczebności populacji i strukturę zbiorowisk ekologia wykroczyła daleko poza dawne schematy zawierające się w pojęciu homeostazy ekosystemów. Regulacja w ekosystemach może odbywać się na różne sposoby; zasadnicza dychotomia to regulacja „z góry” i regulacja „z dołu”, choć oba te schematy nie muszą się wzajemnie wykluczać. Kompleksowe oddziaływanie wielkości produkcji pierwotnej, konkurencji, roślinożerności oraz drapieżnictwa w funkcjonowaniu ekosystemów zostało przedstawione w pracy Menge i Sutherlanda (1987). Nie tylko roślinożerność i drapieżnictwo, ale też inne interakcje między roślinami, zwierzętami i grzybami kształtują szereg procesów i struktur w ekosystemach leśnych. W ostatnich latach wykazano, jak wielką rolę odgrywają zwierzęta w rozprzestrzenianiu nasion i w kształtowaniu składu gatunkowego zbiorowisk roślinnych (Nathan 2006, Bascombe i Jordano 2007, Jaroszewicz i in. 2009). Zainteresowanie tą problematyką ilustruje niemal wykładniczy wzrost liczby publikacji dotyczących zoochorii (ryc. 2). Rzuca to nowe światło na rolę zwierząt w lesie i wskazuje, że problematyka łączności ekologicznej (Hanski i Gaggiotti 2004, Jędrzejewski i Ławreszuk 2009), tak ważna w przypadku funkcjonowania metapopulacji zwierząt, dotyczy również świata roślin.

Bardzo ważnym aspektem funkcjonowania ekosystemów leśnych są też interakcje pomiędzy ich podziemną i nadziemną częścią. Zamiast zakładanej uprzednio prostej zależności zbiorowiska roślinnego od właściwości gleby mamy do czynienia z oddziaływaniami w obu kierunkach (Wardle i in. 2004). Ekosystem leśny jest zmienny i dynamiczny, nie tylko w swojej części ożywionej, ale także w nieożywionej; zmiany chemizmu gleby zachodzące pod wpływem szaty roślinnej mogą być stosunkowo szybkie i znaczące (Hobbie i in. 2006). Pomiędzy procesami zachodzącymi w części nadziemnej i w części podziemnej istnieją skomplikowane zależności, obejmujące grzyby mikoryzowe, patogeny grzybowe oraz organizmy żerujące na systemach korzeniowych.

Wzrost zainteresowania różnorodnością biotyczną (Huston 1994) przełożył się między innymi na pojawienie się w ramach ekologii pytań o źródła tej różnorodności oraz o mechanizmy, które ją podtrzymują (Rosenzweig 1995, Tilman i in. 2001, Loreau i in. 2003). Badania nad uwarunkowaniami i mechanizmami kształtowania się różnorodności biotycznej stały się źródłem nowych inspiracji, a zarazem okazją do postawienia na nowo starych pytań. Tak było w przypadku podnoszonego w ekologii od jej początków pytania o związek między różnorodnością gatunkową a produktywnością czy stabilnością ekosystemów (McCann 2000, Loreau i in. 2001, Mouquet i in. 2002). Tempo przyrostu liczby publikacji dotyczących na przykład związku między bioróżnorodnością a produktywnością



Ryc. 2. Liczba publikacji dotyczących rozsiewania nasion przez zwierzęta według Web of Science



Ryc. 3. Liczba publikacji dotyczących relacji między bioróżnorodnością a funkcjonowaniem ekosystemów według Web of Science

nością ekosystemów jest w ostatnich latach niebywale wysokie (ryc. 3).

Dotyczy to również ekosystemów leśnych, chociaż są one pod tym względem znacznie trudniejsze do badania niż ekosystemy wodne czy łąkowe (Scherer-Lorenzen i in. 2005). Związki między bogactwem gatunkowym drzew a produktywnością ekosystemów leśnych tłumaczy się obecnie na dwa sposoby. Pierwszy z nich wyjaśnia większą produktywność układów mieszanych komplementarnoś-

cią nisz ekologicznych różnych gatunków występujących w zbiorowisku. Drugi kładzie nacisk na to, że w większej puli gatunków jest większa szansa wystąpienia takiego gatunku, który znieśie trudne warunki w niesprzyjających warunkach klimatycznych konkretnego roku czy sezonu wegetacyjnego lepiej niż inne gatunki i podtrzyma produktywność zbiorowiska (Scherer-Lorenzen i in. 2005, Pretzsch 2009).

Aktualne problemy na styku ekologii i leśnictwa

Dynamika układów ekologicznych

a próby zachowania konkretnych populacji czy zbiorowisk

Jest to problem niezwykle istotny w kontekście włączenia dużej części naszych lasów w granice obszarów sieci Natura 2000. Wiele dokumentów związanych z tworzeniem sieci obszarów Natura 2000 oraz z ich funkcjonowaniem i monitoringiem odwołuje się – bezpośrednio lub pośrednio – do statycznej wizji przyrody. Jednym z przejawów tego statycznego podejścia jest założenie, że liczebność populacji cennych gatunków lub powierzchnia cennych przyrodniczo siedlisk nie powinny ulec zmniejszeniu. Tymczasem fluktuacje liczebności i fluktuacje zasięgu są przejawami normalnego funkcjonowania procesów przyrodniczych (Krebs 2011). Oddzielenie tego, co jest naturalną fluktuacją, od trendów spadkowych wywołanych niewłaściwym gospodarowaniem zasobami przyrodniczymi jest trudne i wymaga dużej wiedzy. Dlatego niezwykle ważne jest prowadzenie długoterminowych badań i obserwacji na stałych powierzchniach badawczych (Andersson i in. 2004), dających obraz naturalnej dynamiki populacji i zbiorowisk.

Zachowanie naturalnych procesów w lasach zagospodarowanych

W zachowaniu leśnej różnorodności biotycznej bardzo dużo zależy od tego, co dzieje się w „leśnym tle” (*forest matrix*) (Lindenmayer i Franklin 2002). Ochrona części powierzchni leśnej w formie rezerwatów czy parków narodowych jest działaniem bardzo ważnym, ale nie jest wystarczająca do zachowania populacji rzadkich i zagrożonych

gatunków. Stwarza to problemy przede wszystkim w odniesieniu do grupy organizmów związanych z martwymi drzewami; pozostawianie w lesie martwych drzew o dużych rozmiarach jest problematyczne z punktu widzenia gospodarki leśnej. Potrzebne są zatem badania dynamiki występowania i dyspersji tej grupy gatunków, zwłaszcza taksonów rzadkich i zagrożonych.

Wpływ dużych roślinożerców na procesy odnowienia lasu

W większości krajów rozwiniętych gospodarczo populacje zwierząt kopytnych w lasach zwiększają ostatnio swoją liczebność (Rooney i Waller 2003, Kuijper 2011). Próby ograniczenia liczebności, a nawet jej ustabilizowania na pewnym poziomie są zwykle nieskuteczne (Pendergast i in. 2015). Stosowane w leśnictwie sposoby odnawiania lasu zakładają brak znaczącej presji roślinożerców na młodą generację drzew, stąd powszechne stosowanie grodzenia odnawianych powierzchni. Długoterminowe efekty oddziaływania zwierząt roślinożernych na dynamikę lasu są wciąż słabo poznane (Horsley i in. 2003). Stąd pojawia się pytanie, na ile da się skutecznie odnawiać drzewostany, nie uciekając się do metod skrajnych, takich jak silna redukcja populacji zwierząt kopytnych lub grodzenie większych fragmentów lasu. Jednym z kluczowych problemów odnoszących się do działania mechanizmu regulacji w ekosystemach jest to, w jakim zakresie i w jakich warunkach drapieżnictwo wywiera na populacje roślinożerców wpływ na tyle znaczący, że ogranicza skutecznie presję roślinożerców na roślinność (Kuijper i in. 2010). Wpływ drapieżników na populacje roślinożerców przejawia się nie tylko przez redukcję liczebności populacji ofiar, ale także poprzez wpływ na ich zachowanie, w tym na sposób żerowania (Jędrzejewska i Jędrzejewski 1998). Stawiane od dawna pytanie o to, czy nagromadzenie wykrotów i martwych kłód w lasach naturalnych stwarza bezpieczne miejsca dla rozwoju odnowień drzew, można było postawić w zupełnie innym kontekście dzięki badaniom telemetrycznym dużych drapieżników. Okazało się, że decydującą rolę odgrywa nie sama trudność dostępu do młodych drzew, ale ryzyko ataku drapieżnika, które w takich miejscach jest znacznie większe; nagromadzenie kłód i wykrotów na dnie lasu stanowi zatem czynnik sprzyjający rozwojowi odnowień drzew na terytoriach zajętych przez wilcze watahy, natomiast nie odgrywa większej roli tam, gdzie drapieżników nie ma (Kuijper i in. 2015).

Potrzeby nowych badań

Obecnie jesteśmy świadkami zachodzenia w przyrodzie niezwykle dynamicznych przemian, będących efektem zmian zachodzących w środowisku oraz zmian w ekonomii i gospodarce. Globalne zamiany klimatyczne stanowią poważne wyzwanie dla sposobów gospodarowania zasobami naturalnymi, w tym również dla gospodarki leśnej (Milad i in. 2011, Andersen-Texteira i in. 2013). Po raz pierwszy w historii nowożytnej obserwujemy w krajach zamożnych długotrwały trend zmniejszania powierzchni gruntów wykorzystywanych rolniczo i postępujące równoległe zjawisko wzrostu lesistości

i wzrostu zasobów drzewnych. Dzieje się tak w Polsce, ale Polska nie jest wyjątkiem; podobne procesy zachodzą w innych krajach Europy, Ameryki Północnej, wschodniej Azji (FAO 2010). W sytuacji dynamicznych zmian zachodzących w krajobrazie powstają nowe wyzwania dla leśnictwa i dla nauk leśnych.

Wzrost lesistości kraju, wzrost produktywności drzewostanów oraz przemiany demograficzne i ekonomiczne stawiają zarówno przed leśnictwem, jak i przed ekologią lasu nowe wyzwania. Obecne w polskim leśnictwie podejście ekosystemowe do gospodarki leśnej oraz półnaturalna hodowla lasu muszą zmierzyć się z nowymi problemami teoretycznymi i praktycznymi. W przyszłości trzeba się będzie zapewne liczyć z większym niż obecnie przestrzennym zróżnicowaniem priorytetów zagospodarowania lasów. Zwiększenie intensywności produkcji drewna na części terenów leśnych będzie powiązane z upowszechnieniem bardziej ekstensywnych i niskonakładowych form gospodarki na pozostałej powierzchni leśnej.

Do problemów naukowych wymagających podjęcia w najbliższym czasie trzeba zaliczyć między innymi następujące.

Wpływ naturalnych zaburzeń oraz różnych sposobów postępowania w zniszczonych drzewostanach na funkcjonowanie ekosystemów leśnych

Półnaturalna hodowla lasu będzie musiała wypracować nowe sposoby postępowania z lasami objętymi skutkami rozległych, naturalnych zaburzeń, takich jak huraganowe wiatry, okiść, osuwiska i powodzie. Mimo rozwoju badań nad naturalnymi zaburzeniami (Rykowski 2012, Dobrowolska 2015) wciąż jeszcze zbyt mało wiemy na temat ich wpływu na funkcjonowanie ekosystemów leśnych. Nie wiemy też, jak sposób postępowania w terenach objętych zaburzeniami – od pozostawienia danego obszaru bez ingerencji, poprzez różne ekstensywne metody wprowadzania nowego pokolenia drzew na tereny objęte zaburzeniami, aż po usunięcie wszystkich martwych i uszkodzonych drzew i sztuczne odnowienie lasu na otwartej powierzchni – wpływa na funkcjonowanie ekosystemu leśnego. Oprócz typowych badań pomiarowo-obszernych jest tutaj do wykonania wiele eksperymentów terenowych.

Produkcja i dyspersja nasion drzew leśnych oraz naturalne procesy odnowieniowe w lasach w kontekście globalnych zmian klimatycznych

Znaczenie procesów dyspersji w dynamice zbiorowisk i ekosystemów leśnych jest coraz lepiej poznane dzięki dużej liczbie badań prowadzonych w ostatnich latach (Clark i in. 1999, Paluch 2011). Dużym wyzwaniem pozostaje jednak powiązanie produkcji i dyspersji nasion z dynamiką procesów odnowieniowych w lasach odnawianych w sposób naturalny. Zagadnienie to nabiera szczególnej wagi w kontekście globalnych zmian klimatycznych. Pytanie, czy i w jakim zakresie naturalne procesy dyspersji mogą nadążyć za zmianami klimatu i przyczynić się do zmiany składu gatunkowego odnowień, a w konsekwencji nowych generacji drzewostanów, pozostaje otwarte. Dotyczy to za-

równie zmian zasięgów geograficznych na niżu, jak i zmian zasięgów pionowych w górach. Te drugie, ze względu na mniejsze odległości, mogą być w mniejszym stopniu ograniczane przez procesy dyspersji; będą jednak silnie zależne od wielkości produkcji nasion.

Poszukiwanie metod hodowlanych bazujących na mechanizmach naturalnej dynamiki drzewostanów zapewniających trwałość lasu w warunkach presji dużych roślinożerców

We wszystkich wysoko rozwiniętych krajach populacje dużych zwierząt kopytnych wykazują ostatnio dużą dynamikę wzrostu. Jest to szczególnie widoczne w Ameryce Północnej, a w coraz większym stopniu dotyczy też Europy i Japonii. Nadzieje, że uda się temu przeciwdziałać poprzez redukcję zagęszczenia zwierzyny, okazały się w większości przypadków iluzoryczne; ważnym elementem w tym przypadku jest zmniejszanie się i starzenie populacji myśliwych w większości krajów, w których następuje wzrost liczebności populacji dużych kopytnych. Powszechnie stosowanym sposobem radzenia sobie z tym problemem jest grodzenie odnawianych powierzchni. Generuje to jednak wiele problemów, przede wszystkim odcięcie roślinożerców od części ich bazy żerowej (na grodzonych powierzchniach poza sadzonkami drzew rosną obficie także inne rośliny) oraz zwiększenie presji na naturalne odnowienia występujące poza terenami grodzonymi. W inwentaryzacji odnowień traktuje się zgryzane naloty czy podrosty jako skazane na obumarciu (Senn i Suter 2003); tymczasem w zależności od warunków mogą one zregenerować i wyrosnąć w zdrowe drzewa. Zależy to między innymi od warunków świetlnych oraz od dostępności i obfitości roślin stanowiących potencjalny żer zwierząt kopytnych. Wobec braku możliwości radykalnego zmniejszenia populacji zwierząt w lasach oraz wobec szkodliwości powszechnego stosowania ogrodzeń niezbędne jest prowadzenie rzetelnych metodycznie i wieloaspektowych badań nad interakcjami między roślinnością leśną, kopytnymi i dużymi drapieżnikami w lasach oraz opracowanie reguł postępowania hodowlanego, które pozwoliłyby na zmniejszenie presji roślinożerców na naturalne odnowienia.

Poszukiwanie rozwiązań pozwalających na zachowanie glebochronnych, wodochronnych i rekreacyjnych funkcji lasów w perspektywie wzrostu pozyskania surowca drzewnego

Szybki wzrost zasobności i przyrostu drzewostanów pociąga za sobą wzrost wielkości pozyskania surowca drzewnego; zmiany technologiczne i ekonomiczne w leśnictwie sprawiają, że pozyskanie to jest w coraz większym stopniu realizowane w sposób ciągły przez cały rok przy użyciu ciężkich maszyn. Wobec perspektywy dalszej intensyfikacji tych procesów ważnym problemem staje się znalezienie rozwiązań, które ograniczą negatywne skutki intensyfikacji pozyskania surowca. W górach i na innych obszarach o znacznym spadku terenu intensyfikacja pozyskania surowca drzewnego wiąże się ze

wzrostem zagrożenia erozją wodną oraz przyspieszeniem powierzchniowego spływu wód po ulewnych opadach, co może oznaczać wzrost zagrożenia powodziowego dla terenów niżej położonych. Można temu przeciwdziałać przez optymalizację sieci dróg leśnych, wprowadzenie skutecznego systemu odprowadzania wody z korony drogi oraz likwidację zbędnych dróg i szlaków zrywkowych. Pomocnym narzędziem do przeprowadzenia takiej optymalizacji może być LiDAR; kluczowym zagadnieniem jest jednak wytypowanie obszarów, gdzie sieć dróg leśnych należy zagęścić, oraz takich, gdzie należy ją zredukować, choćby ze względu na występowanie szczególnie cennych gatunków i siedlisk przyrodniczych.

Poszukiwanie sposobów zwiększenia sekwestracji węgla w ekosystemach leśnych

Współczesne badania relacji między zagęszczeniem więźby a produkcją i alokacją biomasy (Jagodziński i Oleksyn 2009) wskazują na to, że kumulacja biomasy w systemach korzeniowych drzew jest znacznie większa w drzewostanach o luźnej więźbie niż w drzewostanach o standardowym zagęszczeniu. Zatem potencjał długoterminowej sekwestracji węgla drzewostanów zakładanych w luźnej więźbie może być znacznie większy niż drzewostanów o większym zagęszczeniu. Wskazuje to na potrzebę rewizji podejścia do hodowli drzewostanów. Wymogi rynku drzewnego też się zmieniają i hodowla drewna tartacznego wysokiej jakości, wymagająca hodowania drzewostanów o dużym zwarcu, nie zawsze się opłaca. Nie wiadomo też, czy będzie opłacała się w przyszłości. Jeżeli względy sekwestracji węgla w ekosystemach leśnych przemawiają za znacznym zmniejszeniem zagęszczenia drzewostanów, wymaga to przeprowadzenia szeroko zakrojonych badań nad alternatywnymi zasadami hodowli drzewostanów oraz poświęcenia większej uwagi lasom i zadrzewieniom powstającym spontanicznie w procesie wtórnej sukcesji na gruntach porolnych.

Literatura

- Andersen-Texteira K.J., Miller A.D., Mohan J.E., Hudiburg T.W., Duval B.D., DeLucia D.H. 2013. Altered dynamics of forest recovery under a changing climate. *Global Change Biology* DOI: 10.1111/gcb.12194.
- Andersson F., Bivot R., Päivinen R. (red.) 2004. Towards the Sustainable Use of Europe's Forests – Forest Ecosystem and Landscape Research: Scientific Challenges and Opportunities. *EFI Proceedings* No. 49.
- Bascompte J., Jordano P. 2007. Plant-Animal Mutualistic Networks: The Architecture of Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 38: 567–593.
- Bormann F.H., Likens G.E. 1979. *Pattern and Process in a Forested Ecosystem*. Springer Verlag, New York.
- Botkin D.B. 1993. *Forest Dynamics. An Ecological Model*. Oxford – New York, Oxford University Press.
- Botkin D.B., Janak J.F., Wallis J.R. 1972. Some ecological consequences of a computer model of forest growth. *Journal of Ecology* 60: 849–872.
- Brzeziecki B. 2000. Strategie życiowe gatunków drzew leśnych. *Sylwan* 144, 8: 5–14.

- Brzeziecki B. 2008. Podejście ekosystemowe i półnaturalna hodowla lasu (w kontekście zasady wielofunkcyjności lasu). *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej w Rogowie* 19: 41–54.
- Brzeziecki B., Kienast F. 1994. Classifying the life-history strategies of trees on the basis of the Grime model. *Forest Ecology and Management* 69: 167–187.
- Canham C.D., Uriarte M. 2006. Analysis of neighborhood dynamics of forest ecosystems using likelihood methods and modeling. *Ecological Applications* 16(1): 62–73.
- Clark J.S., Silman M., Kern R., Macklin E., Hillerislambers J. 1999. Seed dispersal near and far: Patterns across temperate and tropical forests. *Ecology* 80: 1475–1494.
- Connell J., Slatyer R.O. 1977. Mechanisms of Succession in Natural Communities and their Role in Community Stability and Organization. *American Naturalist* 111: 1119–1144.
- Cuddington C., Beisner B. (red.) 2005. Ecological paradigms lost. Routes of theory change. *Theoretical Ecology Series*. Amsterdam-Boston-Heidelberg, Elsevier Academic Press.
- Diaci J. (red.) 2006. Nature-based forestry in Central Europe. *Studia Forestalia Slovenica* 126, Ljubljana.
- Dobrowolska D. 2015. Forest regeneration in north-eastern Poland following a catastrophic blowdown. *Canadian Journal of Forest Research* 45: 1172–1182.
- Donato D.C., Fontaine J.B., Campbell J.L., Robinson W.D., Kaufman J.B., Law B.E. 2006. Post-Wildfire Logging Hinders Regeneration and Increases Fire Risk. *Science* 311: 352.
- FAO 2010. Global Forest Resources Assessment 2010. *FAO Forestry Paper* 163. FAO, Rome, 340 pp.
- Franklin J.F., Spies T.A., Van Pelt R., Carey A.B., Thornburgh D.A., Berg D.R. i in. 2002. Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas fir as an example. *Forest Ecology and Management* 155: 399–423.
- Gilpin M.E., Hanski I. (red.) 1991. *Metapopulation Dynamics: Empirical and Theoretical. Investigations*. New York, Academic Press.
- Grime J.P. 1978. *Plant strategies and vegetation processes*. Chichester, John Wiley & Sons.
- Hanski I., Gaggiotti O.E. (red.) 2004. *Ecology, Genetics and Evolution of Metapopulations*. Burlington – San Diego – London, Elsevier Academic Press.
- Harper J.L. 1977. *Population biology of plants*. Oxford, Academic Press.
- Harvey B.D., Leduc A., Gauthier S., Bergeron Y. 2002. Stand-landscape integration in natural disturbance based management of the southern boreal forest. *Forest Ecology and Management* 155: 369–385.
- Hobbie S.E., Reich P.B., Oleksyn J., Ogdahl M., Żytkowiak R., Hale C., Karolewski P. 2006. Tree species effects on decomposition and forest floor dynamics of the common garden. *Ecology* 87, 9: 2288–2297.
- Horsley S.B., Stout S.L., DeCalesta D.S. 2003. White-tailed Deer Impact on Vegetation Dynamics of a Northern Hardwood Forest. *Ecological Applications* 13, 1: 98–118.
- Huston M.A. 1994. *Biological Diversity: The Coexistence of Species in Changing Landscapes*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Jagodziński A., Oleksyn J. 2009. Ekologiczne konsekwencje hodowli drzew w różnym zagęszczeniu. 2. Produkcja i alokacja biomasy, retencja biogenów. *Sylvan* 153, 3: 147–157.
- Jaroszewicz B., Pirożnikow E., Sagehorn R. 2009. Endozoochory by European bison (*Bison bonasus*) in Białowieża primeval forest across a management gradient. *Forest Ecology and Management* 258: 11–17.
- Jaworski A. 2011. *Hodowla lasu. Tom 1. Sposoby zagospodarowania, odnawianie lasu, przebudowa i przemiana drzewostanów*. Warszawa, PWRiL.
- Jędrzejewska B., Jędrzejewski W. 1998. Predation in vertebrate communities. The Białowieża Primeval Forest as a case study. Berlin-Heidelberg, Springer.
- Kandeler O., Innes J. 1995. Air pollution and forest decline in Central Europe. *Environmental Pollution* 90, 2: 171–180.
- Krebs C.J. 2011. *Ekologia*. Warszawa, PWN.
- Kuijper D. 2011. Lack of natural control mechanisms increases wildlife-forestry conflict in managed temperate European forest systems. *European Journal of Forest Research* 130: 895–909.

- Kuijper D.P.J., Bubnicki J., Churski M., Mols B., van Hooft P. 2015. Context dependence of risk effects: wolves and tree logs create patches of fear in an old-growth forest. *Behavioral Ecology*. DOI: 10.1093/beheco/arv107.
- Kuijper D.P.J., Cromsigt J.P.G.M., Jędrzejewska B., Miścicki S., Churski M., Jędrzejewski W., Kweczlich I. 2010. Bottom-up versus top-down control of tree regeneration in the Białowieża Primeval Forest, Poland. *Journal of Ecology* 98: 888–899.
- Lieth H., Whittaker R.H. 1975. *Primary productivity of the biosphere*. Berlin, Springer Verlag.
- Loreau M., Mouquet N., Gonzalez A. 2003. Biodiversity as spatial insurance in heterogeneous landscapes. *Proceedings of the National Academy of Science USA* 100: 12765–12770.
- Loreau M., Naeem S., Inchausti P., Bengtsson J., Grime J.P., Hector A. i in. 2001. Biodiversity and Ecosystem Functioning: Current Knowledge and Future Challenges. *Science* 294: 804–808.
- Lindenmayer D.B., Franklin J.F. 2002. *Conserving Forest Biodiversity*. Washington-Covelo-London, Island Press.
- Łomnicki A. 1988. *Population ecology of individuals*. Princeton, Princeton University Press.
- McCann K.S. 2000. The diversity-stability debate. *Nature* 405: 228–233.
- Menge B.A., Sutherland J.P. 1987. Community regulation: variation, disturbance, competition and predation in relation to environmental stress and recruitment. *American Naturalist* 130: 730–757.
- Milad M., Schaich H., Bürgi M., Konold W. 2011. Climate change and nature conservation in Central European forests; A review of consequences, concepts and challenges. *Forest Ecology and Management* 261: 829–843.
- Mouquet N., Moore J.L., Loreau M. 2002. Plant species richness and community productivity: why the mechanism that promotes coexistence matters? *Ecology Letters* 5: 56–65.
- Nagel T., Diaci J. 2006. Intermediate wind disturbance in an old-growth beech-fir forest in southeastern Slovenia. *Canadian Journal of Forest Research* 36: 629–638.
- Nathan R. 2006. Long-distance dispersal of plants. *Science* 313: 786–788.
- Newton M., Fitzgerald S., Rose R.R., Adams P.W., Tesch S.D., Sessions J. i in. 2006. Comment on „Post-Wildfire logging hinders natural regeneration and increases fire risk”. *Science* 313, 4 August 2006, p. 615.
- Obmiński Z. 1977. *Ekologia lasu*. Warszawa, PWN.
- Odum E.P. 1969. The strategy of ecosystem development. *Science* 164: 262–270.
- Odum E.P. 1977. *Podstawy ekologii*. Warszawa, PWRiL.
- Packer A., Clay K. 2000. Soil pathogens and spatial patterns of seedling mortality in a temperate forest tree. *Nature* 404: 278–281.
- Paluch J.G. 2011. Ground seed density patterns under conditions of strongly overlapping seed shadows in *Abies alba* Mill. stands. *European Journal of Forest Research* 130, 6: 1009–1022.
- Pendergast T.H., Hanlon S.M., Long Z.M., Royo A., Carson W.P. 2015. The legacy of deer overabundance: long-term delays in herbaceous understory recovery. *Canadian Journal of Forest Research*. DOI: 10.1139/cjfr-2015-0280.
- Pickett S.T.A., Collins S.L., Armesto J.J. 1987. Models, Mechanisms and Pathways of Succession. *Botanical Review* 53, 3: 335–371.
- Pickett S.T.A., White P.A. (red.) 1985. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. San Diego–New York–Berkeley, Academic Press.
- Pretzsch H. 2009. *Forest Dynamics, Growth and Yield*. Berlin–Heidelberg, Springer.
- Rooney T.P., Waller D.M. 2003. Direct and indirect effects of white-tailed deer in forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* 181: 165–176.
- Rosenzweig M.L. 1995. *Species Diversity in Space and Time*. Cambridge, UK, Cambridge University Press, 436 pp.
- Rykowski K. 2012. Huragan w lasach: klęska czy zakłócenie rozwoju? Sękocin Stary, Wyd. IBL.
- Scherer-Lorenzen M., Körner Ch., Schulze E.-D. (red.) 2005. *Forest diversity and function. Temperate and boreal systems*. Ecological Studies. 176, Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag.

- Seidl R., Fernandes P.M., Fonseca T.F., Gillet F., Jönsson A.M., Merganičová K. i in. 2011. Modelling natural disturbances in forest ecosystems; a review. *Ecological Modelling* 222: 903–924.
- Senn J., Suter W. 2003. Ungulate browsing on silver fir (*Abies alba*) in the Swiss Alps: beliefs in search of supporting data. *Forest Ecology and Management* 181: 151–164.
- Shugart H.H. 1984. A theory of forest dynamics. New York, Springer Verlag.
- Stearns S.C. 1992. The evolution of life histories. Oxford, Oxford University Press.
- Swank W.T., Crossley D.A. 1988. Forest hydrology and ecology at Coweeta. New York, Springer-Verlag.
- Szymański S. 2000. Ekologiczne podstawy hodowli lasu. Warszawa, PWN.
- Tansley A.G. 1935. The use and abuse of some vegetational concepts and terms. *Ecology* 42: 237–245.
- Tepley A.J., Veblen T.T. 2015. Spatiotemporal fire dynamics in mixed-conifer and aspen forests in the San Juan Mountains in southwestern Colorado, USA. *Ecological Monographs* 85(4): 583–603.
- Tilman D., Reich P.B., Knops J., Wedin D., Mielke T., Lehman C. 2001. Diversity and Productivity in a Long-term Grassland Experiment. *Science* 294: 843–845.
- Turner M.G., Dale V.H., Everham E.H. III. 1997. Fires, hurricanes and volcanoes: comparing large disturbances. *BioScience*, 47, 11: 758–768.
- Wardle D.A., Bardgett R.D., Klinomoros J.N., Setälä H., Van der Putten W.H., Wall D.H. 2004. Ecological Linkages between Aboveground and Belowground Biotas. *Science* 304: 1629–1633.
- Weiner J. 2005. Życie i ewolucja biosfery. Podręcznik ekologii ogólnej. Wydanie II, Warszawa, PWN.
- Zeide B. 1987. Analysis of the 3/2 power law of self-thinning. *Forest Science* 33: 517–537.

Ewolucja roli i zadań urządzania lasu w nauce i praktyce

prof. dr hab. Tomasz BORECKI, prof. dr hab. Edward STĘPIEŃ

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Warszawa

Wstęp

Głównym przedmiotem zainteresowania urządzania lasu, podobnie jak i innych dyscyplin nauk leśnych, jest las. Zdefiniowanie pojęcia lasu, mimo że nie nasuwa ono większych wątpliwości, nie jest łatwe. Inne są kryteria definiowania lasu z punktu widzenia prawnego czy przyrodniczego, a jeszcze inne z punktu widzenia gospodarczego lub społecznego. Najczęściej las jest definiowany jako zbiorowisko roślin drzewiastych zajmujące w sposób trwały pewną powierzchnię gruntu, pełniące określone zadania związane z zaspokajaniem potrzeb człowieka (Szymkiewicz i in. 1996). Historycznie rzecz ujmując, trzeba uznać, że potrzeby człowieka w długim okresie czasu dotyczyły drewna i tzw. użytków ubocznych (m.in. grzybów, jagód, ziół, zwierzyny). W większości krajów europejskich, w tym również w Polsce, mamy do czynienia z lasami zagospodarowanymi, w których ingerencja człowieka jest niezbędna, choć jej zakres i intensywność są zróżnicowane.

Gospodarstwo leśne odznacza się wieloma specyficznymi cechami. Do cech tych zaliczyć można m.in. wielkoobszarowość, zróżnicowanie warunków przyrodniczych, długi okres produkcji i związaną z tym trudność określania dojrzałości produktu oraz wyznaczania rozmiaru użytkowania. Odnosnie do rozmiaru użytkowania obowiązuje niezmiennie zasada zachowania trwałości produkcji i ciągłości użytkowania. Wymienione okoliczności są bezpośrednią przyczyną uzasadniającą potrzebę prowadzenia w leśnictwie gospodarki planowej. Sporządzaniem planów prowadzenia gospodarki leśnej, czyli organizacją gospodarstwa leśnego, zajmuje się urządzanie lasu. W klasycznym postrzeganiu roli i zadań urządzania lasu wymaga to wszechstronnego rozpoznania czynników produkcji leśnej, takich jak klimat, gleba, drzewostan, określenia celów gospodarstwa leśnego oraz wskazania dróg i środków ich osiągnięcia (Szymkiewicz i in. 1996). Przy takim podejściu zasadniczym celem gospodarowania w lesie jest funkcja produkcji surowca drzewnego. Jeszcze 30–40 lat temu powszechny był pogląd, że gospodarstwo leśne dobrze wypełniające tę funkcję, spełnia równie dobrze inne oczekiwania społeczne. Od tej pory nastąpiło jednak wyraźne przewartościowanie rangi i zakresu funkcji pełnionych przez las.

Zarys historii kształtowania się podstaw gospodarki leśnej

Kryteria prowadzenia racjonalnej gospodarki leśnej od prawie 300 lat określała zasada (idea) trwałości lasu (Zuercher 1965). Pierwsze próby zdefiniowania pojęcia trwałości lasu podjął w 1713 roku Carlowitz, opowiadając się za ciągłością użytkowania. Bardziej konkretną treść tej idei nadał w 1795 roku Hartig, formułując zasadę równomierności użytkowania. W 1804 roku Cotta stworzył podstawy obrębowych metod zarządzania lasu. W początkowym zatem okresie wyznacznikami racjonalnej gospodarki leśnej, głównie w odniesieniu do użytkowania lasu, były zatem trwałość, ciągłość, równomierność. W XVIII i XIX wieku, w okresie dynamicznego rozwoju przemysłu, rolnictwa i handlu, zasada trwałości stała się narzędziem obrony lasów środkowej Europy wyniszczanych nadmiernymi wyrębami. Idea ta wywarła i wywiera nadal zasadniczy wpływ na kierunki rozwoju leśnictwa, zwłaszcza zaś jako gwarant zachowania ewolucyjnego charakteru zmian oraz pewnej neutralności wobec panujących teorii gospodarczych i zawirowań polityki (Kurt 1993).

Epokowym wydarzeniem, które w historii leśnictwa w Europie odegrało zasadniczą rolę, było wypracowanie modelu lasu normalnego (Zuercher 1965). Twórcą podstaw teoretycznych tego modelu, opracowanego w 1826 roku, był Hundeshagen, a uszczegółowił je w 1841 roku Heyer. W miarę rozwoju wiedzy ogólnej i leśnej oraz wobec zachodzących przemian gospodarczych, społecznych, technicznych i socjalnych następowało stałe poszerzanie treści tej zasady. Pojawiały się nowe teorie i poglądy co do potrzeby intensyfikacji produkcji, co do ekonomicznych kryteriów określania dojrzałości (teoria renty leśnej i renty gruntowej) oraz struktury lasu, która miała zapewniać trwałość użytkowania (Kurt 1993). Prezentowane poglądy przyczyniły się do powstania drzewostanowych metod zarządzania lasu. Ich ideę opublikował Judeich w 1871 (Oesten 1993), kwestionując celowość przestrzegania zasady równomierności użytkowania w lasach o niezadowalającym stanie.

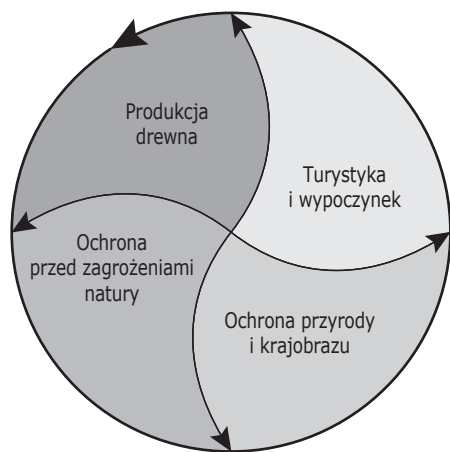
Do doskonalenia sposobów zagospodarowania lasu przyczyniły się nowe osiągnięcia badawcze z zakresu siedliskoznawstwa i nauki o produktywności lasu. Wzrosło w związku z tym znaczenie doboru składu gatunkowego i metod pielęgnacji lasu.

Odrębną grupę osiągnięć stanowią nowe systemy regulacji użytkowania lasu, równocześnie uwzględniające kryteria dojrzałości produktu i trwałości lasu, które ideę tę sprowadzają do zachowania odpowiednich relacji między użytkowaniem a przyrostem (Poznański 1996). Uzasadnione jest zatem przekonanie, że zdarzenia z przeszłości wpływają na kształt współczesnego leśnictwa i w znacznym stopniu determinują jego przyszły rozwój (Kurt 1993). Stąd też w bardzo obecnie złożonych uwarunkowaniach funkcjonowania leśnictwa, m.in. wobec przewartościowania funkcji, zmian klimatu, wzrostu zapotrzebowania na drewno przy zmniejszaniu się powierzchni lasów świata, decyzje dotyczące gospodarki leśnej muszą być społecznie akceptowane, a jednocześnie bardzo rozsądne i ekonomicznie uzasadnione. Klasyczna treść idei trwałości lasu nie straciła na znaczeniu, odgrywając ważną, inspirującą rolę w sformułowaniu koncepcji trwałego, zrównoważonego rozwoju leśnictwa (Stępień 1995).

Spoleczne zapotrzebowanie na funkcje lasu

W czasach współczesnych oczekuje się, że las będzie pełnił funkcje nie tylko produkcyjne, ale również ochronne i społeczne. Jak wynika z badań prowadzonych w Stanach Zjednoczonych (Constanza i in. 1997), 1 hektar lasu borealnego pełni funkcje o wartości 302 USD rocznie, z czego 54,7% stanowi wartość klimatyczna i oczyszczeniowa, 16,5% – świadczenia dla gospodarki żywnościowej, 11,9% – korzyści rekreacyjne, 8,3% – produkcja drewna, 3,3% – ochrona gleb. Pozostałe świadczenia to korzyści kulturowe i naukowo-badawcze. Kompleksowa wartość funkcji pełnionych przez lasy w Szwajcarii oszacowana została na około 9 mld CHF rocznie (Kiessling-Naef 1999), a po przeliczeniu na 1 hektar i na USD wynosi około 8200 USD, z czego 46,3% stanowi wartość funkcji ochronnych, 30,5% – to wartość bioróżnorodności, 18,3% – stanowi wartość funkcji związanych z rekreacją i wypoczynkiem, a tylko około 5% stanowi wartość drewna i produktów ubocznych.

Przytoczone wyniki badań uświadamiają, że wartość funkcji pełnionych przez lasy może być bardzo różna, w zależności od położenia geograficznego, specyfiki regionu i poziomu rozwoju cywilizacyjnego społeczeństwa danego kraju. W krajach europejskich rola funkcji pozaprodukcyjnych (rekreacja, bioróżnorodność, ochrona) nabiera coraz większego znaczenia. W polskich realiach można założyć, że na terenach górskich dominujące znaczenie będą miały funkcje ochronne i rekreacyjne, na nizinach zaś wzrośnie zapewne rola funkcji produkcyjnej. W lasach o szczególnie wysokich walorach przyrodniczych, m.in. w Puszczy Białowieskiej, w parkach narodowych, dominujący będzie udział wartości bioróżnorodności. Należy przyjąć, że w interesie ogólnospołecznym, niezależnie od regionalnego zróżnicowania wartości poszczególnych funkcji, są one jednakowo ważne. Potwierdzeniem takiego sposobu myślenia może być koncepcja, której istotę przedstawia schemat idei zrównoważonej gospodarki leśnej w Szwajcarii (ryc. 1).



Ryc. 1. Schemat idei zrównoważonej gospodarki leśnej w Szwajcarii

Schemat ten można traktować jako urzeczywistnienie idei trwałej i zrównoważonej gospodarki leśnej, której istotę stanowi przestrzeganie 6 kryteriów będących wyznacznikami takiego rozwoju gospodarki leśnej w Europie (Rykowski 1995). Przestrzeganie ich stanowi podstawę urealnienia idei zrównoważonej gospodarki leśnej i gwarancję pełnienia przez las społecznie oczekiwanych funkcji (Przybylska 2005). W opinii polskich ekonomistów leśnych (Kłoczek 2001), przewaga roli funkcji ochronnych może grozić utratą zdolności leśnictwa do samofinansowania się, a tym samym możliwości realizacji modelu lasu wielofunkcyjnego, w dłuższej perspektywie czasowej. Stwierdzić w tym

kontekście należy, że realizacja tego modelu uzależniona jest od utrzymania i wzmocnienia produkcyjnej funkcji lasu. Wynika stąd jasno, że każde ograniczanie funkcji produkcyjnych pogarsza funkcjonowanie tego modelu, a decyzje ograniczające intensywność pozyskania drewna muszą być podejmowane bardzo rozważnie, ze świadomością ich konsekwencji. Stąd też, jeśli rozważane jest ograniczenie użytkowania, zwłaszcza na dużych obszarach leśnych, konieczne jest wskazanie źródła sfinansowania konsekwencji takiej decyzji. Bez utrzymania odpowiedniego poziomu użytkowania uzasadnione są obawy, że pozostałe funkcje lasu nie będą pełnione w sposób optymalny. Zauważyć ponadto należy, że w treści wymienionych kryteriów dominuje zapis „zachowanie” oraz „utrzymanie”, co sankcjonuje niejako obecny stan zasobów. Praktyka dowodzi jednak, że stan ten w wielu regionach naszego kraju nie jest w pełni zadowalający.

Realizacja zrównoważonego rozwoju leśnictwa, jako składnika koncepcji trwałego i zrównoważonego rozwoju w ogóle, stała się kluczowym zadaniem ogólnej polityki gospodarczej i środowiskowej (Kurt 1993; Stępień 1998; Kołodziejwski 2000). W odniesieniu do lasów i leśnictwa pojęcie trwałego i zrównoważonego rozwoju zdefiniowano na konferencji ministerialnej nt. ochrony lasów w Europie w 1993 roku w Helsinkach (Rykowski 1995; Głaz 2003). W dokumentach konferencji określenie „trwały rozwój” rozpatrywać można, wyróżniając kontekst ogólny i szczegółowy (Schneider 1993). Wątek ogólny rozpatrywać można w kontekście proekologicznego rozwoju lasu (*sustainable development of forests*), a więc w aspekcie jakości postępowania. W kontekście ogólnym ujawnia się zatem kompleks zależności między człowiekiem a przyrodą, dotyczących m.in. znaczenia lasu jako składnika krajobrazu, środowiska przyrodniczego i warunków życia człowieka w tym środowisku. Kontekst szczegółowy natomiast zawiera zalecenia dotyczące pewnej strategii zarządzania oraz filozofii działania w sensie trwałego zagospodarowania (*sustainable management of forests*), a więc bardziej w kategoriach ilościowych. Oczywiście sprawą jest, że dla realizacji koncepcji zrównoważonego rozwoju obydwa te wątki są jednakowo ważne. Powstają jednak na tym tle nieporozumienia wśród przedstawicieli sektora gospodarczego i instytucji związanych z ochroną środowiska. Podstawowy problem polega na tym, że brakuje kryteriów przydatnych do zdefiniowania „trwałości” w ujęciu jakościowym (Schneider 1993). Aktualne są zatem dyskusje dotyczące metod oceny i kontroli efektów zagospodarowania, respektującego treści idei trwałego utrzymania i rozwoju lasu (Oesten 1993).

Idea zrównoważonego rozwoju leśnictwa, będąca podstawową wytyczną dla planowania i prowadzenia gospodarki leśnej, oznacza kompleks wzajemnych powiązań celów nadrzędnych (głównych) oraz celów cząstkowych, stanowiących ich uszczegółowienie, sformułowanych dla poszczególnych grup funkcji lasu, które mogą być traktowane jako urzędzeniowe zagadnienia badawcze. Przestrzeganie zasady synchronizacji tych celów warunkuje możliwość kształtowania potencjału oraz utrzymanie trwałości funkcji lasu gospodarczej (produkcyjnej), ekologicznej (ochronnej) i socjalnej (społecznej). Istotę promowania takiego kierunku rozwoju przybliży tabela 1.

Tabela 1. Podstawowe uwarunkowania promowania zrównoważonego rozwoju leśnictwa (opracowanie własne)

Grupa funkcji lasu	Nadrzędny cel	Cele cząstkowe – urządzeniowe zadania badawcze
Ekologiczne (ochronne)	kompleksowa ochrona zasobów przyrody żywej i nieżywej	– zachowanie i powiększanie zasobów leśnych – ochrona różnorodności biologicznej i zasobów genowych ekosystemów leśnych – zwiększanie akumulacji węgla – zwiększanie stabilności lasu, tj. zmniejszanie ryzyka uszkodzeń powodowanych przez czynniki biotyczne, abiotyczne i antropogeniczne
Socjalne (społeczne)	kształtowanie ekosystemów leśnych w sposób zapewniający utrzymanie różnorodnych użyteczności lasu	– minimalizacja konfliktów w procesie integracji celów ekologicznych, społecznych i gospodarczych – integracja planowania przestrzennego z planowaniem leśnym – intensyfikacja współdziałania administracji leśnej z samorządami i administracją państwową w zakresie ochrony środowiska oraz wzmoczenie komunikacji i edukacji przyrodniczo-leśnej społeczeństwa – rozpoznanie preferencji co do społecznych funkcji lasu (walory krajobrazowe, wartości kulturowe i historyczne) – ocena potencjału lasów pod kątem organizacji turystyki i rekreacji
Gospodarcze (ekonomiczne)	optymalne wykorzystanie możliwości produkcyjnych siedlisk i drzewostanów	– respektowanie trwałości lasu w planowaniu i prowadzeniu gospodarki leśnej – zwiększanie stabilności drzewostanów i lasu – identyfikacja zagrożeń i ocena skutków powiązań leśnictwa z innymi sektorami gospodarczymi – kompleksowa ocena wpływu intensywności użytkowania lasu na środowisko leśne – utrzymanie względnej równomierności użytkowania lasu w dłuższym horyzoncie czasowym (40–50 lat)

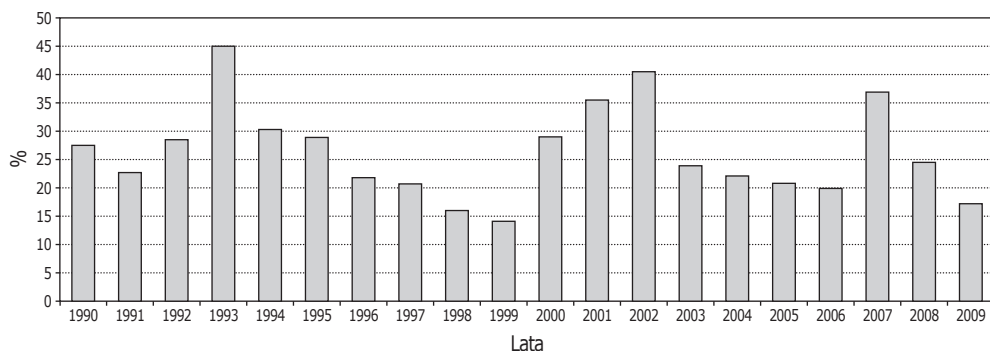
Zmiany uwarunkowań planowania w leśnictwie

Zakres i związana z tym złożoność procesu planowania urządzeniowego w okresie ostatnich dekad ciągle rośnie (Szujewski 2004). Użytkowanie, odnawianie, pielęgnacja i ochrona lasu, tworzące logiczną i chronologicznie uporządkowaną sekwencję zdarzeń, powodują, że rzeczywista złożoność problemów ujawnia się na poziomie nadleśnictwa. Klasyczny zakres planowania urządzeniowego sprowadza się do organizacji ładu czasowego (kiedy, ile) oraz ładu przestrzennego (co, gdzie, jak) w kontekście funkcji produkcyjnej. Zmiana warunków przyrodniczych, gospodarczych i społecznych wymusza konieczność unowocześnienia dotychczasowej konstrukcji planu urządzenia lasu i weryfikacji zasad planowania urządzeniowego w decyzjach dotyczących głównie hodowli i użytkowania lasu.

Planowanie hodowlane w urządzeniu lasu bazuje na siedliskowym typie lasu, który determinuje cele hodowlane i sposoby zagospodarowania oraz wpływa na realizację określonych celów produkcyjnych. O żyzności siedliska decyduje gleba, położenie i warunki klimatyczne. Klimat jako podstawowy składnik siedlisk leśnych jest głów-

nym czynnikiem określającym rozmieszczenie typów lasu i gatunków drzew. Długookresowy charakter procesów zachodzących w leśnictwie utrudnia szybkie reagowanie i adaptację do zmieniających się warunków. Okoliczności te wskazują na potrzebę przewidywania kierunków tych zmian i ich konsekwencji w kontekście prowadzenia gospodarki leśnej. Różne scenariusze zmian klimatu w XXI wieku nie pozwalają na jednoznaczne określenie ani tempa, ani też kierunku tych zmian (Brzeziecki 1995; Kundzewicz 2013).

W kontekście oceny możliwości adaptacyjnych gospodarki leśnej szczególnego znaczenia, zwłaszcza w strategii odnowienia i użytkowania lasu, nabiera kwestia prognozowania intensywności wydzielania się drzew. Intensywne wydzielanie się drzew i zwiększenie częstotliwości występowania zjawisk kłęskowych wymagają znacznego zwiększenia użytkowania przygodnego, co prowadzi do zatarcia się granicy między cięciami pielęgnacyjnymi a rębnymi. Należy przypuszczać, że zabiegi o charakterze pielęgnacyjnym i cięcia wymuszone ze względu na zdarzenia losowe będą stanowiły znaczącą część planowanego rozmiaru cięć. Kształtowanie się udziału cięć przygodnych w rocznym etacie użytkowania w Lasach Państwowych w latach 1990–2009 przedstawiono na rycinie 2. Udział ten waha się w granicach od około 15% (lata 1998, 1999) do około 40–45% (lata 1993, 2002). Podkreślić należy, że w trosce o dobry zdrowotny i sanitarny stan lasu wykonanie tych cięć traktować należy priorytetowo. Wymaga to odpowiedniej modyfikacji sposobu postrzegania relacji poszczególnych kategorii cięć (użytki rębne, przedrębne i przygodne), co w konsekwencji doprowadzić powinno do zmian w planowaniu kolejności i pilności użytkowania lasu.



Ryc. 2. Udział cięć przygodnych w rocznym etacie użytkowania Lasów Państwowych w latach 1990–2009 (DGLP 2009)

Przypuszczać należy, że w procesie użytkowania rębego rola zrębowego sposobu zagospodarowania będzie ograniczana, z wyjątkiem kompleksów leśnych o funkcji produkcyjnej, zdominowanych przez siedliska borowe. Dodać jednak należy, że na tych siedliskach, z dominującą sosną, w większym stopniu stosować należy zrębowo-przerębowy sposób zagospodarowania. Konsekwencją będzie preferowanie odnowień naturalnych. Brak wyraźnej granicy między cięciami pielęgnacyjnymi a rębnymi wy-

magać będzie weryfikacji i elastyczności rozliczania całkowitego rozmiaru (etatu) cięć, co będzie rzutować na podaż surowca drzewnego.

Sterowanie podażą drewna jest problemem złożonym i stanowić powinno wypadkową wielowątkowych analiz (szczebel kraju) oraz uszczegóławiających uwarunkowań rozpatrywanych w fazie tworzenia regionalnych planów urządzenia lasu dotyczących regulacji użytkowania. Możliwe do przyjęcia w tym zakresie są dwie ideowo różne koncepcje regulacji (Borecki, Stępień 2012). Istotą koncepcji pierwszej jest preferowanie zasady postępowania „za lasem”. Oznacza to akceptowanie wielkości użytkowania wynikającego z obecnych realiów (struktura wiekowa, stan zasobów). Można oczekiwać, że w wyniku realizacji tej koncepcji powielana będzie obecna struktura wiekowa, a nie zostanie zapewniona równomierność użytkowania. Nie nastąpi też pożądane przyspieszenie poprawy stanu zasobów. Mankamentem tej koncepcji jest także nieuwzględnianie regionalnego zróżnicowania obciążenia funkcjami pozaprodukcyjnymi, co nie wpływa na łagodzenie konfliktowości pełnionych przez lasy funkcji.

Koncepcja druga preferuje pożądany kierunek rozwoju zasobów, określony takimi parametrami jak struktura wiekowa, gatunkowa, stan zapasu, budowa pionowa, przyrost, poprzez wyznaczenie odpowiedniej wielkości użytkowania lasu. Istotą tej koncepcji jest równoczesne przestrzeganie względnej równomierności użytkowania oraz poprawy stanu zasobów. Wymaga to opracowania prognoz i zaleceń urzędzeniowych dotyczących wielkości użytkowania rębego w długim horyzoncie czasowym, np. 50 lat. W regulacji rozmiaru użytkowania powinny być uwzględnione oczekiwania dotyczące minimalizacji sprzeczności zasad równomierności i intensyfikacji. Realizacja postulatu równomierności, rozumianej głównie jako poprawa struktury wiekowej i stanu zasobów, wymaga ustalenia średniego rozmiaru pozyskania ($U_{\text{śr.}}$) na podstawie wielkości prognozowanych ($U_{\text{pr.}}$) oraz rozbieżności między wielkością średnią a prognozowaną dla poszczególnych okresów gospodarczych. Średni rozmiar pozyskania w przyjętym horyzoncie czasowym wyznaczyć można na podstawie wzoru 1:

$$U_{\text{śr.}} = (U_{\text{pr.1}} + U_{\text{pr.2}} + U_{\text{pr.3}} + \dots + U_{\text{pr.i}}) / n \quad (1)$$

gdzie:

- $U_{\text{śr.}}$ – średni rozmiar pozyskania,
- $U_{\text{pr.1,2,3, ..., i}}$ – prognozowany dla poszczególnych okresów rozmiar cięć,
- 1, 2, 3, ..., i – indeks okresów przyjętego horyzontu czasowego prognozy,
- n – liczba okresów gospodarczych prognozy.

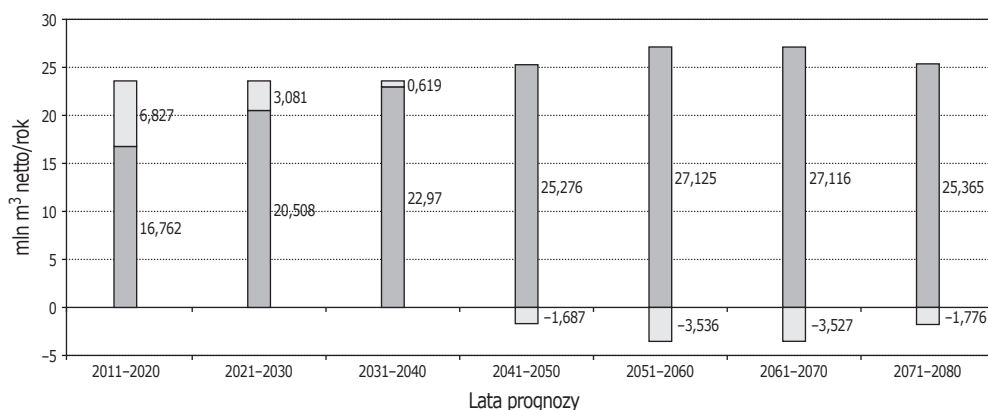
Rozbieżności między wielkością średnią a prognozowaną (R_i) wyliczaną dla poszczególnych okresów gospodarczych (1, 2, 3, ..., i) przyjętego horyzontu czasowego określać można na podstawie wzoru 2:

$$R_i = U_{\text{śr.}} - U_{\text{pr.i}} \quad (2)$$

gdzie:

- i – indeks jak we wzorze 1.

W temacie badawczym realizowanym na zlecenie DGLP (Dokumentacja końcowa 2013) przykładowy średni rozmiar użytkowania rębego ($U_{\text{sr.}}$), wyliczony na podstawie całego okresu prognozy, wyniósł 23,59 mln m³ grubizny netto rocznie. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że w pierwszych trzech okresach prognozy średnia wielkość użytkowania w LP ogółem, a także w większości regionalnych dystryktów LP, jest większa od prognozowanej. Oznacza to, że spełniając postulat równomierności użytkowania, w okresie 2011–2040 możliwe będzie zwiększenie rozmiaru użytkowania o wielkość różnicy pomiędzy średnią a prognozą (ryc. 3).



Ryc. 3. Różnica pomiędzy średnią a prognozowaną wielkością użytkowania rębego w okresie 2011–2080 (mln m³ grubizny netto/rok)

Rozbieżności te, wyrażone w mln m³ grubizny netto i przeliczone na rok, w pierwszych okresach prognozy – 2011–2020, 2021–2030, 2031–2040, wyniosą odpowiednio około 6,8 mln m³, 3,1 mln m³ oraz około 0,6 mln m³. W kolejnych okresach prognozowana wielkość użytkowania będzie większa od wartości średniej. Różnica wyniesie około 1,7 mln m³ w okresie 2041–2050, 3,5 mln m³ w okresach 2051–2060 i 2061–2070, oraz około 1,8 mln m³ w okresie 2071–2080.

Trudno jednak zakładać, że tak rozumiana równomierność użytkowania nie może obowiązywać przez cały okres prognozy. Wielkość średnia będzie bowiem podlegać ciągłej korekcie, stosownie do weryfikowanych na bieżąco prognoz użytkowania i załżeć będzie od przyjętej długości okresu prognozy. W celu oceny wpływu długości okresu prognozy na wartość średnią założono równomierność użytkowania rębego jedynie w okresie 2011–2050. Równomierność użytkowania dla tego okresu może zapewnić średnia na poziomie 21,37 (mln m³ grubizny netto/rok). Rozbieżność między średnim i prognozowanym rozmiarem cięć rębnych wynosi w poszczególnych okresach prognozy odpowiednio +4,61, +0,86, –1,60, –3,90 mln m³ grubizny netto rocznie (tab. 2). Oznacza to, że w okresie 2011–2030 istnieje możliwość zwiększenia użytkowania, a w okresie 2031–2050 zachodzi potrzeba odpowiedniego bilansowania stwierdzonych rozbieżności.

Tab. 2. Różnice pomiędzy średnią a prognozowaną wielkością użytkowania rębnego w okresie 2011–2050 (mln m³ grubizny netto/rok) przez PGLLP

Prognoza 2011–2020	Prognoza 2021–2030	Prognoza 2031–2040	Prognoza 2041–2050	Średnia różnica 2011–2020	Różnica 2021–2030	Różnica 2031–2040 2041–2050
16,76	20,51	22,97	25,27	21,37 4,61	0,86	–1,60 –3,90

W każdej sytuacji konieczne jest określenie zasad bilansowania rozbieżności poprzez wcześniejsze użytkowanie (przebudowę) drzewostanów młodszych oraz typowanie odpowiedniej ilości drzewostanów do przetrzymania ich na pniu. Stwarza to możliwość wariantowego planowania, zachowując równomierność użytkowania i intensyfikując produkcję oraz elastycznie dostosowując się do zmian sytuacji na rynku drzewnym. Realizacja przedstawionej koncepcji wymaga opracowania zasad szczegółowej klasyfikacji drzewostanów, ze wskazaniem potrzeby i pilności ingerencji oraz z określeniem kryteriów uzasadniających dłuższe przetrzymanie niektórych drzewostanów. W celu bilansowania rozbieżności użytkowania dopuścić można równoczesną kombinację obydwu sposobów postępowania.

Wpływ na intensywność użytkowania ma również obciążenie funkcjami pozaprodukcyjnymi, a zwłaszcza ograniczenia wynikające z funkcji ochronnych lasu (Olańczek 2014a, b, Szujewski 2010). W związku z tym konieczne jest rozpoznanie regionalnego zróżnicowania obciążenia tymi funkcjami. Umożliwić to powinien jednolity metodycznie system oceny i klasyfikacji drzewostanów danej jednostki planistyczno-organizacyjnej. Niezbędne jest zatem opracowanie zasad klasyfikacji drzewostanów z uwzględnieniem poszczególnych kategorii ochronności oraz lokalizacji obszarów Natura 2000 (konieczność przypisania im adresów leśnych). Powinno to ułatwić opracowanie regionalnych strategii gospodarowania w lasach (Szujewski 2002; Gieburowski, Janas 2013; Zięba 2012).

Możliwości adaptacyjne gospodarki leśnej

Potrzeba adaptacji gospodarki leśnej wynika ze zmieniających się uwarunkowań. Zmiany te mają charakter ciągły, a ich skutki są aktualne obecnie i będą zapewne pojawiać się w długim horyzoncie czasowym. Należy przyjąć, że racjonalnie prowadzona gospodarka leśna może przyczynić się do ograniczenia negatywnych następstw tych zmian. Wymaga to wyprzedzających decyzji w planowaniu i weryfikacji celów hodowlanych, produkcyjnych i ochronnych oraz konsekwentnej ich realizacji. Wzrost zagrożeń w leśnictwie wymusza weryfikowanie i uelastycznienie podejścia, zwłaszcza w planowaniu użytkowania i odnowienia lasu, decydujących o przyszłym rozwoju i stabilności ekosystemów leśnych. Wobec nieznajomości sposobu reagowania poszczególnych gatunków na zmiany, w gospodarce leśnej zaleca się działania adaptacyjne, dotyczące zwłaszcza zróżnicowania składu gatunkowego i struktury drzewostanów (Zajączkowski i in. 2013).

W strategicznym opracowaniu wskazującym na zagrożenia i metody ich łagodzenia w odniesieniu do leśnictwa Rykowski (2012) zaleca na etapie tworzenia planów zarządzania lasu podejmowanie takich działań adaptacyjnych, jak:

- dostosowanie składu gatunkowego lasów do warunków siedliskowych,
- rozwój systemów zapobiegania i ochrony przed pożarami,
- rozwój adaptacyjnych form zarządzania lasami,
- retencjonowanie wód,
- rozwój infrastruktury.

Dostosowanie składu gatunkowego lasów do warunków siedliskowych

Minimalizacja ryzyka gospodarczego wymaga preferowania drzewostanów mieszanych, które są bardziej odporne na zagrożenia ze strony różnych czynników otoczenia niż monokultury. Zróżnicowanie bogactwa gatunkowego zwiększa ponadto zdolność adaptacji lasu do zmieniających się warunków klimatycznych. Działania zmierzające do poprawy różnorodności składu gatunkowego oparte być powinny na aktualnych opracowaniach glebowo-siedliskowych, które są w posiadaniu wszystkich nadleśnictw LP. Uwzględnić również należy zróżnicowanie lokalnych warunków przyrodniczych i ich przydatność do hodowli poszczególnych gatunków drzew. Siedliskowy typ lasu i niższe jednostki typologiczne powinny być ważnym kryterium ustalania celu hodowlanego, ale nie można ich traktować szablonowo dla większych jednostek organizacyjnych. Dużego znaczenia w tym zakresie zyskują obserwacje miejscowych gospodarzy odnośnie do lokalnej dynamiki wzrostu i rozwoju danego gatunku, a także oceny możliwości wykorzystania gatunków introdukowanych, np. dębu czerwonego, daglezi czy robinii, wprowadzanych w leśnictwie niektórych krajów europejskich (Szwajcaria, Niemcy). Zwiększyć to może pożądaną elastyczność w zakresie planowania hodowlanego, a tym samym stabilność drzewostanów, zwłaszcza na powszechnie występujących w Polsce słabszych siedliskach.

Biorąc pod uwagę przewidywane zmiany klimatu i postulowaną przez wielu hodowców potrzebę rozproszenia ryzyka gospodarczego, w perspektywie 2050 roku należy projektować możliwie różnorodny skład gatunkowy drzewostanów. Dotyczy to również drzewostanów o strukturze złożonej (dwu- i wielopiętrowych oraz o strukturze przerębowej). Selekcja drzew leśnych powinna uwzględniać w równym stopniu ich walory użytkowe, jak i zdolności adaptacyjne.

Zachowanie różnorodności świata roślin i zwierząt – wobec przewidywanego wzrostu zapotrzebowania na funkcje rekreacyjne i wymóg pełniejszej ochrony przyrody wymaga zwiększenia udziału drzewostanów starszych, zadowalająco stabilnych, długowiecznych gatunków liściastych (dębu, buka, klonu i innych). Dotyczy to również stabilnych drzewostanów sosnowych, występujących zwłaszcza na siedliskach borowych.

Znaczne rozbieżności między obecnym i pożądanym składem gatunkowym oraz między obecną a pożądaną jakością i stanem zapasu drzewostanów w niektórych re-

gionach kraju uzasadniają potrzebę ich przekształcania i przebudowy. Wymaga to opracowania kompleksowych zasad klasyfikacji drzewostanów uwzględniających potrzebę, sposób i pilność wcześniejszej ingerencji – z jednej strony, oraz wskazujących na możliwości typowania drzewostanów do ich dłuższego przetrzymania na pniu. Uwzględnić przy tym należy możliwości wykorzystania zarówno naturalnego, jak i sztucznego odnowienia lasu w kontekście adaptacji do zmian klimatycznych.

Rozwój systemów zapobiegania pożarom i ochrony przed nimi

Przewidywane występowanie coraz dłuższych okresów suszy związanych ze zmianami klimatu wymaga stałego monitorowania zagrożenia pożarowego i stosowania odpowiednich środków zapobiegania pożarom, m.in. poprzez terminowe zabiegi pielęgnacyjne sprzyjające kształtowaniu odpowiedniej wewnętrznej struktury drzewostanów oraz właściwe planowanie rozmieszczenia cięć rębnych, determinujących przestrzenne sąsiedztwo drzewostanów. Konieczne jest też zapewnienie sieci dróg dojazdowych optymalnej pod kątem możliwości szybkiego reagowania na powstające pożary. Niezbędny jest także dostęp do ujęć wodnych i odpowiednia gęstość rozmieszczenia zbiorników pożarowych. Okoliczności powyższe zyskują na znaczeniu, gdyż – jak wskazują wieloletnie badania hydrologiczne (Banasik i in. 2013) – zmniejszają się zasoby wodne w ekosystemach leśnych.

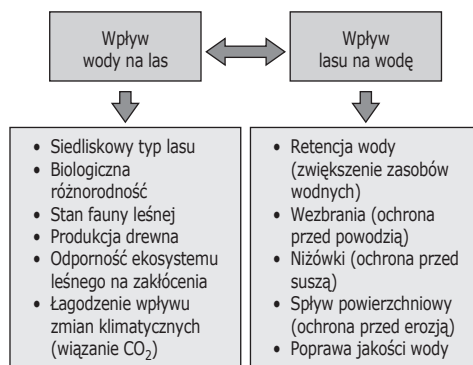
Rozwój adaptacyjnych form zarządzania lasami

Adaptacyjne formy zarządzania preferować powinny cele i sposoby prowadzenia gospodarki leśnej stosownie do zmian uwarunkowań funkcjonowania leśnictwa oraz z uwzględnieniem ich konsekwencji. Sposoby i metody adaptacji bazujące na wiedzy o kierunkach i dynamice procesów zachodzących w leśnictwie, determinujących wzrost i rozwój drzew i drzewostanów, propagować powinny zapisy w planach urządzenia lasu. Ważną rolę w tym zakresie odgrywać powinno priorytetowe traktowanie sprawy ochrony zasobów genowych.

Retencjonowanie wód

W planach urządzenia lasu istotną kwestię stanowi problem wody w ekosystemach leśnych. Stan zasobów wodnych w lasach jest podstawą realizacji wielofunkcyjnej gospodarki leśnej poprzez poprawę warunków rozwoju (ograniczanie sytuacji stresowych), zwiększanie biologicznej różnorodności i wzbogacenie walorów krajobrazu. Prawidłowe gospodarowanie wodą ogranicza następstwa zmian klimatycznych, łagodzi skutki oddziaływań antropogenicznych i zjawisk kłęskowych (Pierzgański 2009). Na wielu obszarach leśnych niekorzystny bilans wodny wymaga podjęcia kompleksowych działań dla

zatrzymania wody w lesie. Do ekosystemów najbardziej zagrożonych zmianami warunków wodnych należą siedliska wilgotne i bagienne. Odbudować należy system małej retencji oparty na dogłębnej analizie terenu (numeryczny model terenu, skaniny laserowe, badania glebowe, optymalizacja prac inżynierskich). Budowa małej retencji, niezależnie od poprawy stosunków wodnych w lesie, zmniejsza stopień zagrożenia pożarowego. Najważniejsze relacje między ekosystemem leśnym a zasobami wodnymi przedstawiono na rycinie 4 (Pierzgalski 2009).



Ryc. 4. Relacje między ekosystemem leśnym a zasobami wodnymi

Rozwój infrastruktury

Przewidywane zmiany uwarunkowań funkcjonowania leśnictwa w perspektywie najbliższej przyszłości, a zwłaszcza przewartościowanie zakresu i rangi funkcji lasu, zwiększyć mogą złożoność problemu udostępnienia terenów leśnych. Wzrost znaczenia społecznych funkcji lasu spowoduje zapewne zwiększenie wydatków na inwestycje związane z zabudową inżynierską, obejmującą m.in. parkingi, ścieżki zdrowia, ścieżki edukacyjne, miejsca intensywnej rekreacji. Wzrost intensywności wykorzystania obszarów leśnych wpłynie niewątpliwie na konieczność rozbudowy i ulepszania nawierzchni dróg leśnych.

Podsumowanie

Ewolucja roli i zadań zarządzania lasu w perspektywie najbliższych dekad wynika z konieczności realizowania celów zrównoważonego rozwoju leśnictwa. Należy dokonać synchronizacji celów hodowlanych, ochronnych, produkcyjnych i pozaprodukcyjnych oraz ogólnospołecznych zadań leśnictwa. Uwzględnić przy tym należy obowiązujące cele nadrzędne i cele cząstkowe, traktowane jako urzędzeniowe zadania badawcze. W sposób szczególny na znaczeniu zyskują następujące zagadnienia:

- 1) przewartościowanie społecznych oczekiwań dotyczących zakresu i rangi funkcji lasu;
- 2) utrzymanie i wzmocnienie znaczenia strategicznej roli produkcyjnej funkcji lasu w realizacji idei zrównoważonej gospodarki leśnej. W lasach zagospodarowanych racjonalne użytkowanie jest gwarantem utrzymania i wzrostu ich wielofunkcyjnego charakteru;
- 3) obniżenie roli kolei rębny jako podstawy regulacji ładów czasowych. Wiek przestaje pełnić rolę nadrzędnego kryterium decydującego o terminie ingerencji, w tym użyt-

- kowania rębnego – w coraz większym stopniu decyzje w tym zakresie zależą będą od obecnego stanu lasu i jego wizji;
- 4) potrzeba zmiany i wdrożenia koncepcji regulacji użytkowania lasu integrującej zasadę równomierności użytkowania z możliwością poprawy stanu zasobów;
 - 5) wzrost wpływu gospodarki leśnej na poprawę możliwości retencyjnych obszarów leśnych;
 - 6) tworzenie metodycznych podstaw wariantowego planowania w zarządzaniu lasu oraz związane z tym wzrost roli miejscowego gospodarza.

Literatura

- Banasik K., Hejduk L., Hejduk A., Kaznowska E., Banasik J., Byczkowski A. 2013. Wieloletnia zmienność odpływu w małej zlewni rzecznej w rejonie Puszczy Kozienickiej. *Sylvan* 157 (8): 578–586.
- Borecki T., Stępień E. 2012. Metodyczne przesłanki strategii rozwoju zasobów leśnych w Polsce. *Sylvan* 12: 914–922.
- Brzeziecki B. 1995. Skale nominalne wymagań klimatycznych gatunków drzew leśnych. *Sylvan* 3: 53–65.
- Constanza R., d'Arge R., de Groot R., Farberk S., Grasso M., Hannon B. i in. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253–260.
- DGLP 2009. Raport o stanie lasów w Polsce 2009. Warszawa, Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych.
- Gieburowski B., Janas G. 2013. Wpływ zróżnicowania celów oraz kryteriów oceny gospodarstwa leśnego na regulację użytkowania lasu. w: Planowanie w gospodarstwie leśnym XXI wieku. Zimowa Szkoła Leśna przy Instytucie Badawczym Leśnictwa V Sesja. IBL, Sękocin Stary, 19–21 marca 2013.
- Głaz J. 2003. Kryteria i wskaźniki trwałej i zrównoważonej gospodarki leśnej w planowaniu urządzeniowym. Biblioteczka Leśniczego, 184.
- Kissling-Naef I. 1999. Grosser Wert und wenig Geld? Ueber die Honorierung von Waldleistungen. *SZF* 2: 41–48.
- Kłoczek A. 2001. Problemy zarządzania wielofunkcyjnym gospodarstwem leśnym. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, A, 4 (924): 23–45.
- Kołodziejwski J. 2000. Rozwój zrównoważony (sustainable) w strategii rozwoju regionalnego Polski 2000–2006. w: Narodowa strategia rozwoju regionalnego. Red. Szalchta J. Warszawa.
- Kundzewicz Z.W. 2013. Konsekwencje przewidywanych zmian klimatu w ekosystemach leśnych. Maszynopis w ZUL SGGW.
- Kurt A. 1993. Das Nachhaltigkeitsprinzip der Forstwirtschaft in Europa. Schweiz. Z. Forstwes. 144, 2: 81–870.
- Oesten G. 1993. Anmerkungen zur Nachhaltigkeit als Leitbild fuer naturvertraegliches Wirtschaften. *Forstw. Cbl.* 112: 313–319.
- Olaczek R. 2014a. Naturalność i różnorodność przyrody – której wartości przysługuje pierwszeństwo ochrony? w: Ochrona przyrody w Polsce wobec współczesnych wyzwań cywilizacyjnych (red. Z. Mirek, A. Nikiel). Warszawa, Komitet Ochrony Przyrody PAN: 227–239.
- Olaczek R. 2014b. O niespójności w systemie ochrony przyrody w Polsce. w: Ochrona przyrody w Polsce wobec współczesnych wyzwań cywilizacyjnych. (red. Z. Mirek, A. Nikiel). Warszawa, Komitet Ochrony Przyrody PAN: 239–255.
- Pierzgalski E. 2009. Woda w ekosystemach leśnych. w: Woda w obszarach niezurbanizowanych (red. T. Borecki). Warszawa, IPWC XLIV: 41–55.
- Poznański R. 1996. Problematyka trwałości lasu oraz metody jej utrzymania. *Sylvan* 8: 19–31.
- Przybylska K. 2005. Funkcje lasu. *Problemy Ekologii* 9: 101–103.

- Rykowski K. 1995. Kryteria i indykatory trwałego i zrównoważonego zagospodarowania lasów. w: Problemy realizacji proekologicznego modelu leśnictwa metodami aktywnej gospodarki leśnej. Warszawa, Wyd. SGGW: 205–220.
- Rykowski K. 2012. Program działań dla adaptacji do zmian klimatu w poszczególnych sektorach gospodarczych. Maszynopis w ZUL SGGW.
- Schneider W. 1993. Was ist Sustainable Development of Forests? AFZ 23: 1120–1123.
- Stępień E. 1995. Idea trwałości lasu – nowe treści, problem realizacji. Sylwan 12: 5–11.
- Stępień E. 1998. Quo vadis zarządzanie lasu XXI wieku? Sylwan 5: 23–34.
- Stępień E., Borecki T. 2013. Urządzeniowe uwarunkowania zrównoważonej gospodarki leśnej w I połowie XXI wieku. Dokumentacja końcowa tematu badawczego realizowanego na zlecenie DGLP.
- Szujecki A. 2002. Regionalne programy operacyjne polityki leśnej państwa. Biblioteczka Leśniczego 175.
- Szujecki A. 2004. Wizja i konsekwencje praktyczne nowoczesnego planu urządzenia lasu wielofunkcyjnego w świetle europejskiej polityki leśnej. w: Urządzanie lasu wielofunkcyjnego – opinie, poglądy, propozycje (red. E. Stępień). Warszawa, Fundacja Rozwój SGGW: 97–109.
- Szujecki A. 2010. Miejsce ochrony przyrody w modelu gospodarki leśnej, w: Problemy ochrony przyrody w lasach. Zimowa Szkoła Leśna przy Instytucie Badawczym Leśnictwa II Sesja. IBL, Sękocin Stary, 16–19 marca 2010 r.
- Szymkiewicz B., Bernadzki E., Zaręba R., Rosa W. 1996. Urządzanie lasu. Cz.I Podstawy zarządzania lasu. Warszawa, Wyd. SGGW. Wydanie 2, s. 228.
- Zajączkowski J., Brzezicki B., Perzanowski K., Kozak I. 2013. Wpływ potencjalnych zmian klimatycznych na zdolność konkurencyjną głównych gatunków drzew w Polsce. Sylwan 4: 253–261.
- Zięba S. 2012. Regionalne strategie zrównoważonego rozwoju gospodarki leśnej. Studium metodologiczne i zastosowanie w warunkach Polski. Zeszyty Naukowe UR im. Hugona Kołłątaja w Krakowie 496, 373, s.150.
- Zuercher U. 1965. Die Idee der Nachhaltigkeit unter spezieller Beruecksichtigung der Gesichtspunkte der Forsteinrichtung. Mitteilungen, Schweizerische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen 41, 4, 218.

Modelowanie matematyczne i symulacja komputerowa w leśnictwie

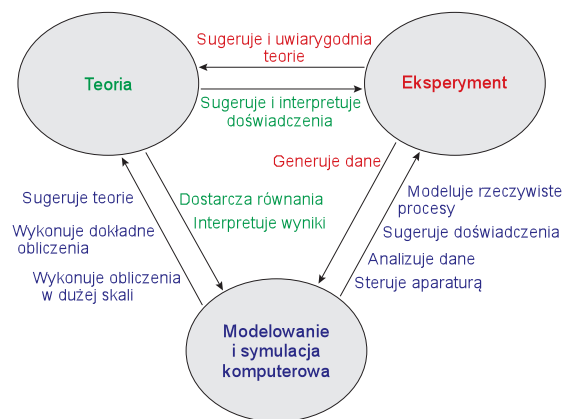
prof. dr hab. Bogdan BRZEZIECKI

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Warszawa

Uwagi wstępne – rola modelowania i symulacji komputerowej we współczesnej nauce

Jednym z najważniejszych słów opisujących przemiany zachodzące w dzisiejszym społeczeństwie jest „komputeryzacja”. Oznacza ono proces, który obejmuje obecnie praktycznie wszystkie ważniejsze dziedziny życia, nie wyłączając nauki. W nauce również

od wielu już lat obserwuje się zjawisko, które można określić jako komputeryzację procesów badawczych. Przybiera ona różne formy i występuje na wielu poziomach i na różnych etapach dociekań naukowych. Najbardziej znaczącym przejawem komputeryzacji nauki jest ciągle rosnąca rola modelowania oraz różnego rodzaju symulacji komputerowych (Kleiber 1999). W rezultacie – trochę niepostrzeżenie – modelowanie matematyczne i symulacja komputerowa urosły w ostatnich dekadach do rangi trzeciego metodycznego filaru nauki



Ryc. 1. Trzy filary współczesnej nauki (Kleiber 1999)

uki – obok teorii i eksperymentu stanowią one dzisiaj równorzędny sposób prowadzenia badań naukowych (ryc. 1).

W modelowaniu matematycznym i symulacji komputerowej kluczową rolę odgrywa pojęcie modelu¹, który ogólnie można zdefiniować jako uproszczoną reprezentację wybranych aspektów rzeczywistości. Modele mogą przyjmować różną postać – rysunku, mapy, zbioru równań, programu komputerowego.

¹ Słowo model wywodzi się od łacin. *modulus* = miara, wzorzec, replika.

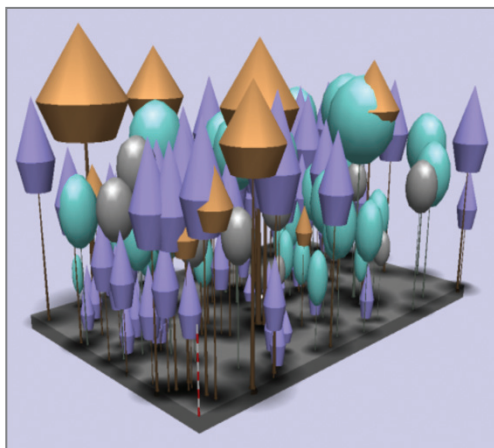
Formalna definicja modelu wykorzystuje pojęcie systemu, przez który, na gruncie ogólnej teorii systemów (von Bertalanffy 1984), rozumie się wyodrębnioną (ze względów poznawczych lub praktycznych) część rzeczywistości, tj. otaczającego nas wszechświata, oddzieloną lepiej lub gorzej określonymi granicami od pozostałej jego części, którą nazywa się otoczeniem (środowiskiem zewnętrznym) systemu.

Model to nic innego, jak pewien specyficzny system imitujący (naśladujący) wyróżnione cechy innego systemu, zwanego oryginałem (por. Kozak i in. 2003). Wynika stąd, że aby o jakimś systemie można było powiedzieć, że jest on modelem pewnego innego systemu (oryginału), wybrane właściwości drugiego z nich (zwane istotnymi) muszą występować także w tym pierwszym systemie (modelu).

Modelowanie z kolei można określić jako proces przenoszenia właściwości jednego systemu do innego. Szczególnym rodzajem modelowania jest modelowanie matematyczne, które polega na użyciu języka matematyki do opisanego struktury i/lub zachowania jakiegoś układu (systemu). Odpowiednio skonstruowane modele matematyczne stanowią m.in. podstawę symulacji komputerowych.

W powyższej definicji modelowania nie mówi się nic o tym, jakie mianowicie właściwości oryginału należy uznać za na tyle istotne, aby przenieść je do modelu. Nie istnieje wyczerpująca odpowiedź na to pytanie. Dobór właściwości istotnych zależy od celu modelowania, od możliwości technicznych, od poziomu i zakresu wiedzy o strukturze i funkcjonowaniu oryginału i wreszcie od osobowości badacza budującego model. Dobrą ilustracją pojęcia właściwości istotnych (czyli występujących zarówno w systemie oryginalnym, jak i w jego modelu) może być rycina 2.

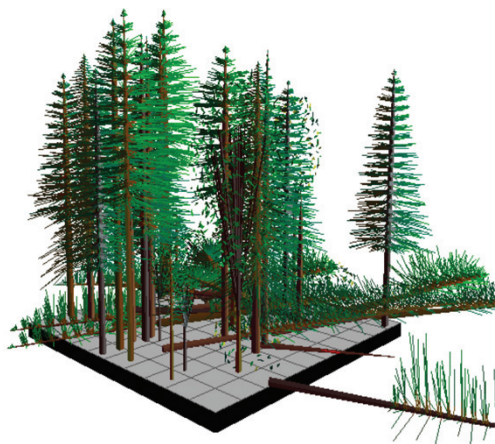
Na podstawie ryciny 2 stosunkowo łatwo można zidentyfikować te cechy oryginalnego systemu (drzewostanu jako skupiska drzew należących do różnych gatunków), które twórcy przedstawionego na tej rycinie modelu uznali za istotne. Należą do nich np. przynależność gatunkowa poszczególnych drzew (zaznaczona na rycinie odpowiednim kolorem), podstawowe parametry biometryczne drzew (takie jak grubość i wysokość), główne parametry koron (szerokość, długość, podział na koronę świetlistą i cieniłą), wzajemne usytuowanie drzew względem siebie w ramach powierzchni próbnej i wynikający stąd status konkurencyjny (pozycja socjalna) każdego drzewa. Inne cechy i właściwości, występujące w oryginale, takie jak np. rzeczywista budowa koron (liczba i kształt konarów i gałęzi, rozmieszczenie i gęstość aparatu asymilacyjnego), ewentualne krzywizny i inne deformacje oraz wady pni, kształt i wielkość systemów korzeniowych itp.) zostały świadomie pominięte, może nie tyle jako



Ryc. 2. Komputerowa wizualizacja przykładowego drzewostanu, wykonana za pomocą programu BWINPro (Nagel i Schmidt 2006)

nieistotne, co raczej jako *mniej istotne* w kontekście celów, dla jakich model został skonstruowany.

Inny przykład komputerowej wizualizacji drzewostanu przedstawiono na rycinie 3. W tym przypadku korony poszczególnych drzew zostały odwzorowane w znacznie bardziej realistyczny sposób, można zaobserwować poszczególne gałęzie, fragmenty uiglenia/ulistnienia itd. Nie zmienia to faktu, że w dalszym ciągu mamy do czynienia z modelem rzeczywistego obiektu. Na tym przykładzie warto zauważyć, że jednym



Ryc. 3. Komputerowa wizualizacja przykładowego drzewostanu za pomocą programu Stand Visualization System (<http://forsys.cfr.washington.edu/svs.html>)

z najważniejszych problemów występujących przy modelowaniu jest znalezienie odpowiedniego poziomu kompromisu pomiędzy złożonością oryginalnego obiektu a prostotą modelu. Dobrze wyraża to znane powiedzenie: konstruując model, należy upraszczać tyle, ile się da, ale nie więcej.

Warunkiem wykorzystania systemu zastępczego (modelu matematycznego) do celów poznawczych i eksperymentalnych jest wzajemne podobieństwo modelu i oryginału, tj. zgodność struktury i zachowania modelu z systemem pierwotnym (oryginałem). Ocena stopnia tego podobieństwa to z reguły skomplikowany proces, w którym najważniejszą rolę odgrywają dwie procedury: 1) procedura weryfikacji, czy-

li ocena stopnia podobieństwa modelu do danych, na podstawie których model został skonstruowany, oraz 2) procedura walidacji, tj. ocena zdolności wyjaśniających i prognostycznych modelu na podstawie danych niezależnych. Najczęściej modele powstają na drodze kolejnych przybliżeń, tj. po powstaniu pierwszej wersji modelu poddaje się ją procedurom weryfikacji i walidacji, na podstawie uzyskanych wyników konstruuje się kolejną wersję, którą poddaje się znowu sprawdzeniu itd.

Chociaż sam proces budowy modelu matematycznego, jak to wynika z poprzedniego akapitu, jest w zasadzie procesem ciągłym, to, zakładając osiągnięcie zadowalającego stopnia podobieństwa struktury i/lub zachowania modelu do struktury i/lub zachowania systemu pełniącego rolę oryginału, można przejść do następnego etapu, czyli do wykorzystania modelu w różnego rodzaju symulacjach² komputerowych. Podstawowym celem symulacji komputerowych jest prognoza, inaczej mówiąc przewidywanie przyszłego (lub przyszłych) stanów obiektu badawczego. Symulację komputerową przeprowadza się najczęściej w postaci tzw. eksperymentów symulacyjnych, w których zakłada

² Słowo symulacja pochodzi od łacińskiego *simulare*, oznaczającego naśladowanie lub imitowanie. Przykładem może tu być, znana powszechnie z telewizji i kina, animacja komputerowa, która może być uderzająco realistycznym przedstawieniem rzeczywistości.

się różne scenariusze rozwoju sytuacji, dotyczące bezpośrednio modelowanego systemu bądź też jego otoczenia (środowiska, z którym dany system kontaktuje się za pomocą swoich wejść i wyjść).

Tego rodzaju zastosowanie modeli matematycznych jest szczególnie ważne i atrakcyjne w przypadku ekosystemów leśnych. W leśnictwie, ze względu na długi cykl rozwoju lasów (uwarunkowany długowiecznością drzew jako podstawowych składników ekosystemów leśnych), często potrzeba określenia przyszłego stanu lasu w zależności od sposobu wykonywania zabiegów gospodarczych (takich, jak np. trzebieże) lub przewidywanych (z mniejszym lub większym prawdopodobieństwem) warunków środowiska, rozumianych jako ogół czynników abiotycznych i biotycznych wpływających na procesy zachodzące w lasach. W tym przypadku dobrze skonstruowane modele mogą doskonale pełnić rolę systemów zastępczych i w krótkim czasie mogą dostarczać odpowiedzi na pytania, na które w przypadku klasycznych eksperymentów trzeba by było czekać bardzo długo, albo na które klasyczny eksperyment w ogóle nie byłby w stanie przynieść odpowiedzi.

Drzewa i drzewostany jako obiekt badań modelowych

W leśnictwie światowym (zarówno w badaniach leśnych, jak i w praktyce leśnej) świadomość przydatności, najpierw modelowania, a od pewnego czasu również symulacji komputerowej, przy rozwiązywaniu wielu teoretycznych, jak również praktycznych zagadnień z zakresu gospodarki leśnej, istnieje od dawna i jest dobrze ugruntowana (Mohren i Burkhardt 1994; Pretzsch i in. 2008).

Rozwinęły się dwie główne strategie i dwa główne podejścia do problemu modelowania ekosystemów leśnych i zachodzących w nich procesów i zjawisk (Mohren i Burkhardt 1994; Korzukhin i in. 1996; Porté i Bartelink 2002).

W pierwszym przypadku las traktowany jest jako jedyny w swoim rodzaju system produkcyjny. Wówczas problem polega na oszacowaniu (prognozowaniu) wielkości produkcji specyficznych użytków dostarczanych przez las w danym czasie, np. masy i rodzaju sortymentów drzewnych w ciągu jednego lub więcej cykli produkcyjnych.

W drugim przypadku las traktowany jest jako złożony hierarchicznie obiekt, funkcjonujący zgodnie z określonymi prawidłowościami ekologicznymi (ekosystem). Problem polega wówczas na zdefiniowaniu interakcji między poszczególnymi komponentami ekosystemów leśnych i sformułowaniu reguł, umożliwiających lepsze zrozumienie zasad działania ekosystemów leśnych.

Różny charakter tych dwóch typów podejścia do problemów leśnictwa doprowadził do powstania różnych rozwiązań z zakresu modelowania.

Przewidywanie wielkości produkcji dóbr pochodzących z lasu wymaga zastosowania podejścia, które zapewnia uzyskanie ilościowych odpowiedzi w relatywnie krótkim okresie czasu, z określoną z góry dokładnością. Warunek ten spełniają najlepiej empiryczne modele lasu, konstruowane na podstawie korelacji i zależności statystycznych określanych na podstawie danych pomiarowych, empirycznych (Mohren i Burkhardt 1994).

Z kolei poznanie i zrozumienie współzależności między głównymi elementami ekosystemów leśnych oraz między nimi i ich środowiskiem wymaga podejścia typu „fizycznego”, a więc budowy modeli fizycznych, inaczej mówiąc – modeli procesów (modeli mechanistycznych, ekologicznych lub ekofizjologicznych). Celem modeli procesów jest zdefiniowanie reguł, które określają strukturę i funkcjonowanie lasu jako ekosystemu (Mohren i Burkhardt 1994).

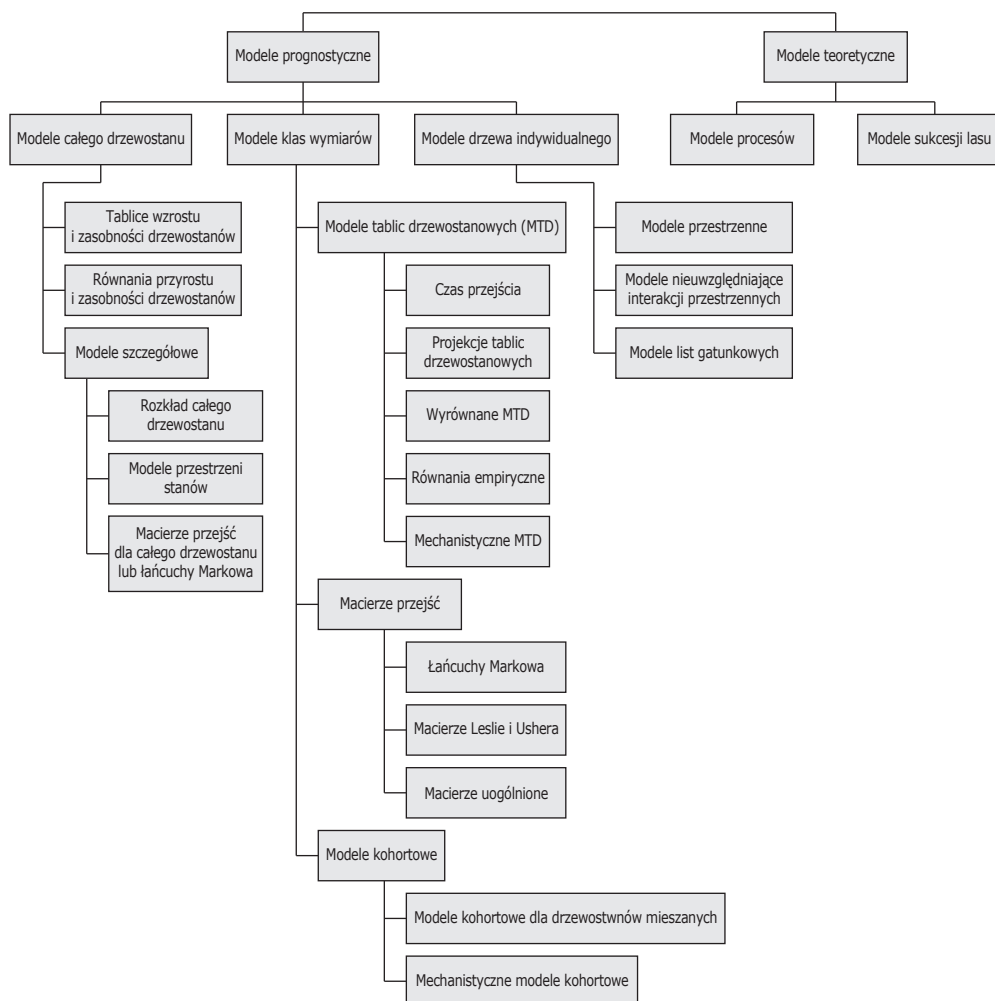
Wszelka dyskusja na temat względnych korzyści i wad obu tych typów modelowania musi uwzględniać to, że każdy z tych dwóch głównych typów modeli lasu rozwiązuje specyficzny rodzaj problemów i odpowiada na różne pytania, które mogą interesować osoby zajmujące się lasem, czy to z teoretycznego, czy też praktycznego punktu widzenia (Mohren i Burkhardt 1994; Korzukhin i in. 1996).

Warto podkreślić, że podział modeli lasu na dwie duże grupy: modele empiryczne i modele ekologiczne, ma jednak w dużym stopniu charakter umowny. Niemal w każdym modelu można bowiem znaleźć elementy zarówno empiryczne, jak i teoretyczne. Jest to więc bardziej kwestia tego, które z nich w danym konkretnym przypadku przeważają.

Porté i Bartelink (2002) wymieniają 4 główne czynniki, które w największym stopniu wpłynęły na rozwój modeli lasu w okresie ostatniego stulecia: 1) odwrót od hodowli drzewostanów jednogatunkowych i tendencja do kształtowania drzewostanów mieszanych, 2) dążenie badaczy do uwzględniania w konstrukcji modeli lasu zależności o charakterze przyczynowo-skutkowym, 3) zmiany priorytetów gospodarki leśnej (skupienie uwagi nie tylko na funkcji produkcyjnej, lecz także uwzględnianie innych funkcji lasów), 4) rozwój technologii komputerowych. Wspomniani autorzy podkreślają także, że historia rozwoju modeli lasu nie polega na ciągłym powstawaniu coraz bardziej udoskonalonych wersji tych modeli. W rzeczywistości, w ciągu minionych dziesięcioleci powstawały równocześnie modele różnego typu, konstruowane do różnych celów i odpowiadające na różne pytania. Podstawowe informacje na temat tych modeli, ze szczególnym uwzględnieniem modelowania drzewostanów mieszanych, zawiera praca cytowanych tu autorów (Porté i Bartelink 2002). Omawiają oni m.in. 6 sposobów klasyfikacji modeli lasu, zaproponowanych przez różnych autorów. Autorem jednego z najbardziej rozbudowanych systemów klasyfikacyjnych modeli lasu jest Vanclay (1994, za Porté i Bartelinka 2002). Oryginalną wersję tej klasyfikacji przytoczono na rycinie 4 w celu zilustrowania mnogości i różnorodności podejść metodycznych, jakie są możliwe w przypadku modelowania lasu. Warto przy tym zauważyć, że główna linia podziału przebiega między modelami budowanymi głównie do celów prognostycznych (*models for prediction*) oraz modelami o charakterze poznawczo-wyjaśniającym, teoretycznym (*models for understanding*).

W ostatnim czasie przeglądu modeli lasu jako narzędzia wspierającego procesy planistyczne we współczesnej, trwale zrównoważonej gospodarce leśnej z perspektywy leśnictwa europejskiego dokonali Pretzsch i in. (2008). Cytowani autorzy podjęli m.in. próbę określenia, czy i w jakim stopniu różne rodzaje modeli, którymi dysponowało w przeszłości i dysponuje obecnie leśnictwo (ze szczególnym uwzględnieniem leśnictwa środkowoeuropejskiego), mogą pomóc przy definiowaniu celów gospodarki leśnej, wspierać procesy decyzyjne w leśnictwie oraz pomagać formułować praktyczne wytyczne dla gospodarki leśnej. Pretzsch i in. (2008) omówili najpierw ogólnie kolejne

generacje modeli lasu, poczynając od (1) map i tablic zasobności i przyrostu drzewostanów, poprzez (2) dynamiczne symulatory wzrostu lasu (obejmujące empiryczne modele drzewostanowe, prognozujące rozkłady grubości drzew, empiryczne modele lasu wykorzystujące poszczególne drzewa jako podstawowe obiekty modelowania (tzw. modele drzewa indywidualnego) oraz modele płatowe i modele hybrydowe), (3) modele bilansowe, (4) modele krajobrazowe, a na (5) modelach wizualizacyjnych kończąc. Pretzsch i in. (2008) wymieniają przynajmniej kilkadziesiąt nazw modeli, skonstruowanych głównie, ale nie tylko, dla warunków europejskich, reprezentujących powyższe kategorie. W drugiej części opracowania szczegółowo scharakteryzowano kilka wybranych, najbardziej reprezentatywnych przykładów (model SILVA, model BALANCE, model LandClim, modele TREEVIEW oraz L-VIS).



Ryc. 4. Klasyfikacja modeli wzrostu lasu wg Vanclaya (1994, za Porté i Bartelink 2002)

Jeden z głównych wniosków, do których doszli wspomniani autorzy, był taki, że współczesne leśnictwo potrzebuje całej palety różnych modeli, które mogą być pomocne w różnych sytuacjach i przy znajdowaniu odpowiedzi na różne pytania.

Przykładowe zastosowania modeli matematycznych w badaniach i praktyce leśnej

Modele empiryczne

Modele empiryczne mają już szczególnie długą historię wykorzystania w badaniach leśnych i w praktycznym leśnictwie. Obecnie wyróżnia się już 4 generacje tych modeli, przy czym 3 pierwsze odpowiadają różnego rodzaju tablicom zasobności i przyrostu drzewostanów, natomiast czwartą, najnowszą generację stanowią dynamiczne symulatory wzrostu drzewostanu (ang. *stand growth models*), rozwijane ze szczególną intensywnością od lat 60. ubiegłego stulecia (Pretzsch i in. 2008).

Pierwszą generację tablic przyrostowych stanowiły tzw. tablice praktyczne (prowi-zoryczne, eksperckie), konstruowane pod koniec XVIII i w pierwszej połowie XIX wieku (m.in. G.L. Hartig, H. von Cotta, J.Ch. Hundeshagen, R. Hartig, J.F. Judeich – por. Pretzsch i in. 2008).

Od końca wieku XIX do lat 50. ubiegłego stulecia powstawała druga generacja tablic przyrostowych, tzw. tablice empiryczne (m.in. A. Schwappach, E. Wiedemann, R. Schober, I.W. Tiurin). W porównaniu z pierwszą generacją tablic przyrostowych, generacja druga była oparta na znacznie bogatszym materiale doświadczalnym, w postaci danych pomiarowych pochodzących często ze stałych powierzchni próbnych. Niektóre z tablic powstałych w tym okresie wykorzystywane są do dzisiaj (Pretzsch i in. 2008). W naszym kraju pokolenie tablic empirycznych reprezentują tablice Jedlińskiego (1932), Płońskiego (1937) i przede wszystkim tablice Szymkiewicza (1971), bazujące w dużym stopniu na danych opracowanych przez Schwappacha.

Trzecią, najnowszą generację tablic przyrostowych stanowią tzw. tablice biometryczne. Głównym elementem modeli leżących u podstaw tych tablic są elastyczne układy równań opisujących ogólne naturalne prawidłowości wzrostu drzew, parametry-zowane z wykorzystaniem nowoczesnych metod statystycznych. Tablice biometryczne charakteryzują się m.in. tym, że umożliwiają prognozę rozwoju drzewostanów dla szerokiego zakresu klas bonitacji siedliska i dla różnych sposobów prowadzenia trzebieży (Pretzsch i in. 2008).

Historia rozwoju kolejnych generacji tablic zasobności i przyrostu drzewostanów, początkowo mało dokładnych i ogólnych, a z czasem coraz dokładniejszych i szczegółowych, dobrze odzwierciedla ciągły wzrost wiedzy na temat funkcjonowania i struktury lasu. Przez wielu autorów tablice przyrostowe uważane są za jedno z największych osiągnięć nauk leśnych, o nigdy nieprzemijającej wartości (Prodan 1965, za Pretzsch i in. 2008). Jak podkreślają Pretzsch i in. (2008), mimo wielu wad i ograniczeń, tablice przyrostowe nadal odgrywają główną rolę w planowaniu trwale zrównoważonej gospodarki leśnej.

Począwszy od lat 60. ubiegłego stulecia zaczęła powstawać czwarta generacja empirycznych modeli lasu, tym razem już w postaci dynamicznych, komputerowych symulatorów wzrostu drzewostanów (ang. *forest growth simulators, growth and yield simulators*).

Jedną z najważniejszych różnic pomiędzy tradycyjnymi tablicami przyrostowymi a współczesnymi modelami wzrostu lasu jest to, że podczas gdy te pierwsze operowały uśrednionymi cechami całego drzewostanu (takimi jak zagęszczenie, sumaryczna miąższość, średnia pierśnica czy wysokość), to w obecnych modelach podstawową jednostką modelowania są najczęściej pojedyncze drzewa. Przekłada się to na znacznie większą elastyczność tych modeli, w tym na możliwość symulowania rozwoju drzewostanów mieszanych oraz o zróżnicowanej strukturze wiekowej i wysokościowej. Jest to szczególnie istotne ze względu na to, że obecnie kształtuje się właśnie takie drzewostany.

W Polsce ten kierunek modelowania reprezentują przede wszystkim prace prof. Bruchwalda i jego współpracowników (np. Bruchwald 1986, 1988, 1991; Siekierski 1991).

W Europie do najbardziej znanych modeli tego typu należą model BWINPro (Nagel 1996, 1999; Döbbeler i in. 2006; Nagel i Schmidt 2006) oraz model SILVA (Pretzsch i in. 2002).

Te ostatnie modele, ze szczególnym uwzględnieniem modelu BWINPro (ryc. 5), cechują się m.in. tym, że są łatwe dostępne, są wyposażone w przyjazne dla użytkownika interfejsy oraz mają rozbudowane funkcje wizualizacyjno-graficzne. Wszystko to sprzyja szerokiemu ich wykorzystywaniu. Model BWINPro i jego kolejne wersje od wielu już lat są wykorzystywane w działalności dydaktycznej i w badaniach naukowych prowadzonych w Katedrze Hodowli Lasu SGGW.

Ogólną strukturę modelu BWINPro przedstawia rycina 6. Cały model składa się z trzech zasadniczych bloków:

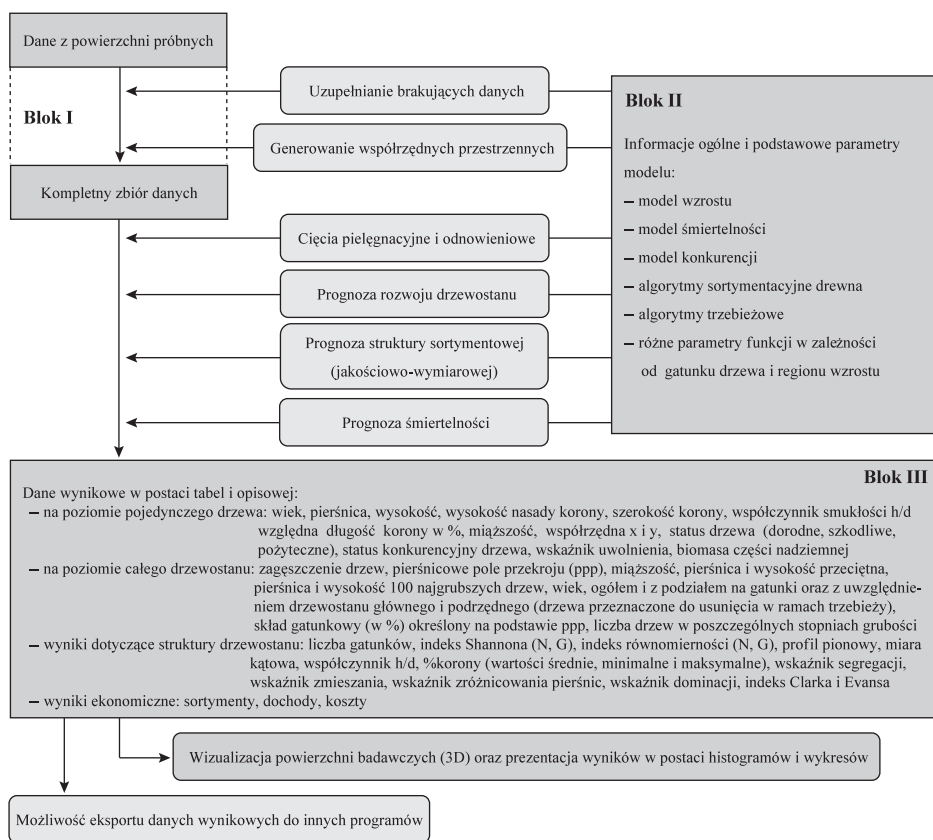
1) wstępnego bloku do wprowadzania, przechowywania i uzupełniania danych o analizowanych drzewostanach (pochodzących najczęściej z różnego rodzaju powierzchni próbnych), 2) zasadniczego bloku służącego do obliczania różnych charakterystyk i parametrów, zarówno pojedynczych drzew, jak i całych drzewostanów, symulowania zabiegów hodowlanych różnego rodzaju (głównie różnych sposobów wykonywania trzebieży, ale również np. wzrostu podsadzeń pod okapem istniejącego drzewostanu, a nawet cięć rębnych), oraz symulowania dalszego wzrostu drzewostanu w perspektywie kilku-kilkudziesięciu lat, oraz 3) bloku wynikowego, służącego do tabelarycznej i graficznej prezentacji uzyskanych wyników.

Na rycinie 5 została przedstawiona strona tytułowa jednej z wersji modelu BWINPro, opracowanej dla warunków, jakie występują w północno-zachodniej części Nie-



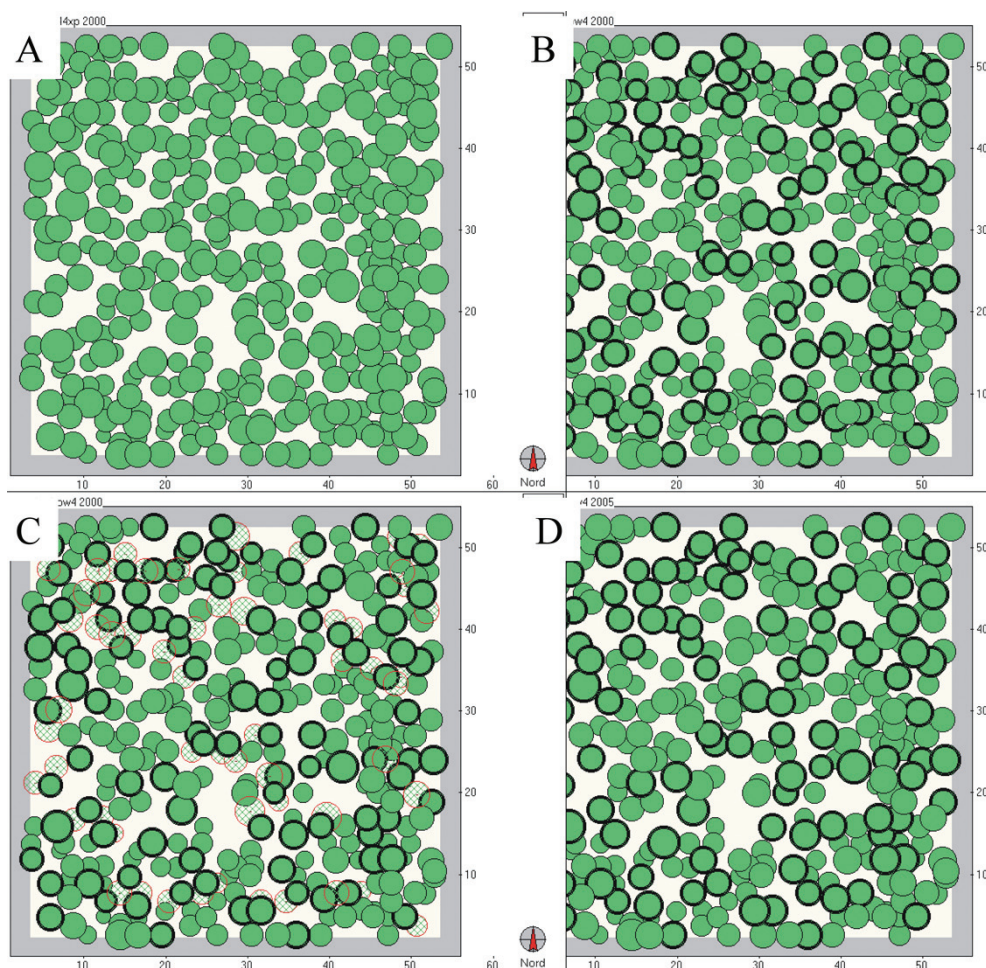
Ryc. 5. Strona powitalna programu BWINPro (wersja 7.0)

miec. Wykorzystując ten model w warunkach polskich lasów trzeba ten fakt brać pod uwagę. Reakcje przyrostowe drzew, ze względu na różnice klimatyczne i siedliskowe, mogą być inne niż przewidywane w modelu. Mimo wszystko, duża liczba funkcji i opcji zawartych w omawianym modelu daje możliwość przeprowadzania różnego rodzaju analiz i eksperymentów symulacyjnych również polskiemu użytkownikowi tego modelu. W charakterze przykładu można wymienić symulację obowiązującej w naszych lasach trzebieży selekcyjnej, której graficzną wizualizację przedstawiono na rycinie 7.



Ryc. 6. Ogólna struktura modelu BWINPro (Nagel i Schmidt 2006)

Dużą zaletą modelu BWINPro jest to, że przy jego użyciu można analizować różne kategorie drzewostanów (jedno- i różnowiekowe, lite i mieszane) oraz symulować różne sposoby wykonywania zabiegów hodowlanych i badać ich wpływ na dalszy rozwój drzewostanu (wskaźniki opisujące produktywność, stabilność, stopień zróżnicowania strukturalnego itp.). Odpowiednie przykłady z tego zakresu można znaleźć m.in. w pracach doktorskich wykonanych w ostatnich kilku latach w Katedrze Hodowli Lasu SGGW (Matysiak 2009; Bielak 2010; Kornat 2011; Gruzel 2013).



Ryc. 7. Graficzna wizualizacja kolejnych etapów trzebieży selekcyjnej w drzewostanie sosnowym: A – stan przed trzebieżą; B – wybór drzew dorodnych (oznaczone czarną obwódką); C – wybór drzew przeszkadzających i szkodliwych (czerwona obwódka, zakreskowane), D – stan po usunięciu drzew przeszkadzających i szkodliwych (symulacja i wizualizacja zabiegu wykonana przy użyciu jednej z wersji programu BWINPro)

Modele procesów (modele ekologiczne)

Modele procesów (ekologiczne modele lasu) reprezentuje m.in. grupa modeli określana w literaturze anglojęzycznej przez dłuższy czas mianem *gap models* (od angielskiego słowa *gap* = luka w drzewostanie). Obecnie przeważa raczej tendencja do określania tego rodzaju modeli mianem *patch models* (*patch* = jednorodny płat drzewostanu). Protoplastą wszystkich istniejących obecnie wersji modeli płatowych jest model JABOWA skonstruowany na początku lat siedemdziesiątych (Botkin i in. 1972; Botkin 1993).

W krótkim okresie czasu od momentu opisanego modelu JABOWA, powstało kilkadziesiąt różnych wersji modeli płatowych, zastosowanych do symulacji różnych typów lasów, reprezentujących różne strefy roślinno-klimatyczne, od borealnej po tropikalną. Pod koniec lat osiemdziesiątych modele płatowe pojawiły się także w Europie. Aż trzy różne wersje modeli płatowych skonstruowano dla lasów szwajcarskich. Poza tymi modelami na uwagę zasługuje także model FORSKA, symulujący rozwój lasów skandynawskich.

W Polsce dotychczas powstały dwie wersje modeli płatowych. Jedną z nich jest model FORLAS (Brzeziecki 1991, 1999), sukcesywnie rozwijany i udoskonalany w Katedrze Hodowli Lasu SGGW (Zajączkowski i Brzeziecki 2006). Drugą wersję stanowi model FORKOME, skonstruowany przez prof. I. Kozaka, pracującego w Katedrze Systemów Krajobrazowych KUL (Kozak i in. 2003).

Modele płatowe zajmują pozycję pośrednią pomiędzy tzw. modelami drzewa indywidualnego i modelami całego drzewostanu. Wspólną cechą modeli płatowych jest to, że obliczenia wykonywane są dla każdego drzewa oddzielnie (tak jak w modelach drzewa indywidualnego), ale przy uwzględnieniu wpływu najbliższego sąsiedztwa innych drzew, występujących na powierzchni próbnej o wielkości od kilku do kilkunastu arów. U podstaw przyjęcia takiego rozwiązania znajduje się teoria cykliczno-mozaikowa, zgodnie z którą ekosystem leśny stanowi przestrzenną mozaikę elementów – różnej wielkości płatów – przechodzących cykl przemian (faz rozwojowych) charakterystycznych dla danego typu lasu. Wielkość takich względnie jednorodnych płatów może być różna, w zależności od przestrzennego zróżnicowania warunków siedliskowych, a także częstotliwości i rozległości zaburzeń (naturalnych i antropogenicznych).

W modelach płatowych nie uwzględnia się na ogół przestrzennego rozmieszczenia drzew w obrębie powierzchni o założonej wielkości, dzięki czemu znacznie upraszcza się przebieg obliczeń. Wykorzystuje się jednak dane dotyczące wszystkich drzew występujących w danym momencie na symulowanej powierzchni w celu obliczenia m.in. względnej ilości światła docierającego do poszczególnych drzew (różniących się wysokością), a także np. w celu obliczenia ogólnego stopnia wykorzystania całości zasobów życiowych będących do dyspozycji drzew.

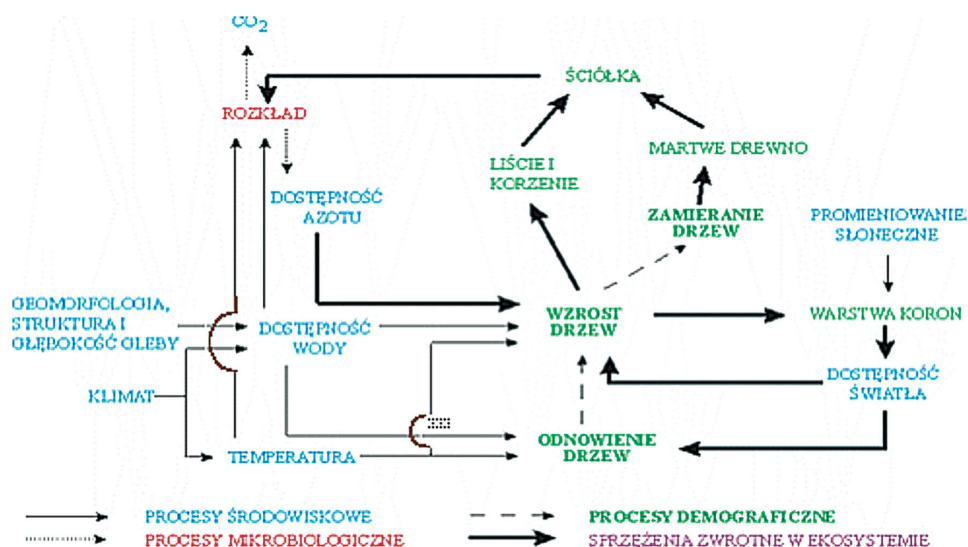
Podstawowym krokiem czasowym stosowanym w modelach płatowych jest jeden rok, dla którego oblicza się zmiany podstawowych parametrów (np. przyrost pierśnicy drzew, liczba dorostów, liczba drzew wydzielonych). Część obliczeń ma charakter stochastyczny, co uzyskuje się przez dodanie składnika losowego do wartości obliczanych wg przyjętych funkcji. Długość okresu symulacji jest właściwie dowolna i zależy tylko od wiarygodności dostępnych scenariuszy rozwoju warunków środowiska. W celu uśrednienia wyników i określenia dominujących trendów obliczenia są z reguły powtarzane dla większej liczby powierzchni próbnych.

Procesy symulowane w ramach modeli płatowych można podzielić na dwie zasadnicze grupy (ryc. 7). Pierwszą stanowią zjawiska zachodzące w otoczeniu drzewostanu. Należą tu m.in. warunki cieplne (niskie temperatury w okresie zimy, występowanie przymrozków, długość sezonu wegetacyjnego, temperatura efektywna), bilans wodny siedliska (opady, ewapotranspiracja potencjalna i rzeczywista, ilość wody zawartej w glebie), cykl obiegu azotu i węgla w układzie drzewostan–gleba, warunki świetlne w drzewostanie i na dnie lasu. Drugą grupę stanowią procesy o charakterze demogra-

ficznym (odnowienie naturalne, wzrost i wydzielanie się drzew) zachodzące w drzewostanie. Powyższy podział ma w dużym stopniu charakter umowny, ponieważ np. warunki świetlne od momentu pojawienia się pierwszych drzew na symulowanej powierzchni kształtują się pod wpływem samego drzewostanu. Podobnie jest także z ilością dostępnego azotu, który ulega stałym przemianom w układzie drzewostan–ściółka–gleba.

Przy konstrukcji modelu bardzo dużą rolę odgrywa dobra znajomość parametrów i cech poszczególnych gatunków drzew, tzn. właściwości biologicznych, ekofizjologicznych i wymagań ekologicznych, definiujących łącznie historię, strategię życia oraz rolę w naturalnej dynamice zbiorowisk leśnych.

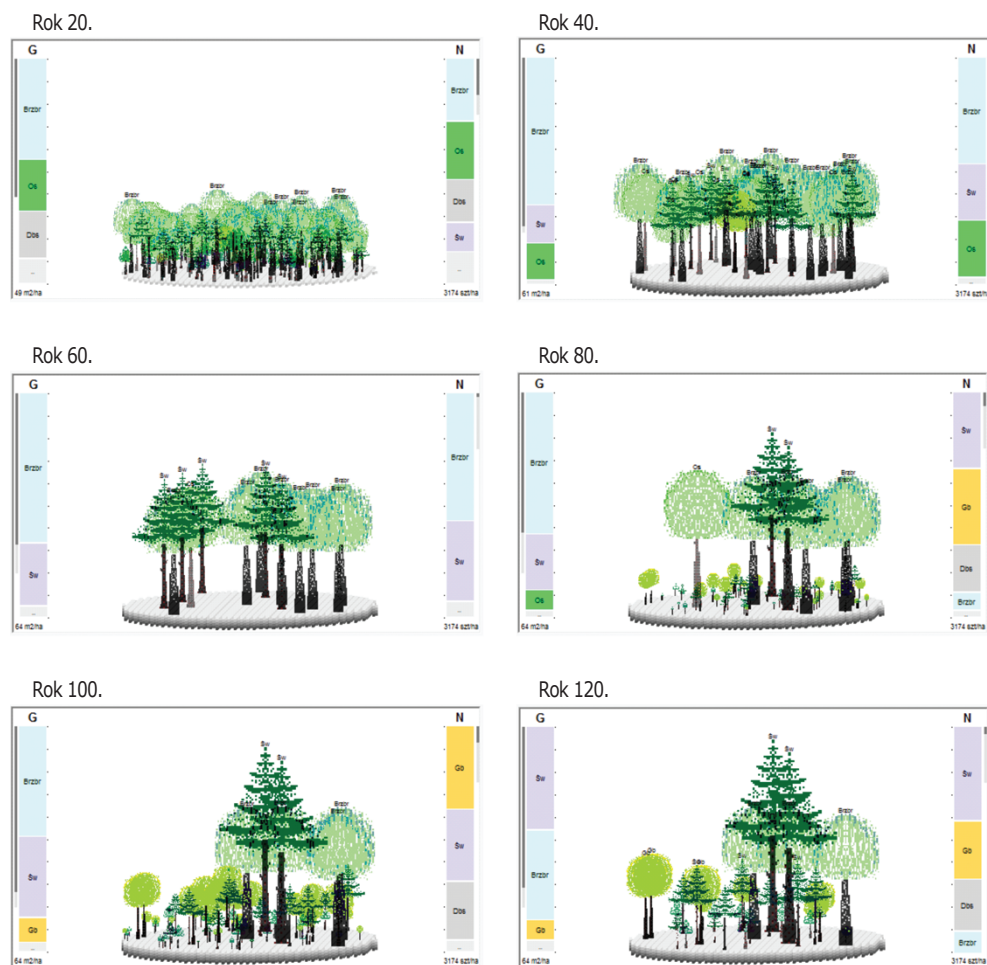
Jak wynika ze schematu przedstawionego na rycinie 8, modele płatowe, takie, jak np. model FORLAS, mają charakter złożonej i rozbudowanej hipotezy próbującej wyjaśnić funkcjonowanie drzewostanu jako systemu ekologicznego. Ten fakt determinuje główne kierunki wykorzystania tego rodzaju modeli. Przede wszystkim znajdują one zastosowanie przy rozwiązywaniu wielu zagadnień teoretycznych związanych z dynamiką i sukcesją lasu, takich jak np. określanie składu gatunkowego drzewostanu w zbiorowiskach leśnych reprezentujących potencjalną roślinność naturalną, dla danych (obecnych i przyszłych) warunków siedliskowych, identyfikację mechanizmów i sił napędowych (czynników sprawczych) zmian sukcesyjnych, ocenę wpływu różnych typów czynników środowiska na reakcję gatunków i określenie postaci tej reakcji, klasyfikację typów funkcjonalnych roślin opartą na zasadzie „trade-off” (albo-albo), określanie strategii życiowej gatunków i ich roli w dynamice roślinności oraz konkurencji o zasoby środowiska.



Ryc. 8. Schemat blokowy modelu FORLAS (Brzeziecki 1999)

Warto też podkreślić rolę dydaktyczną ekologicznego modelu drzewostanu. Dzięki optymalnie zaprojektowanemu i atrakcyjnemu pod względem graficznym interfejsowi, a także dzięki modułowi umożliwiającemu tworzenie dynamicznych animacji przedsta-

wiających rozwój drzewostanu, sprawdza się on doskonale w roli narzędzia wspomagającego naukę ekologicznych podstaw hodowli lasu (Zajączkowski i Brzeziecki 2006).



Ryc. 9. Wizualizacja przebiegu naturalnej sukcesji oraz zmiany składu gatunkowego drzewostanu według pierwszocowego pola przekroju (G) i liczby drzew (N) podczas początkowych 120 lat rozwoju na powierzchni otwartej na siedlisku LMśw w Puszczy Białowieskiej, symulowane za pomocą programu FORLAS 2.3 (Brzeziecki i Zajączkowski 2011)

Istnieje także możliwość wykorzystania ekologicznych modeli lasu przy rozwiązywaniu wielu praktycznych problemów hodowlanych i gospodarczych. W tym kontekście można wymienić przykładowo możliwość wykorzystywania modelu do oceny wpływu zmieniających się warunków środowiska na skład gatunkowy, zdolność konkurencyjną i rolę lasotwórczą głównych gatunków drzew leśnych (Brzeziecki i Zajączkowski 2011). Zakładając stały wzrost naszej wiedzy o kierunkach przemian zachodzących w siedliskach leśnych, a także wzrost wiarygodności prognoz i scenariuszy stanu środowiska, można wykorzystać model przy ustalaniu np. docelowego składu gatunkowego drzewostanów.

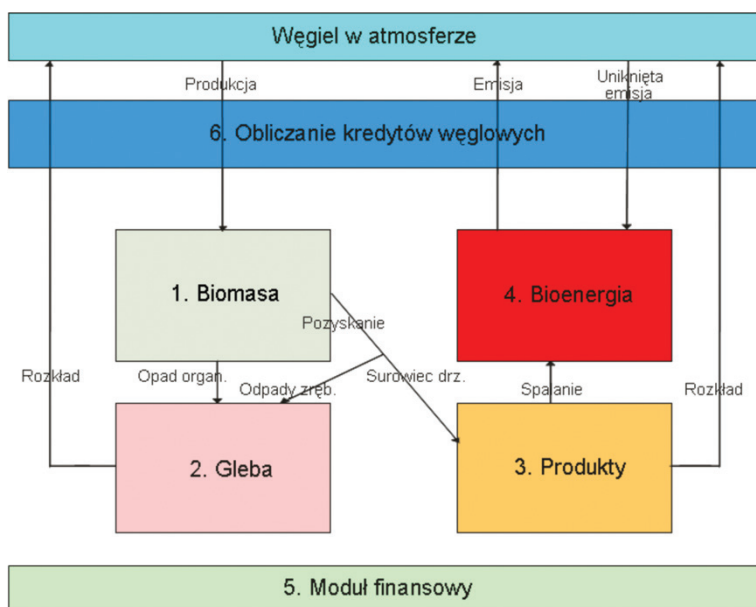
Takie podejście brałoby pod uwagę nie tylko dotychczasowe doświadczenia hodowli lasu, ale i przyszłe, najbardziej prawdopodobne scenariusze rozwoju warunków środowiska.

Przykład wykorzystania modelu FORLAS do symulacji naturalnej (niemodyfikowanej działalnością człowieka) dynamiki składu gatunkowego drzewostanu na żyznym siedlisku w warunkach klimatycznych północno-wschodniej Polski przedstawiono na rycinie 9.

Inne przykładowe kierunki wykorzystania modeli matematycznych w leśnictwie

Przy rozwiązywaniu różnych zagadnień z zakresu nauk leśnych i praktycznego leśnictwa, poza wymienionymi wyżej dwoma głównymi grupami modeli lasu (modelami empirycznymi i modelami ekologicznymi), są stosowane modele różnego typu, o mniej lub bardziej specjalistycznym charakterze.

Jako przykład można wymienić model CO2FIX (Masera i in. 2003, Schelhaas i in. 2004), który powstał na kanwie aktualnego zainteresowania problematyką dotyczącą potencjalnej roli lasów i gospodarki leśnej w osłabianiu (mitygacji) zmian klimatycznych powodowanych nadmierną emisją gazów cieplarnianych do atmosfery (ryc. 10).



Ryc. 10. Schemat blokowy modelu CO2FIX (Schelhaas i in. 2004)

Model CO2FIX zbudowany jest z kilku zasadniczych modułów. Moduł BIOMASA oblicza ilość węgla zawartego w żywej biomase drzew jako różnicę pomiędzy przyrostem drzewostanu a stratami powodowanymi corocznym zamieraniem poszczególnych

organów (liści, gałęzi, korzeni), naturalną śmiertelnością i planowym użytkowaniem drzew (trzebieże, cięcia rębne).

Na wejściu do modułu GLEBA znajdują się dane opisujące wielkość opadu organicznego, na który składają się liście³ i gałęzie, całe drzewa, które zamarły w sposób naturalny i pozostałości powstające w trakcie procesu pozyskiwania drewna np. w trzebieżach. Zadaniem modułu glebowego jest symulacja procesu rozkładu ściółki leśnej i jej zamiany na próchnicę zawartą w glebie.

Z surowca drzewnego pozyskanego w lesie wytwarzane są – w ramach odpowiednich linii produkcyjnych – produkty drzewne reprezentujące grupy różniące się długością cyklu życiowego (okresem użytkowania) – moduł PRODUKTY. Model CO2FIX symuluje zarówno te procesy, jak również końcowe losy produktów drzewnych: rozkład na wysypiskach odpadów lub wykorzystanie ich jako źródła bioenergii.

Do obliczania wielkości emisji unikniętej dzięki wykorzystaniu biomasy jako alternatywy dla paliw kopalnych służy moduł BIOENERGIA. Źródłem bioenergii mogą być albo pozostałości zrębowe, albo odpady produkcyjne (straty produkcyjne lub produkty drzewne po zakończeniu okresu użytkowania).

Dzięki modułowi finansowemu można określić koszty i przychody związane z wykonywaniem określonych czynności gospodarczych (np. zabiegów hodowlanych) i w ten sposób określić rentowność danego sposobu postępowania.

Wreszcie, moduł ‘obliczanie kredytów węglowych’ dostarcza informacji dotyczących ilości kredytów węglowych możliwych do uzyskania w ramach danego projektu, w zależności od przyjętego systemu kredytowania.

Wyniki uzyskane za pomocą modelu prezentowane są w formie tabelarycznej i graficznej. Pozwala to na śledzenie zmian w czasie puli węgla zmagazynowanego w różnych elementach składowych systemu obejmującego lasy, przemysł drzewny i końcowych użytkowników produktów wytwarzanych z drewna.

Model CO2FIX V 3.1 jest narzędziem uniwersalnym; można go zastosować w przypadku projektów zalesieniowych, systemów agroleśnych, jak i w przypadku lasów zagospodarowanych sposobem przerębowym. Model wraz z licznymi przykładami parametryzacji różnych typów roślinności (głównie lasów), w Europie i na świecie, jest dostępny za darmo poprzez internet.

Model CO2FIX stanowi użyteczne narzędzie, za pomocą którego można podjąć próbę zbudowania tablic węglowych, stanowiących rozszerzenie tradycyjnych tablic zasobności i przyrostu drzewostanów [takich jak np. tablice Szymkiewicza (1971)] i zawierających dane dotyczące wielkości zasobów węgla (w Mg/ha) w biomase drzewostanu (z podziałem na pnie, gałęzie, igły/liście oraz korzenie, inaczej mówiąc na biomasę nadziemną i podziemną), z uwzględnieniem gatunku drzewa, bonitacji i wieku drzewostanu. Tablice takie można byłoby wykorzystywać w celu określenia zasobów węgla w poszczególnych wydzieleniach (drzewostanach) na podstawie niewielkiej liczby danych wejściowych: gatunek drzewa (gatunki, z uwzględnieniem ewentualnie pięter drzewostanu), bonitacja, wiek, zasobność (lub czynnik zadrzewienia), powierzchnia wy-

³ W przypadku gatunków liściastych i modrzewia cała wielkość masy liści wyprodukowanych w danym roku trafia do gleby, w przypadku np. sosny jest to 1/2 lub 1/3 masy igliwia, w zależności od przyjętych założeń.

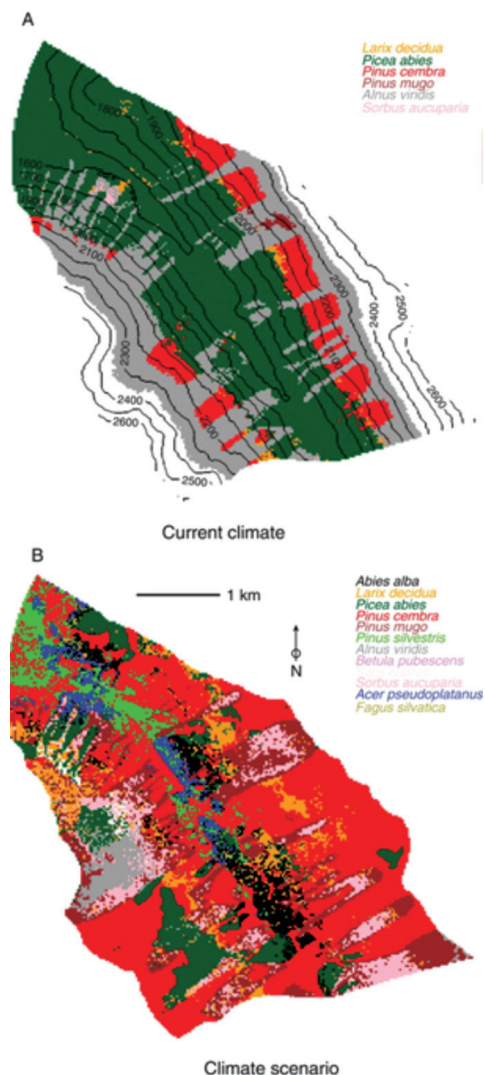
dzielenia. Dopelnienie drzewostanowej części tablic stanowią dane dotyczące ściółki, drewna martwego i gleby. Przykładowy fragment takich tablic zawiera tabela 1.

Tabela 1. Przykładowy fragment „tablic węglowych” (drzewostan sosnowy II klasy bonitacji wg tablic Szymkiewicza 1971). Obliczenia dotyczące zawartości węgla zostały wykonane z użyciem modelu CO2FIX V 3.1 (Schelhaas i in. 2004)

Wiek	V (m ³ /ha)	BPR (m ³ /ha/rok)	C pnie (Mg/ha)	C liście (Mg/ha)	C gałęzie (Mg/ha)	C korzenie (Mg/ha)	C ściółka (Mg/ha)	C gleba (Mg/ha)
...	...	...	...	...	...	...	...	...
20	81,00	7,00	19,85	1,97	4,06	21,93	27,96	113,81
21	88,20	7,20	21,61	1,98	4,35	22,35	28,68	114,11
22	95,60	7,40	23,42	2,02	4,63	22,8	29,45	114,40
23	103,20	7,60	25,28	2,05	4,91	23,27	30,23	114,70
24	111,00	7,80	27,20	2,09	5,19	23,75	31,03	115,02
25	119,00	8,00	29,16	2,14	5,48	24,25	31,87	115,37
26	119,53	8,16	29,28	2,04	5,41	23,25	30,70	118,81
27	127,85	8,32	31,32	2,14	5,7	23,94	31,78	118,90
28	136,33	8,48	33,40	2,21	5,99	24,59	32,79	118,61
29	144,97	8,64	35,52	2,26	6,28	25,21	33,75	118,52
30	153,77	8,80	37,67	2,3	6,56	25,8	34,66	118,59
31	148,16	9,04	36,30	2,14	6,22	24,03	32,39	123,76
32	157,44	9,28	38,57	2,3	6,51	24,99	33,8	123,55
33	166,96	9,52	40,90	2,41	6,79	25,92	35,12	122,81
34	176,72	9,76	43,30	2,50	7,06	26,82	36,38	122,42
35	186,72	10,00	45,75	2,58	7,33	27,68	37,59	122,33
36	175,11	10,04	42,90	2,33	6,74	25,30	34,37	128,82
37	185,19	10,08	45,37	2,50	7,00	26,39	35,89	128,44
38	195,31	10,12	47,85	2,59	7,24	27,33	37,16	127,32
39	205,47	10,16	50,34	2,65	7,46	28,14	38,25	126,62
...	...	...	...	...	...	...	...	...

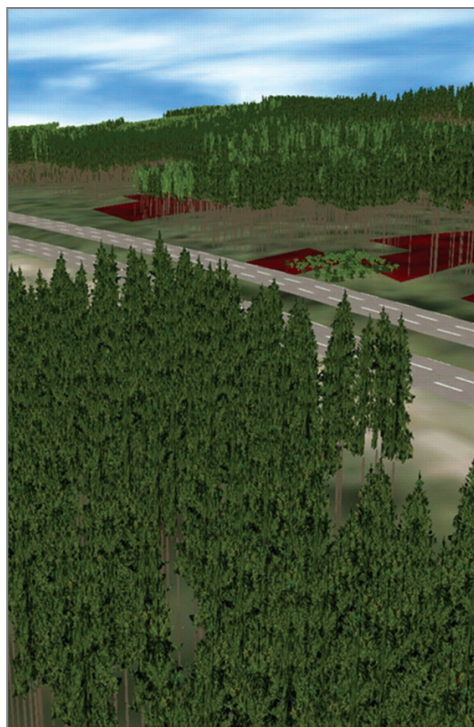
Innym przykładem rozwijanych obecnie kierunków modeli lasu są modele krajobrazowe, takie jak model LandClim (Pretzsch i in. 2008). Modele tego typu charakteryzują się tym, że podstawową jednostką modelowania jest w nich krajobraz. Pozwala to na uwzględnianie przestrzennej zmienności warunków środowiskowych oraz przestrzennych interakcji między różnymi typami ekosystemów. Główne kierunki zastosowań modeli krajobrazu to ocena potencjalnego wpływu zmian zachodzących w środowisku (zmiany klimatu, zanieczyszczenia przemysłowe, zmiana form użytkowania ziemi) na trwałość funkcji lasów (materialnych, ochronnych, społeczno-ekonomicznych) w skali

krajobrazu, a także analiza wpływu struktury krajobrazów leśnych na występowanie szkód spowodowanych przez różnego rodzaju czynniki (wiatr, pożary, gradacje owadów). Przykładowe wyniki symulacji zmian składu gatunkowego drzewostanów dla obecnych i przyszłych warunków klimatycznych przeprowadzonej z wykorzystaniem modelu LandClim przedstawia rycina 11.



Ryc. 11. Symulacja przestrzennego rozmieszczenia dominujących gatunków drzew w dolinie Dischma (Alpy Szwajcarskie) za pomocą modelu LandClim, z uwzględnieniem obecnych (*current climate*) i prognozowanych (wzrost temperatury, spadek opadów) warunków klimatycznych (*climate scenario*) (Pretzsch i in. 2008)

Wiele współczesnych modeli lasu ma bardzo mocno rozbudowane funkcje wizualizacyjne, co bardzo ułatwia komunikację między użytkownikiem modelu i potencjalnym odbiorcą informacji. W niektórych modelach rozwijanych obecnie aspekty związane z wizualizacją, już nie tylko drzewostanów, ale całych kompleksów leśnych, znajdują się w centrum uwagi. Modele tego typu (m.in. Visual Nature Studio; Lenné3D;



Ryc. 12. Przykład wykorzystania modelu L-VIS w planowaniu krajobrazowym do wizualizacji przebiegu trasy komunikacyjnej. Kolorem czerwonym zaznaczono fragmenty lasu charakteryzujące się wysokim prawdopodobieństwem wystąpienia szkód od wiatru (Pretzsch i in. 2008)

AMAP/Imagis; Viewscape3D, L-VIS) wykorzystują nowoczesne technologie komputerowe w celu trójwymiarowej wizualizacji pojedynczych drzewostanów i całych krajobrazów leśnych, z reguły z możliwością swobodnego wyboru perspektywy (ryc. 12). Kierunki zastosowań tego typu modeli lasu to m.in. graficzna prezentacja oraz ocena stanu i walorów estetycznych krajobrazów leśnych, w zależności od założonego scenariusza rozwoju.

Uwagi końcowe

Modele matematyczne i symulacje komputerowe stanowią bardzo przydatne narzędzie, szeroko wykorzystywane przy teoretycznej analizie i praktycznym rozwiązywaniu bardzo wielu zagadnień i problemów z zakresu nauk leśnych i gospodarki leśnej. Tak, jak trudno sobie wyobrazić funkcjonowanie gospodarki leśnej w przeszłości, a w dużym stopniu również obecnie, bez tablic zasobności i przyrostu drzewostanów, tak trudno wyobrazić sobie przyszły rozwój nauk leśnych oraz funkcjonowanie gospodarki leśnej bez wykorzystania tych możliwości, jakie daje modelowanie matematyczne i symulacja komputerowa.

Z teoretyczno-poznawczego punktu widzenia na szczególną uwagę zasługują modele lasu o charakterze dedukcyjnym (modele procesów). Modele procesów stanowią rodzaj złożonych hipotez wyjaśniających podstawowe zasady działania (funkcjonowania) ekosystemów leśnych, ze szczególnym uwzględnieniem drzewostanów jako głównych elementów tych ekosystemów. Poza funkcją czysto poznawczą i teoretyczną, modele procesów mają bardzo duży potencjał i możliwości w zakresie znajdowania odpowiedzi na pytania z zakresu wpływu potencjalnych zmian w warunkach brzegowych funkcjonowania lasów (takich, jak zmiany klimatu, zmiany składu chemicznego atmosfery, presja dużych ssaków roślinożernych itp.) na status konkurencyjny i rolę lasotwórczą poszczególnych gatunków drzew oraz na obieg materii i energii w ekosystemie leśnym.

Z praktycznego punktu widzenia, na obecnym etapie największą rolę odgrywają modele o charakterze empiryczno-statystycznym, pozwalające na uzyskanie wiarygodnych prognoz dotyczących przyszłych (z reguły w perspektywie 10–20 lat) charakterystyk drzewostanów (przyrost, stabilność, zróżnicowanie strukturalne, akumulacja węgla itp.), w zależności od przyjętego scenariusza postępowania hodowlanego (tj. od rodzaju i nasilenia zabiegów trzebieżowych, długości cyklu produkcyjnego itd.).

Trzeba podkreślić, że rozwój teorii i budowa modeli stanowią ostateczny cel wszelkich badań naukowych, a więc także badań leśnych. Zaletą modeli jest m.in. to, że wszystkie założenia przyjęte przy ich budowie są sformułowane wprost, co ułatwia ich kontrolę i ewentualną dyskusję. Modele pozwalają na syntezę całej dostępnej na danym etapie rozwoju nauki wiedzy o poszczególnych procesach czy zjawiskach zachodzących w ekosystemach leśnych. Z drugiej strony, budowa modeli sprzyja wykrywaniu luk i słabych punktów w systemie istniejącej wiedzy, co pomaga odpowiednio ukierunkowywać badania i formułować priorytety badawcze.

Biorąc pod uwagę różnorodne korzyści wynikające z modelowania i symulacji komputerowej, z punktu widzenia tak teorii, jak i praktyki, budowa i rozwój różnego typu

modeli lasu, zarówno o charakterze empirycznym, jak i teoretycznym, pozwalających prognozować dynamikę lasu, na poziomie pojedynczych drzew, całych drzewostanów, a także na poziomie ponaddrzewostanowym, z uwzględnieniem różnych scenariuszy gospodarczych i środowiskowych, powinny być jednym z najważniejszych priorytetów badań w polskim leśnictwie.

Literatura

- von Bertalanffy L. 1984. Ogólna teoria systemów. Warszawa, PWN.
- Bielak K. 2010. Struktura i rozwój drzewostanów mieszanych z udziałem dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) na przykładzie zagospodarowanej części Puszczy Białowieskiej. Praca doktorska w Katedrze Hodowli Lasu SGGW. Warszawa.
- Botkin D.B. 1993. Forest dynamics: an ecological model. Oxford, New York, Oxford University Press.
- Botkin D.B., Janak J.F., Wallis J.R. 1972. Some ecological consequences of a computer model of forest growth. *Journal of Ecology* 60: 849–872.
- Bruchwald A. 1986. Simulation growth model MDI-1 for Scots pine. *Annals of Warsaw Agricultural University – SGGW– AR. Forest and Wood Technology* 34: 47–52.
- Bruchwald A. 1988. Przyrodnicze podstawy budowy modeli wzrostu. *Sylvan* 11/12: 1–10.
- Bruchwald A. 1991. MISK growth model for pine. *Annals of Warsaw Agricultural University – SGGW– AR. Forest and Wood Technology* 41: 3–7.
- Brzeziecki B. 1991. Ekologiczny model wzrostu lasu: niektóre problemy metodyczne i kalibracyjne. *Sylvan* 9: 5–16.
- Brzeziecki B. 1999. Ekologiczny model drzewostanu. Zasady konstrukcji, parametryzacja, przykłady zastosowań. Warszawa, Fundacja „Rozwój SGGW”.
- Brzeziecki B., Zajączkowski J. 2011. Wpływ potencjalnych zmian klimatycznych na zdolność konkurencyjną głównych gatunków drzew Białowieskiego Parku Narodowego. Maszynopis w Katedrze Hodowli Lasu SGGW. Warszawa.
- Döbbele H., Albert M., Schmidt M., Nagel J., Schröder J. 2006. BWINPro. Programm zur Bestandesanalyse und Prognose. Version 6.3. TU Dresden. Tharandt.
- Gruzel M. 2013. Wpływ trzebieży na strukturę i wzrost drzewostanów sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Praca doktorska. Zaoczne Studia Doktoranckie w Instytucie Badawczym Leśnictwa. Sękocin Stary.
- Jedliński W. 1932. Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów sosnowych w Polsce. Nakład własny. Warszawa.
- Kleiber M. 1999. Modelowanie i symulacja komputerowa – moda czy naturalny trend rozwojowy nauki. *Nauka* 4: 29–41.
- Kornat A. 2011. Komputerowe wspomaganie planowania przebudowy drzewostanów na przykładzie Uroczyska Niemoczka w Nadleśnictwie Józefów. Praca doktorska w Katedrze Hodowli Lasu. SGGW. Warszawa.
- Kozak I., Menshutkin V., Ferchmin M., Potaczała G., Jóźwina M., Kozak O., Seńko Z. 2003. Prognozowanie zmian lasu sosnowego w obszarze ochrony ścisłej Nart w Kampinoskim Parku Narodowym z wykorzystaniem modelu FORKOME. *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody* 22: 483–497.
- Kozak I., Menshutkin V., Klekowski R. 2002. Modelowanie elementów krajobrazu. Lublin, Wyd. KUL.
- Korzukhin M.D., Ter-Mikaelian M.T., Wagner R.G. 1996. Process versus empirical models: which approach for forest ecosystem management? *Canadian Journal of Forest Research* 26: 879–887.
- Lepš J., Vacek S. 1986. Matematické modely vyvoje lesnich porostu a jejich využití. *Lesnictví* 32: 687–706.
- Masera O., Garza-Caligaris J.F., Kanninen M., Karjalainen T., Liski J., Nabuurs G.J., Pussinen A., de Jong B.J. 2003. Modelling carbon sequestration in afforestation, agroforestry and forest management projects: the CO-2FIX V.2 approach. *Ecological Modelling* 164: 177–199.

- Matysiak A. 2009. Wpływ trzebieży na zróżnicowanie strukturalne drzewostanów jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.). Praca doktorska w Katedrze Hodowli Lasu. SGGW. Warszawa.
- Mohren G.M.J., Burkhardt H.E. 1994. Contrasts between biologically-based process models and management-oriented growth and field models. *Forest Ecology and Management* 69: 1–5.
- Nagel J. 1996. Anwendungsprogramm zur Bestandesbewertung und zur Prognose der Bestandesentwicklung. *Forst und Holz* 51: 76–78.
- Nagel J. 1999. Konzeptionelle Überlegungen zum schrittweisen Aufbau eines waldwachstumskundlichen Simulationssystems für Nordwestdeutschland. *Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Nieders. Forstl. Versuchsanstalt*. Band 128, Frankfurt a. M., J.D. Sauerländer's Verlag.
- Nagel J., Schmidt M. 2006. The silvicultural decision support system BWINPro. Sustainable forest management. Berlin, Heidelberg, Springer, 59–63.
- Płoński W. 1937. Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów. Sosna. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, Ser. B, 4.
- Porté A., Bartelink H.H. 2002. Modelling mixed forest growth: a review of models for forest management. *Ecological Modelling* 150: 141–188.
- Pretzsch H., Biber P., Dursky J. 2002. The single tree-based stand simulator SILVA: construction, application and evaluation. *Forest Ecology and Management* 162: 3–21.
- Pretzsch H., Grote R., Reineking B., Rötzer Th., Seifert St. 2008. Models for forest ecosystem management: a European perspective. *Annals of Botany* 101: 1065–1087.
- Schelhaas M.J., van Esch P.W., Groen T.A., de Jong B.H.J., Kanninen M., Liski J. i in. 2004. Co2FIX V 3.1 – a modelling framework for quantifying carbon sequestration in forest ecosystems. Wageningen, Alterra, Alterra rapport 1068.
- Siekierski K. 1991. An individual tree based growth model for mixed Norway spruce – Scots pine stands in north-eastern Poland. *Annals of Warsaw Agricultural University – SGGW– AR. Forest and Wood Technology* 42: 7–11.
- Vanclay J.K. 1994. Modelling forest growth and yield: application to mixed tropical forest. Copenhagen, Denmark, Wallingford, UK. CAB International, Department of Economics and Natural Resource, Royal Veterinary and Agricultural University.
- Zajączkowski J., Brzezicki B. 2006. FORLAS 2.0. Podręcznik użytkownika programu. Opracowanie wykonane w Katedrze Hodowli Lasu Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w ramach grantu wewnętrznego nr 504 0302 001. Warszawa.

Hodowla selekcyjna w wielofunkcyjnej gospodarce leśnej – stan, perspektywy i potrzeby badawcze

prof. dr hab. Andrzej LEWANDOWSKI¹, dr Daniel J. CHMURA¹,
prof. UAM, dr hab. Witold WACHOWIAK^{1,2}, mgr inż. Czesław KOZIOŁ³

¹ Instytut Dendrologii PAN, Kórnik; ² Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Wydział Biologii, Poznań;

³ Leśny Bank Genów Kostrzyca, Miłków

Wstęp

Obecnie w Polsce rozwija się model zrównoważonej, wielofunkcyjnej gospodarki leśnej. Nie oznacza to jednak, że każdy fragment lasu będzie spełniał wszystkie funkcje jednocześnie i w jednakowym stopniu. Funkcja produkcyjna często stoi w konflikcie z pozostałymi funkcjami lasu, a prognozy wzrostu zapotrzebowania na drewno wskazują na konieczność intensyfikacji produkcji surowca drzewnego. Kumulacja produkcji w drzewostanach o wiodącej funkcji produkcyjnej może zmniejszyć presję na produkcję drewna w ekosystemach leśnych, w których pozaprodukcyjne funkcje lasu będą mogły być zaspokajane w większym stopniu. Głównym celem tego opracowania jest zwrócenie uwagi na konieczność zintensyfikowania w Polsce hodowli selekcyjnej drzew leśnych, ściśle związanej z funkcją produkcyjną, oraz wskazanie związanych z nią perspektyw i potrzeb badawczych.

Znaczenie i zadania hodowli selekcyjnej

W trakcie prowadzenia hodowli selekcyjnej dąży się do poprawy dziedziczonych cech, korzystnych z punktu widzenia hodowcy. Dla określonych celów człowiek korzysta ze zmienności ukształtowanej przez naturalne procesy: mutacje, dobór i migracje, wykorzystując część tej zmienności w sztucznie tworzonych populacjach hodowlanych. Populacje hodowlane z założenia są więc genetycznie zawężone w porównaniu do populacji podstawowej, z której zostały wyprowadzone. Naszą rolą jest umiejętne zarządzanie tą zmiennością, tak aby uzyskać postęp hodowlany w kolejnych cyklach selekcji. Postęp selekcyjny jest możliwy tak długo, jak długo w populacji hodowlanej istnieje zmienność cech, które są obiektem ulepszania. Należy podkreślić, że podstawowym zadaniem ho-

hodowli selekcyjnej jest ulepszanie materiału pod kątem potrzeb człowieka, a nie troska o zachowanie całkowitej zmienności genetycznej. W racjonalnie prowadzonej gospodarce leśnej, jak najszerszy zakres zmienności genetycznej utrzymywany jest w populacji podstawowej, poprzez zrównoważony udział powierzchniowy lasów powstałych z materiału prowadzonego w sposób tradycyjny i materiału ulepszanego. Troska o utrzymanie odpowiedniego poziomu zmienności genetycznej w populacji hodowlanej jest oddzielnym zagadnieniem.

Można zaryzykować stwierdzenie, że w powszechnej świadomości leśników hodowla lasu reprezentuje bardziej „uprawę” niż „hodowlę”. Mianem „hodowli lasu” określa się całokształt zabiegów związanych zarówno z wyborem i rozmnażaniem drzew o pożądanym cechach, produkcją materiału rozmnożeniowego, uzyskaniem odnowień, prowadzeniem zalesień, jak i zapewnieniem odpowiednich warunków wzrostu i rozwoju drzew przez pielęgnację drzewostanów. W takim ujęciu termin „hodowla” lasu obejmuje zarówno zabiegi zmierzające do ulepszenia dziedzicznych cech materiału sadzeniowego, określane w naukach rolniczych jako „hodowla”, jak i „uprawę”, oznaczającą zapewnienie odpowiednich warunków do wzrostu i rozwoju uzyskanych odmian. Odmienne niż w rolnictwie traktowanie hodowli wynika być może po części z faktu, że hodowla i uprawa w leśnictwie często się przenikają, np. przy wykorzystaniu odnowienia naturalnego, a po części z mniejszej intensywności zabiegów hodowlanych prowadzonych w leśnictwie.

Obowiązujący w Polsce „Program zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew na lata 2011–2035” (Chałupka i in. 2011), będący kontynuacją programu realizowanego w poprzednim dwudziestolecu, określa kierunek postępu w dziedzinie genetycznego ulepszenia drzew leśnych w Lasach Państwowych. Hodowla selekcyjna w LP rozpoczęła się krótko po II wojnie światowej od programu wyboru drzew doborowych, realizowanego przez Instytut Dendrologii PAN w Kórniku. Z wybranych drzew założono też pierwsze plantacje nasienne. Po przejęciu programu przez Instytut Badawczy Leśnictwa, główny nacisk położono na selekcję populacyjną, która niestety jest mniej efektywna pod kątem osiąganego zysku genetycznego w porównaniu do selekcji indywidualnej. Mimo to, po latach prowadzenia selekcji na poziomie populacyjnym, można dostrzec stopniową poprawę produktywności i jakości drzewostanów. Niestety, uzyskane w trakcie realizacji „Programu” osiągnięcia hodowlane będące wynikiem prowadzenia selekcji indywidualnej nie znalazły należytego wykorzystania w praktyce leśnej. Na pełne wykorzystanie potencjału produkcyjnego wyselekcjonowanego materiału nie pozwalają także restrykcyjne zasady regionalizacji nasiennej, ukierunkowane raczej na zachowanie odrębności wybranych populacji i w niewielkim stopniu oparte na współczesnej wiedzy genetycznej. Prawdopodobnie powyższe uwarunkowania i dotychczasowa niewystarczająca kapitalizacja zysku genetycznego przyczyniły się do krytyki celowości prowadzenia hodowli selekcyjnej, podniesionej i zaakcentowanej w rekomendacjach panelu Narodowego Programu Leśnego „Klimat”.

Prognozy zapotrzebowania na drewno jednoznacznie wskazują, że w najbliższych latach niezbędna będzie intensyfikacja produkcji masy drzewnej. Realizacja programów z wykorzystaniem hodowli selekcyjnej może dostarczyć materiału, który w powiązaniu z odpowiednią jego uprawą pomoże zaspokoić przyszłe potrzeby. Hodowla selekcyjna

jest drogą do osiągnięcia trwałej poprawy korzystnych cech oraz właściwości drzewostanów. Jednak z tego względu, że jest przedsięwzięciem długotrwałym, szczególnie w odniesieniu do drzew, niezbędne jest dokładne określenie celu selekcji, który będzie możliwie stabilny w ciągu trwania programu. Jednym z najważniejszych celów hodowli selekcyjnej miała być poprawa produktywności drzewostanów, dlatego w naszym mniemaniu ten cel powinien zostać utrzymany. W podziale powierzchniowym obszarów leśnych należy wydzielić obszary z produkcyjną funkcją lasu jako wiodącą, przy zrównoważonym udziale innych funkcji. Genetycznie ulepszony materiał należy wprowadzać tam, gdzie funkcja produkcyjna będzie wiodąca, również w formie plantacji drzew szybko rosnących, nie wyłączając terenów leśnych. Postulujemy, aby szczególnie w odniesieniu do gatunków o wysokim potencjalnie produkcyjnym zintensyfikować prace nad selekcją indywidualną, która zapewnia osiągnięcie w najkrótszym możliwym czasie największego zysku genetycznego. Jednocześnie wskazane byłoby prowadzenie badań, które dostarczą odpowiedzi na pytanie, jakie zabiegi uprawowo-hodowlane dadzą najlepsze efekty w uprawie ulepszonych genotypów drzew. W ramach dotychczasowych prac związanych z prowadzeniem selekcji indywidualnej w Polsce dokonano wyboru drzew matecznych (doborowych) na podstawie cech fenotypowych oraz założono z nich plantacje nasienne pierwszej generacji. Szacuje się, że spodziewany zysk genetyczny w postaci zwiększenia miąższości drzew pochodzących z pierwszej generacji plantacji nasiennych zawiera się w granicach 6–7% bez prowadzenia cięć selekcyjnych oraz 12–13% po cięciach selekcyjnych, w porównaniu do miąższości materiału nieselekcionowanego (Squillace 1989). Na ogół zaś spodziewany zysk w postaci wzrostu miąższości uzyskany w wyniku hodowli selekcyjnej drzew, w zależności od strefy klimatycznej, generacji cyklu selekcyjnego i intensywności selekcji, wynosi 10–30% (McKeand i in. 2003). Jak podaje McKeand (2014), po 40 latach realizacji programu w południowych stanach USA zysk genetyczny w trzeciej generacji selekcji wyniósł około 20%. Wydaje się więc, że w naszych warunkach, z plantacji nasiennych pierwszej generacji, możemy spodziewać się zysku genetycznego w granicach 10–15%. Niestety, w stosunku do wcześniej rozpoczętych działań związanych z zakładaniem plantacji nasiennych, znacznie opóźnione jest testowanie potomstwa drzew matecznych, które metodycznie realizowane jest dopiero od kilku lat. Z uwagi na długowieczność drzew, wiarygodne wyniki testów potomstwa można będzie uzyskać w czasie około połowy zakładanego wieku rębności. W związku z tym, na razie nie dysponujemy pełną informacją o wartości hodowlanej drzew matecznych, na podstawie której można by zakładać plantacje nasienne drugiej i kolejnych generacji. Jednak do czasu uzyskania tych wyników, do oceny wartości hodowlanej drzew matecznych można i należy wykorzystać istniejące od wielu lat rodowe plantacje nasienne (plantacyjne uprawy nasienne – PUN), na których reprezentowane jest generatywne potomstwo drzew matecznych.

Wydaje się, że w niedalekiej przyszłości alternatywą dla zwykle długotrwałych i kosztownych, tradycyjnych metod hodowli, opartych na selekcji fenotypowej i testach potomstwa, będą metody selekcji wykorzystujące markery molekularne. Tworzenie baz danych zasobów genomowych drzew leśnych oraz rozwój metod analitycznych pozwala na wykorzystanie tradycyjnych populacji hodowlanych do selekcji z użyciem markerów genetycznych. Jednym z obiecujących podejść jest selekcja genomowa, oparta na

określeniu wartości hodowlanej pojedynczych drzew poprzez ocenę wpływu zmienności genetycznej wielu markerów DNA badanych równocześnie i wykorzystanie ich jako wskaźników zmienności danej cechy. W selekcji drzew leśnych, podejście to pozwala na przyspieszenie cyklu hodowlanego i podniesienie skuteczności selekcji, szczególnie względem cech ulegających późnej ekspresji (Desta i Ortiz 2014, Grattapaglia 2014). Rozwój metod selekcji genomowej staje się możliwy dzięki dostępności i znacznej redukcji kosztów nowej generacji sekwencjonowania i genotypowania DNA oraz dostępności nowych markerów i zasobów genomowych opracowanych ostatnio np. dla sosny zwyczajnej (Wachowiak i in. 2015). Pomyślny rozwój i zastosowanie metod molekularnych w leśnictwie może być ogromnym skokiem technologicznym, pozwalającym na zwiększenie efektywności hodowli selekcyjnej, wspomagającym działania oparte obecnie, głównie na selekcji fenotypowej.

Zachowanie i ochrona zasobów genowych

Jako jeden z warunków niezbędnych dla utrzymania zdolności adaptacyjnej drzew i trwałości lasów podnosi się konieczność zachowania jak największego poziomu zmienności genetycznej. Obecnie zachodzące i prognozowane zmiany klimatyczne, w tym wzrost temperatury oraz zmiany ilości opadów (IPCC 2013), prawdopodobnie będą miały niekorzystny wpływ na populacje drzew leśnych o optimum adaptacyjnym utrwalonym w lokalnych warunkach środowiskowych. W konsekwencji, zmniejszone dopasowanie (*fitness*) populacji drzew leśnych może znacząco wpłynąć na produkcję leśną i wskaźniki przeżywalności, w tym na zmniejszenie zdolności do naturalnej regeneracji, zwiększenie podatności na pożary czy zmniejszenie odporności na nowe patogeny i szkodniki. Scenariusz ten stanowi szczególne wyzwanie w przypadku drzew leśnych, stanowiących ponad 80% całkowitej biomasy lądowej i skupiających ponad 50% bioróżnorodności ziemskiej o fundamentalnym znaczeniu m.in. w globalnej regulacji obiegu węgla, wody i regulacji klimatu (Anderson i in. 2011).

W tym kontekście, szczególnie istotne będzie utrzymanie odpowiedniego poziomu zmienności genetycznej w populacji podstawowej, reprezentującej ogół mniej lub bardziej naturalnych populacji drzew w ramach gatunku. Z drugiej zaś strony, w świetle spodziewanych szybkich zmian klimatu, uprawa genetycznie ulepszonych drzew może być postrzegana jako rozpraszanie ryzyka w odniesieniu do funkcji produkcyjnej. Uprawa w krótkich i średnich cyklach rotacji pozwala na zmniejszenie ryzyka w przypadku wystąpienia niepożądanych zjawisk klimatycznych oraz szybszą wymianę na materiał, który będzie lepiej przystosowany do zmienionych warunków.

W naszym kraju podjęto wiele działań skierowanych na ochronę zasobów genowych drzew leśnych *in situ*, poprzez ochronę całych ekosystemów leśnych w parkach narodowych, rezerwach przyrody, tzw. powierzchniach referencyjnych, a także w drzewostanach zachowawczych lub wyłączonych drzewostanach nasiennych. Dobry przykład dają tu Lasy Państwowe, które posiadają swój własny program zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew leśnych w Polsce na lata 2011–2035 (Chałupka i in. 2011). Brakuje jednak analogicznego programu ogólnokrajowego, obejmującego

mującego wszystkie lasy naszego kraju, w tym lasy prywatne oraz tereny leśne parków narodowych, który powinien być opracowany na szczeblu Ministerstwa Środowiska. W związku z przewidywanym szybkim tempem zmian klimatu i niedostatecznym tempem naturalnych procesów adaptacyjnych utrzymanie zmienności *in situ* może być niewystarczające, co rodzi potrzebę rozpoczęcia w Polsce badań nad zmiennością adaptacyjną populacji naszych gatunków drzewiastych. Służyć temu mogą z powodzeniem założone wcześniej powierzchnie proveniencyjne niektórych lasotwórczych gatunków drzew. W przypadku, gdy działania ochrony *in situ* zawodzą, a zmienność genetyczna populacji ulega dryfowi genetycznemu poprzez zmniejszanie się liczby osobników zdolnych do reprodukcji oraz chów wsobny, należy obligatoryjnie wprowadzać działania ochrony *ex situ*. Działania takie obejmują zakładanie upraw pochodnych i zachowawczych oraz archiwów klonów poza miejscem występowania danej populacji. Należy również rozważyć możliwość wykorzystania tzw. „migracji wspomaganej” czy wspomaganego przepływu genów w odniesieniu do populacji drzew leśnych (McLachlan i in. 2007; Aitken i Bemmels 2015). Szczególna uwaga i odpowiednie podejście badawcze są niezbędne także w przypadku populacji marginalnych naszych gatunków drzewiastych, gdyż mogą one być źródłem cech ułatwiających adaptację do zmieniających się warunków środowiska (Kelleher i in. 2015). W najbliższym czasie powinno się także rozpocząć, zgodnie z zaleceniami EUFORGENu (European Forest Genetic Resources Programme), badanie zmienności genetycznej (*genetic screening*) wyznaczonych przez nasz kraj tzw. dynamicznych jednostek zachowawczych (DCU), a w dalszej kolejności prowadzić dla nich genetyczny monitoring zmian, który powinien być włączony do ogólnego monitoringu środowiskowego (Koskela i in. 2013; Lefèvre i in. 2013; De Vries i in. 2015).

Dla dodatkowego zabezpieczenia zmienności genetycznej najcenniejszych lub zagrożonych obiektów tworzy się banki genów. Zasoby w nich zgromadzone w pierwszej kolejności służą do odtwarzania ginących i utraconych populacji (Chałupka i in. 2008). Poza samą czynnością długoterminowego przechowywania nasion lub innych części roślin w niskich temperaturach, niebagatelne znaczenie dla przechowywanych zasobów ma stały monitoring ich żywotności i wigoru oraz rozwój nowoczesnych biotechnologii (State of the World's Forest 2014). Problemem do rozwiązania pozostaje wypracowanie nowych metod i technologii przechowalniczych dla nasion z kategorii *recalcitrant*, do których zaliczamy gatunki ciężkonasienne oraz liczne biocenotyczne, nietworzące dużych populacji. Należy zaznaczyć, że znaczenie banków genów dla możliwości odtwarzania populacji i ekosystemów jest w Polsce ciągle niedoceniane.

Nowe podejście, z zakresu genetyki populacyjnej i genomiki drzew leśnych, opiera się na wykorzystaniu wzorów ich zmienności wewnątrz- i międzypopulacyjnej do efektywnej ochrony i gospodarowania zasobami genowymi w naturalnych populacjach. Metody te dotyczą analizy korelacji polimorfizmu nukleotydowego w rejonach kodujących genomu ze zmiennością cech fenotypowych, a także z gradientem czynników środowiskowych wywołujących presję selekcyjną w obrębie populacji (Savolainen i in. 2007). Zastosowanie próby o dużej liczbie osobników pozwala na skonstrastowanie frekwencji substytucji nukleotydowych względem zmienności tła genetycznego i identyfikację polimorfizmu poddanego działaniu naturalnej selekcji. Procesy demograficzne, takie

jak ekspansja populacji, efekt założyciela czy izolacja populacji, wpływają jednakowo na wszystkie loci w obrębie genomu, stąd rejony poddane działaniu naturalnej selekcji charakteryzują się wzorem zmienności klinalnej lub ekstremalnej frekwencji polimorfizmu, kontrastowym względem tła genetycznego gatunku. Wykorzystanie metod oceny zmienności na poziomie całego genomu pozwoli na analizę wpływu procesów naturalnej selekcji na wzorce zmienności fenotypowej w skali naturalnych zasięgów gatunków oraz na lepsze poznanie genetycznych podstaw zmienności adaptacyjnej, w tym rejonów genomu podlegających działaniu naturalnej selekcji. Wiedza na temat mutacji, genów oraz szlaków metabolicznych związanych z ewolucją gatunków jest szczególnie istotna w aspekcie efektywnej ochrony i gospodarowania zasobami genowymi w naturalnych populacjach. Badania z wykorzystaniem metod analizy korelacji polimorfizmu genetycznego zastosowano dotychczas z powodzeniem do identyfikacji m.in. genów związanych z odpornością na patogeny, fenologią i dynamiką wzrostu u roślin uprawnych (Pasam i in. 2012), miejsc polimorficznych (SNPs) skorelowanych z parametrami jakości drewna u świerka (Beaulieu i in. 2011) czy też fenologii przerywania spoczynku zimowego u topoli (Ingvarsson i in. 2008).

Pochodzenie i jednorodność genetyczna drzewostanów

Istotnym elementem badań genetycznych w programach selekcji i ochrony zasobów genowych drzew leśnych jest kwestia pochodzenia i jednorodności genetycznej materiału biologicznego. Struktura genetyczna współcześnie występujących populacji drzew leśnych jest wypadkową wielu procesów. Najważniejszym z nich było naturalne kształtowanie się zasięgów w trakcie rozprzestrzeniania się gatunków po ostatnim zlodowaceniu. Na te procesy nałożyły się działania człowieka, z początku związane z wylesieniami pod rozwijające się osadnictwo i pozyskiwaniem drewna na cele gospodarcze, później polegające na zastępowaniu naturalnych drzewostanów sztucznymi nasadzeniami. Na terenie Europy w dziewiętnastym i na początku dwudziestego wieku dochodziło do wielkoobszarowych przeobrażeń powierzchni leśnych. Na szeroką skalę, w miejsce wycinanych drzewostanów, często liściastych, wprowadzano szybciej rosnące monokultury świerkowe i sosnowe, przy czym używany materiał siewny był zazwyczaj nieznanego pochodzenia. W tym czasie na zachodzie Europy, głównie w Austrii i Niemczech, prężnie działały firmy nasienne (Lewandowski 2014). Powszechnie stosowaną przez te firmy praktyką było mieszanie nasion różnych pochodzeń. Dane literaturowe wskazują, że z powodu wysokiej ceny oraz słabej jakości rodzimych nasion, większość materiału siewnego wykorzystywana na ziemiach polskich była sprowadzana z zewnątrz (Anonim 1884; Trąmpczyński 1850). Należy więc mieć świadomość, że struktura genetyczna większości współczesnych drzewostanów jest bardzo silnie przekształcona, co więcej drzewostany te mogą też być mieszaniną populacji o różnym pochodzeniu.

Wpływ człowieka na strukturę genetyczną populacji drzew leśnych był zapewne różny w zależności od gatunku, a największa presja była wywierana na gatunki ważne z gospodarczego punktu widzenia, takie jak sosna zwyczajna i świerk pospolity. Do tej pory uzyskaliśmy tylko częściową wiedzę na temat poziomu zmienności i genetyczne-

go zróżnicowania pomiędzy populacjami zaledwie niektórych naszych gatunków drzewiastych. Wyniki badań wskazują, że w przypadku większości gatunków ponad 90% całkowitej zmienności jest zlokalizowana wewnątrz populacji (Lewandowski i Burczyk 2002). Jednak, mimo postępu badań genetycznych, ciągle brak dostatecznej wiedzy odnośnie do stopnia wymieszania pul genowych różnych pochodzeń w wyniku działalności człowieka. Dobrym przykładem obrazującym skalę przemieszczenia materiału genetycznego może być świerk pospolity. Na przełomie dziewiętnastego i dwudziestego wieku na teren naszego kraju, na dużą skalę, w sposób niekontrolowany wprowadzono świerk pochodzenia obcego. Wstępne badania wskazują, że na 143 do tej pory zbadane populacje 76 jest zanieczyszczonych świerkiem pochodzenia alpejskiego, a zanieczyszczenie to wynosi od 3% do 100%. Świerk pochodzenia alpejskiego jest obecny nawet w mikroregionach matecznych, które zostały utworzone z myślą o ochronie lokalnych ekotypów, oraz wśród drzew doborowych (Lewandowski i in. 2012). Wydaje się, że zanieczyszczenie obcym materiałem nasiennym może być równie duże w przypadku innych naszych gatunków drzewiastych, głównie sosny zwyczajnej. W tym kontekście niezwykle ważnym jest kompleksowe poznanie struktury genetycznej oraz zróżnicowania genetycznego gatunków drzewiastych występujących w naszym kraju, ze szczególnym uwzględnieniem zbadania jednorodności i czystości genetycznej populacji wewnątrz regionów nasiennych.

Rekomendacje

- Konieczna jest intensyfikacja prac nad selekcją indywidualną wybranych gatunków drzew (takich jak brzoza brodawkowata, daglezwia zielona, modrzew europejski, sosna zwyczajna, świerk pospolity) o wysokim potencjale realizacji zysku genetycznego w relatywnie krótkim czasie oraz położenie mniejszego nacisku na ich selekcję populacyjną. Konieczna jest kontynuacja programu testowania potomstwa drzew matecznych. W odniesieniu do pozostałych gatunków należy kontynuować selekcję populacyjną.
- Niezbędne jest określenie wiodącej funkcji lasu przy zrównoważonym udziale powierzchniowym różnych funkcji. Celowe jest wprowadzanie wyselekcjonowanych genetycznie drzew w formie zbliżonej do plantacji tam, gdzie funkcja produkcyjna jest wiodąca. Jednocześnie wskazane jest prowadzenie badań, które dostarczą odpowiedzi na pytanie, jakie zabiegi uprawowo-hodowlane dadzą najlepsze efekty przy uprawie ulepszonych genotypów drzew.
- Konieczne jest zastosowanie nowych metod sekwencjonowania i genotypowania DNA w skali całego genomu do analizy genetycznych podstaw wydzielania stref nasiennych gatunków uprawnych, adaptacji i zmienności fenotypowej cech użytkowych drzew leśnych oraz opracowania metod dla selekcji genomowej w programach hodowlanych.
- Racjonalna gospodarka leśna powinna prowadzić do zachowania zmienności genetycznej w populacjach podstawowych, przy jednoczesnej kapitalizacji zysku genetycznego uzyskanego w populacjach hodowlanych.

- Konieczna jest identyfikacja populacji szczególnie narażonych na wpływ zmian klimatu w celu zachowania ich zasobów genowych *ex situ* w bankach genów. W odniesieniu do długoterminowego przechowywania materiału genetycznego problemem do rozwiązania pozostaje wypracowanie nowych metod i technologii przechowalniczych dla nasion z kategorii *recalcitrant*.
- Niezbędna jest intensyfikacja badań genetycznych nad kompleksowym poznaniem struktury genetycznej populacji gatunków drzewiastych, ze szczególnym uwzględnieniem problemu jednorodności i czystości genetycznej populacji wewnątrz regionów nasiennych.
- Należy rozpocząć prace nad zmiennością genetyczną „dynamicznych jednostek zachowawczych” znajdujących się w bazie EUFGIS i prowadzić stały monitoring genetyczny zmian w nich zachodzących.

Literatura

- Aitken S.N., Bemmels J.B. 2015. Time to get moving: assisted gene flow of forest trees. *Evolutionary Applications*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/eva.12293>.
- Anderson J.T., Willis J.H., Mitchell-Olds T. 2011. Evolutionary genetics of plant adaptation. *Trends in Genetics* 27: 258–266.
- Anonim. 1884. Produkcja nasion. *Sylwan* 139.
- Beaulieu J., Doerksen T., Boyle B., Clement S., Deslauries M., Beauseigle S. i in. 2011. Association genetics of wood physical traits in the conifer white spruce and relationships with gene expression. *Genetics* 188: 197–214.
- Chalupka, W., Mejnartowicz, L., Lewandowski A. 2008. Reconstruction of a lost forest tree population: A case study of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.). *Forest Ecology and Management* 255: 2103–2108.
- Chalupka W., Matras J., Barzdajn W., Blonkowski S., Burezyk J., Fonder W. i in. 2011. Program zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew w Polsce na lata 2011–2035. Warszawa, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych.
- Desta Z.A., Ortiz R. 2014. Genomic selection: genome-wide prediction in plant improvement. *Trends in Plant Science* 19: 592–601.
- De Vries S., Alan M., Bozzano M., Burianek V., Collin E., Cotrell J. i in. 2015. Pan-European strategy for genetic conservation of forest tree species and establishment of a core network of dynamic conservation units. European Forest Genetic Programme (EUFORGEN), Bioversity International, Rome, Italy. Xiv+40p. ISBN 978-92-9255-029-5.
- Grattapaglia D. 2014. Breeding forest trees by genomic selection: current progress and the way forward. w: *Genomics of plant genetic resources*. Tuberosa R., A. Graner, E. Frison (eds). Springer Science, Business Media, Dordrecht, 651–682.
- Ingvarsson P.K., Garcia M.V., Luquez V., Hall D., Jansson S. 2008. Nucleotide polymorphism and phenotypic associations within and around the phytochrome B2 locus in European Aspen (*Populus tremula*, Salicaceae). *Genetics* 178: 2217–2226.
- Kelleher C., De Vries S., Bozzano M., Frýdl J., Goicoechea P.G., Ivankovic M. i in. 2015. Approaches to the conservation of forest genetic resources in Europe in the context of climate change. European Forest Genetic Programme (EUFORGEN), Biodiversity International, Rome, Italy. Xiv+47pp. ISBN 978-92-9255-032-5.
- Koskela J., Lefèvre F., Schueler S., Kraigher H., Olrik D.C., Hubert J. i in. 2013. Translating conservation genetics into management: Pan-European minimum requirements for dynamic conservation units of forest tree genetic diversity. *Biological Conservation* 157: 39–49.

- Lefèvre F., Koskela J., Hubert J., Kraigher H., Longauer R., Olrik D.C. i in. 2013. Dynamic conservation of forest genetic resources in 33 European countries. *Conservation Biology* 27: 373–384.
- Lewandowski A. 2014. Kwestia rodzimości polskich populacji w świetle XIX- i XX-wiecznego importu nasion – przykład świerka pospolitego, w: Zimowa Szkoła Leśna przy Instytucie Badawczym Leśnictwa. VI Sesja: Przyrodnicze, społeczne i gospodarcze uwarunkowania oraz cele i metody hodowli lasu. Sękocin Stary, 18–20 marca 2014, 272–276.
- Lewandowski A., Burczyk J. 2002. Allozyme variation of *Picea abies* in Poland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 487–494.
- Lewandowski A., Litkowiec M., Grygier A., Dering M. 2012. Weryfikacja pochodzenia świerka pospolitego (*Picea abies*) w Nadleśnictwie Gołdap. *Sylwan* 156 (7): 494–501.
- McKeand S., Mullin T., Byram T., White T. 2003. Deployment of genetically improved loblolly and slash pines in the South. *Journal of Forestry* 101: 32–37.
- McKeand S. 2014. Today's successes and future challenges for the NC State University Cooperative Tree Improvement Program. 2014 IUFRO Forest Tree Breeding Conference, August 25–29 2014, Prague, Czech Republic.
- McLachlan J.S., Hellmann J.J., Schwartz M.W. 2007. A framework for debate of assisted migration in an era of climate change. *Conservation Biology* 21: 297–302.
- Pasam R., Sharma R., Malosetti M., van Eeuwijk F., Haseneyer G., Kilian B., Graner A. 2012. Genome-wide association studies for agronomical traits in a world wide spring barley collection. *BMC Plant Biology* 12: 16.
- Savolainen O., Bokma F., Knürr T., Kärkäinen K., Pyhäjärvi T., Wachowiak W. 2007. Adaptation of forest trees to climate change? w: Koskela J., Buck A., Teissier du Cros E., (eds). *Climate change and forest genetic diversity: implications for sustainable forest management in Europe*. Biodiversity International, Rome Italy, 19–30.
- Squillace A.E. 1989. Tree improvement accomplishments in the South. 20th Biennial Southern Forest Tree Improvement Conference, June 26–30, 1989, Charleston, SC, USA.
- The State of the World's Forest Genetic Resources. 2014. FAO, Rome. ISBN 978-92-5-108402-1.
- Trąpczyński H. 1850. Zatrudnienia leśne. *Ziemiańin* 1: 359–361.
- Wachowiak W., Trivedi U., Perry A., Cavers S. 2015. Comparative transcriptomics of a complex of four European pine species. *BMC Genomics* 16: 234.

Potrzeby badawcze nowoczesnego sektora drzewnego w kontekście rozwoju zielonej gospodarki

prof. dr hab. Ewa RATAJCZAK

Instytut Technologii Drewna, Poznań

Wstęp

Cechą współczesnego etapu cywilizacyjnego rozwoju jest silne oddziaływanie nauki na wszystkie sfery aktywności społecznej. Można się spodziewać, że tak będzie również w przyszłości. Wiedza i pomysłowość, a także szybkie docieranie do informacji są i będą gwarantem innowacyjności, zapewniającej konkurencyjność na globalnym rynku. Nowa wiedza jest warunkiem zrównoważonego rozwoju, nowoczesności i zgodności z zasadami zielonej gospodarki. Dotyczy to w wyjątkowo dużym stopniu leśnictwa i drzewnictwa. Jest ważne i korzystne, że polskie drzewnictwo, będąc uczestnikiem światowej, a zwłaszcza europejskiej, przestrzeni naukowej, może zarówno czerpać z wiedzy w niej kreowanej, jak i aktywnie wpływać na proces jej tworzenia i rozwoju. Sprzyjają temu procesy globalizacyjne, które powodują, że ułatwiony jest dostęp do wiedzy i nowych technologii i łatwiejszy jest wybór kierunków badań gwarantujących szybkie uzyskanie pożądanego efektu. Oczywiście ostateczne kierunki w postępie naukowym są rezultatem specyfiki i poziomu rozwoju poszczególnych branż drzewnych, a także potencjału sfery nauki i badań w drzewnictwie oraz polityki w sferze nauki i innowacyjności. Ważne jest przy tym nie tylko kreowanie nowej wiedzy, lecz także akceptacja społeczna dla preferowanych kierunków badań, zwłaszcza w przypadku finansowania ich ze środków publicznych.

Celem opracowania jest identyfikacja potrzeb badawczych polskiego sektora drzewnego zwiększających jego innowacyjność, z uwzględnieniem kontekstu zielonej gospodarki. Jednak o potrzebach badawczych przemysłu można mówić zasadniczo w odniesieniu do krótkiego czasu (3–5 lat), a w długiej perspektywie są one zawsze odzwierciedleniem potrzeb społecznych, dlatego powinno się raczej mówić o pożądanym czy spodziewanym kierunkach/nurtach badań.

Postawiony w tym opracowaniu problem rozpatrywano na tle zmian w procesie kreowania postępu technicznego spowodowanych warunkami gospodarki opartej na wiedzy, roli nauki w budowie takiej gospodarki, zmian w procesie kreowania badań, megatrendów i wyzwań w sferze badawczej drzewnictwa oraz zmian głównych warun-

ków sukcesu w tej dziedzinie. Wskazano też pożądane kierunki badań ekonomicznych w drzewnictwie jako dyscyplinie naukowej odzwierciedlającej wszystkie aspekty funkcjonowania i rozwoju sektora drzewnego.

W opracowaniu wykorzystano zasadniczo wiedzę wynikającą z własnych zainteresowań naukowych, z udziału w krajowych i międzynarodowych gremiach kreujących systemy i programy badawcze w drzewnictwie i jego otoczeniu, a także z realizacji projektu o charakterze foresightu technologicznego w drzewnictwie (Ratajczak 2010, 2010a, 2010b, 2010d, 2011).

Nowa rola nauki w gospodarce opartej na wiedzy

Koncepcja gospodarki opartej na wiedzy wywodzi się z relatywnie nowego w ekonomii paradygmatu rozwoju gospodarczego, w którym za kluczowe stimulatory rozwoju przyjmuje się kapitał społeczny i rozwiązania instytucjonalne (Pakulska, Poniatowska-Jaksch 2009, s. 193–204). Efektem takiego podejścia jest uznanie wiedzy za czynnik sprawczy rozwoju społeczeństw i gospodarek. Cechą gospodarki opartej na wiedzy jest coraz większa skala wykorzystywania wartości pozamaterialnych (wiedzy, technik informatycznych) zamiast surowców i energii. Doprowadziło to do sformułowania poglądu o końcu epoki tradycyjnego przemysłu i o powstaniu społeczeństwa postindustrialnego. W ostatnim czasie dostrzega się jednak potrzebę powrotu do uznania przemysłu za ważną część współczesnej gospodarki (koncepcja reindustrializacji). Chodzi przy tym o przemysł nowoczesny, na miarę potrzeb społeczeństwa XXI wieku.

Cechą współczesnych przekształceń jest stosowanie na niespotykaną dotychczas skalę technik informatycznych i komunikacyjnych jako narzędzi zdobywania wiedzy i wspomagania wszelkich działań, dlatego często, dla opisu nowych zjawisk, zamiennie traktuje się terminy: gospodarka oparta na wiedzy (*knowledge-based economy*), gospodarka cyfrowa czy elektroniczna (*digital economy*) lub gospodarka sieciowa (*network economy*), chociaż poszczególne pojęcia różnią się zakresem i intensywnością opisywanych zmian (Woroniecki 2001, s. 48). W Europie za bardziej adekwatne w odniesieniu do obecnych procesów i przeobrażeń uważa się pojęcie gospodarki opartej na wiedzy, a do jej głównych fundamentów zalicza się (Kukliński 2001, s. 15):

- nową interpretację roli nauki i badań we współczesnych społeczeństwach (wytworzenie wiedzy jest procesem coraz bardziej społecznie rozproszonym, nie ograniczonym wyłącznie ramami specjalnych instytucji),
- nową integrację teorii procesów tworzenia i dyfuzji innowacji (złożony mechanizm społeczny w miejsce jednego aktu twórczego; interaktywny model innowacji zamiast linearnego modelu nauki i technologii),
- nową teorię rozwoju gospodarczego, uznającą wiedzę za najważniejszy endogeniczny czynnik produkcji.

Wiedza i umiejętności wsparte nowoczesnymi technikami komunikacji i globalnymi sieciami informatycznymi przyczyniają się do wzrostu znaczenia indywidualizmu (przedsiębiorczości) i odpowiedzialności własnej, w tym również znaczenia firm małych (nawet jednoosobowych) kosztem znaczenia przedsiębiorstw większych. Jednocześnie,

zaawansowane techniki informatyczne i komunikacyjne, pozwalające na zachowanie zasady przejrzystości oceny w skali światowej (powszechny i szybki dostęp do informacji o nich), umacniają pozycję nabywców i powodują dużą konkurencję cenową. Nasilona konkurencja stymuluje z kolei wzrost zainteresowania wprowadzaniem innowacji, będących siłą napędową ciągłej poprawy wydajności.

Postęp naukowy i mechanizmy kreowania innowacji

Niezadowolenie powodem postępu naukowego

Pierwotnym impulsem do postępu naukowego jest niezadowolenie ze wszystkiego, co już posiadamy i o czym już wiemy. To niezadowolenie, wraz z wyobraźnią, ciekawością, wolą, rozumem, wiarą w przyszłość, a nawet ambicjami, staje się podstawą do kreowania innowacji. Zaspokaja on także naturalne dążenie człowieka do zdobywania informacji lub, jak kto woli, dążenie do zdobywania naukowej „prawdy” (Starczewski 2009). Czynnikiem sprawczym postępu naukowego jest zatem człowiek i potrzeby społeczne.

Zależność między nauką a wszystkimi sferami aktywności społecznej, a zwłaszcza sferą materialną, można ująć jako triadę: nauka-technika-produkcja, przy czym jest ważne, iż jest to układ dynamiczny, o wysoce zmiennej strukturze, powiązany siecią sprzężeń zwrotnych (Janasz 1999, s. 9). W tych warunkach, determinantą postępu technicznego jest posiadanie określonego zasobu wiedzy oraz wykorzystanie jej w praktyce. Oznacza to konieczność zacieśniania współpracy sfery nauki, badań i rozwoju ze sferą produkcji, i odwrotnie, w celu rynkowego wykorzystania pomysłów i wynalazków (komercjalizacji wyników badań). Polityka państwa w sferze nauki, badań i rozwoju, niedostatecznie do tej pory stymulująca badania i rozwój, co znajduje wyraz w niskim poziomie nakładów na B+R i strukturze źródeł finansowania działalności badawczo-rozwojowej, odzwierciedla się w relatywnie niskiej randze nauki oraz niskiej innowacyjności polskiej gospodarki. Świadczy o tym wiele analiz i rankingów. W dziedzinie innowacyjności Polska nadal w znacznym stopniu odbiega od średniego stanu w Europie i świecie. Podobnie, albo i jeszcze gorzej, jest w sektorze drzewnym.

Mechanizmy kreowania innowacji

W ogólnym ujęciu, impulsy do rozwoju wiedzy w dziedzinie drzewnictwa mogą pochodzić zarówno ze strony konsumentów (popytu) i wówczas powstają technologie i innowacje typu *pull*, jak i ze strony podaży – technologie typu *push*. Głównym stymulatorem w pierwszej grupie czynników sprawczych postępu naukowego i technologicznego, czyli po stronie popytu, są: zmiany poziomu rozwoju gospodarczego, zmiany demograficzne, zmiany zachowań konsumentów – modelu ich życia, konsumpcji oraz preferencji nabywczych (m.in. pod wpływem powszechnie przyjętych zasad i priorytetów, np. prymatu ekologii), oraz rachunek ekonomiczny. Do najważniejszych czynników usytuowanych po stronie podaży należy natomiast zaliczyć: innowacje technologiczne

o charakterze przełomowym, zmiany zasobów surowca drzewnego i ich struktury, regulacje prawne oraz standardy i normy dotyczące zastosowania materiałów i wyrobów w różnych działach gospodarki, politykę naukową oraz inwestowanie w naukę – kadry i instytucje (Ratajczak 2010d, 2011). W obu przypadkach podstawowym czynnikiem wiodącym jest kapitał ludzki. W tym względzie istotne są czynniki wynikające z trendów demograficznych, a także mobilność ludzi i otwartość na zmiany. Szczególnie wysoko ceniona jest kreatywność, elastyczność i umiejętność dostosowywania się do zmieniających się warunków. Ocenia się, że cechy te są bardzo powszechne w USA, natomiast w Europie zbyt mała jest choćby mobilność ludzi. Ponadto największą przewagą sfery nauki w USA w porównaniu z Europą jest, oprócz dużych nakładów na naukę, znaczący udział młodych, utalentowanych naukowców.

Niezwykle ważnym czynnikiem kreującym nowe badania są innowacje technologiczne, zwłaszcza o charakterze przełomowym i przynoszące radykalnie nowe rozwiązania. Możliwości i kierunki innowacyjnych zmian w działalności badawczej i produkcyjnej w dużym stopniu zależą od zaawansowania cyberprzestrzeni i cyberinfrastruktury (Janasz, 1999, s. 9). W Polsce i w polskim drzewnictwie sytuacja w tym względzie nie jest jeszcze zadowalająca, pomimo systematycznej poprawy. Pokonanie tej bariery jest w dużym stopniu determinowane przez czynniki ekonomiczne, zwłaszcza finansowanie nauki, oraz przez wspieranie rozwoju technologii i procesu wchłaniania ich przez przedsiębiorstwa drzewne.

Dla sektora drzewnego ważnym stymulatorem zmian w technikach i technologiach są zmiany zasobów surowca drzewnego i ich struktury, w tym struktury zarówno rodzajowej, jak i jakościowej drewna oferowanego na rynku. Zmiany te zachodzą pod wpływem działalności człowieka bądź zjawisk przyrodniczych (np. oferowanie coraz cieńszego surowca lub okresowa podaż drewna pokłeskowego). W nowych warunkach, zarówno naukowcy, jak i producenci materiałów i wyrobów drzewnych, dostosowując się do zaistniałej sytuacji, opracowują nowe rozwiązania technologiczne i materiałowe z wykorzystaniem surowca o nowych parametrach użytkowych (Ratajczak 2006, 2010a).

Istotne znaczenie mają również różne regulacje odnoszące się do zastosowań drewna. Zmiany przepisów prawnych, norm i standardów mogą powodować, a nawet wymuszać poszukiwanie nowych rozwiązań technologicznych i produktowych.

Innowacyjność polskiego sektora drzewnego – cechy i ograniczenia

Podstawą zrównoważonego rozwoju gospodarki i branż oraz ich konkurencyjności są innowacje. Jednak z istoty drzewnictwa, którą jest przetwarzanie surowca naturalnego, wynikają obiektywne ograniczenia w procesie ciągłego doskonalenia technologii produkcji i produktów oraz ich rewolucyjnych zmian. W porównaniu z przemysłami uznawanymi za nowoczesne sektor drzewny ogólnie można określić jako przemysł dojrzały, charakteryzujący się mniejszą podatnością na innowacje. W związku z tym zarówno intensywność działań innowacyjnych, jak i proces rozpowszechniania się nowych technologii i nowych produktów drzewnych w skali międzynarodowej przebiega na ogół wol-

niej niż w gałęziach i branżach będących nośnikami postępu technicznego (Ratajczak 2009). Znajduje to wyraz w formalnym zaklasyfikowaniu praktycznie wszystkich branż drzewnych do grupy „przemysłów niskiej techniki” (GUS 2014a, s. 209). Nie oznacza to jednak braku postępu technicznego w procesach wytwarzania wyrobów drzewnych, choć w poszczególnych branżach tempo zmian jest bardzo zróżnicowane. Różnice podatności poszczególnych branż sektora drzewnego na innowacje oraz ich aktywności innowacyjnej wynikają głównie ze specyfiki wytwarzanych produktów (zaspokajających wyraźnie określone potrzeby) oraz z dotychczasowego rozwoju branż. Najbardziej podatne na innowacje są przemysły: meblarski, płyt drewnopochodnych i przetwórstwa papierniczego. W najmniejszym stopniu natomiast innowacyjność charakteryzuje przemysł tartaczny, w którym procesy technologiczne są stosunkowo proste, czynności – powtarzalne, a w strukturze asortymentowej dominują wyroby standardowe (Ratajczak 2006).

W 2013 roku jedynie w przemyśle celulozowo-papierniczym i przetwórstwa papierniczego odsetek przedsiębiorstw, które ponoszą nakłady na działalność innowacyjną, był większy (16,1%) niż przeciętnie w przetwórstwie przemysłowym (13,1%). W tradycyjnie rozumianym przemyśle drzewnym wynosił on 6,9%, a w meblarskim – 8,9% (GUS 2014, s. 68). W drzewnictwie, tak jak w całym polskim przemyśle, przeważa techniczny charakter innowacji, w przeciwieństwie do przemysłów Unii Europejskiej, gdzie dominują innowacje produktowe. W 2013 roku zakup maszyn i urządzeń w przemyśle celulozowo-papierniczym i przetwórstwa papierniczego stanowił 79% nakładów na innowacje, w tradycyjnym przemyśle drzewnym – 62%, a w meblarskim – 48% (GUS 2014, s. 70). Jednocześnie w Polsce bardzo mała jest aktywność innowacyjna przedsiębiorstw sektora drzewnego w zakresie generowania nowej wiedzy. W strukturze nakładów na działalność innowacyjną nakłady na działalność badawczo-rozwojową stanowią niewielki odsetek (w 2013 roku niecałe 7%, podczas gdy w przetwórstwie przemysłowym ponad 22%); niskie są również nakłady na szkolenie personelu związane z działalnością innowacyjną, a także na marketing dotyczący nowych i zmodernizowanych wyrobów. Ponadto, w branżach sektora drzewnego postęp techniczny nadal ma charakter głównie imitacyjny (co jest cechą charakterystyczną procesów innowacyjności większości branż w Polsce). W sektorze drzewnym zasadniczo korzysta się na ogół z istniejących i oferowanych na rynku zagranicznych osiągnięć myśli technicznej, w znikomym tylko stopniu ponosząc wysiłek badawczy i wdrożeniowy we własnym zakresie. Nie jest to jednak naganne, gdyż jednocześnie jest to najkrótsza i najszybsza droga do innowacji, a takie szukają przedsiębiorcy.

Z realizacji dotychczasowych programów mających na celu pobudzenie działalności innowacyjnej przemysłu wynika, że nie przyniosły one, jak na razie, zadowalających rezultatów w postaci poprawy stanu i skali wprowadzanych procesów innowacyjnych w sektorze drzewnym. W ostatnich latach było aktywnych w sferze innowacji tylko około 22% przedsiębiorstw celulozowo-papierniczych, 18% firm meblarskich oraz 10% przedsiębiorstw drzewnych (GUS 2014, s. 32). Główną barierą w działalności innowacyjnej, wskazywaną przez przedsiębiorstwa, była silna konkurencja cenowa (45–48% firm) i brak środków finansowych (21–25% firm) (GUS 2013, s. 118). Taka opinia jest o tyle zastanawiająca, że przecież innowacja na ogół powoduje wzrost wydajności, a uzyskane w ten sposób oszczędności rekompensują poniesione koszty.

O innowacyjności firm drzewnych świadczy stopień ich informatyzacji, a także rozwiązania z zakresu automatyki i robotyki. Wspierają one monitoring systemu zarządzania produkcją, w tym zarządzania przepływem materiałów. Coraz popularniejsze, nawet wśród małych i średnich firm drzewnych (choć w niedostatecznej skali), są elektroniczne systemy zarządzania procesami biznesowymi, wspierania sprzedaży czy analityki biznesowej. W dobie globalizacji i coraz wyższych standardów dotyczących produktów szczególne znaczenie ma także dobre wzornictwo. Coraz częściej nawiązywana jest współpraca pomiędzy środowiskami akademickimi, projektantami i przedsiębiorcami (zwłaszcza w meblarstwie).

Jednocześnie jest charakterystyczne, że chociaż według obiegowych opinii innowacyjność kojarzy się z małymi i średnimi przedsiębiorstwami (i tak jest w przypadku usług lub zaawansowanej techniki), to w praktyce, w większości przypadków, inicjatorami innowacji są firmy duże, posiadające odpowiedni potencjał przedsiębiorczości (Ratajczak 2009, 2014).

Megatrendy i wyzwania dla przemysłów opartych na drewnie

Jako uczestnik globalnej społeczności Polska i polskie drzewnictwo jest pod wpływem zjawisk i procesów o charakterze megatrendów, które z jednej strony przyspieszają postęp naukowy i technologiczny, a z drugiej – rodzą określone wyzwania. Wyzwania te wynikają głównie z procesów globalizacyjnych, budowy gospodarki opartej na wiedzy oraz idei zrównoważonego rozwoju (w tym dylematów wyboru między ograniczonością zasobów surowców i nośników energii a stałym wzrostem zróżnicowanych potrzeb społecznych).

Na tle różnych tendencji rysujących się w światowym i europejskim drzewnictwie można stwierdzić, że wśród wyzwań, jakie pojawiły się przed drzewnictwem jako nauką i działem gospodarki, zwłaszcza w kontekście zielonej gospodarki, najważniejsze to (Ratajczak 2011b, 2013, 2014):

- zapobieganie zmianom klimatu,
- zrównoważony rozwój (ekologia, energia odnawialna),
- zwiększenie zasobów surowca drzewnego (poszukiwanie alternatywnych źródeł surowca),
- ciągły postęp techniczny, nieobciążający środowiska i wykorzystujący automatykę i informatykę,
- zaspokajanie rosnących i zróżnicowanych potrzeb społecznych.

Dla przedsiębiorców sektora drzewnego oznacza to potrzebę rozwiązania wielu problemów, a wśród nich (Ratajczak 2003, s. 113):

- zmiany krótkookresowych dotychczas strategii działania na strategię długofalowe,
- intensyfikacji współpracy ze sferą nauki w celu maksymalnego wykorzystania innowacyjnych rozwiązań (np. poprzez bezpośrednie zlecenia, udział w projektach celowych, zatrudnianie pracowników naukowych),
- partycypacji w finansowaniu badań,

- zwiększenia infrastruktury elektronicznej zakładów i upowszechniania zarządzania firmą przy pomocy nowoczesnych mediów,
- zapewnienia ciągłego doskonalenia kwalifikacji kadr (wiedzy i umiejętności).

Z kolei dla sfery nauki konieczne jest przede wszystkim:

- zwiększenie aktywności zapewniającej komercjalizację badań (ściśła współpraca z producentami, indywidualizacja badań dla lepszego dostosowania do potrzeb firm, traktowanie wyników badań jako oferowanego produktu),
- rozwiązywanie problemów w ujęciu interdyscyplinarnym i we współpracy z różnymi instytucjami, nie tylko badawczymi (ośrodki badawcze, przemysł, banki, jednostki edukacyjne, inwestycje samorządowe itp.), również w skali międzynarodowej.

Warunkiem korzystnych zmian jest jednocześnie usprawnienie systemu finansowania nauki i badań ze środków publicznych dla zapewnienia finansowania wstępnej, wyprzedzającej fazy badań stosowanych, których wsparciem nie są zainteresowani przedsiębiorcy (oczekujący konkretnej oferty wyników badań, ewentualnie akceptujący fazę dostosowania takiej oferty do swoich indywidualnych potrzeb i strategii rozwojowych).

Z pewnością wyzwań stojących przed Polską i polskim drzewnictwem jest o wiele więcej. Część z nich trudno jest nawet sobie wyobrazić, tak nowe i rewolucyjne zmiany niesie ze sobą gospodarka oparta na wiedzy i przyszłość.

Badania dla wzrostu innowacyjności polskiego sektora drzewnego

Sposoby identyfikacji potrzeb badawczych

Wobec bardzo ograniczonych środków, zwłaszcza publicznych, na badania i rozwój, ważna jest efektywność ich wykorzystywania. Dlatego konieczne jest ustalanie priorytetów i wybór takich kierunków badań, które w największym stopniu mogą zdynamizować rozwój polskiej gospodarki i drzewnictwa. Ważne jest przy tym, aby priorytety naukowe sprzyjały zaspokajaniu potrzeb społecznych i ekonomicznych.

Do niedawna w Polsce brakowało mechanizmów wyłaniania tematyki i projektów priorytetowych dla innowacyjności polskiej gospodarki. Kierunki badań w drzewnictwie i jego dyscyplinach szczegółowych stanowiły rezultat wysiłku badawczego i intelektualnego badaczy zajmujących się tą dziedziną wiedzy, skupionych zasadniczo w ośrodkach naukowo-dydaktycznych i naukowo-badawczych. Na ogół wyznaczały je (i często nadal wyznaczają) krótko- i średniookresowe programy badawcze tych instytucji, a wyłanianie priorytetów badawczych miało charakter okazjonalny. Sposobem i miejscem wyłaniania kierunków badań były też prognozy sektora drzewnego i leśno-drzewnego (opracowywane przez Instytut Technologii Drewna w Poznaniu na zamówienie resortów środowiska i gospodarki), które zawierały przewidywania dotyczące rozwoju techniki i technologii i sfery B+R. Próby łącznego ujęcia poszczególnych propozycji badawczych podejmował m.in. Komitet Technologii Drewna PAN (Oniśko, Moliński 2005). Od wejścia Polski do Unii Europejskiej duży wkład miała w tym względzie

Polska Platforma Technologiczna Sektora Leśno-Drzewnego (Noskowiak 2007, Frąckowiak 2007). Pierwsze systemowe i kompleksowe podejście w kreowaniu przyszłości drzewnictwa jako nauki i dziedziny gospodarki zapewnił foresight przeprowadzony w okresie 2009–2011 (Foresight w drzewnictwie).

Nowym mechanizmem wyłaniania priorytetów badawczych w skali kraju i regionu jest formułowanie strategii inteligentnych specjalizacji. W uproszczeniu można przyjąć, że jest to identyfikacja i wspieranie priorytetowych obszarów w zakresie badań, rozwoju i innowacji w procesie przedsiębiorczego odkrywania, a inteligentne specjalizacje to nowe lub ewoluujące specjalizacje gospodarcze, które opierają swój rozwój i konkurencyjność w skali międzynarodowej na unikalnych zasobach regionalnych, nowatorskiej kombinacji różnych zasobów/branż oraz innowacjach technologicznych i nietechnologicznych, w tym adaptacji tzw. kluczowych technologii wspierających (*key enabling technologies*). Technologiami wspierającymi rozwój wszystkich branż są głównie ICT, biotechnologia przemysłowa, nanotechnologia, zaawansowane materiały, fotonika, mikro- i nanoelektronika oraz zaawansowane systemy produkcyjne. W wyborze specjalizacji bardzo ważny jest sam mechanizm selekcji dający rzetelne podstawy do wskazania priorytetów, ale jeszcze ważniejszy jest oddolny charakter wyłaniania priorytetów. W procesie identyfikacji inteligentnych specjalizacji kluczową rolę powinni odgrywać przedsiębiorcy (Foray 2009, EC 2012, Dzierżanowski 2013, MG 2014).

Podsumowując tę część rozważań, można stwierdzić, że w odniesieniu do polskiego drzewnictwa potrzeba wzmożonej koncentracji na tych badaniach, które:

- są najważniejsze i dają największe szanse na rozwój w świetle trendów światowych,
- mogą stać się specjalnością nauki polskiej i szansą na wniesienie własnego wkładu w rozwój nauki w Europie i świecie,
- mają szanse na wykorzystanie rynkowe (sprzedaż, eksport wyrobów opartych na innowacyjnych technologiach itp.) (MNiI 2004).

Przewidywane kierunki badań w drzewnictwie

Jak już wspomniano, o potrzebach badawczych przemysłu można mówić zasadniczo w odniesieniu do krótkiego okresu czasu, gdy są już one konkretną odpowiedzią na potrzeby społeczne, ich fazą wdrożeniową. W dalszej perspektywie właściwsza jest dyskusja o nurtach i kierunkach badań spodziewanych i/lub pożądanym ze względu na określone kryterium. Ostatnio jest nim zrównoważony rozwój, zapewniający zaspokojenie potrzeb społecznych i jednocześnie – wzrost innowacyjności polskiego sektora drzewnego oraz jego „zazielenienie”.

Należy podkreślić, że w odniesieniu do sektora drzewnego jako całości wybór priorytetów badawczych jest wyjątkowo trudny. Jego branże cechują się bowiem odmiennymi procesami produkcji, asortymentem produkowanych wyrobów kierowanych do różnych odbiorców, stopniem nowoczesności stosowanych technik i technologii. Na każdą z branż drzewnych oraz kreowane przez nią rynki produktowe wpływa szeroki wachlarz różnorodnych czynników kształtujących popyt i podaż, których przewidzenie w odległym czasie jest często niemożliwe. Wpływa to również na proces identyfikacji strategicznych kierunków badań.

Rozpatrując potrzeby badawcze sektora drzewnego w kontekście idei zrównoważonego rozwoju i związanej z nią koncepcji zielonej gospodarki, można stwierdzić, że sektor ten jest już w dużym stopniu zaawansowany w jej budowie, choć potrzeby (ale i możliwości) przyspieszenia pożądanych zmian są w nim nadal duże (Ratajczak 2014). Dla zielonego, zrównoważonego rozwoju i wzrostu innowacyjności sektora drzewnego pożądane były i będą badania o dużym potencjale aplikacyjnym, to jest takie, które oferują niskowęglowe i niskoenergetyczne procesy produkcyjne i jednocześnie wpływają na zwiększenie efektywności przemysłu. W procesie „zazieleniania” sektora drzewnego w krótszym i dłuższym czasie można oczekiwać takich trendów, jak:

- zwiększanie zasobów drewna (*wood mobilisation*) z różnych źródeł: z lasu i źródeł alternatywnych (drewno z plantacji, odpady leśne i produkcyjne, drewno użytkowe, rośliny jednoroczne),
- racjonalizacja zużycia drewna i wzrost efektywności produkcji wyrobów drzewnych nie tylko wzdłuż łańcucha dostaw (kaskada zużycia), ale w obiegu zamkniętym (gospodarka bezodpadowa, *circular economy*) (Ku gospodarce o obiegu zamkniętym 2014) przy dążeniu do ekonomicznej i środowiskowej równowagi,
- postęp techniczny i innowacje z priorytetem ochrony środowiska (od *high-tech* do *eco-tech*), w tym projektowanie wyrobów pod kątem recyklingu i gospodarki bezodpadowej,
- rozwój zielonego (i inteligentnego) budownictwa jako ważnego miejsca zastosowań drewna,
- wzrost efektywnego wykorzystywania biomasy drzewnej jako źródła energii odnawialnej,
- dbałość o jakość i bezpieczeństwo produkowanych wyrobów.

W przyszłości badania będą się zatem koncentrowały na (Ratajczak 2010, 2010a, 2013 s. 49, 2014a):

- optymalizacji wykorzystania drewna różnych gatunków i jakości (o mniejszych wymiarach, z terenów przemysłowych, porolnych i pokłeskowych, odpadów leśnych i produkcyjnych, drewna użytkowego), dzięki poznawaniu jego właściwości, kombinacji z innymi surowcami (rośliny jednoroczne, tworzywa sztuczne), kompleksowym przerobie (m.in. poprzez mechanizację prac i stosowanie wysokowydajnych, precyzyjnych maszyn i urządzeń),
- wykorzystywaniu inżynierii genetycznej w sterowaniu procesami biosyntezy (dla doskonalenia procesów przetwarzania drewna),
- zastosowaniu biotechnologii dla uzyskania nowych możliwości wykorzystywania drewna,
- modyfikacji struktury drewna (m.in. pod kątem trwałości wymiarowej, odporności na korozję, wytrzymałości mechanicznej),
- wykorzystywaniu inżynierii materiałowej dla nowych rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych,
- przedłużaniu trwałości (użytkowania) drewna i jego pochodnych przez doskonalenie metod uszlachetniania materiałów i wyrobów drzewnych (m.in. nanopowłoki, nanowarstwy, technologie antystatyczne) oraz zastępowaniu syntetycznych związków chemicznych związkami naturalnymi pochodzącymi z surowców roślinnych,

- wytwarzaniu nowych wyrobów drzewnych: surowco- i energooszczędnych, bezemisyjnych, termoizolacyjnych, dźwiękoszczelnych, podatnych na recykling,
- ograniczaniu uciążliwości procesów technologicznych dla otoczenia i środowiska naturalnego, w tym rozwoju nowych technologii w obszarze zielonej energii,
- kompleksowym zastosowaniu numerycznych metod obliczeniowych.

Z foresightu wynika, że w bliższej i dalszej przyszłości na innowacyjność polskiego sektora drzewnego jako całości największy wpływ będą miały badania naukowe dotyczące kompozytów drzewnych, różnych aspektów wykorzystywania bioenergii oraz zrównoważone, ekologiczne i inteligentne budownictwo (Ratajczak 2010c, s. 25–255). Te nurty badawcze powinny przynieść atrakcyjną dla nabywców ofertę nowych produktów i technologii, przyczynić się do optymalizacji wykorzystania surowca drzewnego z wszystkich dostępnych źródeł, do wzrostu eksportu (zwłaszcza wyrobów wysoko przetworzonych), lepszej ochrony środowiska naturalnego, a ostatecznie – do poprawy jakości życia polskiego społeczeństwa.

Należy dodać, że badania naukowe aspektów energetycznych drzewnictwa wiążą się z uwarunkowaniami wynikającymi nie tylko z wyczerpywania się zasobów surowców będących nośnikami energii, ale w dużym stopniu również ze zmian klimatycznych. Dużą rolę w zapobieganiu zmianom klimatu poprzez pochłanianie dwutlenku węgla odgrywają lasy, zajmujące znaczne obszary w niektórych regionach świata i Europy (także w Polsce), a przemysły bazujące na drewnie, w których procesy technologiczne i wytwarzane produkty są wysoce ekologiczne, sprzyjają temu procesowi. Jest to istotne i specyficzne dla drzewnictwa uwarunkowanie, którego naukowe poznanie wymaga dalszego pogłębiania i proponowania rozwiązań możliwych do szerokiego upowszechnienia, również poza dziedziną drzewnictwa.

Ogólnie biorąc, w drzewnictwie można się spodziewać postępu nowości (nowoczesność urządzeń, procesów produkcji lub produktów), postępu wydajności (procesu produkcji), postępu jakości (jakość wyrobu) oraz postępu oszczędności (oszczędności materiałów i energii).

Badania ekonomiczne w drzewnictwie w kontekście zielonej gospodarki

Biorąc pod uwagę główne wyzwania stojące przed polskim drzewnictwem, a także dla uniknięcia ryzyka związanego z brakiem przygotowania polskich przedsiębiorców do nieznanych jeszcze zjawisk i trendów społecznych i gospodarczych, można przyjąć, że zarówno obecna, jak i przyszła problematyka ekonomiczna dotycząca rozwoju drzewnictwa, w myśl koncepcji zielonej i zrównoważonej gospodarki, będzie (i powinna) koncentrować się na zagadnieniach, które można ująć w kilka głównych grup problemowych. Są to (Ratajczak 2011a, s. 110–114):

- społeczna percepcja drzewnictwa (lasów i sektora drzewnego) i zmiany w popycie, która obejmuje zwłaszcza nurty badań dotyczące: ewolucji wartości konsumenckich i dywersyfikacji modeli życia (godzenie życia zawodowego z rodzinnym, kwestie równości płci, niepełnosprawności, zdrowia i jakości życia), społecznej percepcji pozyskiwania drewna, popytu na ekologiczne produkty drzewne (np. „zielone” bu-

downictwo), zmian w popycie w kontekście gospodarki elektronicznej (np. znaczenie tradycyjnych, papierowych nośników informacji),

- zrównoważony rozwój i ochrona środowiska to obszar badań opartych na holistycznym podejściu do rozwoju (łącącym cele ekonomiczne, społeczne i środowiskowe), dotyczących szczególnie: kwestii ochrony zasobów surowcowych, efektywności alternatywnych sposobów wykorzystywania drewna oraz opłacalności (również w kategoriach ogólnospołecznych) „zazieleniania” sektora drzewnego,
- konkurencyjność i równość szans to obszar, w którym główne nurty badawcze dotyczyć będą: przewagi konkurencyjnej sektora drzewnego z tytułu jego ekologicznego charakteru, analiz cyklu życia produktów drzewnych, konkurencyjności sektora małych i średnich przedsiębiorstw, innowacyjności jako kluczowej determinanty konkurencyjności, międzynarodowej konkurencyjności produktów drzewnych,
- modele biznesu i ewolucja przedsiębiorstw to blok nurtów badawczych dotyczących takich zagadnień, jak znaczenie konsumenta jako obiektu generowania wartości i różnicowania modeli biznesowych, skutki nowych instrumentów oddziaływania konsumentów na rynek (np. społecznościowe platformy elektroniczne), dostosowywanie podaży do potrzeb społecznych/nabywców (*tailor-made wood supply*), zarządzanie strategiczne przedsiębiorstwem, społecznie odpowiedzialne zarządzanie zasobami ludzkimi, opłacalność wdrażania innowacyjnych rozwiązań produktowych, technologicznych i organizacyjnych, nowe formy współpracy i struktury organizacyjne (regionalna koncentracja i konsolidacja: klastry, kooperencja; *networking*), nowoczesne formy handlu (*e-commerce*) oraz integracja relacji dzięki sieci elektronicznej między trzema uczestnikami rynku: producentem, handlem i konsumentem, nowa percepcja wzornictwa (np. opakowań, mebli), polegająca na odejściu od europocentrycznego podejścia na rzecz uwzględniania różnic kulturowych, efektywność podnoszenia jakości oraz standaryzacji,
- długofalowe strategie rozwoju sektora drzewnego, w których do przyszłościowych kierunków badań będą należały: przewidywania przyszłości (prognozy, foresight) głównych problemów ekonomicznych, technologicznych i środowiskowych, potrzeby i zachowania rynkowe konsumentów, analizy polskiego sektora leśno-drzewnego na tle tendencji światowych.

Warunki sukcesu: współpraca przemysłu z nauką oraz interdyscyplinarność badań

Współpraca

W gospodarce opartej na wiedzy nauka ma być przemysłowa (użyteczna) i stać się częścią gospodarki rynkowej (Płowiec 2008). Innowacja jest bowiem sukcesem, gdy ostatecznie jest wprowadzona na rynek i tworzy określone wartości ekonomiczne (komercjalizacja wyników badań). Dla osiągnięcia tego celu niezbędna jest intensyfikacja współpracy producentów ze sferą nauki i badań (B+R). Niestety, słabością polskiej gospodarki, ale i nauki, również w drzewnictwie, jest mała skala korzystania z nowej wiedzy, zwłaszcza oferowanej przez krajowe ośrodki naukowe i badawcze, a niekiedy

nawet mała świadomość takiej potrzeby i możliwości. Trudności we współpracy tych sfer wynikają przede wszystkim z odmiennego systemu motywacyjnego ich aktywności (tworzenie wiedzy *versus* tworzenie wartości rynkowych). Dodatkowym czynnikiem jest brak mechanizmów sprzyjających komercjalizacji badań czy nawet wymuszających współpracę nauki i przemysłu w polityce państwa. Tymczasem są one niezbędne dla wzrostu innowacyjności gospodarki, w tym również drzewnictwa.

Motywy współpracy sfery nauki ze sferą biznesu

Sfera nauki i badań	Sfera biznesu (przemysł)
Tworzenie wartości intelektualnej	Realizacja wartości ekonomicznych
Wiarygodność naukowa	Przydatność w przemyśle
Zorientowanie na misję	Zorientowanie na rynek
Odkrywczość / ciekawość	Zorientowanie na cel
Brak ograniczeń czasowych	Zobowiązanie wobec planów
Dobro publiczne	Dobro prywatne (firmowe)

Źródło: Wajda 2009.

Z danych GUS wynika, że w sektorze drzewnym skłonność do współpracy w celu prowadzenia działalności innowacyjnej jest mniejsza niż przeciętnie w polskim przemyśle. W latach 2011–2013 w przetwórstwie przemysłowym współpracowało w tym zakresie około 28% przedsiębiorców aktywnych innowacyjnie, natomiast w produkcji celulozowo-papierniczej (z przetwórstwem) było ich 27%, w tradycyjnym przemyśle drzewnym i meblarskim po około 12% (GUS 2014, s. 76). Przedsiębiorcy sektora drzewnego najczęściej kooperują w zakresie innowacyjności z dostawcami wyposażenia, materiałów, komponentów i oprogramowania oraz z przedsiębiorstwami tej samej branży, a w stosunkowo małym stopniu korzystają z osiągnięć krajowych ośrodków naukowych i badawczych. O ile w analizowanych latach współpracę ze sferą nauki, zwłaszcza z instytutami naukowymi oraz szkołami wyższymi, wysoko oceniło 28% przedsiębiorstw przemysłu przetwórczego, to w produkcji celulozowo-papierniczej było to 22%, w tradycyjnym przemyśle drzewnym 12%, a w produkcji mebli 3%. Jako przyczynę takiego stanu przedsiębiorcy wskazują skromną ofertę innowacji produktowych i procesowych opracowywanych przez krajowe uczelnie i instytuty naukowe, a także kwestie ekonomiczne (relatywnie wysoki koszt innowacji przy braku rekompensaty ze strony rynku/odbiorców). Powoduje to, że w sektorze drzewnym współpraca między sferą nauki i badań a sferą biznesu, pomimo wysiłków podejmowanych w ostatnich latach dla jej poprawy, jest nadal niesatysfakcjonująca. Z jednej strony podaż nowych rozwiązań oferowanych dla podmiotów gospodarczych jest oceniana przez przedsiębiorców jako niewystarczająca i mało atrakcyjna dla przemysłowego i rynkowego wykorzystania, a z drugiej – przedsiębiorcy rzadko poszukują w polskich jednostkach badawczych rozwiązań swoich problemów i na dodatek nie akceptują konieczności współfinansowania badań. Przedsiębiorstwa z sektora małych i średnich przedsiębiorstw (MSP) cechuje na ogół niskie zaawansowanie

technologiczne oraz brak środków na projekty badawczo-rozwojowe, z kolei większość dużych przedsiębiorstw korzysta z transferu nowoczesnych rozwiązań, posiada własne zaplecze badawcze, projektowe i wdrożeniowe, bądź też korzysta z badań zespołów i laboratoriów badawczych koncernów światowych (Ratajczak 2010).

Interdyscyplinarność cechą badań w drzewnictwie

Drzewnictwo jest dziedziną szczególną, w której przenikają się wszystkie aspekty działalności naukowej i gospodarczej: techniczno-technologiczne, ekonomiczne, przyrodnicze i ekologiczne. Cechą badań w tej dziedzinie jest wielokierunkowość nurtów badawczych, które formalnie należą do różnych dyscyplin naukowych. Jednocześnie charakteryzuje je stosunkowo duża fragmentacja, podczas gdy w Europie dużą wagę przywiązuje się do integrowania potencjału badawczego dotyczącego problematyki rozpatrywanej w całym łańcuchu 'las-drewno-sektor drzewny-konsument'.

Postęp naukowy w tej dziedzinie jest uwarunkowany w dużej mierze rozwojem i osiągnięciami w innych niż drzewnictwo dziedzinach wiedzy, szczególnie takich, jak chemia, fizyka, mechanika, automatyka, inżynieria materiałowa, biotechnologia, informatyka. Są one niejako dostawcami wiedzy i rozwiązań dla sfery produkcyjnej i naukowej w drzewnictwie. Rozwiązywanie problemów o charakterze multi- i interdyscyplinarnym, na różnych płaszczyznach, również w skali międzynarodowej, pozwala na wykorzystanie efektu synergii i jest warunkiem bezwzględny prowadzenia badań naukowych obecnie i w przyszłości.

Biorąc pod uwagę opinię przedstawicieli przemysłu o niedostosowaniu oferty instytucji naukowo-badawczych do potrzeb przemysłu, należy zwrócić uwagę na brak w systemie współpracy między nauką a przemysłem ogniwa spajającego te dwie sfery. Brakuje wyspecjalizowanych firm brokerskich, kojarzących naukowców z producentami wyrobów drzewnych (i odwrotnie), wspomagających, a nawet wyręczających ich w procesie komercjalizacji badań, zwłaszcza w aspektach legislacyjnych (prawo własności intelektualnej, patentowanie itp.).

Wnioski i rekomendacje

Dla sprostania wyzwaniom gospodarki opartej na wiedzy oraz dla zmiany charakteru konkurencyjności sektora drzewnego na globalnym rynku z kosztowo-cenowej na przewagę w sferze jakości i innowacyjności niezbędne jest doskonalenie krajowej polityki rozwoju, wspierającej i promującej naukę i badania, innowacyjność i przedsiębiorczość. Pomimo utworzenia już ogólnych ram prawnych w tym zakresie stan ten jest uznawany za niezadowalający zarówno przez środowisko naukowców, jak i sferę biznesu.

Problematyka badawcza w dziedzinie drzewnictwa była w Polsce w ostatnich kilkunastu latach (i jest nadal) bardzo rozproszona. Dla umocnienia pozycji konkurencyjnej sektora drzewnego niezbędne jest integrowanie badań i ich rozpatrywanie w całym łańcuchu 'las-drewno-przemysł drzewny-konsument'. Potrzebne są efektywne instrumenty

polityki naukowej i prorozwojowej państwa dotyczące ustanawiania i modyfikowania priorytetów w długim czasie oraz mechanizmów i zasad finansowania badań naukowych o dużym potencjale aplikacyjnym. Ponadto, system stymulujący kreowanie nowych rozwiązań (technicznych, technologicznych, ekonomicznych i organizacyjnych) powinien funkcjonować w ramach kompleksowych strategii i obejmować obszary wpływające na innowacje nie tylko w drzewnictwie, ale także w w leśnictwie, a nawet rolnictwie, jako działach gospodarki korzystających ze wspólnej przestrzeni przyrodniczej. Przydatnym narzędziem w wyłanianiu priorytetów badawczych może i powinien być systematyczny *benchmarking* drzewnictwa – sektora drzewnego i kierunków badań, pozwalający na ocenę stanu w Polsce w porównaniu z europejskimi i światowymi liderami w tym zakresie, a także okresowe modyfikowanie strategii inteligentnych specjalizacji.

Polski sektor drzewny jest już wysoce zaawansowany w procesie budowy zielonej gospodarki. Atutem przemysłów opartych na drewnie jest ekologiczność większości procesów technologicznych oraz wytwarzanych produktów, w tym duże możliwości ich recyklingu. W przyszłości zasada kaskadowego zużycia drewna powinna być rozwijana w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym (gospodarka bezodpadowa), ale ważne będzie przy tym dostosowywanie technologii w branżach drzewnych do możliwości i cech krajowej bazy surowcowej.

Za najważniejsze wyzwania w naukach z dziedziny drzewnictwa, zarówno w warstwie koncepcyjnej, jak i organizacji badań, należy uznać:

- rozwijanie i wdrażanie nowych technologii i produktów podnoszących jakość życia, z zachowaniem zasady zrównoważonego rozwoju (wyroby o wysokiej wartości dodanej, modyfikacja drewna i inteligentne technologie, nowe kompozyty, technologie energo- i materiałooszczędne, technologie bezodpadowe, technologie ekologiczne),
- zmianę nieefektywnego podażowego modelu innowacji, opartego głównie na badaniach podstawowych w kierunku zorientowanej rynkowo, zintegrowanej oferty badań o dużym potencjale aplikacyjnym (badań stosowanych); w tym celu pożądane jest stworzenie silnych powiązań kooperacyjnych między ośrodkami badawczymi a sferą biznesu, a także zwiększenie aktywności naukowców dla wzrostu stopnia komercjalizacji badań (ściśła współpraca z producentami, indywidualizacja badań dla lepszego ich dostosowania do potrzeb firm, traktowanie wyników badań jako oferowanego produktu); dla przyspieszenia procesu komercjalizacji badań potrzebny jest rozwój podmiotów wspomagających ten proces, będących pośrednikiem między sferą nauki i przemysłem (firmy brokerskie),
- integrację różnych środowisk naukowych i wspólne rozwiązywanie problemów o charakterze interdyscyplinarnym, na różnych płaszczyznach instytucjonalnych (leśnictwo, drzewnictwo, różne ośrodki naukowe i badawcze, przemysł, jednostki edukacyjne, instytucje samorządowe, banki itp.), również w skali międzynarodowej – w tym celu niezbędne jest tworzenie sieci naukowych i naukowo-biznesowych (*networking*) i aktywny w nich udział; ważna jest też edukacja ukierunkowana na kształtowanie umiejętności i zdolności do kooperacji w ramach różnych, nawet odległych merytorycznie pól badawczych w celu synergii wyników.

Jednym z głównych wyzwań stojących przed badaczami zajmującymi się drzewnictwem jest zrozumienie, że przejście z gospodarki tradycyjnej (przemysłowej) do go-

spodarki opartej na wiedzy i wykorzystującej nowe technologie informatyczne stanowi rewolucję zarówno na płaszczyźnie teoretycznej, jak i pragmatycznej. Zmianie uległo pojęcie rynku, a także model przedsiębiorstwa. W nowoczesnym biznesie liczy się kapitał ludzki i intelektualny, a szczególnym aktywem przedsiębiorstwa jest szybki i równy dostęp do informacji i wiedzy o innowacjach. W Polsce przedsiębiorstwa sektora drzewnego korzystają z efektów badań naukowych w niewielkim stopniu. Dla poprawy sytuacji niezbędne są skuteczne mechanizmy i narzędzia stymulujące pożądane zmiany. Potrzebna jest też zmiana podejścia firm do strategii rozwoju – z perspektywy krótkookresowej na strategię długofalową, uwzględniającą przedsięwzięcia innowacyjne (oparte na rachunku ekonomicznym).

Usytuowanie Polski w gospodarce globalnej oraz potrzeba budowy gospodarki opartej na wiedzy, i to gospodarki zielonej, stanowią przesłanki do twierdzenia, że w przyszłości rosnąć będzie zainteresowanie badaniami dotyczącymi ekonomicznych i społecznych aspektów drzewnictwa, zarówno ze strony przedsiębiorców, jak i gremiów decydujących o polityce gospodarczej, naukowej i innowacyjnej kraju.

Bibliografia i materiały źródłowe

- Dzierżanowski M. 2013. Definiowanie i rozwijanie inteligentnych specjalizacji – wnioski z dobrych praktyk w zakresie polityk klastrowych. Gdańsk, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową.
- EC 2012. Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specialisation (RIS 3), Publications Office of the European Union, Luxembourg, DOI: 10.2776/65746.
- Foray D. 2009. Understanding „smart specialisation”, w: The question of R&D specialisation: Perspectives and policy implications. European Commission, Joint Research Centre, <http://ec.europa.eu/research/> [13.3.2014].
- Foresight w drzewnictwie – scenariusze rozwoju badań w drzewnictwie w Polsce do 2020 roku, <http://www.itd.poznan.pl/index.php?id=312>.
- Frąckowiak I. 2007. Elementy strategicznego programu badawczego polskiego sektora leśno-drzewnego w zakresie płyt drewnopochodnych. Poznań, Instytut Technologii Drewna (maszynopis).
- GUS 2013. Działalność innowacyjna przedsiębiorstw w latach 2010–2012. Warszawa, GUS.
- GUS 2014. Działalność innowacyjna przedsiębiorstw w latach 2011–2013. Warszawa, GUS.
- GUS 2014a. Nauka i technika w 2013 roku. Warszawa, GUS.
- Janasz W. 1999. Innowacyjne strategie rozwoju przemysłu. Szczecin, Fundacja na rzecz Uniwersytetu Szczecińskiego.
- Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program „zero odpadów” dla Europy. 2014. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu regionów. COM/2014/0398 final.
- Kukliński A. 2001. Gospodarka oparta na wiedzy jako wyzwanie dla Polski XXI wieku (szkic memoriału), w: Gospodarka oparta na wiedzy. Wyzwanie dla Polski XXI wieku, red. A. Kukliński. Warszawa, Komitet Badań Naukowych.
- MG 2014. Program Rozwoju Przedsiębiorstw, zał. 4. Krajowa Inteligentna Specjalizacja (KIS). Warszawa, Ministerstwo Gospodarki. <http://www.mg.gov.pl/Wspieranie+przedsiębiorczosci/Polityki+przedsiębiorczosci+i+innowacyjnosci/Krajowa+inteligentna+specjalizacja>.
- MNiI 2004. Proponowane kierunki rozwoju nauki i technologii w Polsce do 2013 roku. Warszawa, Ministerstwo Nauki i Informatyzacji. http://kbn.icm.edu.pl/analizy/20040518_kierunki.htm.

- Noskowiak A. 2007. Elementy strategicznego programu badawczego polskiego sektora leśno-drzewnego w zakresie przemysłu tartaczego. Poznań, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Leśnictwa i Drzewnictwa Komisja Gospodarcza Zarządu Oddziału (maszynopis).
- Onisko W., Moliński W. 2005. Evaluation of advances in wood science in 1994–2003 and main areas and directions of future research in Poland. *Folia Forestalia Polonica*, B, 36.
- Pakulska T., Poniatowska-Jaksch M. 2009. Korporacje transnarodowe a globalne pozyskiwanie zasobów. Warszawa, Szkoła Główna Handlowa.
- Płowiec W. 2008. Innowacyjność polskiej gospodarki w ocenie uczestników VIII Kongresu Ekonomistów Polskich. Materiały konferencji pt. Wiedza i innowacje, Kraków, www.pte.pl/pliki/2/12/u_plowiec_innowacje 08.
- Ratajczak E. 2003. Wyzwania nowej gospodarki dla drzewnictwa. *Drewno. Prace Naukowe. Doniesienia. Komunikaty* 169.
- Ratajczak E. 2006. Wpływ nauk z zakresu drzewnictwa na rozwój różnych dziedzin przerobu drewna i pełne wykorzystanie krajowej bazy surowcowej. Materiały konferencyjne pt. Nowoczesna gospodarka leśna w Polsce jako wynik współdziałania nauki z praktyką. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Leśnictwa i Drzewnictwa. Rogów 25 maja 2006.
- Ratajczak E. (red.) 2009. Innowacyjność sektora drzewnego w Polsce. Poznań, Wydawnictwo Instytutu Technologii Drewna.
- Ratajczak E. (red.) 2010. Badania naukowe w drzewnictwie w Polsce. Poznań, Wydawnictwo Instytutu Technologii Drewna.
- Ratajczak E. 2010a. Kierunki rozwoju polskiego sektora drzewnego na tle trendów europejskich i światowych, Materiały konferencji pt. Leśnictwo i drzewnictwo polskie na tle leśnictwa krajów Unii Europejskiej. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Leśnictwa i Drzewnictwa, Łągow 13–15 maja 2010.
- E. Ratajczak (red.) 2010b. Postęp naukowy w drzewnictwie. Poznań, Wydawnictwo Instytutu Technologii Drewna.
- E. Ratajczak (red.) 2010c. Scenariusze rozwoju badań naukowych. Poznań, Wydawnictwo Instytutu Technologii Drewna.
- Ratajczak E. 2010d. Scientific research in the process of innovation creation, w: Economic challenges of contemporary world. D. Kopycińska (red.). Szczecin, University of Szczecin, Microeconomics Dept.
- Ratajczak E. (red.) 2011. Foresight w drzewnictwie – Polska 2020. Poznań, Wydawnictwo Instytutu Technologii Drewna.
- Ratajczak E. (red.) 2011a. Foresight w drzewnictwie – Polska 2020. *Ekonomika drzewnictwa*, Poznań, Wydawnictwo Instytutu Technologii Drewna.
- Ratajczak E. 2011b. Popyt na drewno w Polsce – zmiany strukturalne oraz możliwości zaspokojenia, w: Zimowa Szkoła Leśna przy Instytucie Badawczym Leśnictwa. III Sesja: Strategia rozwoju lasów i leśnictwa w Polsce do roku 2030, Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary 15–17 marca 2011.
- Ratajczak E. 2013. Sektor leśno-drzewny w zielonej gospodarce. Poznań, Wydawnictwo Instytutu Technologii Drewna.
- Ratajczak E. 2014. Polish furniture industry in the light of the concept of smart specialisation, *Annals Warsaw University of Life Sciences, Forestry and Wood Technology* 86.
- Ratajczak E. 2014. Stan i perspektywy rozwoju sektora leśno-drzewnego w Polsce – ku zielonej gospodarce. Materiały piątego panelu ekspertów w ramach prac nad Narodowym Programem Leśnym pt. ROZWÓJ. Lasy i gospodarka leśna jako instrumenty ekonomicznego i społecznego rozwoju kraju. S. Kaliszewski, K. Rykowski (red.), Sękocin Stary, Instytut Badawczy Leśnictwa, 17 września 2014.
- Starczewski J. 2009. Dramatyczny postęp technologii wobec człowieka. www.stpuk.org/9zdxt2HclKfJltK7JDnv1-KpU/linkto.aspx.
- Wajda J. 2009. Transfer technologii w Polsce na przykładzie uniwersytetów. Poznań, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Dział Nauki i Współpracy z Gospodarką, www.sooipp.org.pl.
- Woroniecki J. 2001. Nowa gospodarka: miraż czy rzeczywistość? Doktryna, praktyka, optyka OECD. w: Gospodarka oparta na wiedzy. Wyzwanie dla Polski XXI wieku. A. Kukliński (red.), Warszawa, Komitet Badań Naukowych.

Potrzeby badawcze dla rozwoju produktów drzewnych

dr Władysław STRYKOWSKI, prof. ITD

Instytut Technologii Drewna, Poznań

Aktualny poziom zużycia i kierunki zastosowań drewna w polskiej gospodarce

W ostatnich latach powstało wiele prac, w których przedstawiono zalety i wady drewna jako surowca odnawialnego, którego Polska ma pewien dostatek, co nie znaczy, że gospodaruje nim w pełni racjonalnie. W Polsce, będącej od ponad 20 lat członkiem Unii Europejskiej, organizacji o otwartej gospodarce, podstawowym czynnikiem decydującym o wielkości zapotrzebowania na produkty drzewne jest zgłoszony przez odbiorców popyt. W ciągu minionych 20 lat jednocześnie ze wzrostem produkcji rozwinięto, na niespotykaną dotychczas skalę, eksport wielu produktów, szczególnie mebli, domów, jachtów czy łodzi, lecz także produktów stosunkowo prostych – palet, prostych programów ogrodowych i innych¹.

Pomimo że Polska pozyskiwała w tym czasie rocznie ponad 10 mln m³ więcej surowca niż przed dwudziestu laty, to zużycie drewna w formie przetworzonej (płyty, meble itd.) w przeliczeniu na jednego mieszkańca zmalało ze względu na wzrost jego eksportu.

Pewną słabością polskiego sektora leśno-drzewnego jest niekorzystna struktura wielkości przedsiębiorstw, szczególnie branży meblowej i tartacznej. Z wyników wielu badań wynika, że małe firmy wdrażają relatywnie wyraźnie mniej innowacji niż firmy duże, przy czym większe dysproporcje w tym zakresie są widoczne w przypadku innowacji technologicznych w obrębie produktów i procesów, czyli takich, do których realizacji w dużym stopniu wykorzystuje się wyniki prac badawczo-rozwojowych (B+R). Na tym tle pozytywnym faktem jest uruchomienie w Polsce w ostatnich kilku latach sześciu ogromnych tartaków o możliwości przetarcia ponad 300 tys. m³ surowca rocznie każdy, gdy jeszcze kilka lat temu w kraju pracował tylko jeden taki tartak. Jednocześnie też wzrosła zdolność produkcyjna mniejszych tartaków, co znacznie zwiększyło przerób surowca w kraju (tab. 1).

¹ Tegoroczne obroty polskich stoczní jachtowych i ich dostawców przekroczą 1 mld zł. Do końca tego roku stocznie wyprodukują 17 tys. łodzi. Ponad 95% łodzi produkowanych przez Polaków trafia do Europy, na Bliski i Daleki Wschód, ale coraz więcej zostaje na polskich wodach. Puls Biznesu nr 231, 2015.

Tabela 1. Wielkość przetarcia największych 20 polskich tartaków

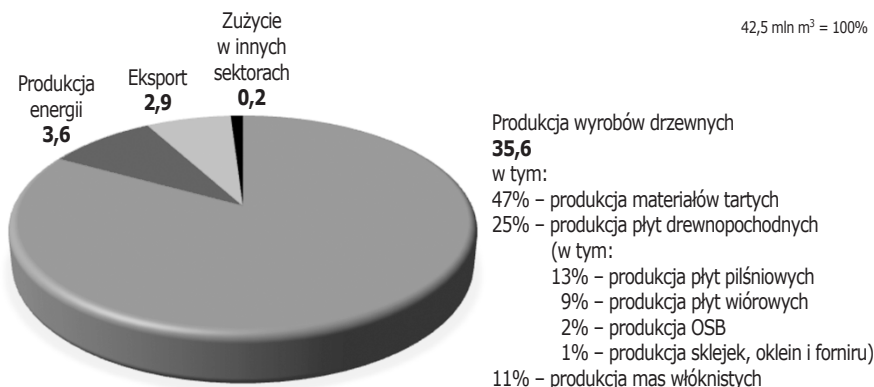
Lp.	Nazwa firmy	Przerób drewna (w m ³)			Liczba tartaków w 2015 r.	Główne produkty dalszego przerobu
		2013 r.	2014 r.	2015 r.		
1	Swedwood Poland	540 000	690 000	870 000	4	plyta klejona i komponenty dla fabryk mebli IKEA
2	Stelmet sp. z o.o., S.K.A.	550 000	590 000	640 000	4	drewniana architektura ogrodowa, pellet
3	Tartak Olczyk sp. z o.o.	435 000	500 000	500 000	1	drewniana architektura ogrodowa, pellet, tarcica
4	KPPD – Szczecinek SA	388 000	454 000	425 000	11	plyta klejona, program ogrodowy, brykiet, elementy meblowe
5	Barlinek SA	315 000	320 000	320 000	1	tarcica, fryza podłogowa, pellet
6	Grupa Martyna	200 000	245 000	250 000	8	program ogrodowy, tarcica, deski profilowe
7	PPD Poltarex sp. z o.o.	215 000	243 000	240 000	6	tarcica budowlana, program ogrodowy, baseny i tarasy
8	Toruńskie Przedsiębiorstwo Przemysłu Drzewnego SA	184 000	190 000	165 000	8	program ogrodowy, opakowania, palety
9	CMC	72 000	140 000	145 000	2	palety drewniane
10	Brzostek	80 000	100 000	125 000	1	palety drewniane
11	Stora Enso Wood Products sp. z o.o.	120 000	120 000	120 000	1	deska podłogowa, podbitka
12	PPH Dankros sp. z o.o.	113 000	115 000	120 000	2	elementy palet, palisada, pale korowane
13	Tor-Pal sp. z o.o.	110 600	110 200	110 600	1	palety, opakowania drewniane, wsporniki paletowe
14	Delta Gartenholz Polska sp. z o.o.	100 000	95 000	110 000	2	program ogrodowy
15	Expro sp. z o.o.	100 000	103 000	106 000	5	program ogrodowy, palisada
16	Andrewex sp. z o.o.	96 200	88 776	102 000	1	drewno konstrukcyjne, program ogrodowy, meble ogrodowe
17	Drewex	75 000	85 000	100 000	2	drewno konstrukcyjne, klejotka, deski podłogowe
18	PPH Kaszub sp. z o.o.	100 000	105 000	90 000	5	drewno budowlane, program ogrodowy, deska podłogowa
19	ABWood sp. z o.o.	90 200	99 600	90 000	1	meble i elementy meblowe, brykiet
20	Hamar	85 000	85 000	85 000	2	ploty lamelowe, kantówki, ploty sztachetowe

Źródło: Przemysł Drzewny Nr 4/2015, Raport Forestor.

Nie ulega wątpliwości, że rosnący potencjał polskiego tartacznictwa, jako największego odbiorcy surowca drzewnego, wymaga również nowoczesnych form sprzedaży drewna, z szerokim stosowaniem umów długookresowych, umożliwiających działalność inwestycyjną. Jak wynika z dotychczasowej praktyki, często w kontaktach między Lasami Państwowymi a przemysłami przerobu drewna, szczególnie przemysłem tartacznym, brak jest elastyczności.

Zużycie surowca drzewnego w Polsce

W ostatnich latach surowiec drzewny pozyskany w Polsce jest używany do produkcji materiałów – 83%, w energetyce – 9%, przeznaczony na eksport – 7%, używany przez inne sektory – 1% (ryc. 1).



Ryc. 1. Orientacyjne zużycie surowca drzewnego okrągłego (z bazy krajowej i importu) w Polsce w 2014 roku (mln m³)

Źródło: obliczenia Instytutu Technologii Drewna na podstawie opracowanej metodyki i przyjętych założeń szczegółowych.

Biorąc pod uwagę z jednej strony strukturę zużycia surowca i wielkość produkcji poszczególnych produktów, a z drugiej – popyt i trendy odnośnie do rozwoju potrzeb badawczych, można stwierdzić, że Narodowy Program Leśny przygotowywany jest z uwzględnieniem między innymi takich programów, jak:

- program strategiczny (BIOSTRATEG),
- programy sektorowe (innowacyjny recykling, meble i przemysły współpracujące),
- różne projekty badawcze,
- programy realizowane w ramach współpracy dwustronnej i wielostronnej,
- programy realizowane w ramach Polskiej Platformy Technologicznej Sektora Leśno-Drzewnego (PPTSL-D),
- programy realizowane w ramach Platformy Technologicznej Biogospodarki,
- inny.

Czynniki warunkujące innowacyjność, wielkość i jakość produktów drzewnych w Polsce

Bez wątpienia podstawowym czynnikiem określającym wielkość produkcji innowacyjnych produktów drzewnych jest:

- dostęp do surowca drzewnego,
- potencjał produkcyjny,
- wykwalifikowane kadry zdolne do tworzenia i wdrażania innowacji.

Od wielu lat poziom innowacyjności polskich firm nie spełnia oczekiwań rozwiniętego kraju, jakim jest Polska. Kraj nasz w różnych rankingach dotyczących innowacyjności zajmuje miejsce w ostatniej piątce państw UE.

Zatem, jeśli słusznie narzekamy na zbyt niską innowacyjność, to przyczyn naszej słabości jest coraz więcej, przede wszystkim anachroniczny system edukacyjny, w którym silną presję na sformalizowane osiągnięcia edukacyjne uczniów i studentów powiązano ze skostniałą strukturą i kulturą organizacyjną. W konsekwencji kolejne zmiany organizacyjne szkolnictwa średniego i wyższego nie doprowadziły do żadnej jakościowej zmiany edukacyjnej. Pojawienie się takich zmian wymaga innych formuł nauczania, w tym także nauczania ciągłego (*life-long, learning*).

Jednocześnie też, aby wyższe uczelnie w szerokim zakresie prowadziły badania stosowane i były w stanie komercjalizować ich wyniki, niezbędne są zmiany reguł finansowania badań w taki sposób, aby znacząco zwiększył się udział finansowania ze środków prywatnych, co będzie prowadziło do wyraźnego podziału uczelni na zawodowe i uniwersyteckie. Podział taki jest niezbędny i musi się wiązać z określeniem dwóch odmiennych typów kształcenia i różnych form ich finansowania.

Ponadto o rozwoju sektora leśno-drzewnego zadecyduje rozwiązanie problemów w takich obszarach, jak:

- partnerstwo publiczno-prywatne,
- nadzór właścicielski,
- finansowanie i wdrażanie innowacyjności,
- wzornictwo przemysłowe,
- promocja eksportu i jego wsparcie finansowe,
- klastry wytwórcze,
- konkurencyjność sektora leśno-drzewnego.

Szczególnie dwa ostatnie obszary są ważne dla przedmiotu rozważań, stąd poświęcono im więcej uwagi.

Konkurencyjność sektora leśno-drzewnego

Lasy i przemysły oparte na drewnie w Polsce są zintegrowane w sposób naturalny łańcuchem leśno-drzewnym, bez względu na integrację formalną bądź administracyjną. Konstrukcja ta jest bardzo ważna w polskiej gospodarce, ze względu zarówno na wielofunkcyjność lasów, jak i na mający miejsce od pewnego czasu renesans drewna. Wypada także zauważyć, że od ponad dwudziestu lat trwa ciągły konflikt między Państwowym

Gospodarstwem Leśnym Lasy Państwowe a przemysłem opartym na drewnie, głównie na tle nieuporządkowanej do końca sprawy dotyczącej cen drewna, warunków sprzedaży, metod ich tworzenia. Innym istotnym problemem jest brak osobowości prawnej Lasów Państwowych. W tej sprawie w 2014 roku zorganizowano specjalną sesję naukową, zgłoszono propozycje możliwych zmian, lecz nic się nie zmieniło². Trudno sobie wyobrazić funkcjonowanie współcześnie dużej, właściwie globalnej, organizacji bez osobowości prawnej. Można oczekiwać, dla dobra współpracy między Lasami Państwowymi i przemysłem drzewnym, unormowania tych ważnych relacji. Wypada zwrócić uwagę, że niektóre branże – szczególnie meblarstwo, mają przewagę konkurencyjną, zarówno na rynku Unii Europejskiej, jak i na wielu innych rynkach pozaunijnych.

Przewaga ta odnosi się do niektórych produktów drzewnych i jest w dużym stopniu efektem szybkiego rozwoju nowoczesnych przemysłów opartych na drewnie. Już na początku lat 90. XX w. polskie przemysły płyt drewnopochodnych i meblarski przyciągnęły inwestorów zagranicznych i zostały w dużym stopniu sprywatyzowane. Przemysł tartaczny rozwijał się głównie w oparciu o zasoby krajowe, stąd proces jego rozwoju trwa stosunkowo długo. Koncentracja przemysłu tartaczego jest niezbędna z wielu względów – konieczności współpracy i dobrych relacji z lasami, wzrostu konkurencyjności, innowacyjności itp. Warto podkreślić, że w celu wzrostu efektywności współpracy drzewnictwa z sektorem leśnym konieczna jest poprawa wzajemnych kontaktów biznesowych.

Jednym z czynników petryfikujących zarządzanie jest mało elastyczna struktura polskiego leśnictwa i przekonanie zarządzających o zbędności jakichkolwiek zmian. Nowoczesne kierunki rozwoju to nowoczesne przemysły oparte na drewnie, współpracujące efektywnie z leśnictwem. Wymaga to reinterpretacji i modyfikacji relacji między leśnictwem i różnymi odbiorcami jego płodów, nie tylko drewna, jak jest dotychczas.

Klastry wytwórcze

Polityka klastrowa jest jednym z ważniejszych instrumentów stymulowania konkurencyjności różnych podmiotów stosowanym od połowy lat dziewięćdziesiątych. W Polsce doświadczenia klastrów gospodarczych są jeszcze niewielkie. Niezależnie od pewnych słabości, które cechowały klastry na początku ich istnienia, uznaje się, że utworzenie ich było słuszne. Klastry sprawdzają się w coraz większej liczbie państw (Niemcy, Szwecja, Francja, Włochy). Klastr można traktować jako regionalny system alokacji i transferu

² Zob. Hausner J., Żylicz T. Aksjologiczne podstawy i systemowo-ekonomiczne reguły racjonalnej gospodarki i polityki leśnej: „Obecny status programu Lasów Państwowych jest niedookreślony i nieadekwatny do roli, jaką pełnią. Zdać się być wyrazem ‘schizofrenicznego’ stosunku władzy publicznej i społeczeństwa do tego podmiotu. Z jednej strony LP są traktowane jako przedsiębiorstwo produkcyjne, które ma mieć wysokie zyski ze sprzedaży drewna, z drugiej jako narodowa instytucja, która ma bezwzględnie chronić substancję leśną. W naszym przekonaniu da się dobrze pogodzić wypełnianie trzech wymienionych wcześniej funkcji przez LP, ale tylko pod warunkiem stworzenia dla tego podmiotu właściwego statusu prawnego, za który uważamy w tym przypadku formę korporacji prawa publicznego”. s. 30. Materiały piątego panelu ekspertów w ramach prac nad Narodowym Programem Leśnym: Rozwój. Lasy i gospodarka leśna jako instrumenty ekonomicznego i społecznego rozwoju kraju. Sękocin Stary, 17 września 2014 roku, Instytut Badawczy Leśnictwa 2015.

zasobów. Dzięki dużej skali klastra – po stronie zarówno popytu, jak i podaży – płynność wymiany poszczególnych zasobów będzie na odpowiednim poziomie.

Warto podkreślić, że klastry to system organizacji przedsiębiorstw, który może funkcjonować we wszystkich dziedzinach gospodarki – w sektorze rolniczym, leśnym, usługach, przemyśle.

W Polsce praktycznie brak liczących się przykładów działalności klastrów w leśnictwie, natomiast coraz więcej klastrów powstaje w przemysłach opartych na drewnie.

Klastry przemysłowe w sektorze leśno-drzewnym

Strategią klastrów jest rozwój, a celem – przejęcie korzyści i możliwości wynikających ze wzrostu i globalizacji oraz z analizy silnych i słabych stron firm, takich jak dojrzałość niektórych rynków i wyrobów końcowych, fragmentaryzacja przemysłu, wzrost konkurencji przemysłu itp.

Alternatywne nowe partnerstwo zwiększa różnorodność partnerów, a wzrost popytu na nowe produkty i usługi prowadzi do powstania nowych rynków. Przykładem są m.in. kompanie leśne, które opanowały rynek na płynne paliwo i inne biomateriały. Taki rynek jest ważnym atutem dla dużych wspólnych przedsięwzięć.

W Polsce jedynym dotychczas klastrem leśno-drzewnego jest klastre Czarna Woda, do którego należy Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Gdańsku. Klastry leśno-drzewne występują w innych państwach UE. W Polsce organizacje, których cele są zbieżne, mają dużą swobodę tworzenia klastrów przemysłowych. Dotychczas nie ma obowiązku rejestracji takich przedsięwzięć, z czym wiążą się pewne trudności w precyzyjnym określeniu liczby klastrów w kraju. Z badań Instytutu Technologii Drewna wynika, że w 2015 roku w Polsce było ponad 40 klastrów związanych z przerobem drewna.

Należy podkreślić, że różnorodność powstających klastrów jest duża, co wynika m.in. z braku określonych reguł ich funkcjonowania. Kilka typowych klastrów związanych z sektorem drzewnym w Polsce przedstawiono poniżej.

WIELKOPOLSKI KLASTRE MEBEL DESIGN

Koordynator klastra: Wielkopolska Izba Przemysłowo-Handlowa.

Członkowie klastra:

- Axxion Industries Polska Sp. z o.o.,
- PPHU ARKOS,
- Meble Elmar,
- Przedsiębiorstwo Wielobranżowe PROSPERO,
- PP-HITAL System.

Cele klastra:

- wykreowanie innowacyjnego i konkurencyjnego produktu, czyli rozpowszechnienie produkcji mebli z lekkiej, ekologicznej płyty komórkowej,

- poszerzenie rynków zbytu i wzrost konkurencyjności firm członkowskich.

Celem pośrednim inicjatywy jest wzmocnienie sektora małych i średnich przedsiębiorstw wielkopolskiego sektora meblowego i zainteresowanie przedsiębiorców współpracą sieciową.

Celem porozumienia i nawiązania formalnej współpracy jest wspieranie innowacyjności i konkurencyjności członków klastra.

STOWARZYSZENIE LUBELSKIE DREWNO – REGIONALNY KLASTER W LUBLINIE

Stowarzyszenie zrzesza 23 podmioty branży drzewnej oraz z branż pokrewnych – dostawców drewna, producentów tarcicy, wyrobów stolarki budowlanej, producentów pokryć dachowych, producentów mebli oraz firmy świadczące usługi budowlane i transportowe.

Cele klastra: podstawą działalności klastra jest zdefiniowanie obszarów wzajemnej współpracy między przedsiębiorstwami działającymi w ramach klastra, lidera wdrażania innowacyjnych rozwiązań ekobudowlanych i budowania świadomości biobudownictwa jako innowacyjnej formy rozwiązywania problemów mieszkaniowych województwa lubelskiego.

Celem dodatkowym inicjatywy klastrowej jest podniesienie efektywności firm z branży drzewnej na rynku krajowym i zagranicznym. Przedsięwzięcie to ma być realizowane poprzez: aktualizację wiedzy odnośnie do zasad i metod produkcji oraz poprzez współpracę, tworzenie trwałych związków kooperacyjnych w ramach grupy, unowocześnianie i modernizację procesów oraz produktów.

Jednocześnie klaster ma za zadanie:

- tworzenie nowych innowacyjnych rozwiązań technologicznych,
- rozwój współpracy między członkami klastra i wsparcie rozwoju firm,
- promowanie klastra.

POLISH WOOD CLUSTER

Klaster zrzesza 45 członków.

Cel klastra: dalszy rozwój dotychczasowej nieformalnej współpracy podmiotów działających w branży drzewnej i energetycznej oraz wzmocnienie pozycji konkurencyjnej przedsiębiorstw poprzez wsparcie współpracy samych przedsiębiorstw, a także przedsiębiorstw z instytucjami otoczenia biznesu oraz jednostkami naukowymi. Podmioty wchodzące w skład klastra stawiają sobie za cel budowanie wspólnej, silnej i rozpoznawalnej marki w branży drzewnej i energetycznej.

Koordynator klastra: Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości z Żor, która zainicjowała powstanie klastra.

Charakter działalności klastra: członkowie klastra to spółki z o.o., spółki akcyjne, osoby fizyczne prowadzące działalność gospodarczą, pracownice architektoniczne i technologiczne oraz wyspecjalizowane firmy usługowo-montażowe, instytuty badawcze, wyższe uczelnie, jednostki samorządu terytorialnego. Szeroki zakres prowadzonej działalności pozwala na świadczenie kompleksowych usług dla odbiorców zewnętrznych.

POMORSKI KLASTER DRZEWNY „CZARNA WODA”

Pomorski Klaster Drzewny „Czarna Woda”, zainicjowany przez Zakład Produkcyjny STEICO sp. z o.o. w Czarnej Wodzie, jest w trakcie tworzenia.

Zakres działania, cele i strukturę organizacyjną tworzonego klastra przedstawia tabela 2.

Tabela 2. Cele trzech grup Pomorskiego Klastra Drzewnego „Czarna Woda” (PoKlaD)

I Centrum Szkoleniowe	II Laboratorium	III Park Przemysłowy w Czarnej Wodzie
– szkolnictwo zawodowe – kształcenie kadr dla przemysłu drzewnego – warsztaty szkoleniowe dla kooperantów, podwykonawców – warsztaty szkoleniowe dla fachowców i studentów (w tym np. technologów, architektów) – edukacja urzędników	– produkt • aprobaty, normy • badania produktu • rozwój nowych produktów • nowe aplikacje – lobbing na rzecz branży drzewnej w otoczeniu polityczno-gospodarczym – instrumenty finansowe (seed capital, venture capital, business angels etc.)	– promocja w kraju i za granicą – przygotowanie terenu dla inwestorów – przygotowanie pakietu zachęt inwestycyjnych

Źródło: Pomorski Klaster Drzewny „Czarna Woda” PoKlaD.

Akces do klastra zgłosiło ponad 20 podmiotów, w tym firmy produkujące materiały płytowe, firmy budowlane, wyższe uczelnie, instytuty badawcze, jedna duża firma leśna i inne podmioty.

SZCZECINECKI KLASTER MEBLOWY W SZCZECINKU

Podstawową jednostką klastra jest silna firma produkcji płyt wiórowych w Szczecinku i nowo wybudowany zakład produkcji mebli tego zakładu. W skład klastra wchodzi m.in.:

- zakłady branży meblarskiej,
- wyższe uczelnie ze Szczecina i Poznania,
- instytuty badawcze i ośrodki naukowe.

Krajowe klastry kluczowe

W wyniku dotychczasowego funkcjonowania klastrów w polskiej gospodarce uznano, że ta forma współdziałania sprawdza się w praktyce. Ministerstwo Gospodarki ogłosiło konkurs na wyłonienie klastrów o istotnym znaczeniu dla gospodarki i zdolnych do konkurencji na rynkach międzynarodowych (tzw. krajowych klastrów kluczowych – KKK). System wyboru tych klastrów jest określony regulaminem konkursu. Krajowe klastry kluczowe są identyfikowane m.in. na podstawie masy krytycznej, potencjału rozwojowego i innowacyjnego, planowanej współpracy oraz doświadczenia i potencjału koordynatora.

Klastry, które uzyskały tytuł KKK, mogą posługiwać się nim w oficjalnej korespondencji oraz promocji i otrzymują odpowiedni dokument potwierdzający ten status. Korzystają z preferencji przy aplikowaniu do programów i działań pomocowych. Status KKK jest przyznawany na trzy lata.

Potrzeby badawcze dla rozwoju produkcji i zastosowań drewna w gospodarce

Potrzeby te ściśle wiążą się z zarządzaniem zasobami leśnymi w zrównoważonej gospodarce, nakierowanym na:

- wielofunkcyjne zarządzanie lasami;
- produkcję wysokowartościowej biomasy;
- zabezpieczenie dostaw biomasy, w tym aktywną mobilizację drewna z gospodarki leśnej wszystkich form własności;
- efektywne zagospodarowanie pozyskanego surowca;
- uzyskanie pełnej społecznej akceptacji produkcji i pozyskiwania surowców;
- upowszechnianie plantacji drzew szybko rosnących na gruntach gorszych klas jakości.

Tworzenie produktów o wysokim poziomie ekologicznym

Celem do osiągnięcia w tym zakresie jest:

- wzrost budownictwa zielonego w możliwym do zaakceptowania stopniu;
- kreowanie nowych rynków;
- wzrost zużycia produktów drzewnych w budownictwie mieszkaniowym.

Zielone budownictwo w Polsce nie ma dotychczas odpowiedniego wsparcia rządowego, a jednocześnie ekoświadomość potencjalnych mieszkańców jest niska.

Duże zainteresowanie budownictwem zrównoważonym za granicą wynika z następujących uwarunkowań:

- najemcy biur, użytkownicy budynków administracji publicznej czy też mieszkańcy osiedli są coraz bardziej świadomi korzyści płynących z „zielonych” rozwiązań,
- regulacje prawne obligują branżę budowlaną do wdrożenia „zielonych” standardów,

- możliwość redukcji zużycia energii i wody, możliwość prowadzenia biznesu zgodnie z filozofią zrównoważonego rozwoju.

Polska stosunkowo wolno dojrzewa do stosowania „zielonych” standardów, które niosą z sobą odpowiednie korzyści. Jak się wydaje, barierą podstawową jest brak odpowiedniego wsparcia legislacyjnego, co hamuje rozwój rynku.

Polska zalicza się do krajów o najniższej świadomości społecznej na temat korzyści płynących z „zielonego” budownictwa. Ekologiczne rozwiązania stosuje się w Polsce sporadycznie, a regulacje ułatwiające „zielone” inwestycje nie są wprowadzane w sposób systematyczny.

Główne hamulce rozwoju tego rynku to brak wiedzy i odpowiedniego wsparcia administracji centralnej bądź samorządów lokalnych. W Polsce należy zintensyfikować edukację branży i konsumentów w zakresie wdrażania i korzystania z „zielonych” rozwiązań. Zgodnie z dyrektywą 2010/31/EU wszystkie budynki już za cztery lata, a budynki użyteczności publicznej za dwa lata, powinny być niemal samowystarczalne pod względem energetycznym.

Tworzenie warunków umożliwiających stosowanie produktów ubocznych i odpadów w innowacyjnych tworzywach drzewnych obejmuje takie zagadnienia, jak:

- odporność na ogień, grzyby i insekty; metody gospodarowania przyjazne dla zdrowia, podwyższanie trwałości tworzyw opartych na drewnie i innych włóknach ekologicznych;
- ograniczenie emisji VOC, WWOC i formaldehydu;
- określenie nowych parametrów materiałowych, porównywalnych z analogicznymi parametrami stali bądź betonu, w celu ułatwienia procedury wydawania zezwoleń na bioprodukty budowlane;
- nowe chemikalia z lignocelulozy;
- nowe produkty oparte na surowcach odnawialnych.

Gospodarowanie w celu długookresowej efektywności produkcji jest nakierowane na:

- wzrost efektywności sektorowej w wyniku integracji nowych kluczowych technologii i systemów usług;
- budowę biogospodarki przyszłości w wyniku zastosowań nowych elastycznych profilowanych modeli biznesowych.

Ważnym zagadnieniem w tym zakresie jest uzyskiwanie materiałów budowlanych i tworzyw wg zasady *cradle to cradle*, tzn. od kołyski po grób, albo inaczej – w zamkniętym cyklu życia, z uwzględnieniem warunków ramowych użytkowania kaskadowego.

Odnawialne systemy energii są nakierowane na:

- zmniejszenie zużycia energii w procesach produkcyjnych;
- zmniejszenie zużycia energii w energoefektywnym budownictwie poprzez innowacyjne rozwiązania oparte na drewnie.

Ważne tematy dotyczące tych systemów to:

- koncepcja budynków na bazie drewna (domy tzw. zero- i plusenergetyczne);

- innowacje zmniejszające zużycie energii i wody przy wytwarzaniu produktów z drewna litego i tworzyw drzewnych.

Ochrona środowiska naturalnego ma następujące cele sektorowe:

- promocję przyjaznych środowisku naturalnemu bioproduktów i usług;
- promocję wiedzy wśród decydentów na temat konieczności wspierania środowiska naturalnego.

Pola badawcze w zakresie ochrony środowiska są następujące:

- przyjazne dla środowiska naturalnego procesy, produkty i usługi;
- równowaga pomiędzy produkcją surowcową, zaopatrzeniem w energię oraz usługami dotyczącymi ekosystemu.

Obejmują one np. następujące zagadnienia:

- trwałość i inne właściwości wytrzymałościowe produktów drzewnych i drewnopochodnych;
- testowanie dotychczas niestosowanych gatunków i sortymentów drewna pod względem ich przydatności dla budownictwa;
- produkty higieniczne, diagnostyczne i ochrona zdrowia.

Nowe formy zarządzania i współpracy przemysłów opartych na drewnie z Lasami Państwowymi mają na celu osiągnięcie wyższego stopnia realizacji zadań bez ponoszenia wyższych nakładów i zmniejszenie kosztów jednostkowych.

Ważnym obszarem badawczym są:

- klastry przemysłowe;
- klastry leśno-przemysłowe;
- sieci;
- firmy globalne sektora leśno-drzewnego.

Uwagi końcowe

Przemysły oparte na drewnie są materiałochłonne, począwszy od przemysłu tartaczego – najbardziej materiałochłonnego, a skończywszy na meblarstwie i przemysłach materiałów drewnopochodnych – zużywających znacznie mniej drewna.

Ostatnia dekada to w Polsce duże przyspieszenie rozwoju praktycznie wszystkich przemysłów opartych na drewnie w wyniku znaczącego wzrostu pozyskania surowca drzewnego, przy jednoczesnym rozwoju potencjału wytwórczego mebli, płyt drewnopochodnych, przemysłu tartaczego oraz celulozy, papieru i innych.

Ważnym czynnikiem rozwoju jest rynek pracy sektora leśno-drzewnego. W tym zakresie zaszło wiele zmian, które nie w pełni były dostosowane do zmian popytu.

Polityka społeczna w ostatnich latach preferowała m.in. rozwój szkolnictwa zawodowego, przyczyniając się w dużym stopniu do wzrostu skolaryzacji, zarówno w całym kraju, jak i w samym sektorze leśno-drzewnym. Zwiększenie liczebności wykwalifiko-

wanych kadr w przemysłach opartych na drewnie było na ogół dostosowane do wzrostu popytu. Duże dysproporcje były natomiast w przypadku sektora leśnego, w którym nastąpiło zwiększenie liczby osób z wyższym wykształceniem leśnym, mimo pewnej stabilizacji popytu na drewno. Źródła tej dysproporcji należy upatrywać w utworzeniu kierunku nauczania leśnictwa w nowych uczelniach, mimo istnienia dotychczasowych renomowanych wydziałów leśnych. W tej sytuacji, przy dużej stabilizacji popytu, znaczna część absolwentów zostaje bez pracy bądź podejmuje pracę zastępczą.

Warto zwrócić uwagę na inne wielokierunkowe zmiany na rynku pracy, a mianowicie:

- absolwenci uczelni zmieniają pracę, czasami tylko pracują w jednym zakładzie przez cały okres aktywności zawodowej,
- oprócz tradycyjnych zawodów, takich jak technolog drewna, w sektorze drzewnym zatrudnia się coraz więcej elektroników, chemików, a nawet leśników,
- w powstających klastrach drzewnych podejmowane są próby kształcenia w zawodach, w których nie kształci szkolnictwo publiczne (budownictwo drewniane, mechanika, elektronika),
- można sądzić, że proces dostosowywania potrzeb kadrowych do wymogów produkcji w najbliższych latach będzie miał coraz większe znaczenie dla kształtowania potrzeb badawczych dla rozwoju produktów drzewnych,
- z niektórych firm dochodzą informacje, że np. w Ostrowi Mazowieckiej od nowego roku szkolnego powstaną nowe kierunki kształcenia: technikum technologii drewna, technikum mechaniczne ze specjalnością automatyka przemysłowa oraz zasadnicza szkoła zawodowa z zawodem stolarz. Inicjatywa powstania nowych kierunków została poparta przez Fabrykę Mebli Forte SA.

SESJA 4

Potrzeby badawcze w sektorze leśno-drzewnym i ochronie przyrody w lasach – stan i perspektywy z punktu widzenia Wydziału Leśnego SGGW w Warszawie

prof. dr hab. Michał ZASADA, prof. dr hab. Henryk ŻYBURA

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Warszawa

Wstęp

Określenie potrzeb badawczych w leśnictwie jest możliwe dopiero po uprzednim określeniu tła i aktualnego kontekstu związanego z poszczególnymi elementami mającymi wpływ na interesujące nas zagadnienie. Konieczne jest zatem omówienie sytuacji globalnej środowiska naturalnego, rozwoju technologii, leśnictwa i przemysłu drzewnego, przedstawienie sytuacji leśnictwa, zakładów usług leśnych i przemysłu drzewnego, przeanalizowanie stanu nauki w Polsce oraz doświadczenia i praktyki Wydziału, a dopiero na tym tle omówienie niezbędnych i realnych potrzeb badawczych.

Uwarunkowania funkcjonowania i rozwoju leśnictwa, sektora leśno-drzewnego i ochrony przyrody w Polsce

Pierwszym elementem, który musi być wzięty pod uwagę, jest fakt, że nasze działania nie mają miejsca w próżni: poruszamy się w pewnym globalnym kontekście związanym ze zmianami klimatycznymi, globalizacją gospodarki i handlu oraz sytuacją demograficzną.

Leśnictwo, przemysł drzewny oraz ochrona przyrody i środowiska funkcjonują również w określonym kontekście prawnym i formalnym. Podstawą prawa w naszym kraju jest przynależność do Unii Europejskiej, która wytycza kierunki działania, określa możliwe działania i kształtuje ramy prawodawstwa. Jednym z takich dokumentów jest przyjęta na forum Unii Europejskiej strategia na rzecz lasów i sektora leśno-drzewnego na lata 2014–2019, która stanowi najważniejszy odnośnik dla polityki sektorowej

i międzysektorowej oraz prezentuje najnowsze trendy i kierunki rozwoju współczesnego leśnictwa (Paschalis-Jakubowicz 2014). Polska legislacja w zakresie leśnictwa, ochrony przyrody i środowiska, np. ustawa o lasach z września 1991 roku (Ustawa 1991) i przyjęta przez Radę Ministrów w 1997 roku „Polityka leśna państwa” (PLP 1997), jest bardzo głęboko umocowana w procesach międzynarodowych takich, jak protokół z Kioto i kolejne spotkania COP czy ministerialna konferencja ochrony lasów w Europie (MCPFE, obecnie Forest Europe), a w wielu wypadkach wyprzedza idee poruszane podczas ważnych światowych wydarzeń, jak np. szczyt Ziemi w Rio de Janeiro.

Chyba najbardziej widocznym elementem związanym z ochroną przyrody, który wynika z przynależności Polski do UE, jest obecność europejskiej sieci Natura 2000, która w znaczący sposób wpłynęła na prowadzenie gospodarki leśnej w większości nadleśnictw Lasów Państwowych i na funkcjonowanie służb ochrony przyrody. Dotyczy to również informacji o lasach Europy i o stanie środowiska – członkostwo w Unii oraz uczestnictwo w procesach międzynarodowych wymusza na Polsce konieczność pozyskiwania i udostępniania określonych informacji o zasobach leśnych i stanie środowiska naturalnego.

Obecnie dysponujemy bardzo szeroką i szczegółową informacją o zasobach leśnych naszego kraju: co roku publikowane są raporty o stanie lasu, aktualizowana jest powierzchnia leśna, wydawane kolejne edycje rocznika statystycznego czy opracowywane kolejne cykle inwentaryzacji wielkoobszarowej, funkcjonuje bank danych o lasach wszystkich form własności. Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej i inne podmioty gromadzą co roku informacje o lesie w ramach prac służących do sporządzania planów urządzenia lasu, natomiast Lasy Państwowe posługują się uaktualnianym systemem informatycznym. Wiemy, że zasoby leśne Polski rosną, że zmienia się średni wiek i skład gatunkowy drzewostanów, że rosną możliwości produkcyjne związane m.in. ze strukturą klas wieku, a przez to rosną możliwości użytkowania lasu. Jednocześnie jednak nie dysponujemy tak podstawową informacją, jak rzeczywista lesistość kraju. Dane GUS z 2014 roku podają powierzchnię lasów równą 9 197 879 ha, co odpowiada lesistości 29,4%, jednak ostatnie wyniki uzyskane przez Instytut Geodezji i Kartografii na podstawie materiałów teledetekcyjnych wskazują, że powierzchnia lasów równa jest 9 997 698 ha, co przekłada się na lesistość równą 32%. Przyjęcie innej definicji lasu, np. zgodnej z protokołem z Kioto, daje jeszcze większą powierzchnię – równą 10 461 826 ha, co odpowiada lesistości 33,5%. Dalej jednak niewiele wiemy o strukturze i produktywności tych nowych ekosystemów. Oznacza to, że rewizji musimy poddać m.in. „Krajowy program zwiększania lesistości” z 1995 roku oraz jego modyfikacje, które zakładały zwiększenie lesistości kraju do 30% w roku 2020 i 33% po roku 2050. W tym świetle nieaktualne stają się również obawy związane z niemożnością wypełnienia tego programu ze względu na nikłą podaż gruntów do zalesienia. Jednocześnie należy uwzględnić nowe dane w oficjalnych statystykach leśnych oraz w procesie raportowania pochłaniania dwutlenku węgla.

Niedoskonałe są również mechanizmy prognozowania przyszłości gospodarki leśnej. Skutkiem realizacji PLP miało być m.in. „zwiększenie możliwości rocznego pozyskania drewna z lasów wszystkich własności z 21 mln m³ do 24 mln m³ po roku 2010” – natomiast GUS w 2010 roku raportował pozyskanie grubizny na poziomie prawie 34 mln m³, a dziś użytkujemy jeszcze o 2 mln m³ więcej. Zakładano „zwiększenie zasob-

bów drzewnych w lasach o około 15% do roku 2020”, lecz już dziś w lasach mamy ponad 2,4 mld m³, wobec raportowanej w 1997 roku wielkości 1,6 mld m³ (GUS 2005, 2014). Z drugiej strony optymistycznie zakładano, że nastąpi podniesienie poziomu wiedzy społeczeństwa o lesie, jego ochronie i użytkowaniu, jednak mimo intensywnie prowadzonej edukacji przyrodniczo-leśnej społeczeństwa czy promowania od lat, zwłaszcza od Międzynarodowego Roku Lasów, wiedzy o lasach i leśnictwie, zdaniem znacznej części Polaków „lasów w Polsce ubywa” (Grzywacz 2007). Postępuje też marginalizacja leśnictwa nie tylko w społeczeństwie jako takim, ale również w obszarze ochrony przyrody i środowiska, mimo że to w lasach znajduje się 2/3 różnorodności biologicznej naszego kraju (Grzywacz i Marszałek 2007).

Leśnictwo w Polsce jest ważnym elementem gospodarki kraju i istotnym czynnikiem stymulującym rozwój obszarów wiejskich, zwłaszcza jeżeli rozpatrujemy je nie jako samodzielny sektor, a jako część sektora leśno-drzewnego, tj. razem z przemysłem drzewnym. Przemysł drzewny jest w Polsce w 100% prywatny, przy czym w jego skład wchodzi podmioty o bardzo różnym charakterze, wielkości i wydajności: od małych wiejskich tartaków po duże koncerny z kapitałem międzynarodowym. W większości są to firmy małe (90% podmiotów zatrudnia do 10 pracowników), jednak cały sektor leśno-drzewny przekłada się na 2% polskiego PKB i 10% polskiego eksportu. Polska jest 10 największym producentem i 4 eksporterem mebli na świecie, a na eksport przeznaczają się 50% produkowanego w kraju papieru i 90% mebli. Sektor leśno-drzewny zatrudnia około 300 tysięcy osób, tj. prawie 2 razy więcej niż górnictwo. Dla przemysłu drzewnego najważniejszymi problemami do rozwiązania i doskonalenia są zasady sprzedaży drewna i zasady współpracy z leśnictwem.

Ważnym elementem gospodarki leśnej w Polsce są firmy leśne. W sumie jest to kilka tysięcy prywatnych zakładów usług leśnych, zatrudniających około 50 tysięcy osób. Podmioty te wykonują większość prac w lesie, borykając się na co dzień z niedoskonałościami z ich punktu widzenia zasadami zlecania prac i krótkoterminowością podpisywanych kontraktów.

Stan nauk leśnych

Potrzeby badawcze w zakresie leśnictwa, sektora leśno-drzewnego i ochrony przyrody warunkowane są również aktualnym stanem nauk leśnych i drzewnych. Na stan ten z kolei wpływa wiele czynników, takich jak na przykład nakłady na naukę, algorytmy podziału środków finansowych, rozwój ilościowy i jakościowy kadry, system awansów naukowych, zatrudniania i oceny pracowników, podział na dziedziny i dyscypliny naukowe czy udział przemysłu i biznesu w zamawianiu i finansowaniu prac badawczo-rozwojowych. Od samego poziomu finansowania badań naukowych ważniejszy wydaje się sposób (system) ich wydatkowania. W przypadku nauk leśnych szczególnie pożądane są badania długoterminowe, oparte na wieloletnich obserwacjach i eksperymentach, które pozwalają na wyciąganie poprawnych wniosków o znaczeniu praktycznym. Do tworzenia systemu wydatkowania środków potrzebne są narzędzia oceny ich efektywności. Spośród wielu dostępnych wskaźników ciekawym jest udział publikacji pocho-

dzących z danego kraju w światowej puli publikacji naukowych (Paschalis 1997). Zgodnie z informacją udostępnianą przez SJR (SCImago Journal & Country Rank), Polska zajmuje pod tym względem 19 miejsce ogółem, a polska nauka leśna – dużo dalsze, 25 miejsce. Z drugiej jednak strony liczy się to, jakim kosztem „produkowane” są te publikacje: Polska przeznaczająca na naukę 0,74% PKB, co daje jej 43 miejsce na świecie (<http://www.indexmundi.com>). Biorąc to pod uwagę, trzeba uznać, że obraz osiągnięć nauki polskiej jest dużo bardziej optymistyczny. Optymistyczne jest również to, że polscy leśnicy-naukowcy mają do dyspozycji wiele różnych źródeł finansowania swoich projektów. Obok Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW), Narodowego Centrum Nauki (NCN) i Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) istnieją źródła międzynarodowe, szczególnie programy ramowe UE (6PR, 7PR) i program Horyzont 2020, a znaczącą pozycję pośród instytucji finansujących badania zajmują także Lasy Państwowe (LP). Z drugiej jednak strony, schematy finansowania badań oferowane przez podmioty finansujące w wielu wypadkach nie pasują do specyfiki badań z zakresu leśnictwa, wymagających w wielu wypadkach wspomnianego już dłuższego horyzontu czasowego. W utrzymaniu istniejących już wieloletnich eksperymentów badawczych – stałych powierzchni doświadczalnych (z których wiele liczy sobie już ponad 100 lat – np. powierzchnie Schwappacha) oraz w ewentualnym powstawaniu nowych szczególnie istotna wydaje się pomoc Lasów Państwowych.

W Polsce istnieje duży potencjał naukowy w zakresie leśnictwa, drzewnictwa i ochrony przyrody. Badania z tego zakresu prowadzone są m.in. na 3 wydziałach leśnych w Warszawie, Krakowie i Poznaniu, w Instytucie Badawczym Leśnictwa w Sękocinie Starym, w Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku i Instytucie Technologii Drewna w Poznaniu. W rankingu QS World University Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie znalazła się w pierwszej setce światowych uniwersytetów w zakresie nauk rolniczych i leśnych (kategoria Agriculture & Forestry). Istotne zwiększenie potencjału badawczego następuje dzięki synergii płynącej ze współpracy ww. jednostek ze sobą i z takimi organizacjami, jak Instytut Geodezji i Kartografii, Instytut Ochrony Środowiska czy Instytut Ochrony Przyrody, oraz wsparcia, jakiego udzielają im Lasy Państwowe i Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej. Istotne są różnego rodzaju platformy współpracy, zarówno krajowej, jak np. Komitet Nauk Leśnych PAN (od 2016 roku – Komitet Nauk Leśnych i Technologii Drewna), Polska Platforma Technologiczna Sektora Leśno-Drzewnego czy prowadzone wspólnie projekty w ramach programu BIOSTRATEG i Life Plus, jak i międzynarodowej, jak Międzynarodowa Unia Leśnych Organizacji Badawczych (International Union of Forest Research Organizations – IUFRO), Europejski Instytut Leśny (European Forest Institute – EFI). Istniejące od lat powiązania mogłyby się stać zaczątkiem swoistego klastra technologicznego „leśnictwo – przemysł drzewny – ochrona przyrody”. Pomimo istniejącego w Polsce potencjału badawczego stan nauk leśnych pozostawia wiele do życzenia. Według Center for International Forestry Research (CIFOR) stan badań leśnych w końcu XX wieku był niewystarczający, aby sprostać wyzwaniom współczesności (Paschalis 1997). To skłania do refleksji, dyskusji, analiz i opracowania koncepcji ich dalszego rozwoju. Problem ten w przeszłości zauważano w Polsce. Wielokrotnie publikowane były wyniki dyskusji i analizy stanu nauk leśnych w naszym kraju oraz sugestie dotyczące koncepcji ich rozwoju (np. Bernadzki i in. 1983a,

1983b, Grzywacz i Prusinkiewicz 1986, Grzywacz i Bernadzki 1990, Paschalis 1997). Autorzy „Polityki leśnej państwa” (PLP 1997) stwierdzili, że osiągnięcie celów leśnictwa w warunkach niepewności klimatycznej i długiego cyklu produkcji drewna wymagać będzie m.in.: intensyfikacji badań nad zmianami środowiska przyrodniczego i nad ich wpływem na lasy i pełnione przez nie funkcje. Określili oni również zakres i kierunki badań mających na celu wsparcie leśnictwa, wskazując na monitorowanie stanu lasów i poziomu ich zagrożeń w celu prognozowania zmian tych elementów, prace nad dynamiką i zrównoważeniem ekosystemów leśnych oraz ochroną i wykorzystaniem potencjału różnorodności biologicznej lasów, prace z zakresu leśnej inżynierii ekologicznej oraz bezpiecznych technik i technologii prac leśnych, studia nad nowymi modelami lasu i wzmaganiem wszechstronnej użyteczności lasów w gospodarce i życiu społecznym kraju, studia nad doskonaleniem monitoringu i prognozowaniem zmian stanu lasu, jego zagrożeń. Oczywistym warunkiem prowadzenia tego rodzaju badań jest rozwój zaplecza naukowego i badawczego, współpraca z zagranicznymi placówkami badawczymi oraz rozwój kadr (PLP 1997).

Pożądane kierunki rozwoju nauk leśnych (leśnictwa i drzewnictwa) i ochrony przyrody są często bardzo różnie identyfikowane przez różne podmioty. Zależy to bowiem od doświadczenia i możliwości poszczególnych jednostek naukowych: od ich bazy naukowej (ludzi, sprzętu) oraz doświadczenia zdobytego przez udział w różnych zadaniach naukowych. Wydział Leśny SGGW w Warszawie w ostatnich latach brał udział, często we współpracy z innymi podmiotami, w wielu znaczących projektach międzynarodowych i krajowych, takich jak Sustainability Impact Assessment of the Forestry-Wood Chain EFORWOOD (6PR), FORest management strategies to enhance the MITigation potential of European forests FORMIT (7PR), bilans węgla w biomase głównych gatunków lasotwórczych Polski (LP), opracowanie metody inwentaryzacji lasu opartej na integracji danych pozyskiwanych różnymi technikami teledetekcyjnymi (LP), ekonomiczne aspekty funkcjonowania sieci Natura 2000 (LP), teledetekcyjne określanie biomasy drzewnej i zasobów węgla w lasach REMBIOFOR (NCBR), doskonalenie podstawowych dokumentów regulujących prowadzenie gospodarki leśnej („Zasady hodowli lasu”, „Instrukcja urządzania lasu”, „Instrukcja ochrony lasu”) i wiele innych. Warto jeszcze raz podkreślić, że sukces wyżej wymienionych projektów i przedsięwzięć warunkowany jest szeroką współpracą krajową i międzynarodową.

Kierunki rozwoju

Analizując aktualny stan leśnictwa, drzewnictwa, ochrony przyrody i nauk leśnych, ich usytuowanie we współczesnym świecie oraz łączące je wzajemne powiązania, nakreślić można następujące kierunki badawcze niezbędne do sprawnego funkcjonowania leśnictwa współpracującego z przemysłem, respektującego zasady ochrony przyrody, poruszającego się w otoczeniu międzynarodowym i opierającego swoje decyzje na podstawach naukowych:

- zmiany klimatu opisane słowami kluczowymi: biomasa, węgiel, łagodzenie, adaptacja;

- nowoczesne technologie zwiększające zakres informacji o lesie na potrzeby urządzania, użytkowania, hodowli i ochrony;
- systemy wspomagania decyzji, obejmujące również modele prognostyczne (model wzrostu, szeregi rozwojowe), wzory empiryczne, tablice zasobności oraz mechanizmy optymalizacyjne;
- integracja łańcucha dostaw, z uwzględnieniem współpracy z przemysłem i analizy LCA;
- półnaturalna hodowla lasu;
- związki leśnictwa z ochroną przyrody, szczególnie w kontekście interakcji z siecią Natura 2000, casus Puszczy Białowieskiej i współpraca z ekologicznymi organizacjami pozarządowymi (NGO);
- certyfikacja gospodarki leśnej (FSC/PEFC/inne), jej koszty i konsekwencje oraz współpraca w tym zakresie z NGO;
- dodatkowe źródła drewna i biomasy: zwiększanie produktywności lasu, działania dodatkowe zwiększające produktywność i pochłanianie dwutlenku węgla, plantacje drzew szybko rosnących, współpraca z przemysłem;
- określanie wartości lasu i jego funkcji.

Skuteczne działania leśników są możliwe jedynie za przyzwoleniem społecznym, stąd coraz większego znaczenia nabiera edukacja przyrodniczo-leśna społeczeństwa. Zarówno Lasy Państwowe, jak i uczelnie leśne mają w tym zakresie duże doświadczenie, które należy spożytkować dla zwiększenia skuteczności i zakresu oddziaływania podejmowanych działań edukacyjnych. Z drugiej strony dobre prowadzenie gospodarki leśnej w zmieniających się warunkach wymaga wysokiego poziomu kadry, stąd konieczne jest doskonalenie metod i ciągła weryfikacja zakresu kształcenia leśników-profesjonalistów, co możliwe jest jedynie przy współpracy wszystkich zainteresowanych stron, tj. akademickich uczelni leśnych i potencjalnych pracodawców.

Zakończenie

Przedstawiona powyżej analiza wskazuje jednoznacznie, że pomimo dużego potencjału oraz niewątpliwych osiągnięć wciąż pozostaje wiele do zrobienia w zakresie nauki i edukacji leśnej. Współczesna rzeczywistość jest skomplikowana i zmienia się w szybkim tempie, stąd podejmowane działania powinny mieć charakter wielotorowy. Równie ważne są wysokiej jakości badania naukowe i przenoszenie ich wyników do praktyki, jak i edukacja, które powinny być prowadzone przy jak najbliższej współpracy wszystkich zainteresowanych stron. Tylko dzięki bliskim związkom leśników-praktyków i leśników-naukowców możliwe jest wypracowanie właściwych relacji między nauką a praktyką (Kapuściński 2011) oraz wskazanie kierunków rozwoju. Jednocześnie działania te powinny być również szeroko upowszechniane i promowane w celu uzyskania akceptacji społecznej dla działań podejmowanych w stosunku do zasobów, które są ważne dla całego społeczeństwa.

Literatura

- Bernadzki E., Grzywacz A., Prusinkiewicz Z. 1983a. Stan nauk leśnych w Polsce i koncepcje ich rozwoju. *Nauka Polska* 5: 31–41.
- Bernadzki E., Grzywacz A., Prusinkiewicz Z. 1983b. Analiza stanu nauk leśnych w Polsce oraz sugestie dotyczące koncepcji ich rozwoju. *Sylvan* 127(11): 1–15.
- Grzywacz A., Prusinkiewicz Z. 1986. Kierunki rozwoju nauk leśnych do roku 2000 i na lata dalsze. *Postępy Nauk Rolniczych* 2/3: 229–250.
- Grzywacz A., Bernadzki A. 1990. Rozwój nauk leśnych w Polsce. w: *W poszukiwaniu nowego modelu leśnictwa polskiego. Materiały Sesji Naukowej PTL* 13–14 września 1990, Warszawa: 76–85.
- Grzywacz A. 2007. Edukacja leśna w Polsce, stan obecny i perspektywy. w: *Edukacja leśna – stan i perspektywy. Materiały konferencji Towarzystwa Przyjaciół Lasu*, 20–21 kwietnia 2007, Jedlnia.
- Grzywacz A., Marszałek E. 2007. Prawne aspekty ochrony przyrody w ekosystemach leśnych. *Zarządzanie ochroną przyrody w lasach. Tuchola, Wyższa Szkoła Zarządzania Środowiskiem*: 10–25.
- GUS 2005. *Leśnictwo 2005*. Warszawa, Główny Urząd Statystyczny.
- GUS 2014. *Leśnictwo 2014*. Warszawa, Główny Urząd Statystyczny.
- Kapuściński R. 2011. Czy leśnictwu potrzebna jest nauka? w: *Nauka a problemy współczesnego leśnictwa. Konferencja SITLiD*, 3–4 listopada 2011, Łągow.
- Paschalis P. 1997. Nauka i badania leśne u progu XXI wieku. *Sylvan* 2: 5–10.
- Paschalis-Jakubowicz P. 2014. Wizja polskiego leśnictwa w XXI wieku – misja PGL Lasy Państwowe, w: *Materiały szóstego panelu ekspertów w ramach prac nad Narodowym Programem Leśnym. ORGANIZACJA*, 18 listopada 2014, Sękocin Stary.
- PLP 1997. *Polityka Leśna Państwa*. Warszawa, Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa.
- Ustawa 1991. *Ustawa o lasach z dnia 28 września 1991 roku*. Dz.U. z 1991 r. Nr 101 poz. 444. ze zm.

Wybrane problemy badawcze w naukach leśnych: stan i perspektywy z punktu widzenia Wydziału Leśnego UR w Krakowie

dr hab. Marcin PIETRZYKOWSKI (referujący¹)

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Leśny

Wstęp

Działalność naukowa i dydaktyczna Wydziału Leśnego Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie realizowana jest w 4 instytutach, w obrębie których funkcjonuje 12 wyposażonych w nowoczesną aparaturę zakładów. Jednostkami tymi są:

- Instytut Ekologii i Hodowli Lasu z Zakładami: Bioróżnorodności Leśnej; Ekologii Lasu i Rekultywacji; Genetyki, Nasiennictwa i Szkółkarstwa Leśnego; Gleboznawstwa Leśnego; Szczegółowej Hodowli Lasu;
- Instytut Ochrony Ekosystemów Leśnych z Zakładami: Fitopatologii Leśnej, Mykologii i Fizjologii Drzew; Ochrony Lasu, Entomologii i Klimatologii Leśnej; Inżynierii Leśnej;
- Instytut Użytkowania Lasu i Techniki Leśnej z Zakładami: Mechanizacji Prac Leśnych; Użytkowania Lasu i Drewna;
- Instytut Zarządzania Zasobami Leśnymi z Zakładami: Biometrii i Produkcyjności Lasu; Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa.

Zawarta w nazwach zakładów zasadnicza specjalizacja naukowa, uprawiana przez zatrudnionych w nich pracowników, wskazuje na szeroki zakres badań realizowanych przez Wydział, od badań podstawowych po typowo aplikacyjne. Najlepszym tego potwierdzeniem są realizowane w ostatnich latach badania naukowe dotyczące:

¹ Praca powstała na podstawie informacji dostarczonych przez następujących autorów: dr hab. Jan BANAŚ, dr inż. Bartłomiej BEDNARZ, dr inż. Piotr BILAŃSKI, prof. dr hab. Stanisław BROŻEK, dr hab. Anna GAZDA, dr inż. Anna ILEK, dr inż. Robert JANKOWIAK, dr inż. Magdalena KACPRZYK, prof. dr hab. Tadeusz KOWALSKI, dr hab. Jarosław KUCZA, prof. dr hab. Wojciech KRZAKLEWSKI, dr hab. Stanisław MAŁEK, dr inż. Katarzyna NAWROT-CHORABIK, prof. dr hab. Stanisław ORZEL, dr inż. Maciej PACH, dr hab. Marcin PIETRZYKOWSKI, dr hab. Jerzy SKRZYSZEWSKI, dr hab. Jarosław SOCHA, prof. dr hab. Janusz SOWA, prof. dr hab. Józef SULIŃSKI, dr inż. Marta SZOSTAK, prof. dr hab. Jerzy SZWAGRZYK, dr hab. Paweł TYLEK, dr hab. Piotr WĘŻYK, prof. dr hab. Wojciech ZĄBECKI, dr hab. Stanisław ZIĘBA oraz dr hab. inż. Hanna STĘPNIEWSKA – redakcja tekstu.

- struktury i dynamiki zbiorowisk roślinności leśnej ze szczególnym uwzględnieniem ekosystemów górskich;
- dynamiki drzewostanów naturalnych i zagospodarowanych;
- struktury i produkcji biomasy ekosystemów leśnych, modelowania potencjalnej produktywności drzewostanów;
- modelowania rozwoju i funkcjonowania lasu w różnych sposobach zagospodarowania;
- wpływu rodzaju i intensywności zabiegów hodowlanych na wzrost drzewostanów;
- wykorzystania markerów molekularnych do identyfikacji i określania bioróżnorodności biocenoz leśnych;
- wyróżniania wysoko produktywnych proveniencji głównych gatunków drzew leśnych;
- obiegu pierwiastków w ekosystemach leśnych;
- rekultywacji restytucji ekosystemów leśnych;
- gatunków patogenicznych grzybów drzew leśnych i procesów chorobowych drzew leśnych oraz ich uwarunkowań;
- bionomii i ekologii wybranych grup owadów fitofagicznych oraz ich entomofagów;
- wpływu antropogenicznych skażeń i ekstremalnych warunków klimatycznych na uaktywnianie się biotycznych czynników szkodotwórczych w środowiskach leśnych;
- bilansu wodnego atmosfera-drzewostan-gleba w zbiorowiskach leśnych;
- parametrów technicznych i technologicznych wybranych maszyn leśnych i ich oddziaływania na środowisko;
- optymalizacji pozyskiwania drewna oraz wykorzystania leśnych baz surowcowych w trwałej i zrównoważonej gospodarce leśnej.

Rozwijane na Wydziale Leśnym UR w Krakowie kierunki badawcze wpisują się w aktualny, szerszy kontekst potrzeb obu dyscyplin naukowych (leśnictwa i drzewnictwa) zaliczanych do dziedziny nauk leśnych i to w zakresie zarówno regionalnym, jak i globalnym.

Celem artykułu jest przedstawienie wybranych, realizowanych aktualnie problemów badawczych oraz zagadnień wchodzących w zakres szeroko rozumianej dyscypliny leśnictwo, które powinny być podjęte w najbliższej perspektywie czasowej. Przedstawiono również wybrane innowacyjne rozwiązania z wykorzystaniem biotechnologii w leśnictwie, a także kierunki badawcze rozwijane od wielu lat w ośrodku krakowskim, związane z antropopresją i restytucją ekosystemów leśnych na obszarach pokłeskowych i terenach przemysłowych.

Drzewostany mieszane w zmieniających się warunkach środowiska

W ostatnich latach obserwujemy odchodzenie od gospodarki leśnej opartej na drzewostanach jednogatunkowych, jednowiekowych, o prostej budowie w kierunku gospodarki nazywanej zrównoważoną, z ograniczoną ingerencją człowieka, która kształtuje lasy bardziej zróżnicowane pod względem gatunkowym, budowy i struktury oraz będące nie tylko źródłem drewna dla społeczeństw, ale spełniających również liczne funkcje pozaprodukcyjne nabierające coraz większego znaczenia.

Drzewostany mieszane jako bardziej adaptowalne do zmieniających się warunków środowiska niż drzewostany jednogatunkowe lepiej realizują strategię zmniejszenia i rozproszenia ryzyka (Bravo-Oviedo i in. 2014). Występujące w zbiorowiskach lasów mieszanych zjawiska uzupełniania się nisz ekologicznych, oddziaływania konkurencyjnego i pozytywnego, umożliwiają współbytovanie kilku gatunków drzew o różnych cechach funkcjonalnych i metodach korzystania z zasobów środowiska. Dzięki temu, lasy mieszane mogą wykazywać niekiedy większe możliwości produkcyjne niż drzewostany jednogatunkowe (Pretzsch i in. 2013, Bielak i in. 2014, Pretzsch i in. 2015). Według teorii gradientu stresu korzyści płynące z życia w kolektywie są uznawane za wyższe w trudnych warunkach, gdzie dzięki temu drzewa zyskują przewagę, a niższe w łagodnych, żyznych środowiskach, w których konkurencja przysłania mechanizmy ułatwiające koegzystencję gatunków.

Drzewostany o złożonym składzie gatunkowym wykazują, w porównaniu do monokultur, większą różnorodność biologiczną, odporność na choroby grzybowe i szkodniki, wyższe walory estetyczne, komplementarnie wykorzystują zasoby środowiska w strefie zarówno nadziemnej, jak i podziemnej, korzystnie wpływają na właściwości siedliska (gleb), są mniej podatne na negatywny wpływ ekstremalnych zjawisk klimatycznych. Cechują się ponadto większą odpornością na zmiany klimatyczne, stabilnością i rezyliencją oraz podlegają mniejszemu zagrożeniu ze strony pożarów i mogą spełniać znacznie więcej funkcji społeczno-środowiskowych.

Niezbędnym wydaje się dokonanie analizy efektów ekonomicznych hodowli lasów mieszanych, uwzględniających nie tylko wartość produkcji, ale także ryzyko hodowlane w obliczu zmieniających się warunków środowiska i inne korzyści płynące z lasów mieszanych w porównaniu z monokulturami (Knoke i in. 2008). Brakuje również wyczerpującej wiedzy na temat wzrostu i rozwoju poszczególnych gatunków drzew w środowisku lasu mieszanego, gdzie dodatkowym czynnikiem modyfikującym ich zachowanie oraz reakcje na czynniki środowiska są wzajemne relacje międzygatunkowe.

Produkcja i dyspersja nasion drzew leśnych oraz naturalne procesy odnowieniowe w lasach na tle globalnych zmian klimatycznych

Procesy składające się na naturalne odnowienie lasu charakteryzują się dużą zmiennością w czasie i w przestrzeni; badanie ich jest trudne, a wiedza na ich temat fragmentaryczna (Ibanez i in. 2007). Tymczasem prowadzenie półnaturalnej hodowli lasu (Brzezicki 2008) wymaga umiejętności sterowania tymi procesami, co wiąże się z potrzebą ich zrozumienia i możliwością przewidywania. Staje się to szczególnie ważne w kontekście globalnych zmian w środowisku, które z jednej strony stwarzają gatunkom drzew inne niż w przeszłości warunki wzrostu i rozwoju (Vitasse i in. 2012), a z drugiej pociągają za sobą wzrost różnego rodzaju zagrożeń. Dużo już wiadomo o zmianach w tempie wzrostu drzew w zmieniającym się środowisku; jednak znacznie mniej wiemy o tym, jak te zmiany wpływają na procesy reprodukcji u drzew, mające kluczowe znaczenie dla dynamiki ekosystemów leśnych (Grubb 1977, Fisichelli i in. 2013). Ocieplanie klimatu

może sprzyjać przesuwaniu się zasięgów występowania gatunków. Na ile zasięgi te rzeczywiście się zmieniają, zależy od przebiegu procesów demograficznych w populacjach drzew, zaczynając od kwitnienia i obradzenia, poprzez kiełkowanie nasion i przeżywalność odnowień, aż po tempo wzrostu młodych osobników oraz prawdopodobieństwo ich rekrutacji do warstwy drzew (Clark i in. 2011, Szwagrzyk i in. 2015).

W tym kontekście ważnym zadaniem dla nauk leśnych jest powiązanie dynamiki obradzenia drzew leśnych oraz przebiegu procesów wzrostu i przeżywalności odnowień ze zmianami warunków środowiskowych, a w szczególności ze zmianami klimatu. Dobre warunki do takich badań istnieją w górach, gdzie na małych odległościach występuje duże zróżnicowanie warunków klimatycznych. Badania takie powinny obejmować dłuższe okresy czasu. Do ich przeprowadzenia należy wykorzystać stałe powierzchnie badawcze, dla których istnieją wieloletnie ciągi danych przebiegu dynamiki procesów odnowieniowych.

Obce gatunki drzew w lasach: dynamika rozprzestrzeniania, wpływ na siedliska oraz na gatunki rodzime

Ekspansja niektórych gatunków obcych może doprowadzić do znacznych zmian w ekosystemach w wyniku ich dominacji i wypierania gatunków rodzimych (Sakai i in. 2001). Drzewa obcego pochodzenia, postrzegane są jako potencjalne zagrożenie różnorodności biotycznej (Szwagrzyk 2000).

W polskich lasach, stosunkowo ubogich pod względem liczby rodzimych gatunków drzew (Szwagrzyk i Gazda 2007), możemy spotkać relatywnie licznie reprezentowane drzewa obcego pochodzenia (Czerepko 2008, Gazda i Augustynowicz 2012, Gazda 2013).

Poznanie i zrozumienie procesów rozprzestrzeniania się, a następnie opanowywania nowych terenów przez gatunki obcego pochodzenia jest obecnie jednym z najważniejszych zagadnień współczesnej ekologii i ochrony przyrody. Nadal nie ma opracowania, które w sposób jakościowy i ilościowy ujmowałoby rolę drzew obcego pochodzenia w lasach.

Za najważniejsze zagadnienia badawcze w tym zakresie uznać należy: 1) opracowanie rozmieszczenia drzew obcego pochodzenia w lasach, 2) przygotowanie wstępnej prognozy rozprzestrzeniania się danego gatunku obcego w lasach, 3) przygotowanie koncepcji prowadzenia monitoringu dyspersji drzew obcego pochodzenia w lasach, 4) założenie eksperymentów w celu prowadzenia badań dotyczących rozprzestrzeniania drzew obcego pochodzenia oraz ich wpływu na gatunki rodzime i na zajmowane siedliska leśne.

System zarządzania wielofunkcyjną gospodarką leśną zintegrowany z planowaniem rozwoju społeczno-gospodarczego

Jednym z ważniejszych zagadnień jest budowa systemu zarządzania wielofunkcyjną gospodarką leśną zintegrowanego z planowaniem rozwoju społeczno-gospodarczego (Przybylska i in. 2015). Zmieniające się uwarunkowania społeczne i gospodarcze coraz silniej determinują charakter prowadzonej gospodarki leśnej. Funkcjonujący przez wiele dzie-

sięcioleci pogląd, iż główną funkcją lasów jest produkcja drewna, współcześnie ustąpił przekonaniu, że równie ważne są ich funkcje pozaprodukcyjne. Stąd za szczególnie ważną uznano potrzebę budowy nowego modelu gospodarowania obszarami leśnymi, który uwzględniając powszechną ochronę przyrody, zapewniaby produkcję drewna i rozwój społecznych funkcji lasów. Sprostanie tym wymogom, a więc zrównoważony rozwój gospodarki leśnej wynikającej z wielofunkcyjności lasu jest możliwy przy ściślejszym niż dotąd powiązaniu planowania leśnego z systemem planowania przestrzennego tak, aby gospodarka leśna stała się integralną i strategiczną częścią lokalnej i regionalnej gospodarki przestrzennej. W aktualnym stanie prawnym brakuje jednak takich rozwiązań, a podejmowane dotychczas próby w tym zakresie nie przyniosły zamierzonych rezultatów, o czym świadczy tendencja marginalizowania roli gospodarki leśnej w planach zagospodarowania przestrzennego. Obecnie problematykę gospodarki leśnej w planowaniu społeczno-gospodarczym postrzega się jedynie z wąskiej perspektywy, tj. realizacji celów sektorowych. W konsekwencji gospodarka leśna i lasy nie są traktowane w sposób całościowy i spójny oraz przyjmują postać pasywnego modelu relacji między różnymi sektorami gospodarki a zarządzającymi lasami. Dynamiczny rozwój kraju oraz coraz częstsze konflikty przestrzenne wymagają precyzyjnego określenia roli gospodarki leśnej w zagospodarowaniu przestrzennym. Nie powinna ona działać pod presją i na podstawie programów sektorowych lub też ograniczać się tylko do tworzenia warunków do optymalizacji udziału lasów w strukturze użytkowania ziemi. W zakresie zarządzania lasu za szczególnie istotną należy więc uznać potrzebę wypracowania nowych wzorców zarządzania obszarami leśnymi. Z jednej strony powinny one umożliwiać identyfikację i przestrzenną alokację funkcji priorytetowych gospodarki leśnej, z drugiej zaś sprzyjać stopniowemu przeobrażaniu struktury zasobów leśnych do takiej postaci, w której realizacja określonych funkcji wiodących będzie możliwa. Takie działanie w istotny sposób wpłynie na ograniczenie konfliktów między użytkownikami przestrzeni leśnej oraz umożliwi trwałą poprawę jakości gospodarki leśnej poprzez integrację oraz kształtowanie właściwych proporcji pomiędzy podstawowymi wymiarami jej działalności: ekonomiczną, ekologiczną, społeczną, instytucjonalną i przestrzenną (Przybylska i in. 2015). Priorytetowym celem badań z zakresu zarządzania lasu winno więc być opracowanie systemu zarządzania gospodarką leśną zintegrowanego z zagospodarowaniem przestrzennym oraz poszukiwanie działań, które wytworzą dodatni efekt synergiczny między celami planowania społeczno-gospodarczego a funkcjami gospodarki leśnej i wpłyną na wzrost znaczenia gospodarki leśnej w zagospodarowaniu przestrzennym. Koncepcja zarządzania gospodarką leśną zintegrowana z zagospodarowaniem przestrzennym winna być budowana w oparciu o hierarchiczny system planowania gospodarki leśnej i planowania przestrzennego, co oznacza iż decyzje podejmowane w zakresie gospodarowania obszarami leśnymi w proponowanym systemie formułowane będą na etapach planowania: strategicznego, taktycznego i operacyjnego, różniących się stopniem szczegółowości formułowanych celów oraz horyzontem czasowym projektowanych zadań. W tym zakresie za niezwykle ważne należy uznać zadania badawcze, które pozwolą rozwiązać następujące problemy: 1) w zakresie planowania strategicznego – opracowanie zasad budowy regionalnych strategii rozwoju wielofunkcyjnej i zrównoważonej gospodarki leśnej oraz określenie kryteriów wyznaczania regionalnych obszarów funkcjonalno-przestrzennych

(Zięba 2012); 2) w zakresie planowania taktycznego – opracowanie zasad podziału gospodarczego lasu oraz wzorców drzewostanów o określonej priorytetowej funkcji lasu; wdrożenie metod prognozowania i waloryzacji lasu do oceny ekonomicznych i przyrodniczych efektów przyjętych kierunków gospodarowania; 3) w zakresie planowania operacyjnego – opracowanie zasad ekonomiczno-przyrodniczej analizy projektowanych zabiegów oraz systemu optymalizacji ich wyboru (Banaś 2010).

Modele wzrostu jako narzędzia do zarządzania lasami w obliczu zmieniających się warunków siedliskowych

Zgodnie z ustaleniami Konferencji Ministerialnej na temat Ochrony Lasów w Europie – Forest Europe *zmiany klimatu są jednym z najbardziej poważnych zagrożeń stojących przed społeczeństwem i niezbędne jest pilne działanie zmierzające do zminimalizowania ryzyka wystąpienia katastrof środowiskowych w celu ochrony europejskich lasów i ich funkcji* (Paschalis-Jakubowicz 2012).

Prawidłowa ocena produktywności siedliska leśnego jest kluczem do właściwej, z punktu widzenia hodowlanego, urzędzeniowego i ekonomicznego gospodarki leśnej (Socha 2008). Scenariusze zmian produktywności siedlisk, związanych ze zmianami warunków klimatycznych, powinny być z kolei pomocną wskazówką dla strategicznego planowania i zarządzania zasobami leśnymi w horyzoncie długookresowym. W związku z tym potrzebne są badania nad budową matematycznych modeli, które mogłyby służyć do oceny wpływu zmian klimatu na produktywność siedlisk dla poszczególnych gatunków, określania optymalnego składu gatunkowego oraz spodziewanej produktywności terenów zalesianych i obszarów leśnych pochodzących z sukcesji (Socha 2010). Symulacje zmian produktywności siedlisk za pomocą modeli pozwalają bowiem na wskazanie zarówno siedlisk, jak i gatunków szczególnie narażonych na negatywne skutki zmian klimatu (Albert i Schmidt 2010, Socha i Durło 2012). Modele produktywności mogą również stanowić naukowy argument w toczących się obecnie dyskusjach nad kryteriami ustalania naturalnych zasięgów występowania gatunków drzew leśnych.

Podstawowym narzędziem planistycznym w gospodarce leśnej są nadal tablice zasobności, które jednak nie pozwalają na adekwatną ocenę i prognozowanie produktywności lasów (Bruchwald i in. 1979), a ich stosowanie skutkuje zaniżaniem szacowanego przyrostu miąższości drzewostanów, co utrudnia podejmowanie strategicznych decyzji dotyczących zabiegów hodowlanych oraz ustalania etatów użytkowania głównego. Istnieje więc pilna potrzeba podjęcia wspólnych działań na poziomie krajowym, których celem byłoby opracowanie nowych modeli wzrostu (tablic zasobności). Modele te, poza zastosowaniem w planowaniu urzędzeniowym, powinny być jednym z modułów systemu wspierania decyzji (DSS) w planowaniu krótko-, średnio- i długoterminowym (strategicznym), pozwalających na rozważanie alternatywnych sposobów postępowania w zarządzaniu zasobami leśnymi. Ponadto modele wzrostu drzewostanów, w powiązaniu z informacjami o potencjalnej produktywności siedlisk, mogą stanowić podstawę określania zdolności obszarów leśnych Polski do produkcji biomasy i sekwestracji dwutlenku węgla.

Choroby drzew leśnych w obliczu zmian klimatycznych

Ocieplenie klimatu, zwiększenie ilości CO₂ w atmosferze oraz inne nieprzewidywalne zjawiska pogodowe mogą znacząco wpływać na stan zdrowotny lasów. Ponieważ większość chorób drzew leśnych jest silnie uwarunkowana czynnikami środowiska, zmieniający się klimat będzie istotnie oddziaływać zarówno na podatność drzew na choroby, jak i aktywność patogenów. Prognozowane globalne zmiany klimatu, a szczególnie rosnący trend temperaturowy oraz zmiany w rozkładzie i natężeniu opadów mogą pozwolić niektórym patogenom na zwiększenie areалу swojego występowania lub poszerzenie zakresu roślin żywicielskich, co może być w przyszłości źródłem nowych lub częstszych zjawisk chorobowych. Generalnie należy przyjąć, że w zmieniającym się klimacie wzrośnie rola patogenów, które szybciej adaptują się do nowych warunków środowiska niż długowieczne drzewa. Można przypuszczać, że wzrośnie także rola patogenów słabości, zwłaszcza na terenach objętych częstymi suszami. Co szczególnie niebezpieczne, w nowych warunkach środowiskowych patogeny mogą odgrywać ważną rolę w eliminowaniu niektórych gatunków drzew leśnych (Dukes i in. 2009, Tubby i Webber 2010, Stenlid i in. 2011, Sturrock i in. 2011, Sturrock 2012).

Do nowych wyzwań, jakie stoją przed nauką w zakresie spodziewanych zmian klimatu i chorób drzew leśnych, należy zaliczyć: a) monitoring, czyli systematyczne badanie objawów chorobowych występujących u drzew i krzewów leśnych; b) badania nad zmianami w aktywności patogenów (np. zmiany wirulencji, wydłużenie lub skrócenie okresu infekcyjnego, nowe sposoby infekcji); c) prognozowanie, czyli budowę statystycznych narzędzi (modeli), które pomogą ustalić rozprzestrzenianie się patogenów w warunkach zmieniającej się temperatury i opadów; d) opracowanie strategii ochrony drzew przed nowymi, „bardziej inwazyjnymi” patogenami drzew leśnych.

Grzyby powodujące choroby drzew i krzewów leśnych w południowej Polsce – stworzenie banku genów patogenów grzybowych drzew i krzewów leśnych

Grzyby stanowią grupę liczącą kilka milionów gatunków (Blackwell 2011). Te, które występują w naszych lasach, cechuje różnorodny charakter troficzny. Choroby roślin wywołują grzyby patogeniczne (chorobotwórcze). Wyróżniamy wśród nich pasożyty bezwzględne, odżywiające się tylko żywą substancją roślinną, oraz pasożyty względne, odżywiające się zarówno żywą, jak i martwą substancją. Grzyby powodujące rozkład tylko martwej substancji określane są jako saprotrofy. Z roślinami ściśle związane są także grzyby endofityczne, które infekują różne organy żywych roślin, odbywają w nich znaczną część swego cyklu rozwojowego, lecz nie wywołują objawów chorobowych. Identyfikacja grzybów do niedawna była dokonywana głównie na podstawie cech morfologicznych kultur, owocników i zarodników, a wspomagana była niekiedy metodami fizjologicznymi lub biochemicznymi. W ostatnich 10 latach doszło do zasadniczej zmiany w tym zakresie. Do identyfikacji wykorzystywane są metody molekular-

ne, bazujące na kulturach wyizolowanych na pożywki *in vitro*, lub DNA badane bezpośrednio w tkankach rośliny gospodarza (Rossman 2007, Schochi in. 2012, Eberhardt 2010). Metody te stwarzają nowe, bardzo pomocne narzędzie w identyfikacji grzybów oraz badaniach ich zmienności genetycznej, umożliwiające także ustalenie kręgu roślin żywicielskich. Z uwagi na to, że w dostępnym GenBank zdeponowane zostały dane genetyczne grzybów, które zostały niewłaściwie zidentyfikowane (Chen 2012), a także wykazują znaczne zróżnicowanie genetyczne, grzybów tego samego gatunku pochodzących z różnych rejonów świata, a nawet występujących na małym obszarze, tak prowadzona identyfikacja budzi wątpliwości. Jedyną drogą podejścia do powyższego problemu jest prawidłowa identyfikacja morfologiczna danego gatunku grzyba z wielu stanowisk, wykonanie badań molekularnych oraz umieszczenie wyników w ogólnopolskim banku genów patogenów drzew i krzewów leśnych. Dysponowanie taką bazą pozwoli na szybką identyfikację obcych, zawleczonych do naszego kraju patogenów, a także śledzenie zmienności ważnych patogenów wraz ze zmianami środowiskowymi. W miarę potęgowania się tych zmian, istotną rolę odgrywać mogą grzyby występujące w Polsce, ale nieznanie dotychczas z patogenicznej aktywności. W omawianym zakresie uzyskano już wiele ważnych osiągnięć dotyczących grzybów występujących na *Fraxinus excelsior* oraz *Pinus sylvestris* (Kowalski 2006, Ioosi in. 2009, Kraj i Kowalski 2013, 2014, Kraj i in. 2009, 2012).

Wykorzystanie kultur tkankowych w biotechnologii leśnej

Wprowadzenie nowych metod biotechnologicznych, wśród których w leśnictwie na szczególną uwagę zasługują techniki kultur tkankowych *in vitro*, przyczyniło się do postępu nauk przyrodniczo-leśnych. Intensywne badania naukowe nad wdrożeniem i udoskonaleniem tych metod stworzyły potencjalne możliwości ich wykorzystania. Wyjątkowego znaczenia nabrały nowe kierunki badań, które przyczyniły się do poprawy jakości roślin, zwiększenia ich odporności na czynniki stresowe i podwyższenia produktywności. Niewątpliwie są nimi: mikrorozmnażanie ważnych gospodarczo i ekologicznie drzew leśnych przy użyciu metod somatycznej embriogenezy i organogenezy (Nawrot-Chorabik 2008, 2015), badania kultur dualnych *in vitro* z udziałem tkanki kalusa i grzybów o różnych właściwościach troficznych (Nawrot-Chorabik 2013, 2014, Nawrot-Chorabik i in. 2015), opracowanie technik krioprezerwacji kalusa i zarodków somatycznych dla długoterminowego przechowywania tkanek w ciekłym azocie celem wzbogacenia banków genów o cenne genotypy zagrożonych gatunków drzew (Nawrot-Chorabik i Sitko 2014) oraz badania nad wpływem metali ciężkich na drzewa, demonstrujące ścisły związek uzyskanych już na poziomie komórkowym wyników z wynikami *ex vitro* (Nawrot-Chorabik, wyniki niepublikowane).

Do tej pory wielu zagadnień nie rozwiązano definitywnie. Dlatego należy zintensyfikować badania biotechnologiczne dla udoskonalenia technik, metod i analiz, które w przyszłości mogłyby zostać wykorzystane dla rozwoju takich specjalności naukowych jak fizjologia, fitopatologia, hodowla i selekcja drzew leśnych, a także dla podwyższenia produktywności lasu.

Uwarunkowania gradacyjnego występowania entomofauny kambiofagicznej świerka w lasach górskich

Zamieranie świerczyn w Polsce stało się faktem. Problem ustępowania świerka, pierwotnie pod naporem emisji przemysłowych (Góry Izerskie), niewłaściwej kultury hodowlanej (Beskid Żywiecki i Śląski) oraz wtórnie fluktuacji klimatycznych, jest największym wyzwaniem dla współczesnych gospodarzy lasu (Grodzki 2004, 2010). Ekologiczne następstwa rozpadu górskich drzewostanów świerkowych zagrażają nie tylko samej trwałości ekosystemów lądowych, ale należą również do najistotniejszych problemów szeroko pojętej polityki zrównoważonego rozwoju górskich obszarów leśnych. Skomplikowane, labilne górskie biocenozy leśne, pełniące zróżnicowane funkcje prospołeczne, stały się areną wydarzeń, których konsekwencje mają charakter wybitnie interdyscyplinarny. Nie sposób bowiem nie dostrzec w wylesianych terenach zmian różnorodności biologicznej, zaburzeń stosunków hydrologicznych oraz ogólnej degradacji środowiska (Heliövaara i Peltonen 1999). Mając powyższe na uwadze, jedynym trwałym rozwiązaniem obecnego problemu jest przebudowa drzewostanów. Dlatego też priorytetem jest spowolnienie ustępowania świerka, aż do czasu przebudowy biocenoz leśnych na wielogatunkowe. Kluczową rolę w omawianym procesie rozpadu świerczyn odgrywają owady kambiofagiczne (Hedgren i in. 2003, Kacprzyk i Bednarz 2015).

W świetle powyższych przesłanek potrzebą chwili staje się opracowanie:

- zasad optymalnego postępowania gospodarczego mającego na celu maksymalne ograniczenie liczebności populacji korników świerka;
- wytycznych dotyczących optymalnych terminów wykonywania zabiegów gospodarczych w młodnikach świerkowych, celem ograniczenia bazy rozmnożeniowej korników;
- zaleceń dotyczących wykorzystania świerkowej drobnicy użytkowej jako naturalnych pułapek na drobne korniki.

Idea tworzenia Glebowych Powierzchni Wzorcowych

Ważnym problemem naukowym o aplikacyjnym znaczeniu są Glebowe Powierzchnie Wzorcowe (GPW). Są to fragmenty lasów, o obszarze około 300 ha, wyznaczone w latach 70. ubiegłego wieku w celu zabezpieczenia gleb wraz z typowymi dla danego regionu siedliskami oraz drzewostanami. Na obszarze całego kraju sieć GPW liczy 139 obiektów o powierzchni około 50 000 ha. Program jest rozpoczęty i zawieszony, wymaga rewizji i opracowania zasad funkcjonowania. Gleby są największym lądowym złożem węgla organicznego w biosferze, gromadzącym większe jego zasoby niż rośliny wraz z atmosferą. Problem materii organicznej w glebach ma istotny związek z akumulacją węgla i ograniczeniem emisji CO₂ do atmosfery. Materia organiczna w glebach jest dynamicznie przekształcana w procesie ich przygotowania do odnowień lasu (Andrzejczyk i Augustyniak 2007, Heiskanen i in. 2007, Sewerniak i in. 2012). Obecnie stosowane technologie promują przyspieszoną mineralizację materii organicznej i zwiększoną emisję CO₂ do atmosfery. Podstawowy cel funkcjonowania GPW, to zachowanie gleb w sta-

nie zbliżonym do naturalnego, co wymusza opracowanie nowych technologii przygotowania gleb do odnowień, w tym promujących spowolniony rozkład materii organicznej i ograniczających emisję CO₂. Projekt GPW wpisuje się w globalny problem akumulacji węgla i może być istotnym wkładem nauk leśnych w te zagadnienia wraz z ich praktycznym zastosowaniem. Weryfikacja i aktualizacja GPW oraz opracowanie dla nich nowych technologii przygotowania gleby do odnowień lasu będzie stanowić wzmocnienie roli lasów w akumulacji węgla i obniżeniu emisji CO₂ do atmosfery.

Doskonalenie formuł matematycznych wiążących wartości składowych bilansu wodnego atmosfera–drzewostan–gleba z cechami biometrycznymi drzewostanu

Dysponując ciągłym zapisem wartości zapasu wody glebowej w strefach aeracji i saturacji łącznie lub tylko w strefie saturacji, można obliczyć jego przyrosty w fazach zasilania i ubytków. Umożliwia to identyfikację równań bilansowych ułożonych jako oddzielne dla tych faz, wiążących zmiany zapasu wody glebowej z cechami biometrycznymi drzewostanów (Suliński 1993). Dla przykładu przytoczono tu równanie bilansowe dla ubytków zapasu wody w profilach glebowych lasów górskich (Suliński i Starzak 2009):

$$Z_u = \alpha \lambda M + \beta (1 - e^{-4W_o}) \left[\left(\frac{d_{o,n}}{d_{o,n,max}} \right)^{\frac{\mu}{h_n}} \right] \left\{ 2 - \left[\left(\frac{a_n}{400} - \gamma \right)^2 \right]^{\frac{i_n}{90}} \right\} \left(\frac{p_n}{p_{n,max}} \right)^3$$

gdzie:

- Z_u – średni dobowy ubytek zapasu wody w profilu [mm];
- ΔM – roczna produkcja biomasy nadziemnych części roślin [t św. masy/ha];
- λ – stosunek liczby godzin widnych (Czarnowski 1978) w okresie bilansowania do okresu wegetacji;
- W_o – bezwymiarowy współczynnik odsłonięcia gleby obliczony według wartości cech biometrycznych drzewostanu (Suliński 1993);
- $d_{o,n}$ – średnie dobowe niedosyty wilgotności powietrza [hPa] mierzone na środkowej łące w klatce 2 m n.p.t., obliczone dla każdego n -tego profilu glebowego oddzielnie, według dat wystąpienia w nim faz ubytków zapasu;
- $d_{o,n,max}$ – maksymalna wartość $d_{o,n}$ wśród danych z 15 stanowisk pomiarowych (Suliński i Starzak 2009);
- h_n – wysokość położenia stanowiska pomiarowego [m n.p.m.];
- a_n – wystawa stoku [grady];
- p_n – kapilarna pojemność wodna profilu glebowego, sprowadzona do warstwy 100 cm;
- $p_{n,max}$ – maksymalna wartość p_n wśród danych z 15 stanowisk pomiarowych;
- $\alpha, \beta, \mu, \gamma$ – współczynniki do wyliczenia w procesie identyfikacji równania.

W powyższym równaniu zróżnicowanie ubytków zapasu wody glebowej między profilami wyrażono za pomocą zdolności produkcyjnej siedliska ΔM oraz współczynnika odsłonięcia gleby W_o , charakteryzującego osłabienie energii promieniowania słonecznego i siły wiatru wewnątrz drzewostanu (Suliński 1993). Wartości ΔM obliczane są według wzoru wiążącego bonitację siedliska z produkcją biomasy przez drzewostan określonego gatunku (Suliński 2007). Główne przesłanki, na których oparto konstrukcję W_o nawiązują do liczbowych ujęć procesu wypełniania biomasa przestrzeni wewnątrz drzewostanów jednowiekowych (Suliński 1997).

Zgodność wartości ubytków zapasu wody glebowej pomierzonych w 15 profilach badawczych na terenie Beskidu Śląskiego i obliczonych z przytoczonego równania wyraża się współczynnikiem korelacji wielokrotnej $R = 0,967$ i błędem średnim pojedynczego przypadku 15,2%. Podobnie wysoką zgodność otrzymano dla innych równań bilansowych zbudowanych w oparciu o zbliżone kryteria, zidentyfikowanych dla danych z ponad 70 profili badawczych rozmieszczonych w lasach nizinnych zachodniego odcinka Kotliny Sandomierskiej oraz podgórskich (od 240 do 426 m n.p.m.) i górskich (od 450 do 900 m n.p.m.) w Beskidach (Suliński i Owsiak 2009, Suliński i Starzak 2009). Ich analiza potwierdza zasadność sformułowanych wcześniej hipotez dotyczących specyficznych cech bilansu wodnego drzewostanów zagospodarowanych zrębowo (Suliński 1993, Suliński i Jaworski 1998):

(1) Ilość wody zużywanej łącznie na transpirację drzew, krzewów i roślin runa jest proporcjonalna do ilości wyprodukowanej przez nie biomasy, w pierwszym przybliżeniu jest to wartość rzędu 160 g H_2O na 1 g świeżej masy nadziemnych części roślin, bez względu na jakość siedliska. Na poziomie ekosystemu leśnego sumaryczna ilość wody zużywanej na transpirację nie zależy od składu gatunkowego roślin, w odróżnieniu od poziomu osobniczego, na którym współczynnik transpiracji rośliny bytującej niezależnie od innych jest cechą gatunkową.

(2) Zdolność intercepcyjna roślin jest proporcjonalna głównie do ich sumarycznej powierzchni, która prawdopodobnie jest proporcjonalna do jakości siedliska. Zdolność intercepcyjna ściółki leśnej jest zależna głównie od jej masy i aktualnej wilgotności. Stopień wykorzystania zarówno zdolności intercepcyjnej roślin, jak i ściółki po pojedynczym opadzie deszczu jest funkcją jego natężenia i czasu trwania.

(3) Parowanie z gruntu jest proporcjonalne do stopnia odsłonięcia gleby leśnej, rozpatrywanego w kontekście osłabienia energii promieniowania słonecznego oraz siły wiatru wewnątrz drzewostanu. Można skonstruować równania wiążące to osłabienie z cechami biometrycznymi drzewostanu.

(4) Z wymienionych hipotez (1), (2) i (3) wynikają praktyczne wskazania, że na poziomie ekosystemu leśnego zmiany *ceteris paribus* wartości transpiracji i zdolności intercepcyjnej roślin wiążą się głównie z produktywnością siedliska. Działania gospodarcze oraz czynniki biotyczne i abiotyczne, o ile nie zmieniają tej produktywności, mogą jedynie modulować parowanie z powierzchni gleby oraz ewentualnie zdolność intercepcyjną ściółki.

Hydrologiczne właściwości siedlisk leśnych

Hydrologiczną funkcję lasu należy wiązać z możliwością kształtowania i modulowania w siedlisku warunków wodno-gruntowych i mikroklimatycznych. To założenie sprawia, że hydrologię leśną interesują elementy bilansu wodnego w kontekście wymiany wody pomiędzy atmosferą, drzewostanem i glebą (Suliński 1993). Mimo licznych badań w tym zakresie (Kucza 2007) brak dotąd ilościowych relacji pomiędzy elementami tego bilansu, które można by było na tyle uogólnić, aby miały znaczenie w praktycznym wykorzystaniu. Powodem tego stanu rzeczy są metodyczne trudności badawcze bardzo złożonych zależności pomiędzy elementami bilansu wodnego siedlisk leśnych. W Zakładzie Inżynierii Leśnej opracowano nowatorską i ujednoliconą metodykę badania procesów hydrologicznych, która daje możliwość pogłębiania wiedzy w tym zakresie. Wszystkie procesy związane z obiegiem wody w środowisku leśnym, cechujące się dużą dynamiką, można podzielić na trzy grupy: 1) intercepcja powierzchni drzew i roślin runa leśnego, 2) zatrzymywanie wody opadowej przez poziomy organiczne gleb, oraz 3) właściwości infiltracyjne szkieletowych gleb leśnych. Rozpatrując te grupy oddzielnie, zakres prac badawczych dotyczących powyższej problematyki można określić następująco:

1. W zakresie intercepcji drzew i roślin runa leśnego – zbadanie wpływu symulowanych opadów na właściwości intercepcyjne części składowych drzew oraz roślin runa leśnego (Ilek i Kucza 2014a). Istotnym jest ustalenie powiązań potencjalnych możliwości intercepcyjnych z właściwościami fizycznymi roślin oraz poziomem zanieczyszczeń atmosferycznych.
2. W zakresie retencyjnych właściwości poziomów organicznych gleb leśnych kluczowy problem stanowi ustalenie różnic między właściwościami wynikającymi ze składu gatunkowego drzewostanu (Kucza 2007, Ilek i in. 2015), a zwłaszcza udzielenie odpowiedzi na pytania: 1) w jaki sposób składem gatunkowym zbiorowisk leśnych można regulować proces zatrzymywania wody w poziomach organicznych gleb leśnych? oraz 2) w jaki sposób przerwy między opadami oraz natężenie opadu mogą wpływać na ten proces?
3. W zakresie retencyjnych właściwości gleb leśnych podstawowym zagadnieniem jest zdolność pokrywy glebowej do przewodzenia wody opadowej w głąb profili glebowych. Jest to zagadnienie kluczowe w przypadku szkieletowych gleb leśnych. Prowadzone badania nad wodoprzepuszczalnością poziomów glebowych oparte o opatentowaną metodykę (Ilek i Kucza 2014b, Kucza i Ilek 2016) mają na celu ustalenie związku pomiędzy wartościami współczynnika wodoprzepuszczalności gleb a ich właściwościami fizycznymi i szkieletowością.

Analiza wpływu programów zwiększenia małej retencji w lasach na jakość wód powierzchniowych i zmiany w ekosystemach leśnych

Podkreślając rolę lasów: w ochronie jakości wód, zarządzaniu zasobami wodnymi, łagodzeniu powodzi, ochronie gleby, walce z pustynnieniem, jak również znaczenie lasów górskich w zmniejszaniu osuwisk, erozji i skutków lawin (...) Państwa Sygnatariusze oraz Wspólnota Europejska, zobowiązują się do (...) zwiększenia wiedzy o zależnościach między lasami a wodą, a także wykorzystania potencjału lasów oraz zrównoważonej gospodarki leśnej do poprawy zasobów i ekosystemów wodnych (Rezolucja warszawska 2 MPOLE „Lasy i Woda” 2007). W ramach tych działań Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe realizowało dwa projekty: „Kompleksowy projekt adaptacji lasów i leśnictwa do zmian klimatu – mała retencja oraz przeciwdziałanie erozji wodnej na terenach nizinnych” i „Przeciwdziałanie skutkom odpływu wód opadowych na terenach górskich. Zwiększenie retencji i utrzymanie potoków oraz związanej z nimi infrastruktury w dobrym stanie”. Z danych na dzień 31 sierpnia 2015 r. wynika, że w ramach pierwszego projektu nadleśnictwa wykonały ponad 3500 obiektów, retencjonujących ok. 40 mln m³ wody, czyli ponad 8 mln m³ więcej niż pierwotnie zakładano. W ramach drugiego projektu wykonały 3385 szt. obiektów retencjonujących blisko 1,5 mln m³ wody. Podjęte prace będą kontynuowane do 2020 roku, a ich celem jest wzmocnienie odporności na zagrożenia związane ze zmianami klimatu w nizinnych i górskich ekosystemach leśnych. W ramach projektów budowy, modernizacji lub poprawy funkcjonowania obiektów małej retencji na niżu, planowane jest zretencjonowanie ok. 2,1 mln m³ wody, a w górach ok. 0,4 mln m³ wody. Dotychczasowe badania wskazują, że wzrost wilgotności gleb powoduje zwiększenie retencji węgla (Zwydak i in. 2008, Zwydak i in. 2011). W związku z realizacją tych działań koniecznym jest określenie ich wpływu na retencję węgla z uwzględnieniem jakości wód powierzchniowych oraz zmian w ekosystemach leśnych i wodnych.

Technologie geoinformacyjne w badaniach leśnych i środowiskowych

Nowoczesne monitorowanie i zarządzanie obszarami leśnymi i związane z nimi realizowanie zadań z zakresu ochrony środowiska przyrodniczego wymaga szerokiego stosowania nowoczesnych technologii geoinformacyjnych. Na podstawie danych fotogrametrycznych i teledetekcyjnych można bowiem precyzyjnie monitorować zmiany zachodzące w ekosystemach i krajobrazie, a także określić wpływ antropopresji, rekultywacji i rewitalizacji (Wężyk i in. 2015), wspomagając tym samym przeprowadzanie oceny środowiskowej w zakresie rolnictwa i leśnictwa z szeroko rozumianym stosowaniem analiz przestrzennych 3D GIS m.in. dla zarządzania kryzysowego (Drzewiecki i in. 2014). Zastosowanie wielospektralnych wysokorozdzielczych zobrazowań satelitarnych wraz z danymi ze skanowania laserowego (LiDAR) i analizami przestrzennymi

GIS daje możliwość automatyzacji procesu monitorowania zmian zachodzących w krajobrazie, m.in. w detekcji granic klas pokrycia i użytkowania terenów rolniczo-leśnych oraz monitorowania procesu wtórnej sukcesji leśnej na obszarach rolniczych (Szostak i in. 2014).

Dane pochodzące z naziemnego (TLS) i lotniczego skanowania laserowego (ALS) są doskonałym elementem w modelowaniu przestrzeni 3D, m.in. dla pozyskania szczegółowych informacji o terenie oraz obiektach na nim występujących. Bezpośrednie pomiary wykonywane na chmurze punktów LiDAR oraz wykorzystanie przetworzonych produktów, jakimi są np. modele wysokościowe (NMT, NMPT, zNMPT), umożliwiają opracowanie charakterystyki morfometrycznej terenu oraz struktury przestrzennej roślinności, tj. określenie jej różnorodności w pionowej i poziomej budowie. Technologia ta pozwala zautomatyzować proces wyznaczania parametrów pojedynczych drzew i drzewostanów, takich między innymi jak wysokość, zwarcie, współczynnik penetracji światła, objętość koron, liczba drzew, czy wielkość biomasy (Wężyk i in. 2008, Wężyk i in. 2010). Stosowanie klasyfikacji obiektowej (GEOBIA) obrazów lotniczych i satelitarnych, danych ALS oraz analiz przestrzennych GIS umożliwia także weryfikację i aktualizację warstw wektorowych Leśnej Mapy Numerycznej (Wężyk i in. 2013), określanie zapasu, a nawet przyrostu drzewostanów (w sytuacji cyklicznych nalołów ALS) oraz monitorowanie ich stanu zdrowotnego (np. poprzez stosowanie zakresu RedEdge i NIR w zobrazowaniach satelitarnych).

Monitoring rekultywacji leśnej

Rekultywacja leśna jest dominującym w Polsce kierunkiem zagospodarowania terenów przemysłowych. Nowoczesna rekultywacja stawia sobie za cel odtworzenie na terenach przekształconych całych ekosystemów i krajobrazu (Pietrzykowski i Krzaklewski 2014). W ujęciu ekologicznym rekultywacja jest kierowanym i wspomaganiem procesem sukcesji ekologicznej, a nie tylko zespołem określonych czynności technicznych i agrotechnicznych wykonywanych po zakończeniu eksploatacji, stąd planowanie rekultywacji wymaga kompleksowej wiedzy i długoterminowego przewidywania zmian w odtwarzanym ekosystemie. Planowanie rekultywacji dla leśnego kierunku zagospodarowania wynika z analizy uwarunkowań przyrodniczych i ekonomicznych oraz stawianych pierwszoplanowo celów w konkretnych warunkach (np. produkcja biomasy czy bioróżnorodność i stabilność ekosystemu). W świetle aktualnej wiedzy, ocenę przyrodniczych efektów rekultywacji leśnej opierać należy na długoterminowym monitoringu obejmującym przede wszystkim ocenę dynamiki zmian właściwości powstających gleb (akumulacji i cech jakościowych próchnicy, zawartości azotu, właściwości mikrobiologicznych) i cech kształtujących się zbiorowisk roślinnych i zwierzęcych (tempo sukcesji, bioróżnorodność). Z racji dominującej roli drzewostanu w procesie przekształcania biotopu w siedlisko leśne istnieje konieczność badania reakcji różnych gatunków drzewiastych na stres środowiskowy w warunkach siedlisk powstających na rekultywowanych terenach przemysłowych (Pietrzykowski 2015).

Nowe technologie i techniki uszlachetniania materiału siewnego

Wprowadzanie intensywnych, specjalistycznych metod produkcji sadzonek, m.in. w szkółkach kontenerowych, wymaga stosowania nasion bardzo wysokiej jakości, aby z każdego nasiona możliwe było wyhodowanie sadzonki o określonych parametrach morfologicznych. Czynnikiem determinującym wykorzystanie siewników punktowych jest konieczność stosowania materiału siewnego charakteryzującego się wysoką czystością i żywotnością, małą zmiennością cech fizycznych oraz dużą sypkością. Również przy tworzeniu rezerw na lata nieurodzaju, czy też długoterminowym przechowywaniu nasion celem zachowania puli genowej gatunku (leśne banki genów), należy używać nasiona najlepszej jakości. Praktyka leśna oczekuje udoskonalenia znanych i wprowadzania nowych, efektywnych technologii uszlachetniania materiału siewnego. Proces ten obejmuje takie etapy, jak oddzielenie zanieczyszczeń grubych i drobnych, odskrzydlenie (w przypadku gatunków iglastych), odseparowanie nasion płonnych, kalibrację wymiarową oraz otoczkowanie (zwłaszcza w przypadku gatunków lekkonasiennych) i skaryfikację (Tylek 2010). Aktualnie istnieje potrzeba opracowania charakterystyk rozdzielczych nasion, bazujących na niestosowanych dotychczas cechach, jak np. właściwości mechaniczne (sprężystość), optyczne (w zakresie widma widzialnego, w ultrafiolecie i podczerwieni) (Kaliniewicz i in. 2014, Pecen 2006), elektryczne (Abdel-Salam i in. 2004), które mogłyby być podstawą projektowania przyszłościowych rozdzielaczy. Wciąż niedopracowaną i niewdrożoną do praktyki technologią jest otoczkowanie, polegające na dopasowaniu wielkości, kształtu i właściwości balistycznych nasion do wymogów siewu. Dodatkową korzyścią tego zabiegu jest możliwość wprowadzenia do wnętrza granulki substancji wspomagających kiełkowanie oraz pestycydów, nawozów i barwników (Stendahl 2005).

Optymalizacja technologii pozyskania drewna w warunkach zmian klimatycznych, rosnącego zapotrzebowania na drewno oraz zmian na rynku pracy w leśnictwie

Występujący w Europie dynamizm pogody związany z ociepleniem klimatu oraz zmiany w ekosystemach leśnych, kojarzone ze zjawiskami wpływu ocieplenia na środowisko przyrodnicze sprawiają, że w ostatnich latach pojawiły się przed nauką i praktyką użytkowania lasu nowe wyzwania. Obserwowane osłabienie drzewostanów, coraz większa skala degradacji ekosystemów leśnych pod wpływem biotycznych i abiotycznych czynników, masowo i często pojawiające się wielkoobszarowe kłęski wiatrowałów i wiatrołomów sprawiają, że trzeba podjąć badania mogące udzielić odpowiedzi na szereg nierozwiązanych problemów użytkowania lasu w warunkach występującej degradacji środowiska. Dodatkowe komplikacje wywołują zmieniające się dynamicznie uwarunkowania wykonawstwa prac leśnych, wynikające m.in. ze zmian na rynku pracy w kraju i deficytu rąk do pracy w sektorze leśnym, a także braku wypracowanych

modeli optymalnej współpracy służby leśnej z sektorem wykonawców prac. Badania prowadzone w skali międzynarodowej oraz w Zakładzie Użytkowania Lasu i Drewna wskazują na znaczne potrzeby zintensyfikowania badań technologicznych nad procesami pozyskiwania drewna, zmierzających do środowiskowych, organizacyjnych, ekonomicznych i ergonomicznych optymalizacji tych technologii, dostosowanych do realizacji w zmieniających się uwarunkowaniach środowiskowych w polskim leśnictwie (Nair 2003, Paschalis 2005, 2007, Sowa 2009, Sowa i Szewczyk 2013, Stańczykiewicz i in. 2015, Szewczyk i in. 2014, Thompson i in. 2012).

W obliczu spodziewanych zmian klimatycznych oraz ich wpływu na środowisko leśne, jako nowe wyzwania dla nauki i praktyki użytkowania lasu w najbliższych latach w kraju uznać należy: a) monitorowanie wpływu zmian klimatycznych na dynamikę wielkości baz surowcowych oraz uwarunkowań pozyskiwania drewna w Polsce, b) doskonalenie technologii pozyskania drewna pod kątem ograniczania jego ujemnego oddziaływania na środowisko leśne i jakość surowca drzewnego, c) optymalizację technologii pozyskania drewna w warunkach rosnącego zapotrzebowania na drewno i zmian na rynku pracy w kraju, oraz d) opracowanie strategii Lasów Państwowych w zakresie aplikacji innowacyjności i nowoczesności wykonawstwa prac leśnych w oparciu o nowoczesne, środowiskowe rozwiązania techniczne i technologiczne z zastosowaniem maszyn, urządzeń i agregatów leśnych.

Podsumowanie

Elementem wspólnym dla prezentowanych nowych lub kontynuowanych zagadnień badawczych są perspektywy globalnych zmian klimatycznych i reakcja na nie poszczególnych elementów ekosystemu leśnego oraz przewidywane aspekty praktyczne wynikające z tych zmian w odniesieniu do hodowli, ochrony, zarządzania ekosystemami leśnymi i użytkowania lasu.

Coraz większą rolę w badaniach będzie odgrywać rozpoznanie i wykorzystanie naturalnych mechanizmów dynamiki ekosystemu leśnego, dla przeciwdziałania nasilającym się zarówno naturalnym, jak i antropogenicznym zaburzeniom. Istotnym będzie umiejętne wykorzystanie tej wiedzy w gospodarce leśnej, w tym szczególnie w hodowli i ochronie lasu. Zaburzenia antropogeniczne i kwestie restytucji ekosystemów leśnych, w tym na terenach pokłeskowych i poprzemysłowych, znajdują także wyraz w formułowaniu nowych i kontynuowanych zagadnieniach badawczych.

Niewątpliwie wyróżnikiem trendów badawczych rozwijanych na Wydziale Leśnym w Krakowie jest nowe spojrzenie na system zarządzania wielofunkcyjną gospodarką leśną i planowanie strategiczne, a także nieodłącznie związane z tym oraz obserwowanymi zmianami klimatycznymi modelowanie produktywności siedlisk, z uwzględnieniem różnych scenariuszy tych zmian. Pomocne i niezbędne w tym względzie będzie coraz szersze wykorzystanie narzędzi geomatycznych w monitorowaniu procesów zachodzących w ekosystemach leśnych.

Wciąż ważną i dynamicznie rozwijaną specjalnością na krakowskim wydziale jest hydrologia leśna oraz szeroko rozumiane zagadnienie roli lasów w gospodarce wodnej

w ujęciu regionalnym i krajowym. Dynamicznie rozwijane są nowe technologie w mechanizacji prac leśnych. Bardzo silnym i innowacyjnym trendem są możliwości wykorzystania badań genetycznych i biotechnologii w leśnictwie. Całość zagadnień dopełniają analizy rynku pracy i konieczność zaspokojenia zapotrzebowania na drewno, a także badania z zakresu rozpoznania zarówno baz surowca drzewnego, jak i innych użytków leśnych oraz optymalizacja ich pozyskiwania, z uwzględnieniem postulatów ekologii i zrównoważonego rozwoju.

Literatura

- Abdel-Salam M., Ahmed A., El Kishky H. 2004. Seeds sorting by electrostatic separation: an experimental study. Annual Report Conference "Electrical Insulation and Dielectric Phenomena", Colorado, USA, 377–380.
- Albert M., Schmidt M. 2010. Climate-sensitive modelling of site-productivity relationships for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and common beech (*Fagus sylvatica* L.). Forest Ecology and Management, 259, 739–749.
- Andrzejczyk T., Augustyniak G. 2007. Wpływ przygotowania gleby na wzrost sosny zwyczajnej w pierwszych latach uprawy. Sylwan, 151, 8, 3–8.
- Banaś J. 2010. System planowania urządzeniowego w lasach różnowiekowych. Sylwan, 7, 456–462.
- Bielak K., Dudzińska M., Pretzsch H. 2014. Mixed stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] can be more productive than monocultures. Evidence from over 100 years of observation of long-term experiments. Forest Systems, 23, 573–589.
- Blackwell M. 2011. The Fungi: 1, 2, 3 . . . 5.1 million species? Am. J. Bot., 98, 426–438.
- Bravo-Oviedo A., Pretzsch H., Ammer C., Andenmatten E., Barbati A., Barreiro S., Brang P., Bravo F., Coll L., Corona P., den Ouden J., Ducey M.J., Forrester D.I., Giergiczny M., Jacobsen J.B., Lesinski J., Löf M., Mason B., Matovic B., Metslaid M., Morneau F., Motiejunaite J., O'Reilly C., Pach M., Ponette Q., del Río M., Short I., Skovsgaard J.P., Soliño M., Spathelf P., Sterba H., Stojanovic D., Strelcova K., Svoboda M., Verheyen K., von Lüpke N., Zlatanov T. 2014. European Mixed Forests: Definition and research perspectives. Forest Systems, 23, 3, 518–533.
- Bruchwald A., Rymer-Dudzińska T., Dudek A., Wróblewski L. 1979. Ocena schematu Schwappacha i Płońskiego przebiegu z wiekiem średniej wysokości drzewostanów sosnowych. Sylwan, 3, 1–9.
- Brzeziecki B. 2008. Podejście ekosystemowe i półnaturalna hodowla lasu. Studia i Materiały CEPL, 10/3 (19), 41–54.
- Chen J. 2012. Fungal community survey of *Fraxinus excelsior* in New Zealand. Dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Clark J.S., Bell D.M., Hersh M.H., Nichols L. 2011. Climate change vulnerability of forest biodiversity: climate and competition tracking of demographic rates. Global Change Biology, 17, 1834–1849.
- Czarnowski M.S. 1978. Zarys ekologii roślin lądowych. PWN, Warszawa.
- Czerepko J. (Red.) 2008. Stan różnorodności biologicznej lasów w Polsce na podstawie powierzchni obserwacyjnych monitoringu. IBL, Sękocin Stary. ss. 135.
- Drzewiecki W., Wężyk P., Pierzchalski M., Szafrńska B. 2014. Quantitative and qualitative assessment of soil erosion risk for Malopolska Voivodeship (Poland) based on updated land cover and soil maps using remotely sensed data. In: Satellite Technologies in Geoinformation Science. Niedzielski T. (Eds.). Birkhauser, Springer Basel, ISBN: 978-3-0348-0849-1, 89–117.
- Dukes J.S., Pontius J., Orwing D. i in. 2009. Responses of insect pests, pathogens, and invasive plant species to climate change in the forests of North America: what can we predict? Can. J. For. Res., 39, 231–348.
- Eberhardt U. 2010. A constructive step towards selecting a DNA barcode for fungi. New. Phytol., 187, 265–268.

- Fischelli N.A., Frelich L.E., Reich P.B. 2013. Climate and interrelated tree regeneration drivers in mixed temperate-boreal forests. *Landscape Ecology*, 28, 149–159.
- Gazda A. 2013. Występowanie drzew obcego pochodzenia na tle zróżnicowania lasów Polski południowej. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie*, 512, Rozprawy, 389, 1–119.
- Gazda A., Augustynowicz P. 2012. Obce gatunki drzew w polskich lasach gospodarczych: co wiemy o puli obcych gatunków drzew oraz o rozmieszczeniu wybranych taksonów. *Studia i Materiały CEPL*, 33, 53–61.
- Grodzki W. 2004. Zagrożenie górskich drzewostanów świerkowych w zachodniej części Beskidów ze strony szkodników owadzych. *Leśne Prace Badawcze*, 2, 35–47.
- Grodzki W. 2010. The decline of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. stands in Beskid Śląski and Żywiecki: theoretical concept and reality. *Beskydy*, 3,1, 19–26.
- Grubb P.J. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Reviews*, 52, 107–145.
- Hedgren P.O., Weslien J., Schroeder L.M. 2003. Risk of attack by the bark beetle *Pityogenes chalcographus* (L.) on living trees close to colonized felled spruce trees. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 18, 39–44.
- Heiskanen J., Mäkitalo K., Hyvönen J. 2007. Long-term influence of site preparation on water-retention characteristics of forest soil in Finish Lapland. *Forest Ecology and Management*, 241, 127–133.
- Heliövaara K., Peltonen M. 1999. Bark beetles in changing environment. *Ecological Bulletins*, 47, 48–53.
- Ibanez I., Clark J.S., LaDeau S., Hille Ris Lambers J. 2007. Exploiting temporal variability to understand tree recruitment response to climate change. *Ecological Monographs*, 77, 163–177.
- Ilek A., Kucza J. 2014a. Hydrological properties of bark of selected forest tree species. Part I: coefficient of development of the interception surface of bark. *Trees*, 28, 831–839.
- Ilek A., Kucza J. 2014b. A laboratory method to determine the hydraulic conductivity of mountain forest soils using undisturbed soil samples. *Journal of Hydrology*, 519, 1649–1659.
- Ilek A., Kucza J., Szostek M. 2015. The effect of stand species composition on water storage capacity of the organic layers of forest soils. *European Journal of Forest Research*, 134, 187–197.
- Ioos R., Kowalski T., Husson C., Holdenrieder O. 2009. Rapid in planta detection of *Chalara fraxinea* by a real-time PCR assay using a dual labelled probe. *European Journal of Plant Pathology*, 125, 329–335.
- Kacprzyk M., Bednarz B. 2015. The occurrence of bark beetles on cut Norway spruce branches left in managed stands relative to the foliage and woody area of the branch. *Journal of Forest Research*, 20, 143–150.
- Kaliniewicz Z., Tylek P., Markowski P., Anders A., Rawa T., Głazewska E. 2014. Analysis of correlations between selected physical properties and color of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seeds. *Techn. Sc.*, 17,3, 259–274.
- Knock T., Ammer C., Stimm B., Mosandl R. 2008. Admixing broadleaved to coniferous tree species: a review on yield, ecological stability and economics. *Eur. J. For. Res.*, 127, 89–101.
- Kowalski T. 2006. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Forest Pathology*, 36, 264–270.
- Kraj W., Kowalski T. 2013. Microspatial genetic diversity of *Dothistroma septosporum*. *Forest Pathology*, 43, 42–50.
- Kraj W., Kowalski T. 2014. Genetic variability of *Hymenoscyphus pseudoalbidus* dieback cause of European ash (*Fraxinus excelsior* L.). *J. Phytopathology*, 162, 218–227.
- Kraj W., Kowalski T., Zarek M. 2009. Differentiation and genetic structure of *Sclerophoma pythiophila* (Corda) v. Hoehn. strains associated with various damage and disease symptoms on *Pinus sylvestris* L. *ActaAgrobotanica*, 62, 57–65.
- Kraj W., Zarek M., Kowalski T. 2012. Genetic variability of *Chalara fraxinea*, dieback cause of European ash (*Fraxinus excelsior* L.). *Mycological Progress*, 11, 37–45.
- Kucza J. 2007. Właściwości hydrologiczne materii organicznej gleb leśnych na przykładzie gleb pod świerczynami iestebniańskimi. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie*, 442, Rozprawy, 20, 1–176.
- Kucza J., Ilek A. 2016. The effect of the shape parameters of a sample on the hydraulic conductivity. *Journal of Hydrology*, 534, 230–236.

- Nair C.T.S. 2003. Forests and forestry in the future: What can we expect in the next 50 years? Presented at the XII World Forestry Congress, Quebec City, Canada, 21–28 September 2003.
- Nawrot-Chorabik K. 2008. Embryogenic callus induction and differentiation in silver fir (*Abies alba* Mill.) tissue culture. *Dendrobiology*, 59, 31–40.
- Nawrot-Chorabik K. 2013. Możliwości wykorzystania kultur dualnych w praktyce leśnej. *Sylvan*, 157, 54–62.
- Nawrot-Chorabik K. 2014. Interactions between embryogenic callus of *Abies alba* and *Heterobasidion* spp. in dual cultures. *Biologia Plantarum*, 58, 363–369.
- Nawrot-Chorabik K. 2015. The Effect of Explant Origin, Media and Growth Regulators on the Initiation and Proliferation of Embryogenic Callus of *Pinus sylvestris* in Somatic Embryogenesis. *Phyton-Annales Rei Botanicae*, 55, 279–295.
- Nawrot-Chorabik K., Sitko K. 2014. The Effect of Abscissic Acid and Dimethyl Sulfoxide and Different Temperatures on the Cryopreservation Process of *Abies nordmanniana* Embryogenic Callus. *Phyton-Annales Rei Botanicae*, 54, 275–284.
- Nawrot-Chorabik K., Grad B., Kowalski T. 2015. Interactions between callus cultures of *Pinus sylvestris* and pine fungi with different trophic properties. *Forest Pathology*. DOI: 10.1111/epf.12240.
- Paschalis J.P. 2005. Uwarunkowania polityczne rozwoju polskiego leśnictwa i prowadzenia leśnych badań naukowych w zjednoczonej Europie. *Polska Akademia Umiejętności. Prace Komisji Nauk Rolniczych*, 6, 29–50.
- Paschalis J.P. 2007. Efficiency of Managing Forest Research – the Poland Case Study. In *Forest Research Management in a Era of Globalization*. IUFRO. Arlington, Virginia. 2007.
- Paschalis-Jakubowicz P. 2012. Uwarunkowania strategii rozwoju Lasów Państwowych. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych. Warszawa.
- Pecen J. 2006. Direct visualisation internal damage of the seed by electronic radiographs. *VDI-Berichte*, 1958, 673–674.
- Pietrzykowski M. 2015. Reclamation and reconstruction of terrestrial ecosystems on mine sites – ecological effectiveness assessment. (Chapter 5), in: J.N. Govil et al. (ed.), *Series: Energy Science and Technology, Coal Energy (Volume 2)*, Studium Press LLC, New Delhi, Houston, USA, 121–151.
- Pietrzykowski M., Krzaklewski W. 2014. Rekultywacja – współdziałanie technologii i ekologii, w: *Monografia: Węgiel brunatny – szanse i zagrożenia*. (red.) Sierpien D. Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, 333–343.
- Pretzsch H., Bielak K., Block J., Bruchwald A., Dieler J., Ehrhart H-P., Kohnle U., Nagel J., Spellmann H., Zasada M., Zingg A. 2013. Productivity of mixed versus pure stands of oak (*Quercus petraea* (MATT.) LIEBL. and *Quercus robur* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) along an ecological gradient. *Eur. J. For. Res.*, 132, 263–280.
- Pretzsch H., del Río M., Ammer C., Avdagic A., Barbeito I., Bielak K., Brazaitis G., Coll L., Dirnberger G., Drössler L., Fabrika M., Forrester D.I., Godvood K., Heym M., Hurt V., Kurylyak V., Löf M., Lombardi F., Mohren F., Motta R., den Ouden J., Pach M., Ponette Q., Schütze G., Schweig J., Skrzyszewski J., Sramek V., Sterba H., Stojanovic D., Svoboda M., Vanhellemont M., Verheyen K., Wellhausen K., Zlatanov T., Bravo-Oviedo A. 2015. Growth and yield of mixed versus pure stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) analyzed along a productivity gradient through Europe. *Eur. J. For. Res.*, 134, 927–947. DOI 10.1007/s10342-015-0900-4.
- Przybylska K., Orzeł S., Banaś J., Zięba S., Bujoczek L. 2015. Zintegrowany system zarządzania obszarami leśnymi, w: *Wyzwania i szanse leśnictwa XXI wieku*. Red. Sierota Z. Wydawnictwo IBL, Sękocin Stary, 53–60.
- Rezolucja warszawska 2 MPOLE „Lasy i Woda” 2007. <http://www.ibles.pl>.
- Rossman A.Y. 2007. Report of the planning workshop for all fungi DNA Barcoding. *Inoculum*, 58, 1–5.
- Sakai A.K., Allendorf F.W., Holt J.S., Lodge D.M., Molofsky J., With K.A., Baughman S., Cabin R.J., Cohen J.E., Ellstrand N.C., McCauley D.E., O’Neil P., Parker I.M., Thompson J.N., Weller S.G. 2001. The population biology of invasive species. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 32, 305–332.
- Schoch C.L., Seifert K.A., Huhndorf S., Robert V., Spouge J.L., Levesque C.A., Chen W. 2012. Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for Fungi. *PNAS*, 109, 16, 6241–6246.

- Sewerniak P., Gonet S.S., Quaium M. 2012. Wpływ przygotowania gleby frezem leśnym na wzrost sadzonek sosny zwyczajnej w warunkach ubogich siedlisk Puszczy Bydgoskiej. Sylwan, 156, 11, 871–880.
- Socha J. 2008. Effect of topography and geology on the site index of *Picea abies* in the West Carpathians, Poland. Scand. J. For. Res., 23, 203–213.
- Socha J. 2010. Metoda modelowania potencjalnych zdolności produkcyjnych dla świerka w górach. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, 461, Rozprawy, 338, 1–107.
- Socha J., Durlo G. 2012. How will climate change impact biomass increment by Norway spruce stands in Western Beskids? Folia Forestalia Polonica, 54, 2, 94–108.
- Sowa J.M. 2009. Współczesne pożytki z lasu. Leśnictwo w górach i regionach przemysłowych. Monografia. Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. ISBN 978-83-60633-27-4, 129–152.
- Sowa J.M., Szewczyk G. 2013. Time consumption of skidding in mature stands performed by winches powered by farm traktor. Croatian Journal of Forest Engineering, 34, 2, 255–265.
- Stańczykiewicz A., Szewczyk, G., Kulak D. 2015. Damage to Advance Growth Resulting from Timber Harvesting During Final Cuttings. Baltic Forestry, 21, 1, 143–150.
- Stendahl F. 2005. Seed Coating for Delayed Germination. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Stenlid J., Oliva J., Boberg J.B., Hopkins A.J.M. 2011. Emerging diseases in European forest ecosystems and responses in society. Forests, 2, 486–504.
- Sturrock R.N. 2012. Climate change and forest diseases: using today's knowledge to address future challenges. Forest Syst., 21, 2, 329–336.
- Sturrock R.N., Frankel S.J., Brown A.V., Hennon P.E., Kliejunas J.T., Lewis K.J. 2011. Climate change and forest diseases. Plant Pathol., 60, 133–149.
- Suliński J. 1993. Modelowanie bilansu wodnego w wymianie między atmosferą, drzewostanem i gruntem przy użyciu kryteriów ekologicznych. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie, Rozprawy, 179, 1–133.
- Suliński J. 1997. The amount of biomass as a function of the height and density of a tree stand. Proceedings of the III National Conference on Applications of Mathematics in Biology and Medicine, Mądralin, Poland, September 16–19, 1997, 85–90.
- Suliński J. 2007. Metoda obliczania rocznej produkcji biomasy w zbiorowisku leśnym w zależności od wysokości i wieku drzewostanu. Acta Agr. Silv. ser.Silv., 45, 89–118.
- Suliński J., Jaworski A. 1998. Bilans wodny lasu w praktyce leśnej, w: Międzynarodowa konferencja naukowa Las i Woda. Referaty i materiały pokonferencyjne, Politechnika Krakowska, Instytut Inżynierii i Gospodarki Wodnej, 32–47.
- Suliński J., Owsiak K. 2009. Premises for the construction of balance equations of water reserves in the saturation zone of forest soil. J. Water Land Dev., 13b, 87–108.
- Suliński J., Starzak R. 2009. Premises for the construction of balance equations of water losses in mountain forest soils. J. Water Land Dev., 13a, 329–345.
- Szewczyk G., Sowa J.M., Grzebieniowski W., Kormanek M., Kulak D., Stańczykiewicz A. 2014. Sequencing of harvester work during standard cuttings and in areas with windbreaks. Silva Fennica, 48, 4, article id 1159. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1159>.
- Szostak M., Wężyk P., Tompalski P. 2014. Aerial Orthophoto and Airborne Laser Scanning as Monitoring Tools for Land Cover Dynamics: A Case Study from the Milicz Forest District (Poland). Pure and Applied Geophysics, 171, 6, 857–866, DOI: 10.1007/s00024-013-0668-8.
- Szwagrzyk J. 2000. Potencjalne korzyści i zagrożenia związane z wprowadzaniem do lasów obcych gatunków drzew. Sylwan, 144, 2, 99–106.
- Szwagrzyk J., Gazda A. 2007. Above-ground standing biomass and tree species diversity in natural stands of Central Europe. J. Veg.Sci., 18, 555–562.
- Szwagrzyk J., Gratzner G., Stępniewska H., Szewczyk J., Veselinovic B. 2015. High reproductive effort and low recruitment rates of European beech: Is there a limit for a superior competitor? Polish Journal of Ecology, 63, 2, 198–212.

- Thompson I.D., Ferreira J., Gardner T., Guariguata M., Pin Koh L., Okabe K., Pan Y., Schmitt C.B., Tylianakis J., Barlow J., Kapos V., Kurz W.A., Parrotta J.A., Spalding M.D., van Vliet N. 2012. Forest biodiversity, carbon and other ecosystem services: relationships and impacts of deforestation and forest degradation. In: A. John, C.W. Parrotta, & S. Mansourian eds. Understanding relationships between biodiversity, carbon, forests and people: the key to achieving REDD+ objectives, pp. 21–50. A global assessment report prepared by the Global Forest Expert Panel on Biodiversity, Forest Management, and REDD+. IUFRO World Series, 31. Vienna, IUFRO.
- Tubby K.V., Webber J.F. 2010. Pests and diseases threatening urban trees under a changing climate. *Forestry*, 83, 451–459.
- Tylek P. 2010. Fizyczne i biologiczne aspekty mechanicznej separacji nasion buka zwyczajnego *Fagus sylvatica* L. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Rozprawy*, 344, 1–129.
- Vitasse Y., Hoch G., Randin C.F., Lenz A., Kollas C., Körner C. 2012. Tree recruitment of European tree species at their current upper elevational limits in the Swiss Alps. *Journal of Biogeography*, 39, 1439–1449.
- Wężyk P., Szostak M., Krzaklewski W., Pająk M., Pierzchalski M., Szwed P., Hawryło P., Ratajczak M. 2015. Landscape monitoring of post-industrial areas using LiDAR and GIS technology. *Geodesy and Cartography*, 64, 1, 125–137.
- Wężyk P., Szostak M., Tompalski P. 2013. Use of Airborne Laser Scanning Data for a Revision and Update of a Digital Forest Map and its Descriptive Database: A Case Study from the Tatra National Park. *The Carpathians: Integrating Nature and Society Towards Sustainability, Part IV*, 615–627, Springer Berlin Heidelberg, ISBN 978-3-642-12725-0, DOI: 10.1007/978-3-642-12725-0_43.
- Wężyk P., Tompalski P., de Kok R., Szostak M., Kukawski M. 2010. Metoda szacowania liczby drzew w drzewostanie z wykorzystaniem danych ALS i ortoobrazów. *Sylwan*, 154 (11), 773–782.
- Wężyk P., Tompalski P., Szostak M., Glista M., Pierzchalski M. 2008. Describing the selected canopy layer parameters of the Scots pine stands using ALS data. 8th international conference on LiDAR applications in forest assessment and inventory. *SilviLaser 2008*. Sept. 17–19. 2008 – Edinburgh, UK. ISBN 978-0-85538-774-7 (CD), 636–645.
- Zięba S. 2012. Regionalne strategie zrównoważonego rozwoju gospodarki leśnej. Studium metodologiczne i zastosowanie w warunkach Polski. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Rozprawy*, 373, 1–150.
- Zwydak M., Brożek S., Lasota J., Małek S. 2008. Reserve of organic carbon in forest soils of lowlands in Poland. *Polish Journal of Environmental Studies*, 16, 3A, 632–637.
- Zwydak M., Małek S., Brożek S., Lasota J., Nowiński M., Patalan-Misiaszek I., Skorupski M. 2011. Zasoby węgla organicznego w glebach leśnych w Polsce, w: P. Strzeński (red.). *Bilans węgla w biomase drzew głównych gatunków lasotwórczych Polski*. Maszynopis, KEKL, UR w Krakowie, 1–17.

Potrzeby badawcze w sektorze leśno-drzewnym i ochronie przyrody w lasach: stan i perspektywy z punktu widzenia Wydziału Leśnego UP w Poznaniu

prof. dr hab. Piotr ŁAKOMY

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Leśny

Pracownicy Wydziału Leśnego Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu od 96 lat prowadzą badania z zakresu nauk leśnych oraz dziedzin pokrewnych. Przez ten okres wnieśli do nauki polskiej, europejskiej i światowej wiele cennych informacji, analiz oraz nowatorskich opracowań w sferze badań zarówno podstawowych, jak i aplikacyjnych. Bagaż dorobku naukowego jest niezmiernie zróżnicowany poczynając od opisywania gatunków nowych dla nauki, poprzez opisywanie, analizowanie i interpretowanie zjawisk zachodzących w środowisku leśnym, oceny wpływu aktywności gospodarczej leśników na zróżnicowanie bogactwa przyrodniczego do opracowywania nowych rozwiązań technicznych i technologicznych przydatnych w gospodarce leśnej. Badania prowadzone przez pracowników Wydziału Leśnego wpisywały się w nurt badań podstawowych, o których i w obecnej sytuacji nie wolno zapominać oraz badań aplikacyjnych służących zapotrzebowaniu i oczekiwaniom praktyki leśnej.

Możliwości wykorzystania nowych technologii oraz specjalistycznej aparatury pozwalają naukowcom sprostać nowym wyzwaniom, poszerzać wiedzę o zjawiskach i zależnościach zachodzących w ekosystemach leśnych, wypracować lepsze, skuteczniejsze metody zarządzania środowiskiem, jak również pozwalają w sposób bardzo szczegółowy rozwiązywać problemy badawcze. Dobrym przykładem takiej sytuacji są badania z zakresu tradycyjnie rozumianych geobotanicznych podstaw leśnictwa i ochrony przyrody. Wiedza z zakresu rozpoznania bogactwa oraz różnorodności flory i roślinności leśnej jest satysfakcjonująca, a dorobek naukowy z tego zakresu, zwłaszcza z ostatnich dziesięcioleci – bardzo bogaty. Wiedza ta jest na tyle ugruntowana, że dopływ nowych informacji ma znaczenie wzbogacające i uzupełniające, w związku z czym zapewne nie doprowadzi do przełomowych odkryć i zasadniczych prze-

wartościowań poglądów. Wiele uwagi w polskich badaniach naukowych poświęcono problematyce antropogenicznych przemian szaty roślinnej w lasach, jednak w tym wypadku ogromne znaczenie ma czasowo-przestrzenne ujęcie zagadnień synantropizacji flory i roślinności, a więc konsekwentnie odnoszone do stale zmieniających się uwarunkowań przyrodniczych i społeczno-gospodarczych rzutujących na kształtowanie się nowych układów i struktur, np. flor synantropijnych, antropogenicznych kombinacji gatunków, wtórnych kompleksów przestrzennych, wtórnych zasięgów i struktur populacyjnych. W początkowej fazie rozwoju znajduje się wiedza o geobotanicznych aspektach nowoczesnej inżynierii ekologicznej na poziomie krajobrazu leśnego, roślinności, zbiorowisk i populacji roślin. Ostatnio w zadowalającym stopniu zweryfikowano dotychczasowe poglądy na temat struktury zasięgów wybranych, najważniejszych dla leśnictwa, gatunków drzew, chociaż nie prowadzono dotąd specjalnych, regularnych, wieloletnich badań nad spontaniczną dynamiką tych zasięgów, w związku z czym wiele pytań szczegółowych dotyczących istoty współczesnych migracji drzew lasotwórczych pozostaje bez odpowiedzi. Dysponujemy podstawową wiedzą o roślinach obcego pochodzenia w lasach. W rezultacie wieloletnich doświadczeń oraz obserwacji wzrostu i rozwoju introdukowanych drzew gruntownie przeanalizowano i zweryfikowano przydatność poszczególnych gatunków dla gospodarstwa leśnego. W mniejszym zakresie rozpoznane są środowiskowe konsekwencje introdukcji (relacje: gatunek introdukowany – populacje rodzimych gatunków roślin – zbiorowiska roślinne – gleba – zoocenoza – funkcjonowanie. Naukowe podstawy ochrony populacji roślin, flory i leśnych zbiorowisk roślinnych są u nas od dawna głównym wyznacznikiem planowania i realizacji kierunków działań ochronnych, jednak w niektórych wypadkach, w praktyce, nie zapewniają oczekiwanej skuteczności tych działań. Niejednokrotnie postulowane u nas powołanie tzw. rezerwatów eksperymentalnych, których celem byłoby prowadzenie szczegółowych, wieloletnich badań reakcji gatunków i zbiorowisk na zaplanowane wielowariantowe eksperymenty z zabiegami ochrony czynnej, nie doczekało się odpowiedniego urzeczywistnienia. Problem braku dobrych, wzorcowych, wypracowanych naukowo i wiarygodnych rozwiązań ochroniarskich w odniesieniu do zbiorowisk leśnych nabrał dużego znaczenia w ostatniej dekadzie, przy planowaniu i realizacji ochrony siedlisk przyrodniczych Natura 2000. Wartościowych informacji powinny dostarczyć badania procesów, jakie zachodzą we florze i roślinności leśnej w obliczu udokumentowanych i prognozowanych zmian klimatu. Jednym z aspektów takich badań, dawniej u nas rozwijanych i docenianych, a ostatnio zaniedbanych są wieloletnie, systematyczne (niestety wymagające wytrwałości), żmudne oraz niedające szybkich i spektakularnych efektów, obserwacje rytmiki sezonowej, zwłaszcza fenologii, roślin. Powinno wrócić się do tej problematyki, między innymi ze względu na to, że rośliny żyjące w naturalnym środowisku są dobrymi, wręcz niedającymi się niczym zastąpić, bioindykatorami zmian w tym środowisku.

Problematyka projektowania i zakładania zadrzewień była przedmiotem licznych instrukcji, wytycznych oraz poradników poświęconych głównie aspektom technicznym i wielokrotnie modyfikowanym doborom gatunków drzew i krzewów. Sporo uwagi w badaniach naukowych poświęcono roli i różnym funkcjom ochronnym zadrzewień w krajobrazie nieleśnym. W dalszym ciągu brakuje jednak rzetelnych, naukowo wy-

pracowanych geobotanicznych podstaw kształtowania zadrzewień i tzw. marginesów ekologicznych w krajobrazach rolniczo-leśnych i rolniczych, zwłaszcza na obszarach przyrodniczo cennych.

Dokonując jednak oceny dorobku nauk leśnych w szerszej perspektywie, na przykład w porównaniu z badaniami z tego zakresu prowadzonymi w krajach Europy Zachodniej czy USA, to uwzględniając oczywiście specyfikę przyrodniczą naszego kraju można odnieść wrażenie, że mamy do czynienia z obszarami badawczymi o niewykorzystanym potencjale. Z drugiej strony, porażki odnoszone podczas konkursów ogłaszanych przez Narodowe Centrum Nauki (NCN) oraz Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) na projekty badawcze sugerują konieczność podnoszenia poziomu naukowego.

W naszej ocenie w celu podniesienia efektywności oraz poziomu badań leśnych w naszym kraju warto zwrócić uwagę między innymi na:

- nowatorski i innowacyjny charakter badań w aspekcie międzynarodowym,
- umiejętność dostrzegania w lokalnych tematach badawczych realizowanych w polskich lasach, problemu o znaczeniu globalnym, który zainteresuje odbiorców poza granicami naszego kraju,
- stworzenie systemu rozbudowanego, ciągłego monitoringu przyrodniczego w lasach, na podstawie którego będzie można realizować kompleksowe, interdyscyplinarne projekty badawcze,
- precyzyjne definiowanie problemu badawczego istotnego z punktu widzenia nauki lub/i praktyki leśnej, który powinien być rozwiązany w ciągu krótkiego czasu,
- realizację tematów badawczych przez interdyscyplinarne zespoły specjalistów z różnych ośrodków, także zagranicznych,
- stworzenie ogólnopolskiego rejestru leśnych powierzchni badawczych (w LZD i LP), z wyszczególnieniem informacji o charakterze prowadzonych badań, co pozwoliłoby na interdyscyplinarne podejście do problemu,
- wypracowanie przez Lasy Państwowe jasnego i klarownego systemu kwalifikowania badań do finansowania i zasady ich rozliczania, np. powołanie zespołu naukowców i praktyków oceniających projekty z punktu widzenia naukowego i praktycznego,
- publikowanie wyników badań w renomowanych, wysoko punktowanych periodykach naukowych.

Przyszłość badań widzimy zatem w podejmowaniu wieloaspektowych i interdyscyplinarnych zadań realizowanych przez duże zespoły badawcze, włączając także współpracę międzynarodową przy wykorzystaniu nowoczesnych technologii. Należy sobie także zdać sprawę z tego, że wyniki jakie uzyskujemy w procesie badawczym rodzą często nowe pytania i problemy, niemożliwe do wyjaśnienia i interpretacji przez aktualny stan wiedzy. Przykładem są badania nad grzybami występującymi w tak zwanym murszejącym drewnie (Łabędzki i in. 2015, niepubl.). W drzewostanach sosnowych, niezależnie od formy ich zagospodarowania, kiedy próbujemy opisać mykobiotę związaną z drewnem, to na podstawie pojawiających się owocników stwierdzamy od 8 do 12 gatunków grzybów. Po laboratoryjnym wniknięciu w niewidzialny świat mikroorganizmów zasiedlających drewno, po ich izolacji i identyfikacji metodami klasycznymi (mikroskop, wiedza, doświadczenie, klucze) okazuje się, że to samo drewno

zasiedlone jest przez około 100 gatunków grzybów. Jeżeli natomiast użyjemy nowoczesnych zdobyczy biologii molekularnej i wyizolujemy DNA organizmów, to przy wykorzystaniu najnowszych metod badawczych liczba uzyskanych sekwencji DNA wynosi ponad 500. Z tym, że w obecnym stanie naszej wiedzy nie wszystkie jesteśmy w stanie zidentyfikować do gatunków, część z nich są to organizmy niehodowlane na sztucznych podłożach, o niezdeponowanym kodzie genetycznym w bibliotekach światowych. W związku z tym nie jesteśmy jeszcze w stanie określić ich roli w środowisku leśnym. Zapewne w niedługim czasie postęp, jaki obserwujemy w badaniach genetycznych pozwoli określić także przynależność systematyczną i tych organizmów. Nie wiemy także, ile uzyskanych odcinków DNA to nierozłożony jeszcze materiał genetyczny martwych już organizmów.

Chcąc określić kierunki badawcze, które według Wydziału Leśnego będą wiodące w zarówno krótszej, jak i dłuższej perspektywie czasowej, należy powiązać je z poszczególnymi specjalnościami nauk leśnych.

Kluczowe wyzwania i priorytety dla Polski, jakich można spodziewać się w długim okresie – dla sfery zarówno gospodarki, jak i nauki – są efektem trudnego do przewidzenia złożonego układu czynników, zewnętrznych i wewnętrznych. Na dodatek nasz kraj, jako uczestnik europejskiej przestrzeni gospodarczej i naukowej, będzie podlegać – w większym lub mniejszym stopniu – regulacjom przyjętym przez Unię Europejską, a także ulegać trendom globalnym. Analizę wyzwań i priorytetów, w obecnej chwili, utrudnia fakt, że zarówno Unia Europejska, jak i Polska znajdują się w okresie przygotowywania nowych podstaw strategicznych funkcjonowania różnych dziedzin życia społecznego (Ratajczak i in. 2010). W najbliższym czasie na znaczeniu będą zyskiwały badania poświęcone identyfikacji szans i zagrożeń oraz najbardziej pożądanym kierunków rozwoju wielofunkcyjnej gospodarki leśnej opartej o podstawy ekologiczne, z uwzględnieniem aspektów ekonomicznych.

W leśnictwie szczególnie ważne jest zapotrzebowania na informacje wspomagające proces podejmowania decyzji, ponieważ złożoność procesów zachodzących w gospodarce leśnej sprawia, że podejmowane decyzje z jednej strony muszą odpowiadać zasadzie dbałości o ekonomiczny interes PGL Lasy Państwowe i skarbu państwa, a z drugiej zapewniać realizację wszystkich pozaprodukcyjnych funkcji lasu. Kierunki badań wspierające proces decyzyjny oparty na informacji związane są z oceną: efektywności i intensywności gospodarowania w leśnictwie, wartościowaniem gospodarczych i społecznych funkcji lasu, oraz potencjału produkcyjnego gospodarstwa leśnego. Biorąc pod uwagę fakt, że kluczowym elementem podejmowania przyszłych decyzji jest retrospektywna analiza procesów ekonomicznych i towarzyszących im następstw gospodarczych i społecznych, badania z tego zakresu są i będą realizowane.

Kolejnym kierunkiem, z zakresu szeroko pojętych zagadnień gospodarki leśnej, są badania obejmujące zmiany zachodzące w strukturze ekonomicznej procesów rynkowych. Zmiany te implikują określone zachowania uczestników rynku zwłaszcza, że jak podaje Ratajczak (2011), czynnikami sprawczym mogą być potrzeby społeczne wyrażone popytem. Określony układ popytu i podaży kształtuje zachowania konsumentów i producentów, które charakteryzują się swoją specyfiką. Zmiany rynkowe zachodzące w przeszłości kształtują teraźniejszość i przyszłość funkcjonowania re-

lacji między uczestnikami rynku (Adamowicz 2012). W leśnictwie badania nad tym problemem, z uwagi na złożoność procesów środowiskowych i gospodarczych wzajemnie się przenikających, stanowią ważny element nauk podstawowych związanych z tworzeniem podstaw merytorycznych opisujących to zagadnienie, jak i gotowych rozwiązań utylitarnych.

Wyzwaniem dla ekonomiki leśnictwa jest identyfikacja obecnych i przyszłych problemów funkcjonowania i organizacji administracji leśnej. Potwierdzenie istotności badań nad proces decyzyjnym opartym na rzetelnych informacjach znalazło swoje uzasadnienie w przyjętym dokumencie „Strategia PGLLP na lata 2014–2030”. Przykładowo wskazano, jako nowe projekty istotne dla Lasów Państwowe takie zagadnienia, jak opracowanie koncepcji rozwoju plantacji drzew na gruntach nieleśnych, określenie koncepcji zarządzania projektami, program rozwoju kadr, opracowanie systemu premiovania, wynagradzania i oceniania kadr, reorganizacja zarządzania zasobami ludzkimi czy opracowanie koncepcji i wdrożenie planowania strategicznego w Lasach Państwowych. Wszystkie te projekty powinny być realizowane przy wsparciu badań z zakresu ekonomiki leśnictwa, zarządzania gospodarstwem leśnym, rachunkowością leśną ze szczególnym uwzględnieniem rachunkowości zarządczej.

Wraz ze zmieniającymi się realiami gospodarczymi przed ekonomiką leśnictwa stoi zadanie poszukiwania nowych rozwiązań metodycznych pozwalających na opisywanie tych zmian. Etap ten wpisuje się bezpośrednio w zakres nauk podstawowych. Natomiast tworzenie zaleceń dla gospodarki leśnej w oparciu o określone wskaźniki ekonometryczne, sporządzone na podstawie zidentyfikowanych podstaw metodycznych, jest związane z naukami stosowanymi. Wydaje się, że szczególnie istotnym zagadnieniem stanowiącym przedmiot zainteresowań naukowych będzie stanowiła predykcja zmian gospodarczych ze wskazaniem ich skutków dla szeroko pojętej gospodarki leśnej.

Przed urządzaniem lasu w Polsce stoi pilne i poważne wyzwanie, aby z jednej strony pogodzić różne, często sprzeczne, interesy określonych grup społecznych co do wielkości planowanego użytkowania rębного, a z drugiej strony aby zachować różnorodność biologiczną, funkcje, trwałość i stabilność lasów. Ich uwzględnienie wymusza konieczność nowelizacji metod regulacji użytkowania rębного, z wykorzystaniem w tym zakresie wieloletnich doświadczeń praktyki i najnowszych osiągnięć naukowych.

Niezbędnym narzędziem przy podejmowaniu decyzji w procesie planowania działań gospodarczych, mających na celu optymalne wykorzystanie zdolności produkcyjnych siedlisk leśnych, są tablice zasobności i przyrostu miąższości drzewostanów oraz modele wzrostu. Pomimo tego, że już od momentu wprowadzenia tablic do praktycznego użycia leśnicy zgłaszali zastrzeżenia do wartości wybranych cech i prognoz przyrostu otrzymywanych z tablic, są one w Polsce nadal stosowane. Ewidentne różnice w przyroście drzewostanów w stosunku do przyrostu szacowanego na podstawie tablic zasobności są dostrzegane zarówno w ramach kolejnych rewizji planów urządzenia lasu, jak i w badaniach naukowych. Przyczyn tego należy upatrywać między innymi w eutrofizacji siedlisk, wzroście stężenia dwutlenku węgla w atmosferze oraz zmianie wybranych parametrów klimatycznych, mających wpływ na wydłużenie okresu wegetacyjnego, a co za tym idzie na zwiększenie bieżącego rocznego przyrostu miąższości drzewostanów. Stosowane aktualnie w Polsce „Tablice zasobności

i przyrostu miąższości drzewostanów” Szymkiewicza opracowano na nieadekwatnym do obecnych warunków materiale badawczym i wydaje się, że nie powinny być nadal narzędziem służącym do planowania w gospodarce leśnej. Nie umożliwiają bowiem wiarygodnego przewidywania przyrostu i produkcji drewna, czy prawidłowej aktualizacji danych z inwentaryzacji. Stąd istnieje pilna potrzeba podjęcia wspólnych działań na poziomie krajowym (wydziały leśne, IBL i BULiGL), których celem byłoby opracowanie nowych tablic zasobności oraz modeli wzrostu dla podstawowych gatunków lasotwórczych Polski. Tym bardziej, że budowa modeli wzrostu drzewostanów oraz opracowanie nowych tablic zasobności jest jednym z pierwszych punktów długofalowego programu badawczo-wdrożeniowego proponowanego w założeniach Narodowego Programu Leśnego. W badaniach naukowych prowadzi się w coraz szerszym zakresie prace związane z wprowadzeniem do urządzania lasu nowych technik inwentaryzacji i monitoringu lasu. Chodzi tutaj przede wszystkim o zastosowanie naziemnego i lotniczego skaningu laserowego oraz zdjęć satelitarnych do pozyskiwania informacji o drzewach i drzewostanach (pierśnica, wysokość, miąższość) oraz stanie i kondycji lasów. Problemem jest fakt, że szybki sposób pozyskiwania danych hamuje długi i żmudny proces ich przetwarzania oraz to, że część końcowych wyników jest jeszcze mało dokładna i wiarygodna. Pewne niedogodności stwarzają także warunki pogodowe (opady, zachmurzenie, mgły) oraz warunki wewnątrz danego drzewostanu (podszyty, podrosty). Przewiduje się, że inwentaryzacja lotnicza i wielospektralna cyfrowa ortofotomapa lotnicza całych drzewostanów, przy niezwiększonych jej kosztach, przyczyni się do dalszego doskonalenia metod inwentaryzacji w urządzaniu lasów różnych własności.

Leśnicy z lasów komunalnych zgłaszają od lat problem braku odpowiednich zapisów lub niedopowiedzeń w ustawie o lasach (1991) odnośnie do sposobu prowadzenia gospodarki leśnej w lasach miejskich oraz braku stosownych odniesień do lasów w zasięgu miast w „Instrukcji urządzania lasu” i „Zasadach hodowli lasu”. Wydaje się słuszne zaistnienie lasów miejskich w polskim prawie oraz wypracowanie odpowiednich wytycznych m.in. na podstawie badań prowadzonych w lasach miejskich.

Innym kierunkiem badań jest założenie sieci powierzchni monitoringowych służących ocenie stanu i kondycji lasów Poznania znajdujących się pod presją czynników antropogenicznych (urbanizacja, przemysł, turystyka, wypoczynek), ocenie stanu zagrożeń ze strony innych czynników (biotycznych i abiotycznych), ocenie prowadzenia gospodarki leśnej na tych obszarach.

Możliwość udziału społeczeństwa w tworzeniu planu urządzania lasu przechodzi po II wojnie światowej swoistą ewolucję – od braku możliwości uczestniczenia w tych pracach do stopniowego, formalnego otwierania się środowiska leśników na oczekiwania społeczeństwa względem lasów i uwzględniania jego zdania w kreowaniu gospodarki leśnej na poziomie lokalnym. Leśnicy prowadzą edukację leśną społeczeństwa przyczyniając się do określonego poziomu jego świadomości ekologicznej. Nie wystarczy to jednak, aby społeczeństwo rozumiało wszystkie aspekty gospodarki leśnej. W wymiarze praktycznym społeczeństwo w znacznym stopniu nie jest jeszcze do tego przygotowane, zarówno pod względem mentalnym, proceduralnym, jak i technicznym. Z drugiej strony w środowisku leśników brak wyraźnej chęci do „wciągania” otoczenia

do tego procesu. Oznacza to tym samym, że i leśników i zainteresowane lasem grupy społeczne i zawodowe, czeka jeszcze szereg wyzwań związanych z umiejętnością prowadzenia przez nich dialogu o leśnictwie i gospodarce leśnej. Jednym z możliwych rozwiązań ułatwiających prowadzenie dialogu na linii leśnicy – społeczeństwo mogłoby być sporządzanie opracowań tematycznych lub streszczenia planu urządzenia lasu, napisanych w języku niespecjalistycznym, zrozumiałym dla przeciętnego człowieka (Jaszczak i Wajchman 2014).

Kierunki badawcze związane z hodowlą lasu powinny uwzględniać analizę wpływu hodowlanych zabiegów gospodarczych w drzewostanach na ich zróżnicowanie strukturalne w celu zapewnienia stabilności ekologicznej i trwałości użytkowania lasu. Istotnym wydaje się także poznanie dynamiki lasów o cechach zbliżonych do lasów naturalnych i wskazanie możliwości wykorzystania tych procesów w prowadzeniu zrównoważonej gospodarki leśnej. Badaniem powinno się objąć lasy objęte różną formą ochrony (parki narodowe, rezerваты przyrody, obszary Natura 2000) oraz drzewostany gospodarcze. Należy rozważyć także badania nad wpływem różnych zabiegów pielęgnacyjnych (trzebieżowych) na wzrost, rozwój i produktywność drzewostanów podstawowych gatunków lasotwórczych w Polsce, z uwzględnieniem korzystnego kształtowania ich zróżnicowania strukturalnego, korzystnego z punktu widzenia bioróżnorodności lasów. W związku z dynamicznym rozwojem szkolnictwa kontenerowego koniecznym jest podjęcie badań nad rozwojem, konstrukcją i strukturą systemu korzeniowego drzew po latach od ich posadzenia. Hodowla lasu bliska naturze sprzyja powstawaniu i kształtowaniu się zróżnicowanych drzewostanów, w których zabiegi gospodarcze w pełniejszy sposób wykorzystują zachodzące w lesie procesy naturalne. Wyzwaniem hodowli selekcyjnej drzew jest potrzeba wskazania sekwencji genetycznych odpowiedzialnych za określone cechy fenotypowe. Takie informacje mogą umożliwić wytypowanie materiału na plantacje drzew szybko rosnących w krótkim cyklu produkcji. Przy zwiększającej się presji na ochronę drzewostanów wystąpi konieczność zaspokajania popytu na drewno z plantacji drzew zakładanych na terenach nieleśnych.

Z punktu widzenia geobotaniki istotnymi wyzwaniami są: badania nad reakcjami populacji roślin i leśnych zbiorowisk roślinnych na skrajne zjawiska pogodowe (np. susze czy huragany) oraz zmiany klimatu, ustalenie wpływu sukcesywnie modyfikowanych sposobów zagospodarowania lasu na strukturę, różnorodność florystyczną i funkcjonowanie zbiorowisk leśnych, a także określenie tendencji dynamicznych obcych roślin w środowisku leśnym, ze szczególnym uwzględnieniem zakresu i mechanizmów rozprzestrzeniania się gatunków inwazyjnych oraz ich wpływu na rodzime komponenty i funkcjonowanie ekosystemów. Ponadto wymagane jest opracowanie naukowych podstaw oraz ocena skuteczności różnych metod stosowanych w czynnej ochronie zbiorowisk leśnych, ze szczególnym uwzględnieniem badań eksperymentalnych. Dodatkowo istnieje potrzeba kontynuacji i poszerzenia zakresu (zwiększenie liczby obiektów, uwzględnienie lasów zniekształconych, powstałych lub powstających na gruntach po-rolnych oraz na siedliskach silnie przekształconych) badań na temat długookresowych zmian w zbiorowiskach leśnych.

Postępujące utecniczanie prac leśnych, wymagania trakcyjne pojazdów wywozowych oraz konieczność zapobiegania i zwalczania klęsk żywiołowych – to czynniki

determinujące kierunki badawcze z zakresu inżynierii leśnej. Obecnie zauważa się duże zapotrzebowanie na dostarczanie gotowych rozwiązań inżynieryjnych dedykowanych leśnictwu, a w mniejszym stopniu zapożyczanie technologii z innych obszarów. Konieczność opracowywania rozwiązań własnych wynika ze specyfiki gospodarki leśnej, warunków i zakresu użytkowania. W szczególności konieczne jest opracowanie technologii budowy: dojazdów pożarowych, punktów czerpania wody, urządzeń nawadniających oraz zabezpieczeń przeciwoerozyjnych. Szczególnego znaczenia w obecnym czasie nabiera ekoinżynieria, w tym zachowywanie ciągłości ekologicznej na obszarach fragmentowanych przez obiekty liniowe (drogi, torowiska). Budowa przejść dla zwierząt, opracowywanie urządzeń ograniczających liczbę zdarzeń drogowych z udziałem zwierzyny, wprowadzanie zadrzewień na terenach zdegradowanych przy zastosowaniu różnych technicznych rozwiązań wspomagających – to tylko najistotniejsze przykłady jakimi zajmuje się nowoczesna ekoinżynieria leśna.

Wyzwaniem najbliższych lat staje się ochrona zasobów wodnych leśnych obszarów mokradłowych. Duże znaczenie dla ochrony terenów mokradłowych miało ratyfikowanie przez Polskę konwencji ramsarskiej i innych międzynarodowych umów, mających ważne znaczenie dla obszarów wodno-błotnych. W prawie krajowym również można znaleźć coraz więcej ustaleń, które mogą stanowić podstawę ochrony przyrodniczej mokradeł (ustawa o ochronie przyrody, Prawo ochrony środowiska, Prawo wodne, ustawa o lasach i rozporządzenia Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych, Prawo geologiczne i górnicze, ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych, ustawa o zagospodarowaniu przestrzennym, Prawo budowlane). Przystąpienie Polski do Unii Europejskiej stworzyło również szanse wykorzystania kolejnych instrumentów ochrony przyrody (sieć obszarów chronionych Natura 2000). Jako leśne mokradła określane są ekosystemy leśne, znacznie uwilgotnione, do których należy wstępnie zaliczyć te tereny, które w opisach taksacyjnych zakwalifikowano jako: Bb, BMb, LMb, Ol, OIJ i Lł. Ostatecznie o zakwalifikowaniu danej powierzchni do mokradeł można zdecydować dopiero po wizji w terenie i ocenie położenia zwierciadła wody gruntowej. Średni stan wody gruntowej na obszarach zakwalifikowanych jako leśne mokradła powinien być w zakresie 0÷100 cm poniżej powierzchni terenu, okresowo woda może również stagnować na powierzchni. Przy kwalifikowaniu obszarów można też posilkować się występowaniem gatunków hydrofilnych. Działania, które należy podejmować dla ochrony leśnych obszarów mokradłowych, powinny przebiegać w czterech etapach: inwentaryzacja (opis stanu bieżącego), identyfikacja zagrożeń (oszacowanie bilansów wodnych), ustalenie zakresu ochrony (bierna lub bierna i czynna), monitorowanie („śledzenie” efektów).

W zakresie ochrony lasu, a w szczególności entomologii jako „podstawowe” kierunki badań należy uznawać badania różnorodności gatunkowej ekosystemów leśnych i rozpoznanie wpływów gospodarki leśnej na środowisko. Renesans przeżywają badania ukierunkowane na poznanie biocenotwórczej roli martwych drzew i rozkładającego się drewna – co przyczyni się do lepszego poznania i ochrony różnorodności biologicznej lasów, a także może wpłynąć na zmianę sposobów zagospodarowania lasu i zmiany kategorii ochronności całych kompleksów leśnych. Doskonalenie metod monitoringu populacji gatunków szkodliwych, rozpoznanie naturalnych czynników ograniczających

i poszukiwanie niechemicznych środków owadobójczych można uznać za najważniejsze trendy w rozwoju „stosowanej” entomologii leśnej w perspektywie najbliższych lat. Wymagają one weryfikacji bionomii i ekologii ważniejszych gospodarczo gatunków owadów na tle dokonujących się zmian klimatycznych i anomalii pogodowych. Badania takie, w odniesieniu do kornika drukarza, prowadzone są w krajach alpejskich (Austria, Szwajcaria, Włochy) w warunkach wysokogórskich na tle wzrastających temperatur, przy czym należy zaznaczyć, że kornik drukarz należy do najważniejszych gatunków szkodliwych owadów w europejskim leśnictwie. Natomiast owady z grupy foliofagów, a zwłaszcza gatunki o tendencjach gradacyjnych, wymagają podstawowych studiów w tym zakresie. Ze zmianami klimatycznymi i szeroko rozumianymi zmianami środowiskowymi wiąże się problem aklimatyzacji i rozprzestrzeniania się gatunków obcych, które mogą odgrywać znaczącą rolę jako nieznane dotąd organizmy szkodliwe (w zakresie rolnictwa, leśnictwa, gospodarki drewnem, produkcji spożywczej, medycyny i ochrony zdrowia). Szerokich możliwości badań upatrywać można w wykorzystaniu narzędzi molekularnych do wyjaśnienia podstawowych problemów ekologii gatunków (ekologia molekularna), w tym także gatunków o dużym znaczeniu w leśnictwie – (wyjaśniono do tej pory związki filogenetyczne pomiędzy euroazjatyckimi gatunkami z rodzaju *Ips*, pochodzenie metapopulacji kornika drukarza na tle wędrówki świerka w okresie postglacjalnym). Wykorzystanie osiągnięć biologii molekularnej i genetyki w zakresie taksonomii może skutkować lepszym zrozumieniem/poznaniem związków filogenetycznych pomiędzy taksonami wyższego szczebla i w konsekwencji zmianami systemów taksonomicznych. Entomologia leśna staje też przed koniecznością ścisłej współpracy z innymi dziedzinami nauk leśnych i biologicznych podczas rozwiązywania problemów badawczych.

W zakresie fitopatologii leśnej badania będą rozwijały się w kierunku scharakteryzowania aktywności organizmów w zmieniającym się środowisku leśnym, w sytuacji częstych zjawisk stresowych dla drzew leśnych i pojawiania się nowych patogenów oraz chorób. Nie powinno się zaniechać stałego monitoringu fitopatologicznego, ze szczególnym uwzględnieniem najważniejszych chorób drzew leśnych. Mimo że o tych najważniejszych patogenach, mam tu na myśli grzyby rodzaju *Heterobasidion* i *Armillaria*, wiemy już bardzo dużo, jednak ta tematyka zajmuje nadal wielu naukowców na całym świecie. Szacowano, że przed 1970 rokiem, czyli ponad sto lat od opisania tych patogenów (1821), liczba publikacji dotycząca *Heterobasidion* sięgnęła ponad 1000 prac. W wyszukiwarce Google po wpisaniu hasła: *Heterobasidion annosum* można uzyskać ponad 79 tys. wyników. W tym czasie w bazie Wiley Online Library po wyszukaniu tego samego hasła pojawiło się 789 publikacji, a w Web of Science 837. Mimo tych licznych prac huba korzeni nadal pozostaje nierozwiązanym problemem, z którym borykają się leśnicy na świecie w strefie klimatu umiarkowanego. Tak więc korzeniowce (*Heterobasidion*), jak i opieńki (*Armillaria*) są przykładem niewyczerpanego źródła tematów badawczych dla naukowców i praktyków leśnych na wiele dziesięcioleci. Nowym wyzwaniem w dyscyplinie leśnictwa staje się modelowanie rozwoju chorób w celu opracowania narzędzi dla praktyki leśnej wpływających na proces decyzyjny pozwalający na wyprzedzanie odpowiednimi zabiegami hodowlano-ochronnymi niekorzystnych zjawisk dla ekosystemu leśnego.

Rozwój nauk leśnych zależy w dużej mierze od potencjału ludzkiego, poziomu realizowanych badań przy wykorzystaniu nowoczesnej techniki i aparatury badawczej, jakości publikowanych wyników, a przede wszystkim w umiejętności projektowania współpracy w zespołach interdyscyplinarnych.

Podziękowania

Składam podziękowania za dyskusję o kierunkach rozwoju badań dla prof. dr. hab. Dariusza J. Gwiazdowicza, dr. hab. Romana Jaszczaaka prof. nadzw., dr. hab. Władysława Danielewicz, dr. hab. Krzysztofa Adamowicza, dr. hab. Andrzeja Mazura, prof. dr. hab. Małgorzaty Mańki, prof. dr. hab. Piotra Robakowskiego, dr. inż. Janusza Szmyta, prof. dr. hab. Antoniego T. Milera, prof. dr. hab. Andrzeja Czerniaka, dr. hab. Tomasza Jelonka, dr. hab. Cezarego Bekera, prof. dr. hab. Wojciecha Wesołego.

Literatura

- Adamowicz K. 2012. Ocena zmian gospodarki leśnej prowadzonej przez Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe w handlu drewnem w Polsce. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.
- Łabędzki A., Mazur A., Kuźmiński R., Łakomy P., Kwaśna H., Szewczyk W., Zientarski J., Jaszczak R., Tur-ski M., Adamowicz K. 2015. Użytkowanie drzewostanów a wartości progowe martwego drewna w lesie – rola w zachowaniu funkcjonalności i bioróżnorodności ekosystemu leśnego. Sprawozdania z realizacji tematu zleconego przez Dyрекję Generalną Lasów Państwowych w Warszawie w latach 2012–2015. Maszynopis.
- Ratajczak E., Bidzińska G., Szostak A., 2010. Scenariusze rozwoju badań naukowych w drzewnictwie. Maszynopis. Opracowania. Instytut Technologii Drewna, Poznań.
- Ratajczak E. 2011. Popyt na drewno w Polsce – zmiany strukturalne oraz możliwości zaspokojenia. W: Strategia rozwoju lasów i leśnictwa w Polsce do roku 2030. Red. A. Sawicki, J. Szewczykiewicz, G. Szujcka. Warszawa: 151–166.

Naukowa strategia Instytutu Badawczego Leśnictwa

dr hab. Janusz CZEREPKO, prof. dr hab. Jacek HILSZCZAŃSKI,
dr inż. Piotr GOŁOS

Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary

Wprowadzenie

Nauka i badania, podobnie jak inne sfery życia, podlegają wpływowi wielu różnorodnych czynników społecznych i ekonomicznych, które stanowią o ich funkcjonowaniu na poziomie globalnym i krajowym, przez poziom regionalny, do uwarunkowań prawnych i organizacyjnych, wyznaczających aktywność i pozycję pojedynczej jednostki naukowej.

Wśród czynników o charakterze globalnym należy wymienić swobodny przepływ zasobów (wiedzy, kapitału i zasobów ludzkich), rozwój nowoczesnych technologii, zmiany w środowisku naturalnym. Na poziomie krajowym są to przede wszystkim regulacje prawne, w tym systemu finansowania sektora badań, oraz wyniki ewaluacji jednostek naukowych, konkurencja, nie tylko wewnątrz określonej dziedziny nauki, ale również między nimi. Na poziomie jednostki naukowej odczuwalny jest łączny wpływ wymienionych czynników. W przypadku Instytutu Badawczego Leśnictwa (IBL) wpływ ten jest potęgowany dodatkowo faktem, że jest to jednostka branżowa o dużym potencjale naukowym, której status nie znajduje jednak odzwierciedlenia w „wysokiej pozycji naukowej”¹, jak ma to miejsce w przypadku instytutów Polskiej Akademii Nauk (PAN) czy uczelni wyższych, które mają zagwarantowane środki finansowe na badania i rozwój z budżetu państwa. Wymienione uwarunkowania sprawiają, że jedną z głównych dróg rozwoju instytutów branżowych i szansą wzmocnienia ich pozycji na rynku jest

¹ Ostatnie zmiany w obszarze nauki po 2011 r., kiedy jednostki badawczo-rozwojowe (JBR) stały się instytutami naukowymi, a w miejsce Komitetu Badań Naukowych (KBN) utworzono Narodowe Centrum Nauki (NCN) i Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR), wprowadziły rewolucję w systemie finansowania nauki polskiej. Najważniejszym kryterium oceny jakości nauki jest autorstwo i współautorstwo w publikacjach z listy A Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW), co sprawiło, że nauka w drugiej dekadzie XXI wieku nie przypomina już tej Wielkiej Nauki z czasów Price’a (1967). Obecnie zdaje się nam mierzyć z czymś, co można byłoby nazwać „wielonauką” – z odmiennymi, niekiedy przeciwnymi sposobami badań, publikowania i komunikowania, które nie składają się na Naukę, lecz na wiele nauk. Można byłoby zatem mówić o pluralizmie metod rozpowszechniania wiedzy i dywersyfikacji sposobów jej wytwarzania (Kulczycki i in. 2015). Dobrym przykładem tego jest przedstawiony przez Kulczyckiego i in. (2015) przykład publikacji z maja 2015 r., która ukazała się w czasopiśmie „Physical Review Letters”, a pod którą podpisało się 5154 autorów.

wdrażanie wyników prowadzonych badań do praktyki, co jest wykorzystywane w coraz szerszym zakresie przez część jednostek.

Wobec wielu różnorodnych czynników, spośród których kilka najważniejszych zostało wymienionych powyżej, nauki leśne, których znaczenie determinuje pozycja ekonomiczna i gospodarcza leśnictwa, stają nie tylko przed nowymi wyzwaniami, pojawiającymi się w przedmiocie badań, lecz muszą również na tyle wzmocnić swoją pozycję, aby móc konkurować z badaniami w obszarach uznawanych za strategiczne z punktu widzenia interesu państwa. Przy czym nie są to już problemy tradycyjnie rozumianej gospodarki leśnej, lecz multidyscyplinarnej nauki o zarządzaniu obszarami leśnymi, zajmującymi 30% powierzchni kraju, oraz ich użytkowaniu.

Zasadniczym jednak celem nauk leśnych, z uwagi na ich stosowany charakter, jest dostarczenie wiedzy praktycznej. To właśnie dzięki odkrywanym przez nie prawom i formułowanym zasadom przewidujemy, jakie zdarzenia w danych okolicznościach muszą zachodzić, jakie zaś są wykluczone (funkcja predykcyjna nauki). Innymi słowy zgromadzona przez nauki leśne wiedza pozwala lepiej organizować, planować i prognozować działania, zgodnie z formułą „co trzeba zrobić, aby w przyszłości było tak a tak” lub „co będzie w przyszłości, jeśli teraz zrobię to a to” (wymóg operacyjności badań leśnych) (Klocek 2008). Współczesna nauka, stawiająca hipotezy, wyjaśniająca i uzasadniająca tezy oraz formułująca wnioski byłaby bardzo uboga i anachroniczna, gdyby czyniła to tylko na gruncie zjawisk poznawanych w lesie. Stąd też coraz częściej w metodach badań leśnych pojawiają się ważne części programów badawczych, w których realizacji wykorzystywana jest wiedza z dziedzin często bardzo odległych od leśnictwa (np. psychologia czy socjologia).

Brak możliwości realizacji badań leśnych bez udziału innych nauk społecznych i ekonomicznych, to nie tylko wymóg metodologii współczesnej nauki, lecz także efekt olbrzymiej różnorodności i zmieniającej się w czasie i przestrzeni roli, jaką odgrywają lasy w dostarczaniu nie tylko dóbr materialnych, ale także, a może nawet przede wszystkim, usług, w tym tzw. ekosystemowych. Decydują one nie tylko o wartościach przyrodniczych lasu czy też o wartości świadczeń ochronnych i socjalnych gospodarki leśnej, lecz przede wszystkim wpływają na jakość życia człowieka. Dlatego w wielu przypadkach drewno, mimo jego rosnącego znaczenia gospodarczego jako surowca odnawialnego o różnorodnych możliwościach zastosowania, przegrywa w procesie wartościowania społecznego z całą gamą niematerialnych świadczeń lasu i gospodarki leśnej.

Dodatkowo, realizację programów badawczych utrudnia specyfika leśnictwa, które jest ze swojej natury konserwatywne. W okresie stu lat cyklu produkcyjnego oczekiwania wobec lasu mogą się wielokrotnie zmienić. Wpływ na rozwój lasu mają także zdarzenia losowe, zarówno naturalne (katastrofy), jak i spowodowane przez człowieka (wojny, przewroty polityczne). Sprawiają one, że gospodarstwo leśne jest w ciągłej nierównowadze z ludzkimi oczekiwaniami. Bywa, że jest ono traktowane jako byt probabilistyczny (Barzdajn 2013).

W zakresie badań leśnych konieczna jest spójność przede wszystkim z dokumentami programowymi – konwencjami międzynarodowymi (konwencja o różnorodności biologicznej, ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu), dyrektywami unijnymi (dyrektywa siedliskowa i ptasia, ramowa dyrektywa wodna)

czy też strategiami (m.in. „Strategia ochrony różnorodności biologicznej do 2020 r.”), które wpisują się w przyjęte strategie badawcze Unii Europejskiej czy w nową strategię leśną, a zostały zawarte w tzw. zielonej księdze i wytyczają przyszłe programy ramowe.

Nowa strategia leśna przyjęta w roku 2013 r. z perspektywą do 2020 roku jest dokumentem, w którym określono osiem obszarów problemowych:

- ochrona społeczności wiejskich i miejskich,
- wspieranie konkurencyjności i zrównoważonego rozwoju przemysłu związanego z leśnictwem w UE, bioenergii oraz zielonej gospodarki w szerszym zakresie,
- lasy i zmiana klimatu,
- ochrona lasów i wzmacnianie usług ekosystemowych,
- informacja o lasach/baza wiedzy, czyli odpowiedź na pytanie – jakie lasy posiadamy i w jaki sposób się one zmieniają,
- nowe i innowacyjne leśnictwo oraz produkty o wartości dodanej,
- działania na rzecz spójnego zarządzania lasami – wiele komitetów i grup doradczych w zakresie środowiska ma wymieniać się informacją o podejmowanych działaniach,
- lasy z perspektywy globalnej.

W obszarze badań powyższa strategia ma pobudzać innowacje w sektorze leśnym, w którym konieczna jest spójna i ambitna przestrzeń badawcza związana z leśnictwem w UE.

Ostatnia dekada XX w. wymusiła zainteresowanie się problemami badawczymi, które z racji znaczenia społecznego czy gospodarczego decydują o podniesieniu znaczenia badań leśnych. Wśród nich należy wymienić: rolę i znaczenie lasu i gospodarki leśnej w kształtowaniu klimatu, sekwestracji węgla przez lasy, zagadnienia związane z użytkowaniem zasobów drzewnych w kontekście możliwości ich wykorzystania jako odnawialnych źródeł energii, studia nad genetyką drzew, wywołanymi przez klimat zmianami w zasięgach głównych gatunków drzew, biotechnologię, wzrost znaczenia niedoboru wody w rozwoju ekosystemów leśnych, wzrost zagrożenia pożarowego, zwiększenie presji patogenów i owadów wyrządzających szkody w gospodarce leśnej czy w końcu – bardzo istotne zagadnienia dotyczące ochrony przyrody na obszarach leśnych oraz zagadnienia dotyczące społecznych preferencji odnośnie do lasu i modelu zarządzania zasobami leśnymi wraz z ustaleniem obiektywnych zasad i metod ich wartościowania. Wymienione problemy w dalszym ciągu nie doczekały się kompleksowych rozwiązań satysfakcjonujących środowiska naukowe i leśników praktyków, stąd ciągle powinny być przedmiotem badań i stanowić obszary zainteresowania jednostek naukowych zajmujących się leśnictwem w przyszłości.

Stan nauki polskiej – zarys problemu

Cechą charakterystyczną polskiej nauki na tle krajów członkowskich Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) jest przede wszystkim:

- 1) niski udział wydatków w stosunku do PKB (0,68% w 2009 r.) – z krajów UE mniej na badania i rozwój (B+R) w relacji do PKB wydatkowały tylko Grecja – 0,59%

- (2007 r.) i Słowacja – 0,48%. W Czechach finansowanie B+R osiągnęło natomiast poziom 1,53%, a na Węgrzech – 1,13%;
- 2) znaczny udział środków publicznych w finansowaniu sektora B+R, które w latach 2008–2009 stanowiły ok. 60% całości wydatków w tym sektorze, podczas gdy w państwach UE ich udział wynosił średnio 35%, a w państwach członkowskich OECD – 30%. Dla porównania, udział bezpośrednich wydatków z budżetu państwa na B+R w Niemczech i Wielkiej Brytanii wynosił ok. 30%;
 - 3) efektywność nakładów działalności naukowej i wdrożeniowej, oceniana liczbą publikacji naukowych, która jest w Polsce niska. W 2009 r. Polska zajmowała 32. miejsce pod względem liczby publikacji naukowych na 1 mln mieszkańców (611). Pierwsze miejsce pod względem liczby publikacji na 1 mln mieszkańców zajmowała Szwajcaria – 3553, drugie Dania – 2683, a trzecie Szwecja – 2639. Większą liczbę publikacji od Polski na 1 milion mieszkańców miały również Czechy – 1111;
 - 4) mała liczba publikacji, często o przeciętnej jakości, zamieszczanych głównie w czasopiśmie o zasięgu krajowym lub regionalnym, sprawiła, że w 2009 r. liczba cytowań² przypadających na publikację z Polski wyniosła 1,06, podczas gdy wartość tego wskaźnika dla publikacji z Niemiec sięgnęła 2,02, a z Wielkiej Brytanii – 2,08. Wyższy wskaźnik cytowań miały również publikacje z Grecji – 1,41, Hiszpanii – 1,64, Austrii – 2, Francji – 1,78, Szwecji – 2,36, Norwegii – 1,78, Finlandii – 1,97.

Rozwojowi nauki nie sprzyja również polityka kadrowa. Pod względem udziału ludności zatrudnionej w badaniach naukowych Polska zajmuje wśród państw Unii Europejskiej dopiero 24. miejsce (wspólnie z Łotwą)! Wyprzedzamy pod tym względem jedynie Rumunię i Cypr. Aby w Polsce był taki sam udział pracowników zatrudnionych w badaniach naukowych, jaki jest obecnie w Finlandii, należałoby zatrudnić nie 64 tysiące, lecz około ćwierć miliona naukowców (Wróblewski 2013).

Wymienione zjawiska dotyczą również nauk leśnych, choć w przypadku źródeł finansowania tych nauk w Polsce udało się osiągnąć poziom Szwecji, Finlandii czy Stanów Zjednoczonych, gdzie powyżej 60% środków na badania leśne pochodzi z przedsiębiorstw, przyjmując że uznamy Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe (PGLLP) za przedsiębiorstwo. Istniejący stan zaangażowania PGLLP w finansowanie nauk leśnych to zasługa nie tylko ustawowych zapisów zobowiązujących gospodarkę leśną do tego rodzaju aktywności³, czy możliwość wykorzystania w tym celu środków, jakie corocznie zasilają fundusz leśny⁴, ale również przekonanie gospodarki leśnej o potrzebie badań w zmieniających się uwarunkowaniach społecznych i ekonomicznych w jakich funkcjonuje leśnictwo. Niestety, ten pozytywny obraz nieco zniekształca brak formalnej procedury wdrożeń wyników badań do praktyki gospodarczej. Opracowanie

² Ranking krajów według wartości indeksu Hirscha (h) w poszczególnych dziedzinach dla okresu 1996–2006 wskazuje, że spośród 22 dziedzin polskiej nauki najwyższe znajduje się fizyka – na 11. miejscu na świecie i 7. w UE. Natomiast ekologia i środowisko, do których można byłoby zaliczyć leśnictwo, zajmuje 30. miejsce na świecie oraz 12. w UE (Wróblewski 2013).

³ Finansowanie nauki przez PGLLP to realizacja zapisów ustawy o lasach, określających w art. 38 (mało precyzyjnie), że dyrektor generalny „inicjuje, popiera i finansuje badania w zakresie leśnictwa oraz nadzoruje wykorzystanie wyników tych badań”.

⁴ W latach 2002–2010 około 3–4% łącznych wydatków funduszu przeznaczano na badania naukowe i ekspertyzy dotyczące leśnictwa. Była to kwota 3–4,5 mln zł rocznie (w sumie w analizowanym okresie 31 mln zł) (Dyduch 2012).

warunków oraz procedur wdrażania rozwiązań naukowych do praktyki gospodarczej wydaje się z punktu widzenia nauki jednym z ważniejszych zadań w chwili obecnej. Nadal nierozwiązanym problemem jest także finansowanie badań dotyczących lasów prywatnych ze środków publicznych (brak jest w Polsce prywatnych donatorów). Kraje, w których lasy prywatne stanowią ważną część obszarów leśnych (Wielka Brytania, Francja, Dania, Szwecja i Finlandia), przeznaczają 25–40% środków publicznych na badania w sektorze prywatnym. Znacznie mniej takich środków kierowanych jest w Irlandii, Niemczech i Norwegii – około 10% (Hellström i in. 1998).

Nauki leśne w Europie – analiza porównawcza

W celu ustalenia miejsca i znaczenia badań leśnych w Polsce porównano siedem państw UE w zakresie nakładów na naukę oraz pod względem liczby zatrudnionych pracowników na podstawie danych z raportu zrealizowanego w projekcie Sumforest (Svensson i Perhans 2015). Badania ankietowe, dotyczące badań leśnych przeprowadzono na przełomie lat 2014 i 2015 w 17 europejskich krajach uczestniczących w projekcie. Uczestniczyło w nich 95 organizacji naukowych⁵, wśród których znalazło się 58 uczelni, 25 instytutów publicznych, 7 instytutów prywatnych oraz 5 innych organizacji prowadzących badania leśne.

91 organizacji naukowych w 2013 r. dysponowało budżetem 262,6 mln euro, na który składało się 110,9 mln euro środków pochodzących ze źródeł krajowych, 24 mln euro ze środków międzynarodowych. W ośrodkach uczestniczących w ankiecie 2669 pracowników było zatrudnionych w badaniach istotnych z punktu widzenia projektu Sumforest.

Tabela 1. Charakterystyka leśnictwa wybranych państw UE

Kraj	Powierzchnia lasów (2010) (tys. ha)	Pozyskanie surowca drzewnego (2012) (mln m ³)	Udział leśnictwa w PKB	Liczba mieszkańców	Powierzchnia lasów prywatnych (2010) (tys. ha)	Pracujący w leśnictwie i usługach dla leśnictwa (osób)
Austria	4 006 000	28 500 000	0,44	8 440 000	2 482 000	11000
Finlandia	23 289 000	50 000 000	1,42	5 400 000	15 389 000	23000
Litwa	2 175 000	6 900 000	0,68	3 010 000	784 000	12000
Niemcy	11 076 000	52 300 000	0,09	81 840 000	5 283 000	43000
Polska	9 337 000	37 000 000	0,15	38 540 000	1 658 000	44000
Słowacja	1 933 000	8 200 000	0,63	5 400 000	827 000	24000
Szwecja	31 247 000	68 900 000		9 480 000	20 941 000	26000

⁵ Badania leśne realizują zarówno uczelnie (40% badań), jak i instytuty, w tym publiczne (49% badań) oraz prywatne (średnio 9%), przy czym w państwach zachodniej Europy udział ten wzrasta do 15–20% (Hellström i in. 1998).

Z przygotowanych materiałów (tab. 1) wynika, że największe znaczenie gospodarcze, mierzone miąższością pozyskanego drewna, miał sektor leśny w Szwecji, Niemczech i Finlandii. Sektor leśny, wraz z częścią usług, zatrudnia najwięcej pracowników w Polsce, Niemczech oraz w Szwecji. Prywatna własność leśna ma największe znaczenie w Szwecji, Finlandii, Niemczech oraz Austrii.

Analiza wskaźników ekonomicznych (tab. 2) charakteryzujących wielkość nakładów na naukę wskazuje, że w przypadku Polski są one na niskim poziomie, w przeliczeniu zarówno na 1 m³ pozyskanego drewna, jak i 1 ha powierzchni lasu. Spośród siedmiu państw niższe nakłady na naukę przeznaczała tylko Litwa. Słowacja, której powierzchnia lasów oraz miąższość pozyskanego drewna są czterokrotnie mniejsze niż w Polsce, ponosi cztery razy wyższe nakłady na nauki leśne. Sytuacja wygląda jeszcze gorzej w przypadku przeliczenia nakładów jednostkowych na powierzchnię lasów publicznych. W Polsce jest to kwota około 7 zł/ha, natomiast w Austrii to kwota ponad 32 zł/ha, na Słowacji 30 zł/ha, natomiast w Finlandii i Szwecji około 25 zł/ha.

Tabela 2. Wskaźniki charakteryzujące nakłady na nauki leśne w wybranych krajach UE

Kraj	Budżet badań leśnych (2013) (mln €)	€ na 1 ha powierzchni lasów	€ na 1 m ³ pozyskanego drewna	€ na 1 ha powierzchni lasów publicznych	€ na jedną osobę zatrudnioną w leśnictwie	€ na mieszkańca	Pozyskanie surowca drzewnego na mieszkańca (2012) (m ³ /osobę)	Liczba mieszkańców na 1 ha powierzchni lasów
Austria	13 000 000	3,25	0,46	8,53	1182	1,54	2,13	0,47
Finlandia	49 000 000	2,10	0,98	6,20	2130	9,07	9,23	4,31
Litwa	1 300 000	0,60	0,19	0,93	108	0,43	2,29	0,72
Niemcy	35 000 000	3,16	0,67	6,04	814	0,43	0,64	0,14
Polska	13 400 000	1,44	0,36	1,75	305	0,35	0,96	0,24
Słowacja	8 300 000	4,29	1,01	7,50	346	1,54	1,70	0,36
Szwecja	67 000 000	2,14	0,97	6,50	2577	7,07	7,25	3,30

Mając na uwadze fakt, że leśne ośrodki naukowe w Polsce nadal próbują dogonić wiodące ośrodki europejskie w skuteczności aplikowania o środki na badania ze źródeł zewnętrznych (UE), co jest możliwe do osiągnięcia m.in. poprzez poprawę jakości i liczby publikacji, należy jednoznacznie zauważyć, że wysokość nakładów powinna wzrosnąć. Ma to szczególne znaczenie, jeśli porównamy strukturę własności lasów w Polsce, gdzie przeważająca część lasów stanowi własność skarbu państwa.

Ustanowienie długookresowego programu badań, zapewniającego stabilność w finansowaniu leśnych ośrodków naukowych (poza projektami rozwiązującymi doraźne problemy gospodarki leśnej), jest – wraz z potrzebą sformalizowania procedury wdrożeń wyników badań – najważniejszym bieżącym problemem sektora badawczego.

Sytuacja Instytutu Badawczego Leśnictwa w ostatnich latach jest kontynuacją utrwalonej struktury źródeł przychodów, wśród których za najważniejsze należy uznać środki pochodzące z Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych (DGLP). Od co najmniej dekady udział środków DGLP w finansowaniu badań realizowanych przez IBL waha się

w przedziale 55–65%. Jest to od początku istnienia IBL⁶ najważniejszy zlecniodawca projektów badawczych oraz opracowań eksperckich, obejmujących pełny wachlarz problematyki leśnej, których wyniki zawsze zawierają wskazówki i zalecenia dla praktyki, choć ich wykorzystanie i zastosowania są różne.

Odmienne wygląda sytuacja w krajach, w których minister do spraw leśnictwa jest naczelnym organem państwowej administracji leśnej. Po pierwsze, w skład takiej administracji wchodzi instytuty badawcze leśnictwa (Austria, Niemcy, Szwecja), po drugie – koszty funkcjonowania tych instytutów są pokrywane z budżetu tejże administracji oraz po trzecie – przy ministrze funkcjonuje niekiedy kilkuosobowa rada, która ustala istotne dla polityki leśnej kierunki badań i określa wielkość przeznaczonych na nie środków finansowych (Klocek 2008).

Jednym z niekorzystnych zjawisk występujących w nauce polskiej, które dotyczy IBL, jest niekorzystna struktura zatrudnienia. Według danych GUS dotyczących sektora wyższych uczelni, w roku 2000 na 10 profesorów przypadało 17 adiunktów i 11 asystentów, a w roku 2012 nadal 17 adiunktów, ale asystentów już tylko 5 (Orłowski 2013). Za taki stan rzeczy odpowiada przede wszystkim dobrze rozwinięty system kształcenia na studiach doktoranckich, umożliwiający rozpoczęcie szybkiej i skutecznej „kariery naukowej” zakończonej uzyskaniem stopnia doktora. Jednocześnie poziom wynagrodzeń asystentów (początek „kariery naukowej”) sprawia, że nie ma zbyt wielu chętnych, co w wielu przypadkach skutkuje selekcją negatywną w doborze kadr.

W Polsce w najważniejszych (wybranych) jednostkach naukowych, które w nazwie posiadają określenie związane z lasem lub gospodarką leśną, zatrudnionych jest 750 osób, w tym 486 pracowników naukowych (prawie 65% zatrudnionych). Pozostałą część pracowników stanowią pracownicy obsługi (tab. 3).

Rola lasów w gospodarce oraz w rozwiązywaniu problemów środowiskowych, odzwierciedla się w przekroju zainteresowań badawczych instytutów leśnych w Europie (ryc. 1). Przeprowadzona na potrzeby niniejszego artykułu analiza wyraźnie wskazuje na dominującą rolę ekologii lasu i bioróżnorodności, w czym mieszczą się zagadnienia związane ze zmianami klimatu i ich łagodzeniem, a także ochroną zasobów przyrodniczych. Tradycyjna ochrona lasu jest trudna do wyraźnego oddzielenia od ochrony ekosystemów leśnych, a łącznie z ekologią stanowią dzisiaj zasadniczy obszar zainteresowań większości instytutów badawczych zajmujących się leśnictwem i lasami w Europie. Na drugi plan wysuwają się badania, także związane ze zmieniającymi się warunkami środowiskowymi: nowoczesna hodowla lasu oraz coraz bardziej zaawansowana, wnikająca w obszary leśnej biotechnologii genetyka. Ważnym obszarem zainteresowań jest ciągle polityka leśna, która pełni istotną rolę w kontekście zmieniających się warunków środowiskowych i klimatycznych, wkraczając w tematykę efektywności wykorzystania lasów wobec zmniejszania się zasobów leśnych w przeliczeniu na liczbę mieszkańców. Bez wątpienia w związku ze wzrostem znaczenia pozaprodukcyjnych funkcji lasu, istotnym, nadal nierozwiązanym problemem są szeroko rozumiane zagadnienia wartościowania dóbr i świadczeń lasu, ale również zasobów drzewnych.

⁶ Pewne znaczenie ma tu zapewne fakt, że IBL powołany został do życia w okresie II RP, jako jednostka organizacyjna Lasów Państwowych (Klocek 2008).

Tabela 3. Struktura przychodów jednostek naukowych realizujących badania leśne oraz struktura zatrudnienia w latach 2012–2014

Źródła finansowania	Filia UL Tomaszów Maz.	ITD	ID PAN w Kórniku	UR Kraków	Hajnówka	SGGW	UP Poznań	IBL
Główne źródła przychodów jednostek (%) (lata 2012–2014)								
DGLP	91,5	1	-	46	-	70	43	64
NFOŚiGW	-	-	-	-	-	-	-	4
Ministerstwa	-	18	-	3	44	16	34	2
Fundusze unijne	-	1	-	-	56	7	8	9
MNiSW, NCN i NCBR	8,5	11	-	34	-	7	9	16
Inne	-	69	-	17	-	-	6	5
Średnia liczba pracowników w latach 2012–2014								
Pracownicy naukowcy	13	74	28	90	14	101	74	92
Pracownicy obsługi	1	16	63	36	7	6	20	115
Razem	14	90	91	126	21	107	94	207

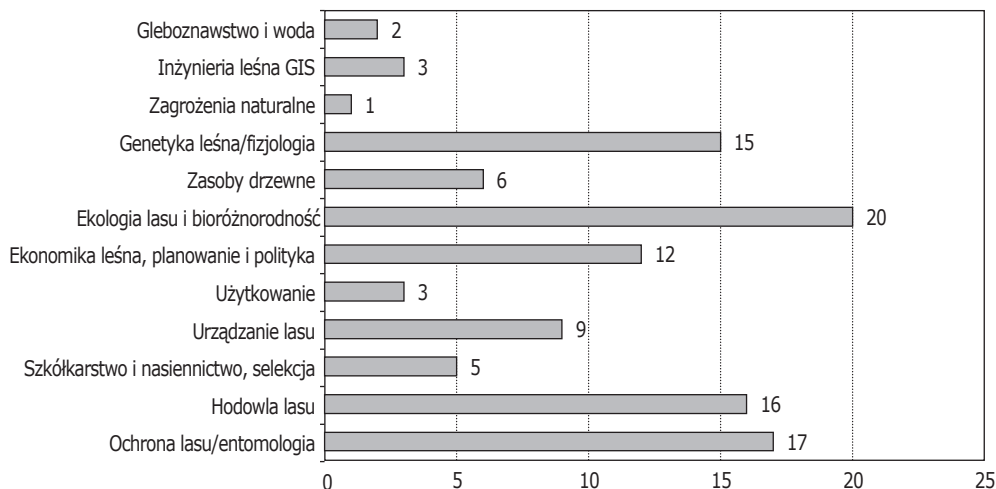
Zróźnicowanie tematyki badawczej podejmowanej przez instytuty naukowe sprawia, że coraz częściej typowo leśne jednostki sprawdzają się w znacznie szerszym kontekście działalności i są często włączane w tworzące się instytuty ogólnoprzyrodnicze, np. w Finlandii, Norwegii, Francji czy w Holandii. W ośrodkach takich jak INRA, LUKE, ALTERRA czy CREAM realizowane są duże, przekrojowe tematy badawcze ukierunkowane na rozwiązywanie kompleksowych zagadnień dotyczących zrównoważonego rozwoju, zmian klimatycznych, bioenergii i ochrony zasobów przyrodniczych, często zmierzające do kompleksowego rozwiązania problematyki rozwoju obszarów nieurbanizowanych, pod względem zarówno społecznym, jak i gospodarczym (ryc. 1).

Badania, które w ramach projektu Sumforest przeprowadzono w trakcie warsztatów w IBL, w których uczestniczyło 40 osób reprezentujących różne podmioty naukowe i administracji, wskazały jako najważniejsze następujące obszary badawcze: ocena ryzyka a gospodarka leśna; zrównoważone wykorzystanie produktywności siedlisk i obiegu pierwiastków; dostosowanie lasów do zmian klimatycznych; zrównoważone użytkowanie zasobów leśnych; konkurencja biomasy drzewnej w stosunku do innych użytków leśnych, bioekonomia, monitoring stanu lasów.

Badania ankietowe w ramach projektu Sumforest wskazały jako najważniejsze następujące obszary badań (Päivinen i in. 2014):

- 1) bioenergia, bioprodukty i intensyfikacja gospodarki leśnej,
- 2) zmiany klimatu,
- 3) funkcje ekosystemowe,
- 4) polityka leśna,

- 5) przemysł, produkty leśne i rynek drzewny,
- 6) lasy i ich użytkowanie w różnych uwarunkowaniach.



Ryc. 1. Obszary zainteresowania instytutów leśnych w Europie, z zaznaczoną liczbą instytutów zajmujących się daną problematyką (na bazie 25 jednostek)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych na stronach internetowych jednostek naukowych.

W raporcie przygotowanym przez ONZ „The European Forest Sector Outlook Study II 2010–2030”, przygotowanym przez Europejską Komisję Gospodarczą, za najważniejsze wyzwania dla nauki uznano badania dotyczące:

- 1) zawartości węgla w glebie,
- 2) strategii adaptacji do zmian klimatu,
- 3) adaptacji środowiska leśnego do zmian klimatu,
- 4) stresów drzew,
- 5) zrównoważenia dostaw drewna,
- 6) zarządzania podażą drewna,
- 7) plantacji drzew szybko rosnących oraz użytkowania gruntów na obszarach wiejskich pod kątem ich wykorzystania do produkcji biomasy drzewnej,
- 8) dostaw drewna spoza lasu,
- 9) drewna energetycznego.

Strategia Instytutu Badawczego Leśnictwa

W ciągu 85 lat w Instytucie pracowało 1571 osób. Najwięcej pracowników Instytut zatrudniał w latach 70. i 80. ubiegłego wieku, kiedy znajdował się w strukturach Lasów Państwowych. W ciągu ostatnich 10 lat w Instytucie pracowało 200–250 osób. Warto podkreślić, że w ciągu 40 lat wzrósł udział pracowników zatrudnionych na stanowi-

skach naukowych – z 25% w roku 1974 do 43% w roku 2014. Przez 85 lat powstało w Instytucie 4035 raportów z prac naukowo-badawczych oraz 5051 publikacji, czyli rocznie IBL publikował blisko 60 artykułów i 50 dokumentacji naukowych.

W ostatniej dekadzie wzrosła liczba publikacji z afiliacją IBL w czasopismach najwyższej punktowanych z tzw. listy filadelfijskiej. Co piąta publikacja polska z Web of Science w dziedzinie leśnictwa ukazała się z afiliacją IBL. Instytut Badawczy Leśnictwa jest jednym ze 115 instytutów badawczych, zatrudniających łącznie ok. 40 000 pracowników. Na ogólną liczbę 963 jednostek naukowych przypada 115 instytutów badawczych (tj. 12% wszystkich jednostek), 70 – instytutów naukowych PAN, oraz 755 jednostek podstawowych uczelni. Zdecydowanie największa część instytutów badawczych zajmuje się działalnością w obszarze nauk ścisłych (58%) oraz nauk o życiu (34%), natomiast pozostałe (8%) funkcjonują w dziedzinie nauk humanistycznych i społecznych (NIK 2015). Według badań Europejskiego Instytutu Leśnego w roku 2007 instytuty leśne w Europie zatrudniały 3600 pracowników, co stanowiło blisko połowę zatrudnienia w sektorze badań leśnych w Europie (Päivinen i in. 2014).

Zakres działania IBL jest określony jego statutem. W 2013 r., zgodnie z ustawą o instytutach badawczych, Rada Naukowa IBL przyjęła „Perspektywiczne kierunki działalności naukowej, rozwojowej i wdrożeniowej Instytutu Badawczego Leśnictwa do 2020 roku”. Jest to obecnie jedyny dokument o charakterze strategicznym Instytutu, w którym za misję Instytutu Badawczego Leśnictwa uznano prowadzenie badań naukowych i prac rozwojowych dotyczących lasów i leśnictwa, ukierunkowanych na innowacyjne rozwiązania, według najnowocześniejszych i stale rozwijanych metod badawczych (IBL 2013).

Celem ogólnym działań Instytutu według „Perspektywicznych kierunków działalności naukowej” jest rozwój nauk leśnych w zakresie:

- poznawania zjawisk i procesów kształtujących stan, trwałość i rozwój lasów oraz ich wzajemnych powiązań z otaczającym środowiskiem przyrodniczym, społecznym i gospodarczym,
- określania metod wszechstronnego i zrównoważonego wykorzystania zasobów leśnych i ich ochrony,
- trwałego zachowania i wzbogacania lasów dla należytego zaspokajania potrzeb cywilizacyjnych obecnych i przyszłych pokoleń,
- upowszechniania wyników tych badań i prac rozwojowych.

Cele szczegółowe rozwoju, w ramach powyższych celów ogólnych, IBL zamierza realizować poprzez:

- prowadzenie badań naukowych, prac rozwojowych i ekspertyz z zakresu szeroko rozumianego leśnictwa, połączone z opracowaniem ważnych dla praktyki leśnej i ochrony lasów wytycznych, nowatorskich rozwiązań i prac wdrożeniowych,
- proponowanie tematyki badawczej wypełniającej luki w wiedzy przyrodniczej, a równocześnie odpowiadającej na zapotrzebowanie praktyki leśnej i ochrony przyrody,
- formułowanie naukowych podstaw polityki leśnej oraz wspomagania decyzji na różnych poziomach zarządzania obszarami leśnymi,
- kształcenie kadr (zdobywanie stopni naukowych, szkolenia, studia, staże krajowe i zagraniczne),

- dbanie o jakość warsztatu naukowego (wyposażenie, nowatorskie metody badań, zarządzanie jakością, udział w konferencjach),
- rozwój wydawnictw naukowych,
- aktywność na forach międzynarodowych, tj. udział i organizację wydarzeń naukowych w postaci konferencji i sympozjów, współpracę w ramach m.in. IUFRO, EFI i innych organizacji leśnych.

Przed określeniem każdej strategii organizacji niezbędne jest przeprowadzenie analizy SWOT⁷. Jednym z kluczowych atutów IBL jest silna kadra adiunktów, którzy stanowią ponad połowę kadry naukowej IBL (tab. 3).

Tabela 4. Analiza SWOT dla IBL – czynniki wewnętrzne

Czynniki wewnętrzne	
strenghts (mocne strony)	weaknesses (słabe strony)
– młoda i silna kadra adiunktów i pracowników ze stopniem doktora habilitowanego, – reprezentacja Instytutu w organizacjach międzynarodowych (m.in. EFI, IUFRO) oraz zespołach, radach i komisjach doradczych, – tradycja, doświadczenie i pozycja na rynku badań leśnych związana z 85-letnią historią funkcjonowania Instytutu, w tym realizacja projektów dużych, węzłowych projektów międzynarodowych, – możliwość realizacji badań przez cały rok, w interdyscyplinarnych zespołach reprezentujących wszystkie specjalności leśnictwa i związanych z nim nauk pokrewnych, – wieloletnia współpraca z branżą leśnictwo poprzez realizację projektów badawczych i doraźne wsparcie merytoryczne w zakresie szkoleń, warsztatów, konferencji, – realizacja ważnych zadań będących narzędziem polityki leśnej państwa, m.in. nadzór nad wielkoobszarową inwentaryzacją stanu lasu, monitoring stanu lasów, narodowy program leśny, wsparcie przy realizacji zadań z zakresu wypełniania zobowiązań w ramach przyjętej przez Polskę konwencji klimatycznej i protokołu z Kioto oraz konwencji o różnorodności biologicznej, – wyposażenie i laboratoria oraz ich akredytacja – możliwość realizacji zleceń wewnętrznych, ale przede wszystkim zewnętrznych, – doświadczenie w aplikacji do praktyki gospodarczej najnowszych technologii z zakresu teledetekcji, genomiki	– wciąż niekorzystna struktura zatrudnienia, m.in. niedobór profesorów zwyczajnych i nadzwyczajnych (zagrożenie utraty uprawnień RN), niewielki udział asystentów, – niska konkurencyjność cenowa – jako podmiot opłacający wszelkie podatki i zobowiązania cywilnoprawne Instytut ma stosunkowo wysokie koszty usług badawczych, – wciąż niska liczba publikacji z afiliacją IBL w najwyżej punktowanych czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej, – wysokie koszty administracji ze względu na rozbudowaną i nowoczesną infrastrukturę, – dominująca struktura funkcjonalna niosąca pewne ograniczenia w tworzeniu się zespołów badawczych i funkcjonującej w ramach nich części administracyjno-księgowej, – II kategoria według oceny parametrycznej MNiSW jednostek naukowych

Bez wątpienia IBL, jako jedyny instytut leśny w kraju, to marka w środowisku leśnym nie tylko w Polsce, ale również za granicą, głównie dzięki członkostwu instytucjonalnemu Instytutu w organizacjach międzynarodowych oraz indywidualnemu jego pracowników. Ponieważ prowadzenie badań jest najważniejszym punktem działalności statutowej, stąd atutem Instytutu jest możliwość realizacji badań przez cały rok. Ponadto kadra naukowa Instytutu reprezentuje wszystkie najważniejsze specjalności nauk leśnych, dlatego IBL dysponuje możliwością tworzenia interdyscyplinarnych zespołów, co

⁷ Analiza ta została wprowadzona do zarządzania strategicznego przedsiębiorstwami w latach 60. ubiegłego wieku przez czterech profesorów z Harvardu (Learned, Christensen, Andrews i Guth).

wykazano chociażby przy realizacji 28 projektów finansowanych ze środków zagranicznych w ramach: programów ramowych UE, instrumentu finansowego LIFE+, funduszy strukturalnych, projektu Leonardo da Vinci, INTERREG IVC, norweskich mechanizmów finansowych oraz rozporządzenia KE Forest Focus. Nierozdzielnie Instytut od początku swego istnienia współpracuje z branżą leśnictwa i ochrony środowiska poprzez realizację projektów i ekspertyz. Rocznie realizowanych jest w Instytucie 150 zadań, a od samego początku IBL dzieli się doświadczeniem poprzez organizację seminariów i warsztatów naukowych, szkoleń, przygotowywanie publikacji popularnonaukowych i branżowych dla kadry zarządzającej lasami skarbu państwa, lasami prywatnymi, administracji publicznej, pracowników naukowych. W realizacji wielu zadań, których IBL jest koordynatorem, uczestniczą pozostałe jednostki naukowe oraz zatrudniona w nich kadra naukowa.

Instytut od początku współuczestniczy w tworzeniu strategicznych dokumentów leśnych, m.in. dotyczących polityki, w opracowywaniu danych prognostycznych oraz danych do statystyk krajowych i międzynarodowych, np. w postaci „Raportu o stanie lasów w Polsce”, w prognozowaniu zagrożenia pożarowego lasu, prognozowaniu występowania szkodników i patogenów leśnych, prognozowaniu zagrożeń biotycznych i abiotycznych w lasach górskich Karpat i Sudetów, ze szczególnym uwzględnieniem szkodliwych owadów, prognozowaniu urodzaju najważniejszych gatunków drzew leśnych, prognozowaniu rozwoju zasobów drzewnych i możliwości ich użytkowania.

Tabela 5. Analiza SWOT dla IBL – czynniki zewnętrzne

Czynniki zewnętrzne	
szanse (opportunities)	zagrożenia (threats)
– zainteresowanie zlecających kompleksowymi badaniami o charakterze aplikacyjnym, – IBL jest jedynym instytutem leśnym w Polsce, pozyskującym środki finansowe na badania z PGLLP, które zarządza większością lasów – 70% (brak rozdrobnienia funduszy, które mogą być przeznaczone na badania leśne), – współpraca i wymiana doświadczeń oraz realizacja wspólnych przedsięwzięć badawczych z jednostkami naukowymi w kraju i za granicą, – udział Instytutu w tworzeniu wschodniej jednostki Europejskiego Instytutu Leśnego, – ciągły wzrost znaczenia gospodarczego sektora leśno-drzewnego i znaczenia społecznego ochrony przyrody	– stosowanie prawa zamówień publicznych w przyznawaniu środków na badania na podstawie najniższej ceny jako kryterium podstawowego, – system oceny jednostek naukowych na podstawie liczby publikacji w wysoko punktowanych przez MNiSW czasopismach – obniżenie kategorii Instytutu skutkuje utratą dotacji statutowej (ok. 10% budżetu), – mało konkurencyjne wynagradzanie pracowników i odejścia z pracy, bądź też nabór pracowników o niskich kompetencjach, – mało zdywersyfikowane źródło przychodów – możliwość utraty finansowania z PGLLP np. w wyniku drastycznego spadku przychodów PGLLP ze sprzedaży drewna i tym samym utraty finansowania badań z funduszu leśnego, – badania leśne, z racji prostego przeliczenia udziału leśnictwa w PKB, mają niewielki udział w dużych projektach z zakresu innowacyjnej gospodarki, – symboliczny udział leśnictwa w programach sektorowych na poziomie regionalnym i krajowym, – brak programów badawczych umożliwiających pozyskiwanie środków na badania w lasach prywatnych i wspierających rozwój obszarów wiejskich, – proces badawczy kończy się na surowcu drzewnym w lesie

Znaczenie międzynarodowe IBL to także udział w tworzeniu oraz funkcjonowaniu Europejskiego Instytutu Leśnego, który dziś postrzega Instytut jako pomost do współpracy z krajami wschodniej Europy.

Wśród czynników wewnętrznych, które można uznać za zagrożenia dla IBL, należy na pierwszym miejscu wymienić wspomnianą wcześniej niekorzystną strukturę zatrudnienia, w którym wciąż niewielki jest udział samodzielnych pracowników naukowych (tab. 5). Tu zapewne niezbędna jest dbałość o rozwój naukowy poprzez tworzenie odpowiednich warunków, w tym systemów motywacji, oceny i wynagrodzenia pracowników, które w sposób jednoznaczny będą wskazywały korzyści rozwoju naukowego w IBL. Jednocześnie z aktywnością naukową należy powiązać motywujący system wynagrodzeń i monitorować jego wpływ.

Rozwiązania zachęcające do większego wysiłku naukowego w zakresie publikacji wyników mogą przyczynić się do rozwiązania jednego z najważniejszych problemów instytutów branżowych, jakim jest mała liczba publikacji w najwyższej punktowanych czasopismach (Index Copernicus 2014). Mogą w tym pomóc również okresowo organizowane szkolenia i warsztaty z zakresu pisania prac naukowych, co winno zwiększyć skuteczność przyjmowania prac naukowych do druku w czasopismach najwyższej punktowanych przez MNiSW.

Czynnikiem, który wpływa na poziom konkurencyjności Instytutu, są stosunkowo wysokie koszty prowadzenia badań (koszty pracy), szczególnie jeśli są porównywane z kosztami uczelni wyższych, w których koszty pracy zatrudnionych są ponoszone ze środków na działalność statutową (kształcenie studentów), lub z kosztami instytutów PAN, gdzie koszty pracy kadry pokrywane są ze środków na działalność statutową.

Problemem w tworzeniu zespołów badawczych może być ciągle utrzymująca się struktura funkcjonalna, która stopniowo winna zmierzać w kierunku struktury macierzowej, umożliwiającej tworzenie zespołów badawczych, w ramach których przyporządkowane są różne funkcje obejmujące sferę planowania badań, obsługi projektu, publikacji naukowych, przygotowania sprawozdań, prac technicznych, finansów itp.

Wśród zagrożeń zewnętrznych Instytutu należy zwrócić uwagę m.in. na to, że jako jednostka publiczna Instytut musi stosować prawo zamówień publicznych, a kryterium najniższej ceny przy badaniach naukowych i ekspertyzach nie zawsze idzie w parze z jakością prac i usług.

Zagrożeniem dla stabilności przychodów IBL może być utrata dotacji statutowej, do której może doprowadzić niska ocena parametryczna Instytutu i zaliczenie go do jednostek naukowych grupy C. Udział dotacji MNiSW w przychodach IBL wynosi średnio ok. 10%. Kolejną konsekwencją wymienionej sytuacji może być zmniejszenie szans na ubieganie się o środki na badania np. z NCBR.

Pewnym dyskomfortem dla pracowników oraz kierownictwa Instytutu jest brak możliwości podwyższenia wynagrodzenia zasadniczego (od 2008 r.) i wynagrodzeń pracowników, wśród których blisko 70% ma wykształcenie leśne. Obecny wzrost średniego wynagrodzenia pracowników według stanowisk to zasługa systemu motywacyjnego.

Swego rodzaju zagrożeniem jest również mało zdywersyfikowana struktura źródeł przychodów w połączeniu z brakiem stabilności udziału najważniejszych pozycji,

w tym również przychodów ze strony Lasów Państwowych. Co prawda od dziesięcioleci Instytut korzysta z innych źródeł, jednak zawsze w przypadku ograniczenia nakładów na badania ze strony PGLLP (tak było np. w latach 2010–2011, gdy przychody IBL z LP spadły o 20–30%), Instytut musiał z jednej strony podjąć próby poszukiwania oszczędności, a z drugiej zintensyfikować działania pozwalające pozyskać środki z innych źródeł. Tym niemniej w warunkach polskich najważniejszym i jedynym podmiotem, który może i powinien wdrażać wyniki badań IBL w praktyce gospodarczej, są Lasy Państwowe.

Szansą dla IBL jest tworzenie zespołów badawczych z pracownikami leśnych uczelni wyższych i innych jednostek, które charakteryzują się wysokim potencjałem naukowym, a które w swojej działalności „dotykają” problemów gospodarki leśnej i lasów. Są to wszystkie jednostki, które z dużo większą łatwością publikują w czasopiśmie z tzw. listy filadelfijskiej, a ich doświadczenie i uznanie obejmuje przede wszystkim dziedzinę nauki poza leśnictwem.

Ogromne znaczenie dla wzrostu potencjału naukowego Instytutu ma zwiększenie mobilności naukowców poprzez nawiązywanie współpracy w ramach staży naukowych oraz innych wyjazdów, których liczba w Instytucie z roku na rok rośnie. Jest to ogromna szansa na poprawę wskaźników naukometrycznych IBL i realizowanie badań interdyscyplinarnych wspólnie z uznanymi ośrodkami naukowymi w Europie i na świecie.

Dużym atutem IBL jest nowoczesna infrastruktura badawcza. Koszty amortyzacji wyspecjalizowanej aparatury, urządzeń oraz akredytacji laboratoriów powinny być w jak największym zakresie pokrywane przez przychody z realizacji badań na rzecz podmiotów zewnętrznych. Można to osiągnąć poprzez dostosowanie i poszerzenie oferty badawczej laboratoriów dla zleceniodawców zewnętrznych. Takie działania musi wspierać skuteczna polityka marketingu.

Czynnikami intensyfikującymi rozwój Instytutu jest interdyscyplinarność prowadzonych badań i ich aplikacyjny charakter. Prowadzenie badań na potrzeby sektora B+R, które mają charakter aplikacyjny, wspólnie z wiodącymi jednostkami naukowymi w kraju i Europie, stwarza szansę na budowę stabilnych zespołów, które w kolejnych latach będą skutecznie aplikowały o przekrojowe projekty z różnych źródeł.

Zagrożenie Instytutu, jakim jest duży udział przychodów z PGLLP, jest jednocześnie ogromnym atutem (przy założeniu jasnych i stałych kryteriów finansowania badań na w miarę stałym poziomie). Dzięki temu IBL, jako jedyny instytut leśny w Polsce, może, realizując bardzo różnorodne badania, w tym z zakresu ochrony przyrody, ekonomii, wpisujące się w szeroko rozumiany rozwój obszarów nieurbanizowanych, rozwijać interdyscyplinarność realizowanych projektów oraz stymulować rozwój zatrudnionych pracowników, co umożliwia im współpracę ze specjalistami z innych dyscyplin.

Realizacja nawet najlepiej przygotowanej strategii wymaga pełnej wiedzy o planowanych przychodach i kosztach każdej organizacji gospodarczej, w tym również jednostki naukowej. Lasy Państwowe, od początku istnienia Instytutu, istotnie wpływały na jego rozwój poprzez zlecanie prac naukowo-badawczych. Jednak dotychczas, w minionych 25 latach, z tak ważnym partnerem nie udało się wypracować zasad ustalania wysokości środków przeznaczonych na badania, których poziom korelowałby ze wskaź-

nikami gospodarczymi lub ekonomicznymi, np. wartością przychodów, wynikiem finansowym, miąższością pozyskanego drewna. Mając na uwadze znaczenie stabilności finansowania dla każdej jednostki naukowej, w tym również dla IBL, pilnie potrzeba zdefiniowania wymienionych wielkości, tak aby Rada Naukowa IBL wraz z jego kierownictwem mogła zaplanować i wyznaczyć kierunki badań w perspektywie co najmniej kilku, a najlepiej kilkunastu lat. Jednym z takich rozwiązań może być zmiana prawa podatkowego poprzez wprowadzenie tzw. *green tax* od obrotu drewnem, wzorem innych krajów, np. w Skandynawii, gdzie część środków z tego podatku przeznaczana jest m.in. na badania.

Wzrost znaczenia IBL na arenie międzynarodowej może być wzmocniony poprzez udział i współpracę w tworzeniu wschodniej jednostki Europejskiego Instytutu Leśnego. Szansą na rozwój Instytutu, z jego doświadczeniem, zarówno w badaniach przyrodniczych, jak i użytkowych, jest ciągły wzrost znaczenia gospodarczego sektora leśno-drzewnego z jednej strony i znaczenia społecznego ochrony przyrody z drugiej strony. Przykładem programu finansującego badania łączące gospodarkę z nauką w zakresie leśnictwa, rolnictwa i ochrony środowiska jest program Biostrateg. Szansą może też być rozwój nowego programu NCBR w sektorze drzewnym. W 2014 roku powstała inicjatywa pod nazwą Konsorcjum Podmiotów Kluczowych Technologii Drzewnych i Leśnych (TDiL), które zostało utworzone przez silne polskie firmy drzewne, przy udziale wiodących ośrodków badawczych, w tym IBL i Lasów Państwowych. Do tej inicjatywy dołączył przemysł meblarski. Tym samym trwają intensywnie prace nad nową wersją programu, który ma być złożony w NCBR.

Reasumując, przyszłość Instytutu winna uwzględniać monitoring zagrożeń i odnajdywanie szans w zmieniającym się otoczeniu, zarówno w sferze praktyki, jak i badań naukowych. Strategię Instytutu należy dostosować do zmieniających się warunków otoczenia, uwzględniając jego potrzeby w zakresie ochrony przyrody, gospodarki leśnej i przemysłu drzewnego, pamiętając jednocześnie o potrzebach społecznych. Jako organizacja winniśmy rozwijać poczucie związku z przyjętymi kierunkami rozwoju Instytutu, stwarzając możliwość udziału w procesie podejmowania decyzji poprzez wewnętrzne konsultacje. Przy tym niezwykle istotne jest dbanie o rozwój metod komunikacji i zarządzania, które będą efektywne dla pracowników oraz współpracujących podmiotów i jednocześnie zapewnią dobrą kondycję ekonomiczną Instytutu. Ważne w każdej jednostce naukowej jest doskonalenie warsztatu pracy poprzez rozwój umiejętności pracowników w wyniku kształcenia z zakresu metodologii badań, wykorzystania nowoczesnych technik i narzędzi badawczych oraz poprzez zastosowanie innowacyjnych rozwiązań w zakresie organizacji i promocji badań. Każda jednostka naukowa winna dbać o rozwój indywidualnych umiejętności pracowników poprzez zachęcanie do prac w zespołach interdyscyplinarnych, będących motorem rozwoju pracowników i ich umiejętności oraz dostosowania się adekwatnie do zmian otoczenia i nowych wyzwań. Tym samym ważne jest dostosowanie organizacji pracy do potrzeb z tym związanych, w tym tworzenie zespołów badawczych. Taka jednostka organizacyjna musi być sprawna w opiniowaniu w kwestiach najistotniejszych problemów leśnictwa i ochrony środowiska, bazując na wynikach najnowszych badań. IBL winien nadal aktywnie uczestniczyć w wymianie myśli oraz idei w zakresie leśnictwa w świecie

poprzez: wymianę osobową, dzielenie się doświadczeniem i infrastrukturą badawczą, tworzenie konsorcjów przy aplikacji o nowe projekty badawcze, organizowanie wydarzeń dotyczących kluczowych problemów leśnictwa, promowanie wyników badań z zakresu nauk leśnych wspólnie z naszymi partnerami, rozwój aktywności publikacyjnej w czasopiśmie krajowych i zagranicznych.

Literatura

- Barzdajn W. 2013. Służebna rola nauki hodowli lasu. w: Konferencja „Nauka praktyce leśnej” Program konferencji oraz streszczenia referatów i wybranych posterów. Redakcja Roman Jaszczak, Poznań, 25.06.2013 r.
- Hellström E., Palo M., Solberg B. 1998. Financing forest sector research: theory and European experiences. IU-FRO Occasional Paper No. 10.
- IBL 2013. Perspektywiczne kierunki działalności naukowej, rozwojowej i wdrożeniowej Instytutu Badawczego Leśnictwa do 2020 roku. Maszynopis. Sękocin Las, Instytut Badawczy Leśnictwa.
- Index Copernicus. 2014. Wkład instytutów badawczych w osiągnięcia polskiej nauki, a reprezentacja przedstawicieli instytutów w organach doradczych ministra nauki i szkolnictwa wyższego. http://www.rgib.org.pl/images/stories/dokumenty/grudzien2014/Raport_Instituty_badawcze.pdf.
- Kłoczek A. 2008. Nauki leśne – próba oceny funkcjonowania systemu ich finansowania. *Leśne Prace Badawcze*, 69 (3), 265–270.
- Kulczycki E., Drabek A., Rozkosz E.A. 2015. Publikacje a zgłoszenia ewaluacyjne, czyli zniekształcony obraz nauki w Polsce. *Nauka*, 3, 5–38.
- NIK 2015. Efekty działalności instytutów badawczych. Maszynopis. Warszawa, Najwyższa Izba Kontroli.
- Dyduch J. 2012. Analiza i ocena funkcjonowania Funduszu Leśnego w latach 2002–2010. *Zeszyty Naukowe Polskiego Towarzystwa Ekonomicznego*, 13, 310–318.
- Orłowski W.M. 2013. Komerccjalizacja badań w Polsce. Bariery i możliwości ich przełamania. PwC. <http://www.biznes.edu.pl/upload/files/komerccjalizacja-badan-naukowych-w-polsce---prof.-w.-orlowski.pdf>.
- Päivinen R., Pajari K., Amm A., Peyron J.L., Leiser H., Palahi M. 2014. Summary report of mapping exercises and clustering initiatives. Maszynopis, dostępny w IBL Sękocin Stary.
- Price D.J. de S. 1967. *Mała Nauka – Wielka Nauka* (P. Graff, tłum.). Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Svensson J., Perhans K. 2015. Country reports on major research programmes, mobility programmes, actors and capacities. Maszynopis, dostępny w IBL Sękocin Stary.
- Wróblewski A.K. 2013. Pozycja nauki polskiej w międzynarodowych rankingach. *Studia BAS* 3(35) 2013, s. 89–106.

O naukach i badaniach leśnych. Problematyka komponentu badawczego Narodowego Programu Leśnego

prof. dr hab. Kazimierz RYKOWSKI

Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Ekologii Lasu, Sękocin Stary

Nauka a nauki leśne

„Nauka” nie jest pojęciem ściśle zdefiniowanym. Najczęściej i najbardziej ogólnie wskazuje się, że jest to autonomiczna część kultury, służąca poznawaniu i wyjaśnianiu funkcjonowania świata za pomocą metody naukowej¹. Metoda zatem decyduje, czy nasze działania poznawczo-wyjaśniające są nauką, czy nią nie są. Ale podobnie jak przy definicji nauki trudno o jednomyślność przy definiowaniu terminu „metoda naukowa”. Znow, najogólniej: powinna to być metoda, która umożliwia wielokrotne powtarzanie badań i ich publikowanie w celu konfrontowania wyników – potwierdzania lub zaprzeczania (falsyfikacja hipotez wg K. Poppera). Solą bowiem nauki jest ciągle poddawanie w wątpliwość jej osiągnięć i zastępowanie aktualnych objaśnień rzeczywistości nowymi, lepiej spełniającymi to zadanie. Główny aksjomat poznawczy, który wyłania się z literatury naukoznawczej, to ten, że o każdej sprawie wiemy tylko część i powinniśmy zakładać, że ta część jest błędna². Jedynie tak tworzona i w ten sposób gromadzona wiedza jest określana jako „nauka”. Trwałe zdobycze nauki to te, których nie udało się obalić. Nie ma jednoznacznych kryteriów naukowości, jak również miar postępu naukowego i rozwoju nauki. Rozbieżności wynikają z postaw światopoglądowych, przyjętych strategii badawczych, szkół filozoficznych i wyznawanych epistemologiczno-ontologicznych teorii³. Każda nauka bowiem może funkcjonować tylko w obrębie pewnych założeń, a formułując twierdzenia, powinna prezentować jednocześnie paradygmat, w obrębie którego można je zweryfikować⁴.

¹ Chalmers A. 1993. Czym jest to, co zwiemy nauką? Rozważania o naturze, statusie i metodach nauki. Wprowadzenie do współczesnej filozofii nauki. Wrocław, Wydawnictwo Siedmioróg.

² Popper K.R. 2002. Logika odkrycia naukowego. Warszawa, PWN; Wadhawan V.K. 2010. Nauka złożoności. Trudne pytania, które zadajemy o sobie i o naszym Wszechświecie. Wrocław, Racjonalista.pl; Dolby R.G.A. 1998. Niepewność wiedzy. Czy nauce można wierzyć? Tajemnice nauki. Warszawa, Wydawnictwo Amber.

³ Losse J. 2001. Wprowadzenie do filozofii nauki. Warszawa, Prószyński i S-ka.

⁴ Vattimo G., Paterlini P. 2011. Nie być Bogiem. Warszawa, Wydawnictwo Krytyki Politycznej.

Jeżeli naukę traktować jako proces zdobywania wiedzy, to proces ten można przedstawić w postaci czteroelementowego schematu⁵: fakty–teoria–przewidywanie–fakty. To fakty, jako wynik obserwacji i pomiarów, są punktem wyjścia każdej nauki, ale i punktem docelowym. „Nie ma w umyśle, czego by przedtem nie było w zmysłach” (Arystoteles). Nauka (wiedza) zaczyna się od obserwacji i kończy na obserwacji i ocenie efektów (skutków) stosowania ustaleń naukowych. Do trzech znanych funkcji nauki: funkcji opisowej (deskryptywnej), wyjaśniającej (zaspokajającej ludzką ciekawość, eksplanacyjnej) i przewidywania przyszłych stanów i zdarzeń (predykcyjnej), dołączono funkcję ewaluacyjną – czyli oceniania⁶. Ta ostatnia służy dokonywaniu dobrych wyborów, podejmowaniu właściwych decyzji, stanowieniu priorytetów i budowaniu hierarchii wartości.

W ogólnych definicjach nauki, jej funkcji i w opisie metody naukowej mieszczą się, rzecz jasna, również główne deskryptory nauk leśnych. Jakkolwiek typologia tych nauk ulega zmianom w zależności od aktualnych podziałów na obszary, dziedziny i dyscypliny naukowe⁷, to niezmiennie, ze względu na metodologię, nauki leśne zaliczane są do nauk stosowanych/empirycznych, bazujących na opisie, pomiarze i eksperymencie, w odróżnieniu od nauk czystych, teoretycznych, podstawowych, opartych na dedukcji i szukających nowej wiedzy.

Należy odnotować coraz częściej pojawiające się wątpliwości co do zasadności tak ostrych podziałów. Wątpliwości pojawiają się w miarę wyodrębniania nowych dyscyplin, pojawiania się nowych narzędzi badawczych, a przede wszystkim z tytułu konieczności prowadzenia coraz częściej badań naukowych inter-, multi- czy transdyscyplinarnych. W przypadku nauk leśnych źródłem tych wątpliwości jest stopień komplikacji przedmiotu badań i ciągle niezamknięta lista właściwości lasu jako tworzywa natury, właściwości wymagających lub zasługujących na rozpoznanie naukowe.

Przedmiot i metodologie badań leśnych

1. Jednoznaczne zdefiniowanie lasu, wbrew intuicyjnym przekonaniom, nie jest łatwym zadaniem. I to nie dlatego, że występuje pod wieloma różnorodnymi postaciami i formami, a także nie dlatego, że kłopoty z definiowaniem lasu mają również prawnicy i organizacje międzynarodowe formułujące ważne dokumenty⁸. Przede wszystkim dlatego, że z punktu widzenia nauki las jest tworem tak bardzo złożonym, że próby ustalenia typowych jego właściwości są dosyć ryzykowne i mogą prowadzić do zbyt dużych uproszczeń. Wyobrażenie o lesie, jako przedmiocie badań, może dać funkcjonujący w publicystyce naukowej jeden z wielu jego opisów, którego nie mogą pomijać programy badawcze

⁵ Kuc B.R. 2012. Funkcje nauki. Wstęp do metodologii. Nauka nie jest grą. Warszawa, Wydawnictwo PTM.

⁶ Losse J. op. cit.

⁷ Obowiązujący od 1 października 2011 r. podział sytuuje nauki leśne w obszarze nauk rolniczych, leśnych i weterynaryjnych, w dziedzinie nauk leśnych, w dyscyplinie leśnictwo.

⁸ O potrzebie redefinicji pojęcia „las” z punktu widzenia prawa, jak również uporządkowania i ujednolicenia całej terminologii w obszarze sektora leśno-drzewnego, z uwzględnieniem definicji międzynarodowych FAO, wypowiedzieli się eksperci panelu KLIMAT (rekommendacja 9) i ROZWÓJ (rekommendacja 17).

i który warto tu uogólnić: las jest najbardziej rozbudowanym ekosystemem na lądzie, środowiskiem życia dla ogromnego (niepoliczalnego!) bogactwa dzikich populacji organizmów większości grup taksonomicznych, bankiem-skarbnią zasobów genowych, najważniejszym na lądzie czynnikiem kształtowania biosfery przez wiązanie energii słonecznej i produkcję biomasy, pochłanianie CO₂ i regulowanie składu atmosfery oraz wywieranie przemożnego wpływu na obieg wody, na cykle biogeochemiczne, na klimat. Jest złożonym układem o zadziwiającej harmonii wielu funkcji, które kształtują relacje ze światem zewnętrznym. Dla człowieka, poza sferą potrzeb materialnych, las jest miejscem odzyskiwania zdrowia somatycznego i psychicznego, wypoczynku, zasobem przestrzeni w zatłoczonym świecie, miejscem, gdzie człowiek odzyskuje poczucie więzi z przyrodą. Jest niewyczerpanym obiektem poznania naukowego i źródłem artystycznej inspiracji i twórczości.

Dla leśnictwa i nauk leśnych las zawsze istniał fizycznie jako drzewostan, ale to nie wyczerpywało wszystkich znaczeń lasu dla człowieka. Las zawsze istniał również metafizycznie, jako miejsce tworzenia form życia, efekt ich współbywania i potencjał odradzania. Istniał w różnych skalach czasu i przestrzeni. Materialnie wchodził w liczne powiązania z naturalnym i stworzonym przez człowieka otoczeniem: z gruntami rolniczymi, terenami zurbanizowanymi, zasobami wodnymi, klimatem, przemysłem, komunikacją, bezpieczeństwem, zdrowiem. Powiązany był również duchowo: stanowił ważny element dla tradycji, religii, kultury, sztuki, etyki, moralności. Zawsze istniał fizycznie jako część biosfery, ale był też obecny w świecie niematerialnym człowieka – świecie wiary, emocji i myśli. Zresztą, żadna tego typu definicja czy wyliczanka nie jest pełna, dostateczna i wyczerpująca. Potrzeby człowieka ujawniają coraz to nowe wartości, dobra, usługi i zalety lasu.

Wymienione wyżej sfery wartości oczekują ciągle na metodyczne, pogłębione analizy. Powyższe opisy dają jednocześnie wyobrażenie o stopniu komplikacji, z jakimi spotykają się dziedziny nauk, które traktują las jako przedmiot badań. Złożoność ekosystemu leśnego stanowi metodologiczne wyzwanie dla procedur badawczych, również z powodu odmiennych punktów widzenia autorów reprezentujących różne dyscypliny naukowe, a zajmujących się lasem w granicach interdyscyplinarnych możliwości poznawczych. Las inaczej widzi fitosocjolog, a inaczej geograf, geobotanik, biolog czy też zoolog.

Las należy niewątpliwie do kompleksu bioekologicznego, swoistego pod względem fizjonomicznym, strukturalnym, środowiskowym i geograficznym, jak również pod względem historycznym, a także socjologicznym. W naukach leśnych są ustalone priorytety o charakterze strategicznym, do których należy z pewnością wartościowanie lasów, zwłaszcza dóbr i usług nierynkowych, wartości publicznych, infrastrukturalnych, korzyści i kosztów zewnętrznych, itp. Pilność i ważność problematyki waloryzacji lasu i jego społecznej użyteczności silnie się aktualizuje wobec zmian klimatycznych, które mogą wpłynąć na zmianę dotychczasowego do nich podejścia i zmianę metodologii wartościowania lasów w ogóle. Wyłania się np. coraz wyraźniej, właśnie w związku ze zmianami klimatycznymi, potrzeba zajęcia się tematyką wartości samej w sobie, wartości samoistnej (*intrinsic value*), wartości z tytułu istnienia (*existence value*), tzn. bezcenneści lasów dla zachowania warunków do życia w biosferze (jeśli życie jest wartoś-

cią bezcenną, tzn. nieskończoną, w co ekonomiści wydają się wątpić...). Leśne badania naukowe powinny być szczególnie zainteresowane poszukiwaniem naukowych podstaw takich wartości.

Jako twór przyrody, w świetle dzisiejszych poglądów, las jest wielowymiarowy, niedeterministyczny, nieprzewidywalny, losowy. Wiedza o nieodwracalności zjawisk przyrodniczych, a w długiej perspektywie ich nieprzewidywalności (lub niepełnej przewidywalności), zobowiązuje do analizy dotychczasowych metodologii badań leśnych.

Świadomość tych wszystkich wartości, jakkolwiek nie pozostawiła większych konsekwencji w sposobach zagospodarowania lasów i w dokumentach, które to zagospodarowanie regulują, to przy formułowaniu programów badawczych powinna być brana pod uwagę, ażeby tworzyć podstawy takich zmian w przyszłości.

2. Z dwóch sposobów naukowego dochodzenia do prawdy o świecie – poznania indukcyjnego i dedukcyjnego – w naukach leśnych zdaje się dominować poznanie indukcyjne, charakterystyczne dla nauk empirycznych, tzn. wyprowadzanie tez ogólnych ze zgromadzonych faktów. Główny warsztat badawczy nauk leśnych nastawiony był i jest na zbieranie i gromadzenie danych. Służą temu liczne inwentaryzacje, sieci stałych powierzchni badawczych, systemy monitoringu, wieloletnie, cykliczne pomiary. Gromadzone dane, uwierzytelnione statystycznie, mają służyć wyłonieniu stanu rzeczy, określeniu trendów zmian i umożliwić przewidywanie stanów przyszłych. Wypełniają znakomicie funkcje deskryptywne, ale nie są wystarczające w zakresie eksplanacji i predykcji. Nie są odpowiednie do ewaluacji, a aksjologia lasu jest ciągle melodią przyszłości. Na początku wielu przedsięwzięć badawczych w naukach leśnych zabrakło teorii, hipotezy głównej, paradygmatu. Pozostał zbiór danych. Poza, rzecz jasna, oczywistą hipotezą, że świat się zmienia, zmieniają się lasy, a więc śledźmy te zmiany – może coś z nich wynika... W wielu przedsięwzięciach badawczych brakowało podejścia dedukcyjnego, wyjścia od teorii ogólnej, tezy poznawczej, a następnie jej falsyfikacji na bazie odpowiednio zebranych faktów. W ten sposób część zasobów nauk leśnych z braku teorii nigdy nie była wykorzystana. Czy to jest skutek czy może przyczyna niewielkiej zdolności teoriiotwórczej nauk leśnych?

Praktykowane w naukach leśnych metodologie dotyczyły najczęściej systemów stosunkowo prostych i zamkniętych. Są to metodologie nauk szczegółowych i mają zazwyczaj linearny, deterministyczny charakter. Są użyteczne w śledzeniu prostych relacji przyczyna-skutek i skutecznie wspomagają działania praktyczne (z metodologii deterministycznych korzysta często ochrona lasu, badając działanie pestycydów na szkodniki leśne, jak i hodowla lasu, odnosząc sukcesy w szklarniowej produkcji supersadzonek w sztucznych i wysoce kontrolowanych warunkach hodowli). Nauki leśne rzadko tworzyły wiedzę ogólną⁹, najczęściej przyswajały sobie osiągnięcia dyscyplin spoza nauk leśnych. Upraszczając, trzeba stwierdzić, że nauki leśne w swym historycznym dorobku

⁹ Trwały wkład nauk leśnych do ogólnego dorobku nauki jest ograniczony być może do dwóch nazwisk: Hansa Carla von Carlovitza, twórcy koncepcji trwałego i zrównoważonego rozwoju, oraz Martina Faustmanna, autora modelu równowagi gospodarczej (podał rozwiązanie problemu tzw. optymalnej rotacji, tzn. liczby lat, która powinna upłynąć od momentu posadzenia drzewa w lesie do jego wycięcia, aby zmaksymalizować zysk). Od wielu pokoleń model Faustmanna unaocznia potrzebę opracowania mechanizmu finansowania tzw. pozaprodukcyjnych funkcji lasów.

zredukowały las do kilku parametrów drzew i drzewostanów i ich reakcji przyrostowych (pierśnica, wysokość, wiek, pole przekroju, miąższość, zadrzewienie itd.) i w zmianach wartości tych parametrów widziały ekspresję procesów biologicznych, ekologicznych, szerokich zjawisk przyrodniczych, również ekonomicznych, a nawet społecznych.

3. Badania leśne mają do dyspozycji dwie strategie: deterministyczną i probabilistyczną. Pierwszą, żeby być skutecznym w działaniu praktycznym, a do tego potrzebna jest znajomość bezpośredniej relacji przyczyna-skutek (i tu z pomocą przychodzi kartezjański podział rzeczywistości na poszczególne elementy i analiza każdego z nich), drugą, żeby poznać i lepiej zrozumieć las/ekosystem leśny jako przedmiot działania, zrozumieć w całym jego skomplikowaniu przyrodniczo-ekonomiczno-społecznym (i tu trzeba się uciec do metodologii badań systemowych, podejścia holistycznego).

Od pewnego czasu w badaniach naukowych mamy do czynienia z przenikaniem się metodologii redukcjonistycznej z probabilistyczną i nie dysponujemy jeszcze spójną metodologią, nazwijmy – hybrydową. Taka metodologia pojawia się w formie postulatu „uczenia się poprzez działanie” (*learning by doing*). Jest to podejście coraz szerzej praktykowane w gospodarowaniu dziką przyrodą. Na działaniu praktycznym oparta jest epistemologia nauk leśnych, a więc również: *poznanie poprzez uczestniczenie w działaniu*. Ma to wiele wspólnego z historycznym dorobkiem nauk leśnych, bo wobec niewielkich osiągnięć teoretycznych ich główną wartością jest zbiór doświadczeń praktycznych. Stąd zresztą wynika ciągle aktualny postulat otwarcia się leśnych programów badawczych na biologiczne nauki pokrewne oraz postulat szerszego czerpania z dorobku nauk ścisłych i humanistycznych, by w ten sposób do dość hermetycznego obszaru badań przenikały nowe idee i sposoby myślenia.

Takie podejście w badaniach leśnych jest tym bardziej uzasadnione, że działanie (praktyka) i poznanie (wiedza) w leśnictwie muszą uwzględniać zarówno zjawiska dziejące się w lesie i wymagające bezpośredniej ingerencji gospodarza, jak i zjawiska dziejące się poza lasem, zarówno natury przyrodniczej, gospodarczej, jak i politycznej czy społecznej (co wykorzystuje ekonomika leśnictwa czy polityka leśna).

4. Gospodarowanie systemami złożonymi, tak żeby zachować różnorodność ich struktur i funkcji, wymaga różnorodności działań. Gospodarka leśna nie przestrzegała tej cybernetycznej zasady i rozwijała się dokładnie w odwrotnym kierunku: tworzyła schematy, uproszczenia, ujednolicenia. Niepowtarzalności, heterogenności i naturalności przyrody przeciwstawiła powtarzalność, homogeniczność i sztuczność. Temu zawdzięcza swoje sukcesy i to stało się źródłem klęsk.

Szerszym spojrzeniem na las, w tym problemami równowagi energetycznej w lesie (energomateria), dynamiką populacji, strukturą troficzną lasu i jego miejscem w krajobrazie, ekonomią środowiskową czy ekonomią ekologiczną, zajęły się dyscypliny naukowe spoza leśnictwa. Niewiele z wyników tych badań trafiło do praktyki leśnej. Wkraczanie ekologii do badań leśnych nie zawsze było zachęcające. Wiedza ekologiczna, przyjmowana niechętnie, służyła głównie budowaniu świadomości zagrożeń i zgubnych skutków obecności człowieka w przyrodzie. Formułując pojęcie antropopresji ekologia ostrzegała, ale również straszyla i wzbudzała wyrzuty sumienia. Z dotychczasowych

analiz ekologicznych płynie na ogół paraliżujące przeświadczenie o ciągle popełnianych błędach. Przeświadczenie, że wszystko, co czyni człowiek, jako jedyny element przyrody, który wyrwał się spod jej kontroli, jest sztuczne i robione wbrew przyrodzie, na ogół złe, co jest błędem bądź głupotą. A jeśli nie wiemy tego teraz, to z pewnością okaże się to w przyszłości. Czy po takich doświadczeniach z ekologią pozostała jeszcze wiara w możliwości poprawnego gospodarowania w ekosystemach leśnych? Czy wystarczy do tego tzw. ekologizacja leśnictwa?

W świecie zdeterminowanym i pewnym wiedzy empirycznej pojawił się niepewny i zaledwie prawdopodobny świat zakłóceń, katastrof, chaosu – probabilistyczny świat teorii ogólnych. Teorie te pomagają wyjaśnić zachowanie żywych systemów, ale nakazują ostrożność w ich transformacji i niewiele korzysta z nich praktyka leśna. Rzecz w tym, żeby nie rezygnując z badań analitycznych, dających pewność działania praktycznego w relacji przyczyna-skutek, rozwijać badania systemowe, pozwalające poznać las i zrozumieć, czym on jest.

5. Ażeby realizować główną doktrynę trwałego i zrównoważonego rozwoju, leśnictwo powinno przygotować się do zarządzania wielkimi, złożonymi systemami przyrodniczymi, a nauki leśne do badania takich systemów. Do tego potrzebne są metodologie wielokierunkowe, probabilistyczne, integrujące wielkie ilości danych w warunkach niepewności. Nie posiadamy sprawdzonych i zaakceptowanych procedur integracji badań analitycznych dotyczących zjawisk ogromnie złożonych. Sprawa się jeszcze bardziej komplikuje, kiedy system przyrodniczy chcemy powiązać z systemem gospodarczym i dalej – z systemem społecznym. A przecież dopiero taki nad-system można nazwać leśnictwem.

Takim nad-systemem można rzecz jasna rządzić stosując instrumenty władzy – instrukcje, rozporządzenia, inspekcje, kontrole, wymiany kadry. Ale aby zarządzać takim systemem, a o to chodziłoby naprawdę w leśnictwie, potrzebne są narzędzia wiedzy – przyrodniczej, ekonomicznej, znajomość aksjologii, socjologii, etyki, filozofii przyrody, kultury. Właśnie do tego potrzebne są społeczne konsultacje i społeczny nadzór. Dlatego potrzebne są nowe programy badawcze.

Wydawało się, że krokiem w tym kierunku było powołanie do życia leśnych kompleksów promocyjnych (LKP). Idea ta, mająca promować nowe spojrzenie na gospodarkę leśną po okresie transformacji, rozminęła się z polityką rozwoju regionalnego i z ideą terytorialnego wymiaru polityki publicznych. LKP nie spełniły również nadziei na testowanie nowoczesnych technologii i na rozwój badań naukowych, do czego były powoływane. Mimo funkcjonowania w leśnych kompleksach promocyjnych rad społeczno-naukowych, reprezentujących środowiska nie-leśne, kompleksy te w swej działalności pozostały wewnętrzną sprawą Lasów Państwowych. Odrodzenie LKP i przywrócenie im pierwotnych znaczeń może nastąpić poprzez związek z obszarami funkcjonalnymi w szerszym rozumieniu, których charakterystykę i typologię zawiera „Koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju” (KPZK) (2011). Tak powstały np. leśny obszar funkcjonalny byłby strukturą realizującą rzeczywiście wielofunkcyjną gospodarkę leśną, z uwzględnieniem celów gospodarczych, społecznych i środowiskowych leśnictwa w powiązaniu z gospodarką przestrzenną, rolnictwem, turystyką, ochroną przyrody, przemysłem drzewnym

(użytkownikami drewna) oraz innymi sektorami, przy aktywnym jednocześnie udziale samorządów i lokalnych interesariuszy. Łańcuch leśno-drzewny stałby się narzędziem rozwoju dla gospodarki regionu/obszaru funkcjonalnego i źródłem zatrudnienia oraz alternatywnych przychodów, generując ekonomiczną i społeczną wartość dodaną.

6. Wraz z potrzebą opisu lasu jako systemu przyrodniczo-gospodarczo-społecznego, pojawił się kryzys metodologii redukcjonistycznych. W poszerzającej się metodologicznej luce wzrasta znaczenie nauk nie-leśnych, również o wąskich specjalizacjach, i następuje przesunięcie kompetencji poznawczych do dyscyplin i ośrodków naukowych nie-leśnych. Leśnictwo nie uporało się z przyswojeniem nowej, całościowej metodologii, jakkolwiek już od dawna o potrzebie takiego podejścia mówi. Ani holizm, jako teoria części i całości, ani emergentyzm, jako teoria ilości i jakości, ani też popularna teoria systemów, traktująca całość jako nową wartość, nie zaś sumę części, ciągle jeszcze nie znalazły w badaniach leśnych dostatecznego zastosowania. Dominuje objaśnianie obiektów i zjawisk na wyższym poziomie organizacji (las) poprzez zbadanie ich elementów składowych, odnoszących się do niższych poziomów (drzewo, gleba). Panuje wiara w to, że poznanie składu mineralnego i procesów fizykochemicznych zarejestrowanych w badaniach analitycznych są wystarczające do objaśnienia rzeczywistości biologicznej i funkcjonowania organizmów żywych. Należałoby przywrócić równowagę metodologiczną i więcej uwagi poświęcić ujęciom całościowym oraz skupić się na analizie właściwości integrujących badany obiekt, na ujawnianiu jego złożonej struktury, różnorodnych sprzężeń i na określaniu granic możliwych przekształceń.

Dzisiejsza gospodarka leśna nie potrzebuje gotowych recept, wyczerpujących instrukcji i zaleceń, w szczególności opisujących sposoby postępowania. Oczekuje natomiast wytycznych ramowych, określenia warunków brzegowych, progów, których nie należy przekraczać i dopuszczalnych poziomów interwencji. W obrębie tak zakreślonej poprawności praktyki leśnej poszerza się miejsce na informację, analizę danych, indywidualne wykorzystanie wiedzy, jej wzbogacanie i na odpowiedzialność za podejmowane decyzje. Coraz częściej instrukcja powinna być zastępowana indywidualnymi decyzjami podejmowanymi na podstawie analizy rzeczywistego stanu lasu w danym miejscu i czasie. W tej sytuacji wzrasta odpowiedzialność gospodarza oraz odpowiedzialność ośrodków naukowych i dydaktycznych za poziom kształcenia absolwenta i poziom prac naukowych, a kształcenie permanentne, zwłaszcza zatrudnionych w nadzorze i inspekcji, gdzie odpowiedzialność niepomierne wzrasta i wymaga nowych kwalifikacji i sposobu działania, staje się potrzebą kluczową.

W pułapce zmienności, czyli o relacji nauka-praktyka leśna

1. Niezwykle duża zmienność przestrzenna i czasowa nie tylko struktury lasu, ale także warunków jego rozwoju powoduje, że określenie na podstawie badań związków przyczynowo-skutkowych jest możliwe tylko w niewielkiej skali lokalnej i w ograniczonym przedziale czasu. Świadczą o tym lokalne tablice miąższości i przyrostu drzewostanów dla poszczególnych gatunków drzew lub też dla drzewostanów wielogatunkowych o róż-

nym stopniu zmieszania, w wyniku czego indywidualnie jest ustalany wiek rębności. Im większe zróżnicowanie lasu i warunków jego egzystencji, tym mniejsze możliwości sformułowania teorii generalizującej i określenie ogólnych zasad rozwoju gospodarki leśnej. Historia wielu badań leśnych liczy już kilkaset lat i nadal brak jest podstaw do sformułowania praw, teorii i modeli opisujących wystarczająco wiernie i użytecznie zasady rządzące procesami przyrodniczymi i ekonomicznymi gospodarki leśnej¹⁰.

Z uwagi na zmienność warunków środowiskowych oraz różnorodność i długowieczność przedmiotu badań, jak również z uwagi na wielorakie powiązania lasu z równie zmiennym społecznym i gospodarczym otoczeniem, wiele badań eksperymentalnych nie może być realizowanych w dostatecznej liczbie powtórzeń i badania takie stają się „jedynymi w swoim rodzaju”. Stąd coraz częściej problemem jest prowadzenie i kontynuowanie wieloletnich badań związanych z monitoringiem lasów, gdzie brakuje spójnej polityki w zakresie ich finansowania, jak i wykorzystania uzyskanych wyników w praktyce. Z powyższych względów również czysto gospodarcze ingerencje w lasach stają się niepowtarzalne i stanowią w istocie za każdym razem swoisty eksperyment (hodowcy mówią, że każdy drzewostan jest inny, niepowtarzalny). Wyniki takich doświadczeń odnoszą się do „tu” i „teraz”, mają ograniczoną wartość gdzie indziej, bo możliwości ich ekstrapolacji są znikome. Wartość ich często redukuje się do konkretnego obiektu lub obszaru. Właściwością przedmiotu badań leśnych jest osobliwy charakter, tzn. w zasadzie jego nieporównywalność przestrzenno-czasowa albo porównywalność silnie ograniczona. Znane są przypadki terenowych eksperymentów prowadzonych przez leśników-praktyków na własny użytek, gospodarzy terenu, poszukujących rozwiązań dla siebie, dla swojego lasu, rozwiązujących problemy lokalne. Takie indywidualne eksperymenty, podyktowane niedostatkiem ogólnej informacji naukowej, mimo braków metodycznych, są niezmiernie cenne i powinny być objęte opieką naukową.

Długowieczność drzew i długi okres produkcji w zmiennej przestrzeni przyrodniczej determinują w leśnictwie w zasadzie wszystko, zarówno sukcesy, jak i klęski. Również sposoby poznawania i użytkowania lasu. Metodyczną pułapką w diagnozowaniu zjawisk w lasach jest z pewnością długi czas powolnego oddziaływania czynników wewnętrznych i zewnętrznych, które przy całej bezwładności wielkich systemów powodują powolny proces zmian: na tyle długi, że potrafi uśpić zdolności percepcyjne obserwatora. Przyzwyczajamy się do procesów długofalowych, które trwają dziesiątki lat. Widząc negatywny skutek nie kojarzymy go z rzeczywistą przyczyną, która mogła zaistnieć dziesiątki lat temu, lecz z sytuacją bieżącą (tak szkodniki wtórne zdominowały filozofię ochrony lasu). Niebezpieczeństwo pogłębia się, jeśli odnosząc doraźne korzyści, nie czujemy odpowiedzialności za stan przyszły, za problemy, z którymi już nie my będziemy się zmagać. W ten sposób sukcesy gospodarki leśnej (wzrost produkcji, wzrost lesistości, wzrost pozyskania) z upływem czasu okazują się klęskami (syndrom monokultury, pinetyzacja, redukcja różnorodności). Równie dramatycznie jak czas oddziałuje na leśnictwo przestrzeń: leśnictwo pozostaje w granicach lasu, ale las nie pozostaje w swoich granicach – kształtuje warunki i jakość życia daleko poza miejscem

¹⁰ Kłoczek A. 2008. Nauki leśne – próba oceny funkcjonowania systemu ich finansowania. *Leśne Prace Badawcze*, 69 (3).

występowania. Czasoprzestrzenna skala drastycznie zmienia aksjologię lasu: 1 ha lasu jest urozmaicheniem krajobrazu, 10 000 ha – gospodarstwem leśnym, 8,8 mln ha – dziedzictwem narodowym (patrz: ustawa z 2001 roku o zachowaniu dziedzictwa narodowego), a 3,4 mld ha – gwarantem równowagi biosfery na Ziemi.

2. Niska teoriiotwórcza zdolność nauk leśnych i ich praktyczny charakter wymuszają coraz ściślejsze związki nauki z praktyką, a właściwie przenikanie się wiedzy teoretycznej i praktycznej. Nauki leśne rzadko kiedy generowały problemy poznawcze – to praktyka leśna stawiała im problemy do rozwiązania. Dlatego schemat „najpierw poznawanie, a następnie stosowanie wiedzy o lesie”, jest anachroniczny, nieadekwatny do istoty i przedmiotu badań, ani przedmiotu gospodarowania. Nawet jeśli „poznawanie” i „stosowanie” dotyczy tylko fragmentów tego cyklu. Często jest po prostu stratą czasu. W leśnictwie bardzo trudno zdobywać wiedzę, która mogłaby w sposób w pełni odpowiedzialny być szybko zastosowana w praktyce. Na niektóre pytania dziś postawione praktycznie użytecznej odpowiedzi można oczekiwać za... 100 lat. Niekiedy potrzeba dwóch lub więcej pokoleń drzew. W tym czasie zmienia się przedmiot badań i środowisko, tzn. warunki eksperymentu, czyli wszystko trzeba zaczynać od nowa. Wyniki badań dzisiaj uzyskiwane mówią na ogół o przeszłości, niekiedy o dniu dzisiejszym, możliwości zaś przewidywania stanów przyszłych na podstawie takiej wiedzy są niewielkie. W gospodarowaniu przyrodą nie należy twierdzić, jak powinno być w przyszłości na podstawie tego, jak jest dzisiaj. Specyfika tych badań i ich ekonomiczna efektywność polega również na tym, że inwestując w jednym miejscu, korzyści można oczekiwać gdzie indziej, a ponosząc koszty dzisiaj, zwrotu nakładów należy oczekiwać w przyszłym pokoleniu.

Rzadko kiedy udaje się ominąć metodycznym zabiegiem powyższe reguły gry, które ukazują rzeczywisty stopień komplikacji związków nauki z praktyką. Dlatego obserwowany pod koniec XX wieku odwrót od leśnictwa surowcowego wynikał nie tyle z błędów poprzednich koncepcji, ile z braków ówczesnej wiedzy o możliwych skutkach. W zróżnicowanym świecie, którego jedyną stałą cechą jest zmienność, przyszłość nigdy nie jest prostym rozwinięciem teraźniejszości, zwłaszcza w odniesieniu do ekosystemów leśnych.

3. Istnieje potrzeba rozwijania nowych związków nauki z praktyką leśną. Dotychczasowe relacje kształtował historyczny podział na nauki podstawowe i stosowane, tzn. oddzielenie teorii od praktyki. Analiza współczesnych badań pokazała, że podział na badania teoretyczne i praktyczne jest anachroniczny. Jest to relikw osiemnasto- i dziewiętnastowiecznego modelu nauki, ukształtowanego wtedy, gdy miała ona niewielki związek z techniką, technologią, produkcją. Rozwój nauki dowiódł, że teoretyczne i praktyczne zadania nauki przenikają się i warunkują wzajemnie, że tzw. nauki czyste nie tylko wyrastają z potrzeb szeroko pojętej praktyki społecznej, ale i będą z nią związane w przyszłości, a tzw. nauki stosowane nie mogą się rozwijać bez badań teoretycznych¹¹.

¹¹ Kuc R.B. 2016. O nauce, dyscyplinach naukowych i kierunkach ich rozwoju. wydawnictwoptm.pl, dostęp w dniu 11.05.2016 r.

Pod koniec XIX w. Ludwig Boltzmann twierdził w odniesieniu do fizyki, że *nie ma nic bardziej praktycznego niż dobra teoria*.

Współczesne wzajemne oddziaływanie nauk podstawowych i stosowanych, początkowo niepowiązanych ze sobą, jest tak silne, że nie można ich rozdzielić, a często nawet rozróżnić – są one częścią jednej spójnej całości¹². Nikt nie zaprzeczy praktyczności komputerów czy światowej sieci WWW! Ale ich zaistnienie stało się możliwe wraz z odkryciami w fizyce, w elektronice, wraz z rozwojem logiki matematycznej. Na gruncie bliższym leśnictwu nie sposób nie przypomnieć zasług i osiągnięć genetyki (w zasadzie genomiki – dziedziny biologii molekularnej i biologii teoretycznej, dyscypliny pokrewnej genetyce i ściśle związanej z bioinformatyką), które pozwalają... tropić źródła drewna, ukierunkować selekcję na ważne cele praktyczne, rozróżniać organizmy i identyfikować zagrożenia ze strony grzybowych chorób lasu.

Rozmycie granicy między badaniami podstawowymi a stosowanymi ma miejsce szczególnie wyraźnie w przypadku nauk biologicznych, wśród których odnajdujemy wiele dyscyplin nauk leśnych. Zanikaniu różnic służy również rozwój narzędzi i technik badawczych. Istnieje ścisły związek między zdolnościami osiągania nowej wiedzy a rozwojem narzędzi i metod obserwacyjno-pomiarowych. W badaniach leśnych dwa obszary, w których pojawiły się nowe instrumenty i możliwości badawcze, wydają się być szczególnie perspektywiczne: badania genetyczne, tzn. rozwój technik molekularnych (badanie struktur subkomórkowych, mikroprzestrzennych), oraz badania geomatyczne, tzn. techniki teledetekcyjne (do obserwacji i pomiarów wielkoprzestrzennych). Biegunowe poszerzanie pola badań wydaje się być charakterystyczne dla współczesnej nauki w ogóle. Badania genetyczne i geomatyka biegunowo poszerzają pole badań leśnych. Jeśli dodamy do tego badania modelowe, to, jak się wydaje, wyznaczymy główne priorytety w badaniach leśnych na najbliższe dekady. Badania na poziomie struktur molekularnych oraz wielkich struktur przestrzennych przy zaangażowaniu modeli matematycznych do tworzenia wariantów gospodarowania i badania przyszłości tworzą ramy, w których nie ma miejsca na oddzielne traktowanie badań podstawowych i badań stosowanych. Zacieranie się granic między teorią a praktyką znalazło również odbicie w nowych kategoriach badań niedawno ustanowionych prawem, jak kategoria badań rozwojowych¹³.

¹² Llewellyn Smith C.H. 2016. Jakie są korzyści z badań podstawowych. CERN, <https://www.fuw.edu.pl>, dostęp w dniu 18.04.2016 r.

¹³ 24 lutego 2015 r. w Dzienniku Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej opublikowana została ustawa z dnia 15 stycznia 2015 r. o zmianie ustawy o zasadach finansowania nauki oraz niektórych innych ustaw. Jedną ze zmian, które wprowadza ustawa, jest doprecyzowanie definicji rodzajów badań, które mogą być prowadzone przez naukowców.

Badania podstawowe – oryginalne prace badawcze eksperymentalne lub teoretyczne podejmowane przede wszystkim w celu zdobywania nowej wiedzy o podstawach zjawisk i obserwowalnych faktów bez nastawienia na bezpośrednie zastosowanie komercyjne;

Badania stosowane – prace badawcze podejmowane w celu zdobycia nowej wiedzy, zorientowane przede wszystkim na zastosowanie w praktyce;

Badania przemysłowe – badania mające na celu zdobycie nowej wiedzy oraz umiejętności w celu opracowywania nowych produktów, procesów i usług lub wprowadzania znaczących ulepszeń do istniejących produktów, procesów i usług;

Prace rozwojowe – nabywanie, łączenie, kształtowanie i wykorzystywanie dostępnej aktualnie wiedzy i umiejętności z dziedziny nauki, technologii i działalności gospodarczej oraz innej wiedzy i umiejętności do planowania produkcji oraz tworzenia i projektowania nowych, zmienionych lub ulepszonych produktów, procesów i usług.

4. W wielu opiniach utrwalił się pogląd, że celem nauk leśnych jest dostarczanie wiedzy praktycznej, a istotą jest ich empiryczny charakter, polegający na gromadzeniu faktów poprzez organizację doświadczalnictwa i eksperymentów¹⁴. Przyjęcie perspektywy praktyczności (stosowalności) miało i ma daleko idące konsekwencje. To prawda, że uzależnienie od praktyki gospodarczej ukształtowało wzajemne zależności między nauką a praktyką w gospodarce leśnej. W przeszłości leśnictwo surowcowe definiowało potrzeby praktyki i wskazywało nauce zadania, które należało rozwiązać. Bywało nawet, że nauka miała dostarczać dowodów na słuszność wcześniej podjętych decyzji gospodarczych. Wiele programów badawczych i karier naukowych poświęcono nawożeniu lasów, cięciom liniowym, letnim zrębom, pełnej orce, pozyskaniu metodą całej strzały, uproduktywnianiu siedlisk (czytaj: osuszaniu bagien), tzn. działaniom, które ignorowały prawa przyrody w imię praw ekonomii i wiarygodności przyjętej doktryny. Powstawały wytyczne, instrukcje, zalecenia, niekiedy bardzo drobiazgowo, często niespójne, również zbędne. Ten typ związków nauki z praktyką – należy ufać – mamy za sobą¹⁵. Ale ów system pozostawił, jak się wydaje, kilka spraw do załatwienia.

1. Pozostawił tendencję do preferowania przez obydwie strony, tzn. zarówno naukę, jak i praktykę leśną, badań bezpiecznych, nieobarczonych ryzykiem, oczyszczonych z kontrowersji, z góry akceptowalnych. Sprzyja to tworzeniu wąskich tematycznie programów badawczych, osiągnięciu rozwiązań pozornych, formułowaniu tematyki badawczej w sposób, który pozwala uznać każdy wynik za rozwiązanie.
2. Przeniósł odpowiedzialność i kompetencje z leśnika-gospodarza na słowo pisane, tzn. na dokumenty, zarządzenia, wytyczne, instrukcje. Każda operacja czy działanie musi być z czymś zgodne lub spełnione według stosownych regulacji i zasad. Taka sytuacja krępuje inicjatywę gospodarza, zwalnia z obowiązku poszukiwania i doskonalenia wiedzy, promuje rozwiązania bezpieczne, rutynowe, zgodne z zarządzeniem, a jednocześnie podnosi rangę inspekcji i kontroli, czyniąc z tych instytucji realną, biurokratyczną władzę w lasach.
3. Typ związków, o których mowa, utrwalił sztywny podział: nauka – praktyka, a sponsorzy zdają się z tego podziału skwapliwie korzystać.
4. Wśród administracji LP utrwalił się pogląd o niewielkiej praktycznej przydatności leśnych badań naukowych. Istotnie, w przeszłości to raczej praktyka wyprzedzała naukę (słynne „zaplecze naukowo-badawcze”, a więc coś, co jest z tyłu...!): najpierw polecono sadzić tamaryszek i czeremchę w podszytach, a później badano ich wpływ i znaczenie dla lasu; najpierw zalecono pełne orki, by następnie badać ich zasadność; najpierw wprowadzono cięcia liniowe, a następnie porównywano je z cięciami selekcyjnymi, najpierw dopuszczono zręby letnie, żeby później oceniać zagrożenie z tego tytułu dla trwałości lasu itp.

¹⁴ Kłoczek A. 2008. Nauki leśne – próba oceny funkcjonowania systemu ich finansowania. *Leśne Prace Badawcze*, 69 (3).

¹⁵ Należy założyć, że nie jest powrotem do tamtych praktyk prowadzona przez ośrodki naukowe przy udziale administracji LP na zlecenie DGLP, poczynwszy od 2016 r., inwentaryzacja zasobów przyrodniczych w Puszczy Białowieskiej, ze wskazaniem jej końcowego wyniku: „Trzeba jasno wykazać, że nieprawdą jest, iż trwałe zrównoważona gospodarka leśna wpływa niekorzystnie na leśne ekosystemy i ich różnorodność biologiczną.” (Las Polski, nr 9 z 2016 r.). Jakkolwiek powyższa deklaracja brzmi jak hipoteza badawcza i byłoby niezwykle interesujące falsyfikowanie tej hipotezy w rzeczywistych badaniach naukowych.

5. Wartość badań naukowych jest określana przede wszystkim przez ich ekonomiczną opłacalność. Praktyka do tej pory oczekuje korzyści pieniężnych, a nie nowych kosztów, ułatwień, a nie utrudnień, uproszczeń, a nie komplikacji, ograniczania, a nie rozszerzania obowiązków, zmniejszania, a nie zwiększania odpowiedzialności. Oczekuje pewności, a nie prawdopodobieństwa, potrzebuje rozwiązań uniwersalnych, a nie zindywidualizowanych.

Jak z takim bagażem poglądów i doświadczeń *budować trwale zrównoważone, wielofunkcyjne* leśnictwo? Z pewnością nie może się to odbywać w izolacji nauki i praktyki leśnej. Połączenie to jest niezbędne, bo tylko w ten sposób można zapewnić koewolucję myśli i działania.

O kształtowaniu się nowych relacji między nauką a praktyką leśną świadczy konsolidacja ośrodków nauk leśnych oraz administracji (zarządu) lasów publicznych w postaci tzw. centrów leśnych w niektórych krajach europejskich. Ich celem jest zapewnienie organizacyjnych warunków do kooperacji i maksymalnego wykorzystania nauk leśnych w procesie badań i edukacji oraz zacieśnienia współpracy z szeroko rozumianą administracją leśną i praktyką gospodarczą. Przykładem tych rozwiązań są m.in.: Federalne Centrum Badań i Szkolenia Leśnictwa, Zagrożeń Środowiska i Krajobrazu w Austrii, Centrum Las-Drewno we Freising w Bawarii, Narodowe Centrum Leśne w Zwoleń na Słowacji. Powoływanie tego rodzaju centrów sprzyja realizacji programu UE dotyczącego tworzenia platformy technologicznej sektora leśno-drzewnego. Jej zadaniem jest m.in. zwiększenie wartości dodanej sektora leśno-drzewnego, umocnienie jego wpływu na rozwój obszarów wiejskich, zwiększenie liczby miejsc pracy oraz wprowadzanie do praktyki najnowszych technologii.

5. Ścisłym związkom między nauką a praktyką nie sprzyja z pewnością ostry podział na badania podstawowe i stosowane, który jest utrwalany poprzez decyzje kierownictwa Lasów Państwowych, dotyczące finansowania badań. W swym postępowaniu LP przyjęły liniowy model rozwoju nauki. Zgodnie z nim badania podstawowe prowadzą do badań stosowanych, które z kolei prowadzą do zastosowań w praktyce w postaci instrukcji postępowania i nowych produktów lub usług. W przypadku rozwoju nauk leśnych taki model nie ma uzasadnienia.

Dokument o charakterze strategicznym pt. „Strategia Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe na lata 2014–2030” (grudzień 2013), opracowany przez DGLP, zamienia ustawy o obowiązkach finansowania badań leśnych (ustawa o lasach, art. 33, p. 3, pp. 6) na „zamiar” zlecenia i finansowania badań oraz ogranicza ten zamiar do takich badań, które mają „użyteczny i praktyczny charakter”. Oznacza to, że PGLLP nie widzi potrzeby finansowania badań wyprzedzających, przyszłościowych, które wspierałyby procesy decyzyjne następców. Liczy się tylko „tu i teraz”. Jest prawdą, że Lasy Państwowe na ogół nie wyrażały zainteresowania badaniami podstawowymi. Okoliczności jednak i przedmiot zarządzania, zarówno w swojej istocie, jak i w odbiorze społecznym zmieniły się zasadniczo. Ostra granica między wiedzą teoretyczną a praktyczną, między badaniami podstawowymi a stosowanymi w naukach leśnych stała się mniej oczywista. Dotyczy to zarówno badań naukowych w leśnictwie, jak i edukacji zawodowej czy leśnej edukacji społeczeństwa. I to nie dlatego, że najbardziej praktyczną rzeczą

jest dobra teoria. Do podejmowania trafnych decyzji zarządczych potrzebne są dzisiaj nie tylko nauki stosowane (użyteczne i praktyczne), ale również teoretyczna wiedza przyrodnicza, ekonomiczna, potrzebna jest znajomość teoretycznych podstaw nauk społecznych, psychologii i antropologii, trzeba sięgać do nauk humanistycznych i wiedzy z zakresu rozwiązywania konfliktów społecznych (patrz: *Forest conflicts: a growing research field*, *Forest Policy and Economics*, 33/2013; również: www.npl.ibles.pl; panele ekspertów KLIMAT, WARTOŚĆ, DZIEDZICTWO, OCHRONA).

Strategia PGLLP dostrzega „niewystarczające dostosowanie badań naukowych do praktycznych problemów Lasów Państwowych” i w analizie „Szans i zagrożeń w otoczeniu Lasów Państwowych” (rozdz. 1.2) kwalifikuje to jako zagrożenie. Jakkolwiek nie formułuje żadnych środków zaradczych, należy wnosić, że jest to wyraz potrzeby współpracy z nauką w tworzeniu perspektyw i realizacji leśnych badań naukowych. Intencja taka jest również zawarta w dostrzeżeniu „funkcjonowania silnych ośrodków naukowo-badawczych w zakresie leśnictwa o dużej renomie i dobrym zapleczu badawczym” i umieszczenie tego faktu po stronie szans.

Jeśli leśne badania naukowe mają wywołać zmianę w zarządzaniu i użytkowaniu lasu przez wyspecjalizowane służby i zmianę w korzystaniu z lasu oraz w patrzeniu na las i jego rozumieniu przez społeczeństwo, to szczególna uwaga przy budowaniu przyszłości lasów i leśnictwa powinna być skierowana na partnerstwo i współdział głównych zainteresowanych. Tymczasem Lasy Państwowe nie prowadzą dialogu obywatelskiego, ale korporacyjny, krótkookresowy (tzw. konsultacje społeczne planu urzędzenia lasu), nie długookresowy, lobbujący, nie negocjacyjny, raczej antagonizujący niż partnerski, bardziej polityczny niż społeczny. I to jest zagubiony obszar badań społecznych na rzecz gospodarki leśnej z zakresu antropologii, socjologii czy psychosocjologii.

Trwale i zrównoważone leśnictwo, czyli o potrzebie nowego typu badań, lasach referencyjnych i ochronie przyrody w lasach

1. Od kilkunastu lat mamy do czynienia z innym typem rozwoju leśnictwa. To nowe podejście do gospodarki leśnej, zawarte w sakramentalnym „trwale zrównoważonym, wielofunkcyjnym leśnictwie”, potrzebuje innego typu związków nauki z praktyką. Dotychczasowe relacje, te rodem z leśnictwa surowcowego i z okresu podnoszenia produktywności, powinny być przynajmniej zrównoważone w tym sensie, że badania leśne z „zaplecza” powinny przesunąć się do przodu, na pozycje bardziej strategiczne. Bez równoległych badań o charakterze podstawowym, bez naukowego rozpoznania wyprzedzającego i bieżących analiz trudno będzie praktyce leśnej poradzić sobie z wielokierunkowym, wieloaspektowym gospodarowaniem, które ma jednocześnie realizować cele ekonomiczne, przyrodnicze i społeczne w różnych skalach przestrzennych i czasowych. Klasyczny podział na teorię i praktykę w leśnictwie, jak już stwierdzono wyżej, staje się dla obydwu stron krępujący i nierozwojowy. W koncepcji trwałego i zrównowa-

zonego leśnictwa granica między nauką a praktyką, wiedzą a jej stosowaniem, celami badawczymi a celami gospodarczymi zaciera się coraz silniej.

Leśnictwo „proekologiczne”, zapowiadane w ustawie o lasach, „Polityce leśnej państwa”, „Zasadach hodowli lasu”, potrzebuje działań nieschematycznych, nierutynowych, zindywidualizowanych, wspartych inwencją gospodarza, z w kalkulowanym ryzykiem. Coraz częściej instrukcja na poziomie operacyjnym powinna być zastępowana myśleniem i wiedzą. Czy gospodarka leśna jest do tego przygotowana? Czy inspekcja leśna udźwignie taką nieokreśloność?

Leśnictwo nie może być zepchnięte do roli producenta drewna i nie powinno zajmować się wyłącznie lasami produkcyjnymi. Powinno zająć się całą skalą zmienności lasów, całym spektrum użyteczności i wszystkimi formami ochrony: od ścisłej ochrony rezerwatowej w jednym miejscu po intensywną produkcję drewna w innym. W takiej skali gospodarka leśna może poszukiwać trwałości i równowagi ekonomicznej, przyrodniczej i społecznej. I tylko w takiej skali może taką równowagę znaleźć.

Do intensywnej produkcji drewna gospodarka leśna jest dobrze przygotowana. Wystarczy sięgnąć do dorobku leśnictwa z okresu surowcowego, zwłaszcza do osiągnięć selekcji i intensywnej uprawy. Ale gospodarka leśna z dorobku tego nie korzysta. Zrezygnowała i uciekła w drugą, skrajną doktrynę, o niejasnych podstawach teoretycznych i bez praktycznego wsparcia: doktrynę „ekologizowania” wszystkiego i wszędzie. I zaczyna się wstydzić produkcji drewna, wyrębów, pozyskania, wydajności, intensyfikacji produkcji. Popadanie w skrajności nie jest najlepszą opcją rozwojową.

Wprowadzana do polskiego leśnictwa idea wielofunkcyjnej gospodarki leśnej, pozostającej we wzajemnym oddziaływaniu na produkcję rolną, rozwój obszarów wiejskich, kształtowanie klimatu, ochronę przyrody, stosunki wodne, produkcję przemysłową itd., nie wniosła ani do programów badawczych, ani do źródeł finansowania istotnych zmian. Powiązania te i wynikające z nich korzyści są dotychczas identyfikowane i opisywane głównie werbalnie i w zasadzie tylko przez samych leśników. Natomiast w odczuciu społeczeństwa stanowią co najwyżej darmowe oddziaływania lasu, otrzymywane „wraz z dobrodziejstwem inwentarza”. Ich wytwarzaniu i konsumpcji nie towarzyszą bowiem stosowne strumienie środków pieniężnych, przepływających za pośrednictwem rynku w przypadku spożycia indywidualnego (dobra prywatne) lub za pośrednictwem budżetu państwa w przypadku spożycia zbiorowego (dobra publiczne). Jedną z podstawowych przyczyn tego zjawiska jest niedostateczna kwantyfikacja omawianych powiązań oraz ich pominięcie w kategoriach gospodarczo-operacyjnych. Skwantyfikowana, zwaloryzowana i poddana choćby quasirynkowym regułom wielofunkcyjność gospodarki leśnej nie tylko podniesie jej znaczenie w opinii społecznej i ekonomicznej, ale zarazem zasadniczo poszerzy rynek badań leśnych oraz będzie sprzyjać ich interdyscyplinarności. Kluczowe wydaje się w tym ujęciu rozumienie wielofunkcyjności i oddzielenie wielofunkcyjności lasu, wynikającej z natury rzeczy, od wielofunkcyjności leśnictwa, które – co wynika z natury gospodarza – jest działaniem wielocelowym.

Trwałość, równowaga i wielofunkcyjność gospodarki leśnej wydaje się polegać na racjonalnym stosowaniu w działaniach gospodarczych różnych opcji. Według znanej cybernetycznej formuły, żeby zachować trwałość i równowagę przyrody, jej różnorodności

należy przeciwstawić różnorodność sposobów jej zagospodarowania. Taka konfrontacja nie oznacza konfliktu, lecz współdziałanie z przyrodą.

2. Każda nowa uprawa jest w gruncie rzeczy eksperymentem i zapoczątkowuje oryginalny ciąg zdarzeń gospodarczo-przyrodniczo-społecznych, których metodyczne obserwacje i pomiary mogłyby wzbogacić wiedzę ogólną. Chodzi nie tyle o przekazywanie wyników badań przez jednych do praktycznego ich stosowania przez drugih, ile o wspólne ustalanie celów badań w obrębie celów gospodarczych, budowanie hipotez, które uwzględniałyby doświadczenia gospodarza i przeszłość lokalnej gospodarki, wspólny dobór obiektów i metod umożliwiających doskonalenie tego, co jest, lub wprowadzanie zmian, jeśli istnieje taka potrzeba. Chodzi o relacje nauki z praktyką leśną, w których nie ma jedynie słusznych rozwiązań, a istnieją możliwości wprowadzania bieżących korekt, wspólnej dyskusji wyników, a ich wdrażanie odbywa się jednocześnie z realizacją badań. Stwarza to szansę minimalizacji błędów przy podejmowaniu decyzji gospodarczych i ograniczenia liczby prób badawczych oraz uniknięcia irytującej potrzeby „kontynuacji badań”.

Należy poddać pod rozwagę sposób realizacji badań leśnych, dotychczas opartych na klasycznym dwuczłonowym podziale: nauka (badania) – praktyka (wdrożenia). Podział ten oznacza oczywiste następstwo: najpierw badania – potem wdrożenia, co utrudnia stosowanie w praktyce niektórych wyników badań długoletnich, które wraz z upływem czasu tracą wartość, chociażby z uwagi na zmiany środowiska. Właśnie z uwagi na zmienność warunków środowiskowych oraz różnorodność i długowieczność przedmiotu badań, jak również z uwagi na wielorakie powiązania lasu z równie zmiennym otoczeniem społecznym i gospodarczym wiele badań eksperymentalnych nie może być realizowanych w dostatecznej liczbie powtórzeń i badania takie, jak już wspomniano wyżej, stają się „jedynymi w swoim rodzaju”. Z tych względów należałoby rozwijać nową kategorię leśnych badań rozwojowych, gdzie w proces badawczy byłby włączony od samego początku element praktyczny (i odwrotnie: w działanie praktyczne włączony byłby element metody naukowej). Chodzi o realizację zadania badawczego, jako poszukiwania rozwiązania konkretnego problemu gospodarczego w konkretnym nadleśnictwie, przy pełnym lokalnym rozpoznaniu i współpracy z administracją leśną. Chodzi o współuczestniczenie „nauki” i „praktyki” (tzn. praktycznego doświadczenia) w podejmowaniu decyzji gospodarczych i o śledzenie jej skutków w całym okresie trwania „eksperymentu”, tzn. metodyczne rejestrowanie wyników obserwacji i pomiarów i w ten sposób wspólne rozwiązywanie problemu oraz systematyczne dokumentowanie zdobytej w ten sposób wiedzy. Jest to podejście odmienne od dotychczasowego postępowania według uogólnionych zasad i instrukcji sformułowanych niekiedy dziesiątki lat temu. Jest również odmienne od postępowania badawczego, które z jednej strony mnoży warianty doświadczenia, żeby objąć możliwie całą zmienność badanego zjawiska, z drugiej ujednolica jego warunki, żeby wyeliminować czynniki przypadkowe.

3. Badania w rezerwatach i parkach narodowych nie wyczerpują potrzeb współczesnej gospodarki leśnej. We współczesnym leśnictwie chodzi bowiem o powiązanie użytkowania przyrody z jej ochroną. A może nawet o ochronę przyrody przez jej umiarkowane, odpowiednie użytkowanie. Leśnicy odpowiadają bezpośrednio lub pośrednio za stan

ok. 70% polskiej flory i fauny na lądzie. Świadomość tego faktu była jednym z głównych powodów włączenia do gospodarki leśnej idei ochrony wszystkich lasów, nie tylko lasów na obszarach chronionych. Idea niezwykle cenna dla badań leśnych. Istnieje kategoria wiedzy, którą leśnik może zdobyć na obszarach, gdzie naturalne procesy zachodzą w następstwie lub w zderzeniu z destrukcją lasu, pochodzącą od samej przyrody, bądź w następstwie procesów gospodarczych, i na obszarach, które sam wybierze i przygotowuje do swoich celów. Więcej informacji mogą dostarczyć obserwacje na terenach, na których będzie następować restytucja zbiorowisk leśnych w sposób niezakłócony działalnością gospodarczą, tzn. na obszarach, na których powstawać będą lasy „wtórnie naturalne”. Obszary takie to na przykład tereny niegdyś wylesione przez „chorobę przemysłową” w Sudetach, pożaryska, lasy zniszczone przez wiatr, lasy zniszczone na poligonach, lasy uszkodzone przez przemysł. Obszary takie są również nie do przecenienia dla pozakonserwatorskiej ochrony przyrody. To na takich terenach należałoby obserwować dostosowywanie się i strategię przetrwania gatunków i zbiorowisk leśnych, a następnie wyciągać wnioski do zastosowania w lasach produkcyjnych. Wiedza o naturalnych, bieżących – w sensie czasu ekologicznego¹⁶ – tendencjach dynamicznych zbiorowisk leśnych jest niezbędna współczesnej gospodarce leśnej. Na tej podstawie leśnictwo może rozwijać własne strategie użytkowania, hodowli i ochrony lasu. Dlatego potrzebne są obszary, gdzie możliwe będzie porównanie efektów przyrodniczo-hodowlanych z poziomem inwestowania w zagospodarowanie i ochronę lasu, tzn. dokumentowanie możliwości równoważenia kosztów i korzyści.

Leśnictwu potrzebny jest eksperyment ekologiczny, ale w ekologii lasu trudno o badania eksperymentalne. Tego rodzaju badania albo są technicznie niemożliwe ze względu na skalę czasu lub skalę przestrzeni albo są niemoralne, bo uszkadzają przyrodę. Spory o teorię sukcesji zawarte są w takich pytaniach, jak: czy wszystkie stadia sukcesji są konieczne, czy można niektóre ominąć; jaka jest minimalna powierzchnia lasu i jakie jest minimum ilości gatunków; czy do rozwoju lasu potrzebny jest stres lub zakłócenie; czy sukcesja gatunków drzewiastych wystarczy do ewolucji ekosystemu. Pytania te można rozstrzygać, obserwując skutki działań praktycznych. Możliwości takie zaistniały w momencie, kiedy „szkody” z tytułu naturalnych klęsk potraktowano jako zaburzenie rozwoju ekosystemów leśnych i obszary uszkodzone pozostawiono do naturalnej regeneracji. Była to forma ochrony procesów, a nie obiektów. Pierwszym obszarem chronionym z tytułu naturalnych procesów regeneracyjnych był las „Szast” w Nadleśnictwie Pisz, pozostawiony bez ingerencji hodowlanej po huraganie w 2002 r.¹⁷ Stworzone zostały warunki do rozwoju nowej kategorii badań ekologicznych w naukach leśnych. Eksperyment ekologiczny stworzyła sama przyroda. Lasy-refugia, stanowiące nawet niewielką część lasów produkcyjnych, z uwagi na ich funkcje są nie do przecenienia dla trwałości i ekologicznej równowagi lasów otaczających. Stanowią esencję leśnej różnorodności biologicznej. Pozostawione bez ingerencji gospodarczych tworzą ośrodki radiacji oporu środowiska i źródło różnorodności dla lasów jako elementu krajobrazu.

¹⁶ Czas ekologiczny (w odróżnieniu od geologicznego) to okres, w którym przebiegają procesy ekologiczne i cykle rozwojowe zachodzące w ekosystemach leśnych, np. procesy demograficzne, cykle biogeochemiczne, fazy sukcesji itp.

¹⁷ Rykowski K. 2012. Huragan w lasach. Klęska czy zakłócenie rozwoju. Nadleśnictwo Pisz, 4 lipca 2002 roku – studium przypadku. Sękocin Stary, Instytut Badawczy Leśnictwa.

W mozaikowej strukturze przestrzennej stanowić mogą zbiorowiska chroniące gatunki i procesy charakterystyczne dla zaawansowanych stadiów sukcesji, których w lasach użytkowanych brak. Zapewniają ciągłość populacji, dostarczając odpowiednich habitatów, dostępnych zwłaszcza dla owadów, porostów, grzybów, płazów, ptaków, drobnych ssaków. Jeśli takich ekosystemów nie ma, to należy dopuścić do ich powstawania.

4. Przeświadczenie o możliwości kontrolowania i sterowania procesami przyrodniczymi w ekosystemach leśnych przy obecnym stanie wiedzy nie jest uzasadnione. Zanim zbudowany zostanie model takiego systemu przyrodniczego, stosowną dla gospodarki leśnej wiedzę należy czerpać obserwując systemy naturalne. Postępowanie takie przyspieszy zapewne powstanie w przyszłości modelu w pełni sterowalnego, stochastyczno-dedukcyjnego. Dzisiaj brakuje nam wiedzy o tym, jaki będzie las przyszłości i trudno będzie taką wiedzę osiągnąć dotychczasowymi metodami. Można by zazdrościć tym, którzy już dzisiaj ponoć wiedzą, jak tworzyć las, który będzie *trwały, zrównoważony i wielofunkcyjny* za 100 lat. Obserwacja i dokumentowanie zewnętrznych i wewnętrznych procesów i przemian, które tworzą las tu i teraz mają zasadnicze znaczenie dla teorii i praktyki współczesnego leśnictwa. „Las jest rzeką zmian” – nigdy nie jest taki, jaki był, nigdy nie będzie taki, jaki jest obecnie. Dlatego tak ważna jest dla nauki obserwacja nurtu tej rzeki – źródła wiedzy o tym, co i jak leśnik powinien w lesie robić, a czego unikać, ażeby zachować jego trwałość i względną równowagę. Na tej rzece nie można stawiać tam. Jej nurt, żeby był użyteczny dla obserwatora, musi mieć swobodny bieg. Dlatego w lesie potrzebne są enklawy, w których nie będą ograniczane procesy lasotwórcze. Takie procesy powinny być procesami referencyjnymi dla działań gospodarczych, nie po to, żeby je naśladować, ale po to, żeby nie działać wbrew naturalnym tendencjom rozwojowym, tzn. nie przeciwstawiać się im, nie narażać na koszty naprawy i nie popełniać błędów.

Byłoby rzeczą ze wszech miar pożądaną, aby stworzyć sieć powierzchni lasów wyłączonych z bezpośredniej ingerencji gospodarczej. Ustanowienie sieci powierzchni referencyjnych¹⁸ dla typów siedliskowych lasu i typów drzewostanów leży w najlepszym interesie trwałego i zrównoważonego, wielofunkcyjnego leśnictwa oraz rozwoju nauk i badań leśnych. W pierwszej kolejności lasy referencyjne mogłyby powstać w leśnych kompleksach promocyjnych. Na tych obszarach bowiem spotykają się interesy gospodarki leśnej i ochrony przyrody. Początkiem takiej właśnie krajowej sieci są tereny pozostawione bez ingerencji gospodarczej po wystąpieniu szkód spowodowanych przez huragan w Nadleśnictwie Pisz¹⁹. Sieć lasów referencyjnych, jako stałych powierzchni

¹⁸ Stosowanie określenia lasów jako referencyjne uzasadnia funkcja, którą lasy te miałyby pełnić: mają „udzielać” referencji gospodarce leśnej zbliżonej do natury, stanowić odniesienie i źródło informacji o przebiegu procesów przyrodniczych niezakłóconych interwencjami gospodarczymi i w ten sposób, poprzez analizy porównawcze, służyć doskonaleniu działań gospodarczych w lasach zagospodarowanych. Lasy referencyjne nie stanowią „wzorca” ani „modelu”, do którego należałoby dążyć w działaniach gospodarczych. Mają być źródłem wiedzy i świadczyć o poprawności naturalnej czy półnaturalnej hodowli lasu lub leśnictwa zbliżonego do natury.

¹⁹ Minister środowiska decyzją nr DL.lp-0233-JJ-17/03, uznał „za ochronne lasy mające szczególne znaczenie przyrodniczo-naukowe [...] w Nadleśnictwie Pisz, w obrębie leśnym Wilcze Bagno, o pow. 445 ha” i „wyłączył je z pozyskania drewna”. Ponieważ ponad połowa lasów w Polsce należy do kategorii lasy ochronne, w tym na terenie Nadleśnictwa Pisz istnieją lasy ochronne na obszarze ponad 7,5 tys. ha, w celu identyfikacji lasów ochronnych na terenach uszkodzonych przez wiatr o „szczególnym znaczeniu przyrodniczo-naukowym”, uzasadnione jest zachowanie wcześniej

porównawczo-kontrolnych w stosunku do działań gospodarczych, stałaby się poligonem nowych kategorii badań leśnych, połączonych z praktycznym zagospodarowaniem lasu, gdy w długich ciągach obserwacyjnych możliwe byłoby sprawdzanie przyrodniczej poprawności i ekonomicznej efektywności nowych rozwiązań oraz, poprzez wielokierunkowe porównania, możliwa byłaby bieżąca weryfikacja poczyniń i realizacji „hodowli półnaturalnej”, „leśnictwa zbliżonego do natury” czy „ekologizacji leśnictwa”.

W każdym działaniu potrzebne są próby kontrolne. Postęp wiedzy o przyrodzie i bezpieczne nią gospodarowanie będzie niemożliwe bez trwałego istnienia obszarów pozostawionych siłom przyrody. Na takich obszarach mogłyby być wcielane w życie idee od dawna postulowane przez wybitnych leśników (np. Paczowski, Jedliński) – idee „lasu nietykającego”, zakładane powierzchnie „wzorcowe”, „rezerwatowe”, „modelowe”, „zachowawcze” i jeszcze inne, ale mające ciągle ten sam cel: doskonalenie gospodarki leśnej poprzez uczenie się od przyrody, albo inaczej – poprzez udzielanie gospodarce referencji przez samą przyrodę.

Lasy referencyjne będą służyć również poszukiwaniu niskonakładowych systemów zagospodarowania. Sprawą o strategicznym znaczeniu dla samofinansującej się organizacji gospodarczej jest obniżenie kosztów gospodarowania. Zobowiązuje to do poszukiwania niskonakładowych operacji zagospodarowania lasu i niskokosztowych metod jego ochrony oraz ich wprowadzania do praktyki leśnej zamiast tradycyjnych, kosztownych oraz intensywnych technologii i zabiegów hodowlano-pielęgnacyjnych. Temu również będą służyć lasy referencyjne.

Lasy – gospodarka leśna – zmiany klimatyczne

1. Wyzwania współczesności wobec badań leśnych są wielorakie. Wiele z nich powtarza się od lat (np.: odpowiedź na pytanie, ile wart jest las), a ponadto coraz więcej przybywa nowych. Największym wyzwaniem na najbliższe dekady dla leśnictwa i nauk leśnych, mimo „urzędowego” dystansu i naukowego sceptycyzmu, są zmiany klimatyczne. Bliższa analiza odsłania kierunki badań niegdyś już przez naukę penetrowane, ale obecnie „nowe” i wskazuje na potrzebę pilnego rozpoznania naukowego następujących obszarów:

- 1) las jako „przyczyna” zmian klimatycznych, tzn. źródło gazów szklarniowych (GHGs), (głównie CO₂, również metanu) z powodu wzrostu emisji na skutek wylesień (zmiany form użytkowania ziemi), niewłaściwego użytkowania lasu (intensywna uprawa gleby, brak odnowień lub opóźnienia w odnowieniach, pożary lasu lub przetrzymywanie drzew na pniu do stanu rozpadu drzewostanu);
- 2) las jako „ofiara” zmian klimatycznych, które powodują: wzrost wrażliwości na szkodniki i choroby, wzrost palności lasów, zmiany składów gatunkowych, zmiany naturalnych zasięgów gatunków drzew;

stosowanej nazwy „lasy referencyjne”. Lasy te stanowiąc będą wzorcowe powierzchnie leśnej sukcesji regeneracyjnej i jako punkt odniesienia dla lasów zagospodarowanych, służyć będą celom porównawczym dla naturalnej i sztucznej restytucji lasu na obszarach pohuraganowych.

- 3) las jako „beneficjent” zmian klimatycznych, tzn. korzystający z „efektu szklarniowego”, stymulującego przyrost biomasy, jak również z „efektu nawożenia” (depozyt związków eutrofizujących), co wyraża się wzrostem zapasu drewna na pniu, zwiększeniem tempa przyrostu, korzystnymi warunkami do odnowienia i regeneracji;
- 4) las jako „remedium” na zmiany globalne i zły stan środowiska, dzięki zdolnościom do pochłaniania i względnie trwałego gromadzenia węgla w strukturach ekosystemów leśnych (drewno, gleba), właściwościom substytucyjnym drewna w odniesieniu do materiałów, których produkcja uszkadza środowisko i przyczynia się do zmian klimatycznych (materiały konstrukcyjne – stal, aluminium, cement, cegła; opakowania – plastik), właściwościom substytucyjnym drewna w stosunku do kopalnych źródeł energii oraz zdolności odnawiania się z korzyścią dla środowiska.

Zmiany klimatyczne stawiają wobec nauk i badań leśnych szczególne wyzwania. Wiele wskazuje bowiem na to, że mamy do czynienia z sytuacją, w której szybciej zmienia się przedmiot badań niż następuje przyrost wiedzy o nim. Dotychczasowa wiedza staje się często nieaktualna, a znane fakty wymagają ponownej weryfikacji w nowych warunkach i nowymi narzędziami. Głębokie skutki dla programów badawczych powoduje również przyspieszona ewolucja preferencji społecznych względem funkcji lasu w kierunku usług środowiskowych i ochrony przyrody, co zmienia zakresy i cele zadań badawczych. Wszystko to wymusza coraz szersze sięganie poza granice klasycznych dyscyplin nauk leśnych: do genetyki, socjologii, psychologii, informatyki, cybernetyki czy teorii systemów.

W okresie najbliższych dziesięcioleci badania w sektorze leśno-drzewnym i ochronie przyrody w lasach powinny skupiać się na problematyce zmian klimatycznych, które dotyczą wszystkich elementów tak określonego obszaru zainteresowań.

Polska nauka ma szczególne powody do zajęcia się wpływem i adaptacją lasów i gospodarki leśnej do zmian klimatycznych. Przez polskie lasy przebiegają granice naturalnych zasięgów najważniejszych dla Europy lasotwórczych gatunków drzew: sosny, świerka, jodły, modrzewia, dębu bezszypułkowego, buka, olszy, lipy szerokolistnej, jesionu. Przesuwanie się optimum ekologicznego tych gatunków z powodu zmian klimatycznych na północ i wschód zmienia warunki ich bytowania, poczynając od reakcji biochemiczno-fizjologicznych na poziomie asymilującej komórki liścia, przez fenologię, zdolności konkurencyjne, cykle reprodukcyjne, funkcje ekologiczne itp. aż do zmian w strukturze drzewostanów i w funkcjach ekosystemów leśnych. Objawia się to zmianami zarówno produktywności (produkcja drewna), jak i trwałości zbiorowisk leśnych (zdrowotności, trwałości lasu). Najwcześniej i najsilniej reakcje te mogą pojawić się na granicy zasięgów (dlatego nikt za nas tych badań w Europie nie zrobi). Badania powinny objąć wszystkie najważniejsze grupy problemów z planowaniem hodowlanym i produkcją drewna, ochroną drzewostanów i ochroną przyrody, technologią i kierunkami wykorzystania drewna jako surowca i substytutu źródeł energii i materiałów wysokoemisyjnych, aż do badań ekonomicznych, nowego wartościowania, wyceny i oceny zasobów, problemów społecznych i kulturowych. Taki jest zakres badań potrzebnych dla adaptacji lasów i leśnictwa do warunków zmieniającego się klimatu.

Leśnicy mają do dyspozycji wiele ważnych narzędzi oddziaływania na zmiany klimatyczne i to może być szansą zaistnienia sektora leśno-drzewnego w gospodarce narodowej i polityce państwa w stopniu dotychczas nieosiągalnym.

Potrzeba długofalowego, spójnego programu badań leśnych

1. Badania w sektorze leśno-drzewnym i w ochronie przyrody w lasach powinny spełniać wiele oczekiwań, ale i mieć zapewnione odpowiednie warunki:

- leśnicy oczekują na pomoc nauki w rozwiązywaniu zadań praktycznych z zakresu powiązania zarządzania lasu z planowaniem przestrzennym i gospodarką wodną, planowania hodowlanego z ochroną lasu i użytkowaniem zasobów, powiązania lasów gospodarczych z formami ochrony przyrody, w tym z jasno zdefiniowanymi lasami chronionymi i lasami ochronnymi. Oczekują na narzędzia i miary skuteczności wprowadzania nowych technologii i strategii rozwoju. Powinni dysponować racjonalnymi kryteriami i wskaźnikami harmonizowania potrzeb ochrony z potrzebami produkcji;
- decydenci i politycy powinni otrzymywać informacje o potencjale i granicach spełniania przez lasy społecznie oczekiwanych użyteczności. Muszą wiedzieć, jaka jest rola lasów i leśnictwa w rozwoju kraju, w tym zwłaszcza w rozwoju terenów wiejskich. Powinni mieć orientację, jak gospodarka leśna wpływa na inne branże i generuje wartości pomijane w dotychczasowych ocenach i rachunkach ekonomicznych. Powinni wiedzieć, że lasy i drewno to narzędzia rozwoju gospodarczego i fundament „zielonej ekonomii”, a ochrona przyrody nie musi oznaczać hamowania rozwoju;
- systemy informacji, banki danych i media powinny służyć transparentności i społecznemu nadzorowi nad zarządzaniem dobrem publicznym. Powinny stanowić trwałe narzędzia i formy społecznych konsultacji. Pod silnym wpływem mediów są zarówno społeczeństwo, jak i politycy, w tym wszystkie środowiska zawodowe i kręgi społeczne związane z lasem, gospodarką leśną i ochroną przyrody. Od badań naukowych należałoby oczekiwać dostarczania mediom we właściwym czasie i odpowiedniej formie pełnych, najnowszych oraz sprawdzonych informacji i materiałów publicystycznych o stanie lasów i o zasobach drzewnych, o ich wartości przyrodniczej i ekonomicznej, ich użyteczności i wykorzystaniu i o potrzebach, o zachodzących zmianach i kierunkach zarządzania.

2. O utworzenie narodowych programów badań leśnych (NPBL) wraz z Narodowym Programem Leśnym (NPL) apeluje FAO (1999). Powodzenie NPL zależy bowiem nie tylko od decyzji politycznych i rozstrzygnięć prawnych, ale także od stałego, naukowego rozpoznania i ciągłego poszerzania i unowocześniania naukowych podstaw leśnictwa oraz od wykorzystania drewna, będącego głównym produktem rynkowym tej branży. NPL powinien opierać się na najlepszej wiedzy, również spoza tradycyjnych nauk leśnych, w tym również na naukach humanistycznych. Chodzi o stałe uczestnictwo nauki w przygotowywaniu decyzji o wielostronnych skutkach gospodarczych, przyrodniczych i społecznych.

Potrzebne są mechanizmy umożliwiające bieżącą i okresową, cykliczną ocenę skutków decyzji i prowadzonej polityki, co uczyniłoby gospodarkę leśną zdolną do autokorekty. Może to nastąpić z chwilą uruchomienia badań długookresowych (15–20-letnich), respektujących specyfikę lasu jako przedmiotu badań wyjątkowo złożonego przyrodniczo i silnie ulegającego wpływom zewnętrznym oraz specyfikę gospodarki leśnej, jako dziedziny zajmującej się długowiecznymi organizmami, w długich cyklach produkcyjnych, w warunkach zmian środowiska i zmiennych społecznych potrzeb i preferencji. Chodzi o długofalowe, interdyscyplinarne, międzyinstytucjonalne, okresowo oceniane i weryfikowane badania na rzecz sektora leśno-drzewnego i ochrony przyrody w lasach, w części terenowej realizowane przy udziale administracji LP. Skoordynowane, spójne merytorycznie oraz wspólnie przygotowane i zaakceptowane przez ośrodki naukowe i praktykę gospodarczą badania w sektorze leśno-drzewnym i w ochronie przyrody w lasach powinny być pracą ciągłą, a program powinien mieć charakter kroczący. Żaden z obowiązujących systemów planowania i finansowania badań nie odpowiada na takie zapotrzebowanie. Chodzi o program, który określałby wspólne dla nauki i praktyki zadania i zarówno wspierał realizację Narodowego Programu Leśnego, jak i umożliwiał i wzbogacał niezbędny dialog obywatelski na tematy leśne. Nie zastąpią takiego programu dotychczasowe rozproszone, cząstkowe programy badawcze czy tradycyjne systemy kształcenia i edukacji.

Potrzebny jest w tej sprawie szeroki konsensus środowisk naukowych, administracji leśnej, działaczy gospodarczych i polityków co do strategii rozwoju całej branży, głównych problemów do rozwiązania i celów do osiągnięcia, najważniejszych zakresów prac badawczych i ekspertyz oraz terminów ich realizacji. Mógłby się tym zająć wyłoniony z zainteresowanych instytucji stały zespół doradców naukowych, funkcjonujący przy DGLP (lub np. Rada Naukowa IBL), który ustalałby priorytety, inicjował badania leśne, który by kwalifikował, weryfikował i merytorycznie koordynował zgłaszane do realizacji zadania, rozdzielał środki finansowe funduszu leśnego przeznaczone na badania oraz nadzorował ich realizację i efektywność.

Dodatkowe wystąpienia i materiały nadesłane

Niektóre problemy działania leśnych zakładów doświadczalnych w kontekście celów i zadań Narodowego Programu Leśnego

mgr inż. Iwo GAŁECKI

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Leśny Zakład Doświadczalny Siemianice

Wprowadzenie

Leśne zakłady doświadczalne zajmują w polskiej tradycji miejsce wyjątkowe. W toku długiej, prawie stuletniej historii udowodniły one potrzebę swojego istnienia. Czas ten pozwolił na stworzenie w ich granicach unikalnego zaplecza naukowo-dydaktycznego, obejmującego kompleksowo całą dziedzinę leśnictwa.

W Polsce działają cztery leśne zakłady doświadczalne. Najstarszym z zakładów jest LZD Rogów (SGGW Warszawa) powstały już w 1919 roku. Krótko po II wojnie światowej powstały zakłady Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, w Murowanej Goślinie w 1947 roku, a w cztery lata później w Siemianicach. Jednak badania leśne i pierwsze założenia doświadczalne datują się na ich terenie od połowy lat międzywojennych. Najmłodszym z zakładów jest LZD Krynica, ale i on legitymuje się już prawie pięćdziesięcioletnią tradycją.

Lasy doświadczalne mają stanowić i stanowią pomost między teorią i praktyką. Każdy z tradycyjnych wydziałów leśnych w naszym kraju dysponuje własnym zapleczem badawczo-edukacyjnym. Z wyników prac naukowych, wdrożonych rozwiązań mogą i powinny korzystać Lasy Państwowe oraz wszelkie inne instytucje zajmujące się profesjonalnie lasami. Generalnie przed leśnymi zakładami doświadczalnymi stawia się następujące cele i zadania:

- tworzenie i utrzymanie trwałej bazy niezbędnej do realizacji badań naukowych z zakresu szeroko pojętego leśnictwa,
- utrzymanie i ochrona wieloletnich powierzchni badawczych, będących niejednokrotnie podstawowym źródłem obserwacji zmian zachodzących w środowisku leśnym pod wpływem gospodarki człowieka,
- zapewnienie warunków do prowadzenia terenowych zajęć dydaktycznych dla studentów wydziału leśnego, ale i wszelkich innych form nauczania, w tym prowa-

dzonych w ramach kształcenia ustawicznego dla osób zajmujących się zawodowo leśnictwem,

- wdrażanie wyników ukończonych i bieżącej weryfikacji kontynuowanych badań naukowych,
- wdrażanie nowych technologii oraz nowatorskich rozwiązań,
- prowadzenie wzorcowej gospodarki leśnej przy uwzględnieniu potrzeb lasów o specyficznym przeznaczeniu, dostosowanych do zadań naukowych i dydaktycznych,
- prowadzenie szerokiej działalności edukacyjnej różnych grup społecznych w zakresie przyrodniczo-leśnym.

W zasadzie przez cały, długi czas istnienia lasów doświadczalnych powyższy katalog zadań okazał się uniwersalny i ulegał nieznacznym zmianom. Zmieniała się jedynie tematyka i zakres badań, zgodnie z rozwojem nauk leśnych. Każdy z takich etapów historii nauk leśnych pozostawił na terenie leśnych zakładów doświadczalnych kompleksy powierzchni badawczych, które stały się jednocześnie idealnym poligonem dydaktycznym.

Potencjał naukowo-dydaktyczny lasów doświadczalnych i problem jego wykorzystania w kształceniu ustawicznym kadr leśnych

Leśne zakłady doświadczalne zajmują terytorialnie niewielką powierzchnię. Dane pod tym względem prezentuje tabela 1.

Tabela 1. Powierzchnia leśnych zakładów doświadczalnych

	Powierzchnia całkowita w ha	Powierzchnia leśna w ha	Powierzchnia nieleśna w ha
LZD Krynica	6 427	6 291	136
LZD Murowana Goślina	4 568	4 133	435
LZD Rogów	3 680	3 488	192
LZD Siemianice	5 830	5 474	356
Razem	20 505	19 386	1 119

Widać z powyższego, iż w porównaniu do wielkości przeciętnego nadleśnictwa Lasów Państwowych, powierzchnia każdego z czterech LZD jest stosunkowo niewielka. Łącznie stanowiłyby one dopiero jedno średnie nadleśnictwo.

O ich wartości i znaczeniu decydują jednak inne ważniejsze czynniki. Głównym wyróżnikiem jest ich specyficzna rola w polskim leśnictwie. Są to bowiem miejsca, gdzie od lat prowadzi się badania naukowe. W wyniku tej działalności, na ich terenie powstały kompleksy różnego rodzaju powierzchni doświadczalnych, obejmujących całe spektrum leśnictwa. Są oczywiście leśne powierzchnie badawcze usytuowane w Lasach Państwowych, czy parkach narodowych, ale nigdzie nie ma ich w takiej obfitości na stosunkowo niedużym terenie, jak w leśnych zakładach doświadczalnych. Co warto podkreślić, są

to doświadczenia wieloletnie, a niejednokrotnie całe serie doświadczeń, pozwalających uchwycić zagadnienie w różnych jego aspektach.

Sumaryczną powierzchnię pól badawczych na terenie poszczególnych zakładów przedstawia tabela 2.

Dane z powyższej tabeli dotyczą stałych powierzchni doświadczalnych. Jednak badania naukowe są prowadzone na o wiele większej powierzchni. I tak, w LZD Krynica należy do tego doliczyć około 2000 ha lasu objętego inwentaryzacją metodą statystyczno-matematyczną. Cała powierzchnia LZD Rogów jest przedmiotem zainteresowania naukowców prowadzących badania z zakresu inwentaryzacji lasu. Podobnie w LZD Siemianice cała powierzchnia zakładu jest objęta monitoringiem stanu przyrodniczego lasu i wpływu gospodarki leśnej na ten stan. Dodatkowo, w tym ostatnim zakładzie około 2400 ha lasu tworzącego oddzielne podgospodarstwo przebudowy drzewostanów, jest uznawane za powierzchnię badawczą.

Na terenie lasów doświadczalnych bada się wzrost i rozwój drzewostanów. Są powierzchnie dotyczące wpływu różnych sposobów pielęgnacji, trzebieży czy rodzajów rębni. Prowadzi się doświadczenia z aklimatyzacją i wzrostem gatunków drzew obcego pochodzenia. Liczne są powierzchnie proveniencyjne różnych gatunków drzew. Bardzo ważnym zagadnieniem jest przebudowa drzewostanów. Wiele badań dotyczy ochrony drzew i drzewostanów, występowania i biologii organizmów szkodliwych i pożytecznych. Są badania związane z ochroną przyrody i ekologią lasu. Prowadzi się analizy spektralne i przestrzenne z użyciem najnowszych narzędzi geomatyki. Część badań dotyczy monitoringu wpływu gospodarki leśnej na stan przyrodniczy lasu. Są powierzchnie badawcze z małą retencją wody, z doświadczalnymi odcinkami dróg leśnych. Wymienienie, choćby pobieżne wszystkich zagadnień reprezentowanych na powierzchniach badawczych w leśnych zakładach doświadczalnych zajęłoby zbyt wiele miejsca.

Te wszystkie doświadczenia są równocześnie doskonałym poligonem dydaktycznym. Do kategorii powierzchni dydaktycznych zalicza się jeszcze inne powierzchnie, które stanowią swoisty wzorzec postępowania gospodarczego i ochronnego w lesie, a gdzie nie prowadzi się oddzielnych obserwacji naukowych.

Wykorzystuje się je w normalnym toku zajęć terenowych dla studentów, ale niestety tylko w niewielkim stopniu służą one kształceniu ustawicznemu. Leśnictwo jest dynamicznie rozwijającą się dziedziną nauk stosowanych. Stały rozwój nauk i wiedzy leśnej stwarza potrzebę jej uzupełniania i aktualizowania przez ludzi zajmujących się profesjonalnie lasami. Dotyczy to przede wszystkim pracowników Lasów Państwowych, ale i parków narodowych, służb ochrony przyrody, urzędowania lasu, samorządów lokalnych i wielu innych. Powinni oni podlegać rygorom kształcenia ustawicznego, które obejmuje przypominanie, weryfikowanie wiedzy już zdobytej oraz przyswajanie nowych zdobyczy z tego zakresu. Jest to tym bardziej istotne, że w ostatnich latach zmienił się paradygmat leśnictwa i nastąpiło przejście do zrównoważonej gospodarki leśnej.

Tabela 2. Powierzchnia pól badawczych na terenie zakładów doświadczalnych

	Stale powierzchnie doświadczalne w ha
LZD Krynica	267,95
LZD Murowana Goślina	365,00
LZD Rogów	162,88
LZD Siemianice	207,47
Razem	1003,30

Rzecz jasna, Lasy Państwowe mają wdrożony system wewnętrznego doskonalenia. Jednak lasy doświadczalne są w tym zakresie wykorzystywane tylko w niewielkim stopniu. Tezę powyższą dobitnie ilustruje tabela 3, która obrazuje ilość pracowników związanych profesjonalnie z lasami różnego rodzaju instytucji (głównie jednak LP i BULiGL),

Tabela 3. Liczba związanych z leśnictwem uczestników szkoleń zorganizowanych w latach 2012–2014

	2012 r.	2013 r.	2014 r.
LZD Krynica	255	240	312
LZD Murowana Goślina	303	552	255
LZD Rogów	914	601	817
LZD Siemianice	312	302	358
Razem	1784	1695	1742

Tabela 4. Pojemność burs studenckich w leśnych zakładach doświadczalnych

	Liczba miejsc noclegowych w bursie studenckiej
LZD Krynica	186
LZD Murowana Goślina	86
LZD Rogów	201
LZD Siemianice	80

przybywających do leśnych zakładów doświadczalnych w celach szkoleniowych. Z przytoczonych danych wynika jednoznacznie, że lasy doświadczalne są pod tym względem wykorzystywane tylko okazjonalnie i nawet w takiej instytucji jak Lasy Państwowe nie są brane pod uwagę przy tworzeniu programów szkoleń, kursów itp. Warto zastanowić się nad przyczynami tego zjawiska. Barierą nie jest przecież brak miejsc noclegowych czy innej infrastruktury szkoleniowej. W tym zakresie leśne zakłady doświadczalne mają wiele do zaoferowania. W każdym z zakładów znajduje się hotel-bursa studencka, zdolna pomieścić nawet dużą grupę kursantów. Pojemność burs studenckich w każdym z zakładów ilustruje tabela 4.

Wszystkie zakłady dysponują w pełni wyposażonymi salami wykładowymi i dydaktycznymi. Wszystkie mają ponadto bogatą infrastrukturę wykorzystywaną również w procesie edukacji przyrodniczo-leśnej, taką jak izby edukacyjne, ścieżki przyrodnicze i wiele innych. LZD Rogów poszczycić się może Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej. Połączenie tych elementów z kompleksami powierzchni badawczych i dydaktycznych oraz powiązanie z zapleczem intelektualnym macierzystych wydziałów leśnych stanowi ogromny potencjał.

Dlaczego zatem ten wielki potencjał jest wykorzystywany w tak niewielkim stopniu? Przyczyn tego zjawiska może być wiele. Najważniejszy wydaje się brak świadomości owego potencjału i możliwości z tym związanych. W przypadku Lasów Państwowych jest nią również chęć wykorzystania własnych ośrodków szkoleniowych przy organizacji tego typu przedsięwzięć. Ma to być może pewne uzasadnienie ekonomiczne, ale można zastanawiać się nad stroną merytoryczną zagadnienia. Zajęcia na tego typu kursach, czy szkoleniach prowadzą przede wszystkim wykładowcy ze wspomnianych wyżej uczelni oraz Instytutu Badawczego Leśnictwa. Brak tam jednak zaplecza w postaci odpowiednich powierzchni dydaktycznych. Te zapewniają w dostatecznej mierze jedynie leśne zakłady doświadczalne.

W kontekście prac nad Narodowym Programem Leśnym warto przyjrzeć się temu problemowi. Edukacja z zakresu leśnictwa, a w tym kształcenie ustawiczne musi znaleźć

w nim swoje odbicie. Sprawa jest o tyle poważna, że od poziomu wykształcenia i umiejętności leśników i osób zajmujących się lasami zależeć będzie ich stan w przyszłości.

W Narodowym Programie Leśnym należy zapisać konieczność powołania stałego zespołu do spraw opracowania i permanentnego monitorowania systemu kształcenia ustawicznego leśników oraz osób profesjonalnie zajmujących się lasami w Polsce. Zespół otrzymałby zadanie opracowania sylwetki pracownika leśnictwa na różnych stanowiskach w instytucjach leśnych kraju, zasobu jego wiedzy, umiejętności i kompetencji. Na tej podstawie, nieustannie konfrontując ją z najnowszymi osiągnięciami w naukach leśnych, można będzie stworzyć model leśnego kształcenia ustawicznego. Wtedy też zapewnimy jego stałą otwartość i aktualizację. Powstały system kształcenia musi być zróżnicowany i dostosowany do potrzeb różnych grup odbiorców.

Edukacja na poziomie szkół średnich (technika leśne) oraz uniwersyteckim ma już swoje ustalone ramy organizacyjne. Odbywa się na podstawie zatwierdzonych minimów czy podstaw programowych i tym podobnych dokumentów. Czuwa nad nią Ministerstwo Edukacji Narodowej, kuratoria czy w przypadku uniwersytetów – Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Państwowa Komisja Akredytacyjna. W tym wypadku procedury są ustalone i w zasadzie sprawdzają się. Szkoda tylko, że nie wymuszają w sposób bardziej obligatoryjny wprowadzania nowych treści i elementów do programów nauczania.

Zespół, którego powołanie jest tutaj postulowane, powinien zająć się przede wszystkim kształceniem ustawicznym. Oczywiście, musi on współpracować z instytucjami wymienionymi powyżej i należy ustalić zasady tej współpracy. Niestety, nie mamy w leśnictwie dotychczas wypracowanego modelu kształcenia ustawicznego. Wiedza, z którą absolwent opuszcza mury szkoły dość szybko dezaktualizuje się. Stąd potrzeba jej uzupełniania i przypominania. W skład zespołu powinni wejść przedstawiciele świata nauki z trzech wydziałów leśnych oraz Instytutu Badawczego Leśnictwa, a także świata praktyki, a więc miarodajni pracownicy Lasów Państwowych, BULiGL, służb ochrony przyrody czy samorządów lokalnych. W jego składzie powinni też znaleźć się dydaktycy, znający problematykę kształcenia ustawicznego. Zadaniem zespołu byłoby opracowanie programów kształcenia oraz dobranie miejsca jego odpowiedniej realizacji. Dalej, zespół musiałby na bieżąco śledzić postęp nauk leśnych i modyfikować jego zakres, usuwając niektóre przestarzałe elementy i wprowadzać na ich miejsce nowe.

Inną, nie mniej ważną sprawą jest stworzenie w kraju centralnego rejestru, czy sieci wzorcowych, referencyjnych powierzchni leśnych. Rejestr powinien obejmować obiekty leśne zbliżone do lasu naturalnego, dalej te pozostawione naturalnej sukcesji, następnie powierzchnie doświadczalne i badawcze, a w końcu wzorcowe pod względem rozwiązań hodowlanych, czy ochronnych. Sieć służyć powinna celom weryfikacji i demonstracji stosowanych w gospodarce leśnej technik i technologii, metod ochrony, pielęgnacji lasu, trzebieży, rębni oraz popularyzowaniu rozwiązań najlepszych. Stworzenie takiego rejestru ułatwi koordynację badań naukowych, tworzenie nowych programów badawczych, lepsze wykorzystanie już istniejących obiektów, a wreszcie da możliwość twórczego kreowania programów dydaktycznych i edukacyjnych z kształceniem ustawicznym łącznie. Zalet stworzenia takiego pełnego ogólnopolskiego rejestru nie da się przecenić. Być może, rejestr powinien zaistnieć przy działającym już Banku Danych o Lasach.

Leśne zakłady doświadczalne zasługują na większe uznanie i wykorzystanie tkwiących w nich możliwości. Każdy z nich ma swoją odrębną specyfikę związaną z usytuowaniem geograficznym oraz profilem prowadzonych badań naukowych. Wszystkie razem obejmują najbardziej charakterystyczne w skali kraju warunki przyrodnicze i społeczne prowadzenia gospodarki leśnej. Powołanie trzech z nich w skład leśnych kompleksów promocyjnych (Siemianice 1996, Rogów 2002, Krynica 2004) było niewątpliwie uznaniem ich wyjątkowej i specyficznej roli. Szkoda jednak, że nie udało się do tej pory wypracować właściwej formuły działania tych kompleksów. Wydaje się oczywiste, że każdy z leśnych kompleksów promocyjnych z udziałem lasów doświadczalnych powinien stać się obiektem szczególnie predysponowanym do inicjowania nowych kierunków badań naukowych, wprowadzania wdrożeń technicznych i organizacyjnych. Taki też był pierwotny zamiar włączenia uczelni i leśnych zakładów doświadczalnych w ten program.

Problemy prawne działania leśnych zakładów doświadczalnych

Leśne zakłady doświadczalne są jednostkami wewnętrznymi uczelni publicznych, działającymi na zasadach pełnego rozrachunku gospodarczego. Uczelnia w stosunku do zakładu jest jego organem założycielskim. Inaczej mówiąc, zakłady są samodzielnie finansującymi się gospodarstwami pomocniczymi. Ich miejsce w strukturze uniwersytetów określa ustawa o szkolnictwie wyższym z 12 października 1990 roku (z późniejszymi zmianami) oraz statuty macierzystych uczelni.

Z drugiej strony lasy doświadczalne i gospodarka leśna w nich prowadzona podlega przepisom ustawy o lasach z 28 września 1991 roku (z późniejszymi zmianami). Niestety istnieje duża rozbieżność i luka prawna pomiędzy obu wyżej wymienionymi aktami prawnymi, w kontekście działania leśnych zakładów doświadczalnych. Trzeba wręcz stwierdzić, że ustawa o lasach w dużej mierze ignoruje i pomija fakt istnienia i funkcjonowania lasów doświadczalnych.

Najważniejsza kwestia odnosi się do problemu sporządzania oraz zatwierdzania planów urządzenia lasu, a co za tym idzie nadzoru nad gospodarką leśną prowadzoną w leśnych zakładach doświadczalnych. Luka prawna dotyczy traktowania lasów doświadczalnych jako lasów niestanowiących własności skarbu państwa. Istotnie, nowelizacja ustawy o szkolnictwie wyższym w roku 2005 zmieniła status lasów LZD. Do września tego roku były one własnością skarbu państwa w wieczystej dzierżawie macierzystych uczelni. Od tego czasu stały się one ich własnością. Pamiętajmy jednak, że własnością uczelni publicznych, *de facto* państwowych. W ustawie o lasach zapisano natomiast, że minister środowiska zatwierdza plany urządzenia dla lasów skarbu państwa i sprawuje nadzór nad gospodarką leśną w nich prowadzoną. Na tej podstawie, w 2015 roku minister środowiska definitywnie odmówił zatwierdzenia planów urządzenia lasu dla zakładów w Murowanej Goślinie i Siemianic. Wskazał jednocześnie, że takie jednostki winny sporządzać uproszczone plany urządzenia lasu, które powinien zatwierdzać lokalny starosta. On też ma sprawować nadzór nad ich gospodarką leśną. Powstała sytuacja skrajnie kuriozalna i patowa. W tych samych okolicznościach prawnych dwa LZD w Krynicy oraz Rogowie

mają zatwierdzone pełne plany urządzenia lasu przez ministra środowiska, sukcesywnie w latach 2009 i 2010 (a więc już po zmianach w ustawie o szkolnictwie wyższym w roku 2005). Tym samym przyjął on nadzór nad gospodarką leśną tam prowadzoną. Wtedy minister środowiska nie zgłaszał żadnych obiekcji z tego tytułu. Kilka lat później sytuacja prawna się nie zmieniła, ale interpretacja przepisów – tak.

W chwili obecnej LZD Murowana Goślina ma uproszczony plan urządzenia lasu zatwierdzony przez starostę, który też sprawuje nadzór nad gospodarką leśną. Natomiast w przypadku Leśnego Zakładu Doświadczalnego Siemianice planu urządzenia lasu nie zatwierdził ani minister środowiska, ani starosta kępiński. Ten ostatni po konsultacji z innymi starostami, na terenie których działa LZD Siemianice, uznał, że nie jest to jego jurysdykcja i kompetencje. Skierował równocześnie sprawę do Naczelnego Sadu Administracyjnego, by ten rozstrzygnął jednoznacznie powstały spór kompetencyjny. Cztery zakłady – trzy sposoby traktowania.

Sprawa nie jest błaha, bo działanie na uproszczonym planie urządzenia lasu i nadzór starosty w oczywisty sposób deprecjonuje leśne zakłady doświadczalne. Są one przecież miejscem kształcenia przyszłych kadr leśnych w Polsce, a powierzchnia każdego z nich to kilka tysięcy hektarów. Ponadto plany urządzenia lasu w takich jednostkach muszą spełniać wszystkie kryteria pełnego planu wzbogaconego o wiele innych elementów, których nie muszą zawierać plany normalnych nadleśnictw Lasów Państwowych.

Przypadek Siemianic jest tutaj najbardziej symptomatyczny. Brak zatwierdzonego planu urządzenia lasu skutkować może bowiem odebraniem tej jednostce certyfikatu dobrej gospodarki leśnej. Podstawą przyznania owego certyfikatu jest między innymi prowadzenie gospodarki leśnej zgodnie z obowiązującym planem urządzenia lasu. W tej chwili Zakład ma przyznany certyfikat tylko warunkowo i trwają ustalenia, czy jego ważność może być przedłużona. Jeśli certyfikat zostanie odebrany, w ogromny sposób ograniczy to możliwość sprzedaży drewna, a tym samym podetnie korzenie bytu ekonomicznego Zakładu.

W celu jednoznacznego i niebudzącego wątpliwości uporządkowania tych kwestii oraz wprowadzenia lasów doświadczalnych do ustawy o lasach należy odpowiednio zmienić lub uzupełnić artykuły 4, 5, 14a, 19 oraz 22 ustawy o lasach.

Dalszym zagadnieniem prawnym jest stworzenie możliwości nadania pracownikom leśnych zakładów doświadczalnych uprawnień analogicznych do tych, jakie posiada Służba Leśna Lasów Państwowych lub Służba Parków Narodowych. Służby te mają rozległe prerogatywy i uprawnienia pozwalające na skuteczny nadzór i ochronę lasów przed szkodnictwem. Pracownikom lasów doświadczalnych powierzono wielki majątek społeczny, nie dając jednocześnie możliwości jego efektywnego zabezpieczenia. Nadanie im tych uprawnień nie będzie się wiązać z żadnymi dodatkowymi kosztami, albowiem w chwili obecnej zakłady już ponoszą koszty umundurowania, bezpłatnego mieszkania i tym podobne. W związku z powyższym należy odpowiednio zmienić artykuły 4 oraz 48 ustawy o lasach.

Wreszcie lasy doświadczalne powinny mieć zagwarantowaną możliwość otrzymywania dotacji celowych z budżetu państwa na cele gospodarki leśnej, ochrony przyrody itp., taką samą, jaką mają Lasy Państwowe oraz parki narodowe. Szczególnie krzywdzący jest brak dostępu do pomocy finansowej ze środków funduszu leśnego Lasów Pań-

stwowch na zalesianie gruntów, prace związane z usuwaniem skutków klęsk i prowadzeniem gospodarki leśnej oraz inne cele wymienione w ustawie. Z pomocy takiej mogą korzystać lasy niepaństwowe, prywatne, te w zarządzie parków narodowych, słowem wszyscy, oprócz leśnych zakładów doświadczalnych. W celu uporządkowania tej sytuacji należy zmodyfikować brzmienie artykułów 54, 55 oraz 58 ustawy o lasach.

Wielokrotnie, przy kolejnych nowelizacjach ustawy o lasach, uczelnie posiadające lasy doświadczalne usiłowały wprowadzić pożądane w niej zmiany. Niestety, ich postulaty nigdy nie spotkały się ze zrozumieniem i zostały odrzucone.

Wnioski i rekomendacje

1. Istnieje w Polsce potrzeba opracowania spójnego i kompleksowego systemu kształcenia ustawicznego w zakresie leśnictwa. System ten obejmować powinien merytorycznych pracowników wszystkich instytucji zajmujących się gospodarką leśną: Lasów Państwowych, urzędowania lasu, lokalnych samorządów, sektora usług leśnych itp. Powinien on również dotyczyć w pewnej części służb ochrony przyrody. Należy powołać stały, roboczy zespół do spraw opracowania i monitorowania tego systemu. Członkami zespołu winni zostać najlepsi specjaliści z zakresu różnych dziedzin nauk leśnych oraz praktycy leśni. Skład zespołu trzeba ponadto wzmocnić dydaktykami, rozumiejącymi problemy i specyfikę branży. System przez nich stworzony, powinien być elastyczny i dostosowany do grup różnych odbiorców. Przy jego realizacji należy w maksymalnym stopniu wykorzystać bogaty pod tym względem potencjał leśnych zakładów doświadczalnych.
2. W Polsce, w wyniku długiej historii badań leśnych, nagromadziło się wiele powierzchni doświadczalnych obejmujących różne dziedziny nauk leśnych i pokrewnych. Znaczna część to doświadczenia długoletnie, a niejednokrotnie serie doświadczeń pozwalające uchwycić dane zagadnienie w różnych jego aspektach. Należy stworzyć rejestr powierzchni leśnych szczególnie cennych. Oprócz badań, powinien on objąć również powierzchnie lasu zbliżonego do naturalnego, referencyjne i te, które prezentują szczególnie wartościowe i wzorcowe przykłady postępowania gospodarczego w lasach. Sieć takich powierzchni, służyć powinna celom dydaktycznym i szkoleniowym oraz pozwoli na ich lepsze i pełniejsze wykorzystanie, a także ich większą ochronę.
3. Status prawny leśnych zakładów doświadczalnych wymaga pilnej zmiany. Istnieje duża rozbieżność pomiędzy ustawą o lasach, a ustawą o szkolnictwie wyższym pod względem funkcjonowania lasów doświadczalnych. Aktualnie, przepisy prawa leśnego ignorują fakt istnienia tych jednostek, będących własnością publicznych uczelni wyższych. W bardzo poważnym stopniu ogranicza to możliwości działania leśnych zakładów doświadczalnych, które w toku długiej historii udowodniły potrzebę swego istnienia. Należy stworzyć formalnoprawne warunki gwarantujące ich stabilny rozwój i działalność.

Modele wzrostu jako narzędzie zarządzania lasami w obliczu zmieniających się warunków siedliskowych

dr hab. inż. Jarosław SOCHA, prof. UR

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Leśny, Instytut Zarządzania Zasobami Leśnymi

Znaczenie i obecny stan wiedzy z zakresu określania produktywności siedlisk

Zgodnie z ustaleniami konferencji ministerialnych na temat ochrony lasów w Europie (Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, obecnie Forest Europe) „zmiany klimatu są jednym z najbardziej poważnych zagrożeń stojących przed społeczeństwem i niezbędne jest pilne działanie zmierzające do zminimalizowania ryzyka wystąpienia katastrof środowiskowych w celu ochrony europejskich lasów i ich funkcji” (Paschalis-Jakubowicz 2012). Minimalizowanie ryzyka powstania niekorzystnych zjawisk w środowisku leśnym wymaga wcześniejszego przewidywania najbardziej prawdopodobnych zmian w ekosystemach leśnych, wynikających ze zmieniających się warunków klimatycznych.

Wiedza o produktywności siedlisk leśnych stanowi podstawę do formułowania strategicznych celów oraz podejmowania decyzji w zakresie planowania hodowlanego i urzędzeniowego w gospodarstwie leśnym. Produktywność siedliska leśnego narzuca rodzaj najważniejszych działań gospodarczych i determinuje końcowe efekty o wymiarze ekonomicznym. W myśl ustawy o lasach (z dnia 28 września 1991 r., Dz.U. 91.101.444) trwale zrównoważona gospodarka leśna oznacza „działalność zmierzającą do ukształtowania struktury lasów i ich wykorzystania w sposób i tempie zapewniającym trwałe zachowanie ich bogactwa biologicznego, wysokiej produktywności oraz potencjału regeneracyjnego, żywotności i zdolności do wypełniania, teraz i w przyszłości, wszystkich ważnych ochronnych, gospodarczych i socjalnych funkcji na poziomie lokalnym, narodowym i globalnym, bez szkody dla innych ekosystemów”. Plan restytucji zasobów leśnych stosownie do potencjału siedliska założono również w dokumencie „Polityka leśna państwa” (1997). Prawidłowa ocena produktywności siedliska leśnego jest zatem kluczem do właściwej, z punktu widzenia hodowlanego, urzędzeniowego i ekonomicznego,

gospodarki leśnej. Scenariusze zmian produktywności siedlisk, związane ze zmianami warunków klimatycznych, powinny być z kolei wskazówką w strategicznym planowaniu i zarządzaniu zasobami leśnymi.

Rzeczywistym wskaźnikiem produktywności lasu jest sumaryczna produkcja drewna lub biomasy przeliczona na jednostkę powierzchni i jeden rok, która jest równa średniemu przyrostowi wytworzonemu w ciągu całego cyklu produkcji (Bruchwald 1980). W zależności od specyficznych wymagań ekologicznych poszczególnych gatunków drzew, w tych samych warunkach siedliskowych realizowana jest na ogół różna sumaryczna produkcja. Wielkość możliwej do wyprodukowania ilości drewna lub biomasy można określić mianem potencjalnej produktywności siedliska. Najczęściej stosowaną miarą potencjalnej produktywności siedliska jest wskaźnik bonitacji wzrostowej (Skovsgaard i Vanclay 2008, Weiskittel i in. 2011, Burkhart i Tomé 2012, Sharma i in. 2012). Metody określania produktywności siedlisk można podzielić na dwie zasadnicze grupy: fitocentryczne i geocentryczne (West 2004, Skovsgaard i Vanclay 2008, Socha 2010). W metodach fitocentrycznych jako zmienne opisujące wskaźnik bonitacji najczęściej wykorzystuje się wiek i wysokość drzew (np. Monserud i in. 1990, Payandeh i Wang 1994, Bruchwald i in. 1999, Gatzojannis 2000, Sharma i in. 2002). Produktywność jest wówczas wyrażana za pomocą wskaźnika bonitacji, definiowanego jako górna wysokość drzewostanu w określonym wieku bazowym, a do jej obliczania używa się na ogół krzywych bonitacyjnych, opisujących zmiany wysokości drzewostanów z wiekiem. Empiryczne modele bonitacyjne są prostym i skutecznym narzędziem stosowanym przez leśników (Nigh i Sit 1996, Chen i Klinka 2000). W praktyce leśnej w Polsce bonitację określa się na podstawie krzywych bonitacyjnych zamieszczonych w tablicach zasobności i przyrostu drzewostanów (Szymkiewicz 1986).

W grupie metod zwanych umownie geocentrycznymi (West 2004, Skovsgaard i Vanclay 2008, Socha 2010) bonitację określa się na podstawie zmiennych siedliskowych. Empiryczne modele zależności pomiędzy wzrostem drzewostanów a czynnikami siedliskowymi mogą mieć liczne zastosowania praktyczne, z których podstawowym jest ocena potencjalnej produktywności obszarów nieleśnych, pozbawionych drzewostanu, oraz obszarów porośniętych przez drzewostany młode i różnowiekowe, na których stosowanie tradycyjnych sposobów określania potencjalnej produktywności jest obciążone dużą niepewnością bądź jest niemożliwe. Modele bonitacji opierające się na zmiennych środowiskowych mogą być przydatne w gospodarce leśnej przy rozpatrywaniu lokalnych warunków wzrostu, powinny być zatem podstawą ustalania składu gatunkowego drzewostanów w celu uzyskania optymalnej w danych warunkach produktywności oraz stabilności. Zastosowanie owych modeli jest szczególnie uzasadnione w przypadkach, kiedy bezpośrednie określenie potencjalnej produktywności jest z różnych względów niemożliwe. Aby modele takie były bardziej użyteczne w praktyce hodowli i urządzania lasu, powinny bazować na ogólnodostępnych zmiennych środowiskowych (Van Laar i Akça 1997). Modele bonitacji siedliska mogą znaleźć zastosowanie do prognozowania zmian produktywności wraz ze zmieniającymi się warunkami wzrostu. Modele potencjalnej produktywności siedlisk bazujące na zmiennych środowiskowych i danych GIS opracowano między innymi dla głównych gatunków lasotwórczych w Kanadzie i Sta-

nach Zjednoczonych. Opracowano je również w takich krajach europejskich, jak Belgia (Claessens i in. 1999), Szwecja (Hägglund i Lundmark 1977, Elfving i Kiviste 1997), Norwegia (Sharma i in. 2011, 2012), Dania (Nord-Larsen 2006) czy też Francja (Seynave i in. 2005).

Wskaźniki bonitacji siedliska (ang. *site index*) uznaje się za światowy standard przy ocenie potencjalnej produktywności siedlisk. Stosuje się je w praktyce między innymi w Kanadzie (np. Kayahara i in. 1998, Chen i in. 1998, Monserud i Huang 2006, Beaulieu 2011), Stanach Zjednoczonych (np. Cochran 1985, Mathiasen i in. 2006), Australii (West 2004), Japonii (Mitsuda 2001) czy Korei (Jung 2008). Wskaźniki bonitacji obliczone na podstawie wysokości górnej są również stosowane do ustalania produktywności siedlisk w wielu krajach europejskich. Klucz bonitacyjny oparty na wskaźnikach bonitacji, wyliczonych na podstawie wieku i wysokości górnej, wykorzystano do wyliczenia potencjału produkcyjnego lasów Szwajcarii już w latach 80. XX wieku (Keller 1991) i oszacowano, że potencjał produkcyjny Szwajcarii wynosi około 7 mln m³ drewna rocznie. Istnieje wiele przykładów zastosowań wskaźnika bonitacji do modelowania produktywności siedlisk, między innymi w takich krajach, jak Dania (Nord-Larsen 2006), Finlandia (Korkalainen, Laure'n 2006), Francja (Seynave 2005), Hiszpania (Romanyá i Vallejo 2004), Niemcy (Wenk i in. 1990, Albert i Schmidt 2010, Nothdurft i in. 2012), Norwegia (Sharma i in. 2011, 2012) i Szwecja (Hägglund i Lundmark 1977, Elfving i Kiviste 1997).

Modele potencjalnej produktywności oparte na zmiennych klimatycznych są również przydatnym narzędziem do prognozowania zmian produktywności siedlisk w zależności od warunków klimatycznych (Monserud i in. 2008, Albert i Schmidt 2010, Weiskittel i in. 2011, Nothdurft i in. 2012, Socha i Durło 2012). Dotychczasowe badania, zarówno krajowe, jak i zagraniczne, wskazują, że na podstawie odpowiedniego zbioru charakterystyk siedliskowych można z dużą dokładnością opisać zmienność zarówno potencjalnej, jak i aktualnej produktywności siedliska (Chen i in. 1998, Seynave i in. 2005, Skovsgaard i Vanclay 2008, Sharma i in. 2002, 2012, Socha 2008, 2010). Przyjęcie takiej hipotezy umożliwia zbudowanie niezależnego systemu oceny potencjalnej i aktualnej zdolności produkcyjnej siedliska na podstawie danych zbieranych w ramach prac siedliskowych oraz ogólnodostępnych danych GIS, w tym danych o geologii, klimacie i wskaźników topograficznych określonych według numerycznych modeli terenu.

Modele produktywności siedlisk pozwalają na określenie produktywności siedlisk w przypadku gatunków drzew niewystępujących w składzie gatunkowym drzewostanu lub w sytuacji, kiedy analizowany obszar jest pozbawiony drzewostanu. Pozwalają także na prognozowanie produktywności w różnych horyzontach czasowych. Narzędzia tego typu są wykorzystywane w ocenie wpływu zmian wybranych parametrów środowiskowych, np. czynników klimatycznych (zmiany temperatury, opadów, stężenia CO₂), na produktywność ekosystemów leśnych (Monserud i in. 2008, Albert i Schmidt, 2010, Weiskittel i in. 2011, Nothdurft i in. 2012, Socha i Durło 2012), co ma zasadnicze znaczenie w dobie obserwowanych globalnych wahań warunków klimatycznych.

Ocena produktywności siedlisk w praktyce leśnej w Polsce

Zgodnie ze stosowanymi w Polsce rozwiązaniami, przy ustalaniu potencjalnej zdolności produkcyjnej siedlisk kierować się należy ogólnym zapisem „Instrukcji zarządzania lasu”, który brzmi: „Obszary należące do tego samego typu siedliskowego lasu wykazują podobne zdolności produkcyjne i przydatność dla hodowli lasu”. Wieloletnie doświadczenie praktyczne oraz wyniki badań wskazują na stosunkowo słaby związek pomiędzy typem siedliskowym lasu a produktywnością siedlisk. Szczegółowe informacje uzyskiwane w trakcie prac siedliskowych oraz ogólnodostępne dane GIS powinny być wykorzystane do znacznie bardziej adekwatnej oceny produktywności siedlisk, niż tylko wyrażenie jej w ogólnej formie typu siedliskowego lasu. W świetle obecnej wiedzy pozwalają one bowiem na bezpośrednie ustalenie produktywności, co jednoznacznie określa przydatność danego siedliska dla hodowli różnych gatunków drzew. Dlatego potrzebna jest weryfikacja matematycznych modeli, które pozwalają określać produktywność głównych gatunków lasotwórczych na podstawie szczegółowych informacji o siedlisku, pozyskiwanych w standardowo wykonywanych obecnie pracach urządzeniowych, oraz na podstawie danych geologiczno-glebowych, klimatycznych i topograficznych. Wiedza o potencjalnej produktywności siedlisk powinna być podstawą opracowania nowych siedliskowych tablic zasobności i modeli wzrostu.

Jedną z naglących potrzeb jest powiązanie produktywności drzewostanów głównych gatunków lasotwórczych z aktualnymi warunkami ich wzrostu. Stosowana obecnie miara produktywności w postaci klas bonitacji nie pozwala na modelowanie produktywności siedlisk, ze względu na skokowy i jakościowy charakter zmiennej oraz niedostosowanie krzywych bonitacyjnych zawartych w „Tablicach zasobności i przyrostu drzewostanów” (Szymkiewicz 1986) do obecnych warunków siedliskowych. Większą praktyczną użyteczność zapewniają ciągle i ilościowe miary produktywności, tzn. wyrażone za pomocą liczb rzeczywistych (Burkhardt i Tomé 2012). Obecnie niemal na całym świecie zamiast klas bonitacji stosuje się wskaźniki bonitacyjne, które wyrażają produktywność w sposób ciągły. Jednym z istotnych zadań jest opracowanie modeli opisujących przestrzenną zmienność wzrostu gatunków lasotwórczych, umożliwiających określanie produktywności siedlisk.

Potrzebne są badania, w których za pomocą modeli matematycznych opisane zostaną wymagania siedliskowe i amplituda ekologiczna głównych gatunków lasotwórczych oraz ich potencjalna produktywność w zależności od podłoża geologicznego, właściwości gleb, topografii oraz warunków klimatycznych. Pozwoli to na liczbowe wyrażenie produktywności różnych gatunków lasotwórczych na różnych siedliskach w zależności od ich regionalnych charakterystyk. Opracowane modele stałyby się podstawą do oceny produktywności siedlisk leśnych w przypadku głównych gatunków lasotwórczych na obszarze Polski i mogłyby służyć między innymi jako narzędzie do określania spodziewanej produktywności terenów zalesianych oraz lasów powstałych naturalnie w wyniku sukcesji na gruntach wcześniej nieleśnych. Tego typu modele mogą być również zastosowane do analiz wpływu zmian klimatu na produktywność siedlisk w przypadku poszczególnych gatunków drzew. Korzystając z dostępnych prognoz zmian warunków klimatycznych (IPCC 2007), można opracować mapy zmian produktywności siedlisk. Przewidywanie

najbardziej prawdopodobnych zmian w ekosystemach leśnych, wynikających ze zmian warunków klimatycznych, powinno być podstawą działań mających na celu zminimalizowanie ryzyka powstania niekorzystnych zjawisk w środowisku leśnym. Wykonanie symulacji zmian produktywności siedlisk pozwoli na wskazanie siedlisk i gatunków szczególnie narażonych na negatywne skutki zmian wybranych parametrów klimatu.

Nieadekwatność tablic zasobności i potrzeba dysponowania nowymi siedliskowymi modelami wzrostu

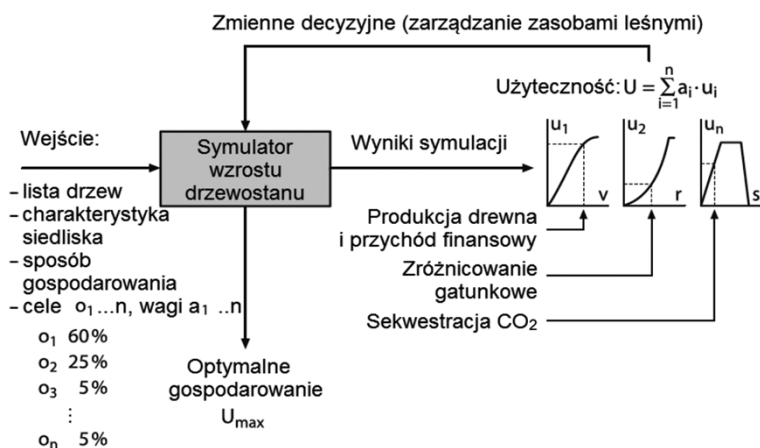
Produktywność siedlisk wyrażona bieżącym rocznym przyrostem mądrości jest pomocna przy podejmowaniu strategicznych decyzji dotyczących ustalania etatu użytkowania głównego. Stosowanie tablic zasobności i przyrostu drzewostanów skutkuje заниżaniem oszacowanego przyrostu, co utrudnia, między innymi, podejmowanie decyzji hodowlanych. Jak się szacuje, rzeczywisty przyrost drzewostanów jest obecnie znacznie większy od podanego w tablicach zasobności, co wynika między innymi z obserwowanych w Europie zmian produktywności siedlisk. Ponadto błędy określenia potencjalnej produktywności wynikające z arbitralnego przydziału drzewostanów do klas bonitacji sprawiają, że przyrost drzewostanów ustalany na podstawie tablic zasobności jest obciążony bardzo dużym błędem systematycznym. Pomimo powyższych zastrzeżeń, tablice zasobności i przyrostu drzewostanów są nadal wykorzystywane do planowania urzędniowego. Taki sposób postępowania może prowadzić do decyzji gospodarczych nie zawsze optymalnych pod względem wykorzystania potencjału produkcyjnego siedlisk. Zdaniem Kliczkowskiej i Bruchwalda (2000), dla poprawnego określenia możliwości produkcyjnych siedlisk należałoby precyzyjniej powiązać ich opis z właściwie zbudowanym systemem krzywych bonitacyjnych.

Tablice zasobności i modele wzrostu są narzędziem niezbędnym przy podejmowaniu decyzji w procesie planowania działań gospodarczych mających na celu optymalne wykorzystanie zdolności produkcyjnych siedlisk leśnych. Przewidywanie kształtowania się wzrostu, zasobności, a tym samym produkcji, jest konieczne przy planowaniu działań w perspektywie zarówno krótkoterminowej, jak i długoterminowej. Niezależnie od konstrukcji tych narzędzi, wszystkie rozwiązania mają wspólny cel: przewidywanie charakterystyk drzewostanu w wybranym punkcie czasu. Informacje o wzroście i zasobności drzewostanów uzyskane na podstawie modeli mogą być wykorzystywane do:

- przewidywania produkcji drewna,
- aktualizacji wyników inwentaryzacji,
- oceny alternatywnych sposobów postępowania hodowlanego,
- planowania urzędniowego.

Potrzeba posiadania przez leśników narzędzia racjonalnego zarządzania zasobami leśnymi i możliwości przewidywania wzrostu i zasobności drzewostanów była dostrzegana od dawna. Tablice zasobności uwzględniające klasy produktywności siedlisk (bonitacje) jako pierwszy skonstruował Franz Baur (1877). Prace nad tablicami budowanymi przez Baura były kontynuowane przez Schwappacha, który w latach 1908 i 1912 opracował tablice zasobności stosowane nadal w praktyce leśnej w Polsce. Tablice te zosta-

ły zbudowane ponad 100 lat temu na danych dotyczących drzewostanów odnawianych głównie naturalnie, pielęgnowanych według schematu cięć pielęgnacyjnych niestosowanego w praktyce leśnej w Polsce, głównie według zasad trzebieży dolnej. Podstawę tablic zasobności dębu stanowiły, co najmniej w połowie, dane dotyczące drzewostanów dębu szypułkowego pochodzących całkowicie lub częściowo z odrośli. Tablice Schwappacha mają, tak samo jak identyczne z nimi tablice zasobności dębu Wiedemanna, krańcowo niski poziom powierzchni przekroju, który często wynosi tylko 50% poziomu możliwego do osiągnięcia (Assmann 1968). Sprawia to, że zastosowanie ich jako narzędzia w planowaniu użytkowania przedrębego może skutkować zbyt silnym trzebieżeniem drzewostanów dębowych. W związku z licznymi zastrzeżeniami w odniesieniu do przyjętych schematów trzebieżowych oraz do dokładności, tablice Schwappacha wycofano z praktyki leśnej w Niemczech już w roku 1923. W porównaniu z najnowszymi tablicami opracowanymi dla tych samych gatunków i regionów (np. Lembcke i in. 2000) różnią się pod względem wartości takich cech jak powierzchnia pierśnicowego przekroju czy przyrost nawet o kilkadziesiąt procent, na przykład w przypadku sosny.



Ryc. 1. Struktura i elementy systemu wspomagania decyzji w planowaniu strategicznym (na podstawie Pretzsch i in. 2008)

Nieadekwatność tablic Schwappacha dostrzegano w Polsce już przed II wojną światową, co stało się bezpośrednią inspiracją do opracowania nowych tablic. W roku 1932 ukazały się tablice Jedlińskiego, w których zastosowano oryginalną metodykę budowy krzywych bonitacyjnych na podstawie pierśnicy. Zastosowane rozwiązanie okazało się jednak niedokładne, w związku z czym tablice te nie weszły do praktyki. W roku 1936 opublikowane zostały tablice Płońskiego, które opracowane zostały na bazie danych ze stałych powierzchni badawczych, założonych głównie w niepielęgnowanych drzewostanach sosnowych ówczesnej wschodniej Polski. Po II wojnie światowej, w związku ze zmianą granic, obszary, na których zebrano materiał badawczy, znalazły się poza terytorium Polski, zmieniono ponadto sposób gospodarowania, co przyczyniło się do wycofania się ze stosowania tablic Płońskiego.

W zmienionych granicach Polski znalazł się natomiast obszar, z którego pochodziła część drzewostanów wykorzystanych do budowy tablic Schwappacha. Po technicznej ekstrapolacji danych z tablic Schwappacha dla sosny o klasę Ia przeprowadzonej przez Szymkiewicza (1948) oraz uwzględnieniu danych z tablic dla słabszych zabiegów pielęgnacyjnych dla sosny opracowanych przez Płońskiego (1937), jak też tablic dla modrzewia Schobera (1957), tablic dla dębu Wimmenauera (1913) oraz tablic dla olszy, brzozy i osiki opracowanych przez Tiurina (1945), tablice zostały ponownie zestawione i wprowadzone do praktyki leśnej. Już od momentu wprowadzenia do praktycznego użycia tablic zestawionych przez Szymkiewicza leśnicy zgłaszali liczne zastrzeżenia do wartości wybranych cech i prognoz przyrostu otrzymywanych z tablic. Pomimo to są one nadal stosowane w praktyce leśnej w Polsce. Dokładność tablic jest różna w zależności od regionu oraz jakości siedlisk, dla których są one stosowane. Ewidentna systematyczna niezgodność prognozowanego przyrostu drzewostanów z przyrostem, jaki dokonywał się w rzeczywistości, jest stwierdzana między innymi w ramach kolejnych rewizji planów urządzenia lasu. Znaczne różnice między przyrostem drzewostanów a przyrostem szacowanym na podstawie tablic zasobności stwierdzano także w badaniach naukowych. Zgeneralizowanej w skali kraju informacji o różnicach pomiędzy rzeczywistym przyrostem mąszszości drzewostanów poszczególnych gatunków a przyrostem prognozowanym według tablic zasobności dostarczają wyniki II cyklu pomiarów wykonanych w ramach wielkoobszarowej inwentaryzacji stanu lasu.

Zwiększenie produktyjności siedlisk i przyrostu mąszszości drzewostanów jest obserwowane w krajach europejskich i na świecie już od kilku dziesięcioleci. Szczególne wzmoczenie przyrostu obserwowane jest w ostatnich 25–30 latach. Jako przyczynę tego stanu rzeczy wskazuje się eutrofizację siedlisk powodowaną przez depozycję azotu, wzrost stężenia dwutlenku węgla w atmosferze oraz zmianę wybranych parametrów klimatycznych, w tym wzrost średniej rocznej temperatury powietrza i związane z nim wydłużenie okresu wegetacyjnego, co szczególnie sprzyja zwiększeniu bieżącego rocznego przyrostu mąszszości drzewostanów większości gatunków lasotwórczych występujących w centralnej Europie. Na zwiększenie produktyjności drzewostanów wpłynęło również stosowanie selekcji pod kątem właściwości wzrostowych oraz doskonalenie sposobów gospodarowania. Zwiększony przyrost powoduje akumulację zapasu. Wymaga to odpowiedniego dostosowania cięć w celu uniknięcia drzewostanów o zbyt dużym zagęszczeniu i niestabilnej strukturze związanej ze wskaźnikiem smukłości. Szybciej przyrastające drzewa osiągają określone wymiary w krótszym okresie, co powinno mieć również wyraz w wieku rębności drzewostanów gospodarczych. W tym względzie adekwatne informacje o wzroście i produktyjności pochodzące z tablic mają kluczowe znaczenie dla planowania, mającego na celu zapewnienie stabilnej struktury oraz zapobieganie rozpadowi drzewostanów przez wyprzedzanie przebiegu zdarzeń.

Używane obecnie w Polsce tablice zasobności zestawione przez Szymkiewicza (1961) zostały zbudowane na nieadekwatnym do obecnych warunków materiale badawczym i wydaje się, że nie powinny być nadal narzędziem służącym do planowania w gospodarce leśnej. Nie umożliwiają bowiem wiarygodnego przewidywania przyrostu i produkcji drewna czy prawidłowej aktualizacji danych z inwentaryzacji. Od 1994 r. bieżący przyrost mąszszości stanowi kryterium regulacji użytkowania przedrębego w planowa-

niu urządzeniowym. Prawdliwość ustalenia, jaka część przyrostu ma być pozyskana w ramach użytkowania przedrębego, w dużym stopniu zależy od właściwego ustalania przyrostu spodziewanego. Bieżący przyrost miąższości ustalony z wykorzystaniem tablic zasobności i przyrostu drzewostanów (bezpośrednio lub pośrednio) jest również wykorzystywany przy eksperckim opracowywaniu prognoz rozwoju zasobów drzewnych oraz ustalaniu możliwości użytkowania głównego w lasach różnych form własności. Dokładność tablic zasobności i modeli wzrostu ma zatem bezpośredni wpływ na poprawność regulacji użytkowania przedrębego oraz prognozowania rozwoju zasobów drzewnych i możliwości użytkowania głównego w lasach różnych form własności.

Podsumowanie i wnioski

- Jednym z najważniejszych wyzwań stojących przed zarządzającymi lasami są zmiany warunków wzrostu. Przewidywanie najbardziej prawdopodobnych zmian produktywności siedlisk powinno być podstawą do działań mających na celu zminimalizowanie ryzyka powstania niekorzystnych zjawisk w środowisku leśnym.
- Symulacje zmian produktywności siedlisk za pomocą modeli pozwalają na wskazanie siedlisk i gatunków szczególnie narażonych na negatywne skutki zmian wybranych parametrów klimatu. Modele produktywności siedlisk mogą być także pomocne przy ustalaniu obszarów występowania gatunków lasotwórczych współcześnie i w przyszłości i mogą stanowić naukowy argument w toczących się obecnie dyskusjach nad kryteriami ustalania naturalnych zasięgów występowania gatunków drzew leśnych.
- Zastosowanie kryteriów i indykatorów tylko do monitoringu i oceny przyrostu drzewostanów nie spełnia współczesnych oczekiwań. Potrzebne są narzędzia do symulacji, takie jak siedliskowe modele wzrostu (tablice) oraz modele fizjologiczne. Modele tego typu powinny być jednym z modułów systemu planowania wykorzystywanym w planowaniu krótko-, średnio- i długoterminowym (strategicznym), pozwalającym na rozważanie alternatywnych sposobów postępowania w zarządzaniu zasobami leśnymi.
- Aktualna produktywność siedliska wyrażona za pomocą bieżącego rocznego przyrostu miąższości może być pomocą zarówno przy podejmowaniu strategicznych decyzji dotyczących ustalania etatów użytkowania głównego, jak i praktycznego ustalania nasilenia zabiegów pielęgnacyjnych.
- Używane obecnie w Polsce tablice zasobności zostały zbudowane na materiale badawczym nieadekwatnym do obecnych warunków i nie powinny być narzędziem służącym do planowania w gospodarce leśnej. Nie pozwalają one bowiem na wiarygodne szacowanie przyrostu i produkcji drewna czy na prawidłowe aktualizowanie danych z inwentaryzacji. Określanie przyrostu na podstawie tablic zasobności skutkuje zaniżaniem prognozowanego przyrostu drzewostanów, co między innymi utrudnia podejmowanie optymalnych decyzji hodowlanych.
- Pilnie potrzeba podjęcia wspólnych działań na poziomie krajowym, których celem byłoby opracowanie nowych tablic zasobności oraz budowa modeli wzrostu dla głównych gatunków lasotwórczych Polski. Poza zastosowaniem w planowaniu

urządzeniowym rozwiązania tego typu powinny stanowić jeden z podstawowych elementów systemu wspomagania decyzji w zarządzaniu zasobami leśnymi. Ponadto modele wzrostu drzewostanów, w powiązaniu z informacjami o potencjalnej produktywności siedlisk, mogą stanowić podstawę określania zdolności obszarów leśnych Polski do sekwestracji dwutlenku węgla.

Literatura

- Albert M., Schmidt M. 2010. Climate-sensitive modelling of site-productivity relationships for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and common beech (*Fagus sylvatica* L.). *Forest Ecology and Management* 259, 739–749.
- Assmann E. 1968. Nauka o produktywności lasu. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Beaulieu J., Raulier F., Prigent G., Bousquet J. 2011. Predicting site index from climatic, edaphic, and stand structural properties for seven plantation-grown conifer species in Quebec 693, 682–693. DOI: 10.1139/X11-006.
- Burkhart H.E., Tomé M. 2012. *Modeling Forest Trees and Stands*. Springer-Verlag, Dordrecht, Heidelberg, New York, London.
- Bruchwald A. 1980. Produkcyjność a produktywność lasu. *Sylvan*, 124 (7), 37–43.
- Bruchwald A., Dudek A., Michalak K., Rymer-Dudzinska T., Wroblewski L., Zasada M. 1999. Model wzrostu dla drzewostanów świerkowych. *Sylvan* 1, 19–31.
- Chen H.Y., Klinka K. 2000. Height growth models for high-elevation subalpine fir, Engelmann spruce, and lodgepole pine in British Columbia. *Western Journal of Applied Forestry* 2, 62–69.
- Chen H.Y.H., Klinka K., Kabzems R.D. 1998a. Site index, site quality, and foliar nutrients of trembling aspen: relationships and prediction. *Canadian Journal of Forest Research* 28, 1743–1755.
- Chen H.Y.H., Klinka K., Kabzems R.D. 1998b. Height growth and site index models for trembling aspen (*Populus tremuloides* Michx.) in northern British Columbia. *Forest Ecology and Management* 28, 1743–1755.
- Claessens H., Pauwels D., Thibaut A., Rondeux, J. 1999. Site index curves and autecology of ash, sycamore and cherry in Wallonia (Southern Belgium). *Forestry* 72, 171–182. DOI: 10.1093/forestry/72.3.171.
- Cochran P.H. 1985. Site Index, Height Growth, Normal Yields, and Stocking Levels for Larch in Oregon and Washington.
- Elfving B., Kiviste A. 1997. Construction of site index equations for *Pinus sylvestris* L. using permanent plot data in Sweden. *Forest Ecology and Management* 98, 125–134.
- Gatzojannis S. 2000. Site-index Model for *Abies cephalonica* in the Mount Taygetos Forest in Greece. *Scand. J. For. Res.* 15, 326–333. DOI: 10.1080/028275800447959.
- Hägglund B., Lundmark J.E. 1977. Site index estimation by means of site properties of Scots pine and Norway spruce in Sweden. *Stud. For. Suec.* 138, 5–38.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: synthesis report. Intergovernmental Panel on Climate Change, Plenary XXVII, Valencia, Spain.
- Jung I., Nor D., Jeong J., Kim S., Chung D., Han S. 2008. Estimate Site Index Equations for *Pinus densiflora* Based on Soil Factors in Gyeonggi Province 24, 155–158.
- Kayahara G.J., Klinka K., Marshall P.L. 1998. Testing site index-site factor relationships for predicting *Pinus contorta* and *Picea engelmannii* × *P. glauca* productivity in central British Columbia, Canada. *Forest Ecology and Management* 110, 141–150.
- Keller W. 1991. Określanie bonitacji na podstawie siedliska. *Sylvan* 7, 41–49.
- Kliczkowska A., Bruchwald A. 2000. Kształtowanie się bonitacji drzewostanów świerkowych na terenach górskich. *Sylvan* 9, 5–15.
- Korkalainen T., Laurén A. 2006. Using phytogeomorphology, cartography and GIS to explain forest site productivity expressed as tree height in southern and central Finland. *Geomorphology* 74, 271–284. DOI: 10.1016/j.geomorph.2005.09.001.

- Lembcke G., Knapp E., Dittmar O., 2000. Ertragstafel für die Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) im nordostdeutschen Tiefland. Vieth + Vieth Eberswalde.
- Mathiasen R.L., Olsen W.K., Edminster C.B. 2006. Site Index Curves for White Fir in the Southwestern United States Developed Using a Guide Curve Method. *West. J. Appl. For.* 21, 87–93.
- Mitsuda Y., Yoshida S., Imada M. 2001. Use of GIS-derived environmental factors in predicting site indices in Japanese larch plantations in Hokkaido. *J. For. Res.* 6, 87–93. DOI: 10.1007/BF02762493.
- Monserud R.A., Huang S., Yang Y. 2006. Predicting lodgepole pine site index from climatic parameters in Alberta. *For. Chron.* 82, 562–571.
- Monserud R.A., Moody U., Breuer D.W. 1990. A soil-site study for inland Douglas-fir. *Can. J. For. Res.* 20, 686–695. DOI: 10.1139/x90-092.
- Monserud R.A., Yang Y., Huang S., Tchebakova N. 2008. Potential change in lodgepole pine site index and distribution under climatic change in Alberta. *Can. J. For. Res.* 38, 343–352. DOI: 10.1139/X07-166.
- Nigh G.D., Sit V. 1996. Validation of forest height-age models. *Can. J. For. Res.* 26, 810–818.
- Nord-Larsen T., 2006. Developing Dynamic Site Index Curves for European Beech. *For. Sci.* 52, 173–181.
- Nothdurft A., Wolf T., Ringeler A., Böhner J., Saborowski J. 2012. Spatio-temporal prediction of site index based on forest inventories and climate change scenarios. *Forest Ecology and Management* 279, 97–111.
- Payandeh B., Wang Y. 1994. A site-index model remodified. *Can. J. For. Res.* 24, 197–198.
- Paschalis-Jakubowicz P. 2012. Uwarunkowania strategii rozwoju Lasów Państwowych. Warszawa, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych.
- Pretzsch H., Grote R., Reineking B., Rötzer T., Seifert S. 2008. Models for forest ecosystem management: a European perspective. *Annals of Botany*, 101(8), 1065–87.
- Romanyá J., Vallejo V.R. 2004. Productivity of *Pinus radiata* plantations in Spain in response to climate and soil. *Forest Ecology and Management* 195, 177–189.
- Schwappach A. 1943. Ertragstafeln der wichtigeren Holzarten. Druckerei Merkur, Praga.
- Seynave I., Gégout J.C., Hervé J.C., Dhôte J.F., Drapier J.B.É., Dumé G. 2005. *Picea abies* site index prediction by environmental factors and understorey vegetation: a two-scale approach based on survey databases. *Canadian Journal of Forest Research* 35, 1669–1678.
- Sharma M., Amateis R.L., Burkhart H.E. 2002. Top height definition and its effect on site index determination in thinned and unthinned loblolly pine plantations. *Forest Ecology and Management* 168, 163–175.
- Sharma R.P., Brunner A., Eid T., Øyen B.-H. 2011. Modelling dominant height growth from national forest inventory individual tree data with short time series and large age errors. *For. Ecol. Manage.* 262, 2162–2175. DOI: 10.1016/j.foreco.2011.07.037.
- Sharma R.P., Brunner A., Eid T. 2012. Site index prediction from site and climate variables for Norway spruce and Scots pine in Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27, 619–636.
- Skovsgaard J.P., Vanclay J.K. 2008. Forest site productivity: a review of the evolution of dendrometric concepts for even-aged stands. *Forestry* 1, 13–31.
- Socha J. 2008. Effect of topography and geology on the site index of *Picea abies* in the West Carpathians, Poland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 23, 203–213.
- Socha J. 2010. Metoda modelowania potencjalnych zdolności produkcyjnych świerka w górach. *Zesz. Nauk. Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, Rozprawy*, 461.
- Socha J., Durlo G. 2012. How will climate change impact biomass increment by Norway spruce stands in Western Beskids? *Folia Forestalia Polonica* 54 (2), 94–108.
- Szymkiewicz B. 1986. Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów. Wyd. 5. PWRiL, Warszawa.
- Van Laar A., Akça A. 1997. Forest mensuration. Göttingen, Cuvillier.
- Weiskittel A.R., Hann D.W., Kershaw Jr. J.A., Vanclay J.K. 2011. *Forest Growth and Yield Modeling*, 2011.
- Wenk G., Antanaitis V., Smelko S. 1990. *Waldertagstehre*. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 448 pp.
- West P.W. 2004. *Tree and forest measurement*. Springer Verlag, Berlin–Heidelberg.

Problemy badań leśnych w Polsce

Głos w dyskusji

prof. dr hab. Dariusz J. GWIAZDOWICZ

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Poziom naukowy badań leśnych

Na temat poziomu badań naukowych w danej dziedzinie jest niezmiernie trudno dyskutować ze względu na ogromne zróżnicowanie tematyki czy specyfiki badań. To z kolei wymusza konieczność wprowadzenia uogólnień, które mogą niejednokrotnie być odległe od konkretnego przykładu. Ponadto zawsze pojawiają się wątpliwości, jakie przyjąć kryteria w ocenie wartości naukowej na przykład określonej publikacji. Jestem świadomy powyższych trudności, ale uważam, że powinniśmy taką dyskusję prowadzić i starać się znajdować jak najbardziej obiektywne argumenty pozwalające na rzetelną ocenę efektów naszej pracy. Podstawowymi efektami pracy naukowej są publikacje, więc proponuję skoncentrować się na tym zagadnieniu.

Ilu mamy potencjalnych autorów publikacji, czyli pracowników naukowych, którzy mają stopnie i tytuły z zakresu nauk leśnych i są aktywni zawodowo? Biorąc pod uwagę trzy główne wydziały leśne, Instytut Badawczy Leśnictwa oraz mniejsze jednostki i pracowników innych uczelni, którzy specjalizują się w naukach leśnych, można powiedzieć, że jest to około 400 osób. I tu się pojawia drugie pytanie – jaka jest wartość naukowa publikacji tworzonych przez tę grupę osób? Odpowiedź jest niezmiernie trudna, ale spróbujmy jej poszukać wykorzystując kryteria, które się zazwyczaj stosuje w takich sytuacjach. Wychodzi się z założenia, że dobra publikacja zostanie przyjęta do druku w renomowanym czasopiśmie, a kiepska publikacja nie zostanie w nim zaakceptowana, gdyż kryteria oceny naukowej przyjęte przez redakcję i recenzentów są stosunkowo wysokie. Miarą wartości naukowej czasopisma jest *impact factor* (IF), czyli miara oddziaływania. A zatem im wyższy IF, tym bardziej prestiżowe czasopismo. Nie wszystkie czasopisma publikujące wyniki badań leśnych są indeksowane, a czasopism z IF jest około 50. Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego przygotowało swoją listę rankingową czasopism, którym przyporządkowano określoną wartość punktową od 1 do 50.

Opierając się na prawie Bradforda, które mówi, że w każdej dziedzinie jest tylko kilka czasopism kluczowych, publikujących najważniejsze, najbardziej wartościowe publikacje, a wszystkie pozostałe są tłem, można wyróżnić te najbardziej liczące się periodyki w zakresie nauk leśnych. Dlatego pozwoliłem sobie przejrzeć spisy treści z ostat-

nich pięciu lat czasopism, które według klasyfikacji ministerialnej mają co najmniej 40 punktów. Zapoznałem się nie tylko z czasopismami leśnymi *sensu stricto*, jak np. „Annals of Forest Science”, „Forestry”, „Forest Ecology and Management”, ale także tymi z zakresu ekologii, entomologii, fizjologii roślin. Z mojej pobieżnej analizy wynika, że polscy „leśni naukowcy” w najlepszym razie publikują rocznie zaledwie kilka prac w wysoko punktowanych czasopismach. W tym kontekście kiepsko wypadamy w porównaniu z niektórymi zagranicznymi placówkami naukowymi zajmującymi się naukami leśnymi.

A jak wypadamy w konkurencji krajowej, w porównaniu na przykład z naukami przyrodniczymi, rolniczymi, weterynaryjnymi, itp.? Od kilku lat oceniam projekty w Narodowym Centrum Nauki w ramach panelu 9 (nauki o życiu). Jest to dobre doświadczenie, gdyż ma się bezpośrednie porównanie projektów z różnych dziedzin i można łatwo wyjaśnić, dlaczego te z zakresu nauk leśnych tak rzadko trafiają do finansowania. Odpowiedź jest stosunkowo prosta, gdy ocenia się nowatorskość, innowacyjność, oryginalność projektu oraz dorobek naukowy kierownika, to wypadamy zdecydowanie gorzej niż konkurencja.

Kluczową sprawą jest więc dorobek naukowy, publikacje w najlepszych czasopismach. Gdy ktoś mnie pyta – dlaczego masz tak mało publikacji w czasopismach wysoko punktowanych – to, co mogę odpowiedzieć? Mogę oczywiście mówić o specyfice moich badań, o tym, że w mojej dziedzinie nie ma wysoko punktowanych czasopism. Mogę też powiedzieć, że punkty mnie nie interesują, bo to wymysł biurokratów. Myślę, że znalezienie argumentów na potrzeby samousprawiedliwienia przyszłoby mi stosunkowo łatwo, ale tego nie robię. Przyznaję wprost – staram się, ale nie zawsze moje badania są na tak wysokim poziomie, że wyniki chcą mi opublikować najlepsze czasopisma. Dziś mam rocznie 8–11 publikacji z IF, w tym zaledwie 2–3 wysoko punktowane, ale pracuję nad tym, by było lepiej.

Co zatem zrobić, by podnieść poziom naukowy, by więcej publikacji naszych naukowców trafiało do najlepszych czasopism? Czy to wynika z niedofinansowania nauki? Nie wydaje mi się, by kluczową kwestią był tutaj brak środków finansowych. Co prawda, nie wiem, ile kosztuje zatrudnienie około 400 osób zajmujących się naukami leśnymi w Polsce. Nie wiem, ile pieniędzy rocznie jest wydawanych na projekty badawcze. Ale wiem, ile wydają na badania Lasy Państwowe i jaki jest z tego efekt publikacyjny. Miżerny! Rozumiem oczywiście, że zleceniodawca jest zadowolony, bo otrzymał to, co zamówił, ale z naukowego punktu widzenia, gdy nie ma publikacji, to nie można pozytywnie ocenić efektów projektu.

Skoro nie pieniądze, to co? Ludzie! Chodzi o wybitnych naukowców, którzy kreują nauki leśne w Polsce. Trzeba wspierać najlepszych, to znaczy tych, którzy mają znaczący dorobek naukowy (publikacyjny) i na nich budować zespoły, im zlecać i powierzać projekty, bo oni są gwarancją wyników na wysokim poziomie. Trzeba rozwijać współpracę naukową z najlepszymi placówkami naukowymi na świecie. I to można zrobić od razu, bez nakładów finansowych.

Oczywiście trzeba i należy dyskutować nad priorytetowymi kierunkami rozwoju badań leśnych w naszym kraju, na przykład z punktu widzenia rozwoju regionalnego, potrzeby ochrony przyrody czy gospodarki. Natomiast w moim odczuciu kluczową

sprawą nie jest zastanawianie się, czy ważniejsze są badania nad grzybami i owadami czy też przyrostem drzew i drzewostanów. Ważne są te, które są wartościowe i opublikowane w bardzo dobrym czasopiśmie, bez względu na to, czy dotyczą bakterii czy krajobrazu leśnego.

Badania naukowe i monitoring

Można odnieść wrażenie, że w naszych codziennych dyskusjach nie rozumiemy różnicy pomiędzy badaniami naukowymi i monitoringiem. Konsekwencją tego niezrozumienia są postulaty prowadzenia badań naukowych obejmujących okres nawet kilkudziesięciu lat. Dlatego przypomnijmy, że praca naukowa to forma aktywności twórczej charakteryzująca się oryginalnością, nowatorskością, innowacyjnością, która jest realizowana w procesie badawczym. Prowadzi do rozwiązania wybranego problemu naukowego w określonym przedziale czasu (najczęściej do trzech lat), przy użyciu metody adekwatnej do celu. Specyfika pracy naukowej polega na poszukiwaniu lub zdobywaniu prawd naukowych poprzez stawianie i weryfikowanie hipotez badawczych, znajdowanie faktów naukowych, łączenie faktów w nowe teorie naukowe. Natomiast monitoring to regularne pomiary lub obserwacje prowadzone w określonym przedziale czasu. Możemy na przykład prowadzić monitoring temperatury powietrza, zanieczyszczeń rzek i jezior, monitoring szkodliwych owadów albo nietoperzy. Tak więc obrączkowanie orłów czy coroczne liczenie dzików nie jest pracą naukową, natomiast uzyskany wynik może być podstawą analiz naukowych. Monitoring pełni wiele funkcji, na przykład dostarcza informacji niezbędnych w celu prowadzenia wydajniejszej działalności gospodarczej w lasach, ograniczania zagrożeń (np. ze strony patogenów grzybowych czy szkodliwych owadów), realizacji skuteczniejszej ochrony przyrody i dlatego powinien być wieloletni, a najlepiej, aby był działaniem ciągłym, taką „neverending story”. Z powyższych względów nad problematyką badań naukowych i monitoringu w lasach pochylić się odrębnie.

Na terenie Lasów Państwowych badania prowadzi wiele ośrodków naukowych, jak na przykład instytuty PAN (Biologii Ssaków, Botaniki, Dendrologii, Ochrony Przyrody, Środowiska Rolniczego i Leśnego) oraz szereg jednostek uczelnianych. Zakres tematyczny realizowanych tematów jest niezmiernie szeroki, konsekwencją czego jest zróżnicowanie prac terenowych, począwszy od wyznaczania powierzchni badawczych, a kończąc na jednorazowym zbiorze niewielkich próbek. Niestety nie ma obecnie pełnego rejestru i powszechnie dostępnej informacji, kto i gdzie prowadzi badania, jaki jest ich cel i zakres. Niekiedy takie informacje pojawiają się na stronach internetowych dyrekcji czy nadleśnictwa, ale zazwyczaj ich po prostu nie ma. Bardzo często po skończonym projekcie nie przysyła się publikacji do nadleśnictwa czy RDLP, tłumacząc się, że to nikogo nie interesuje. Tymczasem z wielu względów taki rejestr byłby wskazany i przydatny zarówno administracji Lasów Państwowych, jak i naukowcom z różnych ośrodków. Gromadzono by w nim wszelkie informacje o projekcie i wykonawcach, ale także efekty badań czyli publikacje. Lasy Państwowe miałyby wiedzę, jakie badania są prowadzone na ich terenie i mogłyby taką wiedzę wykorzystać na przykład podczas opracowywania programów ochrony przyrody dla nadleśnictwa. To byłaby też okazja

do pokazania lasu jako miejsca prowadzenia prac badawczych i źródła wiedzy naukowej. Z kolei naukowcy otrzymaliby informację, kto, co i gdzie robi, co pozwoliłoby im na rozwijanie, poszerzanie, uzupełnianie takich badań. Ponadto rejestr pozwoliłby na pełniejszą ocenę wykonanych prac przez specjalistów z innych ośrodków.

W tym kontekście problemem jest też rejestr powierzchni badawczych. Obecnie nie ma jasnych i klarownych zasad, naukowcy nie piszą sprawozdań i nie wiadomo, co się na tych powierzchniach dzieje. Nie wiadomo, czy doświadczenie już zakończono czy też nie, a podczas prac urzędzeniowych nad operatem trzeba coś zdecydować. Gdy próby nawiązania kontaktu z osobami zainteresowanymi nie przynoszą rezultatu, może się zdarzyć, że zostaną podjęte decyzje zmierzające do zlikwidowania takiej powierzchni. W efekcie możemy stracić bardzo cenne doświadczenie. Dlatego warto rozważyć utworzenie ogólnopolskiego rejestru takich powierzchni, w którym zamieszczono by podstawowe informacje o zadaniach tam realizowanych. Wtedy będzie wszystko uporządkowane i będzie mogło być kontynuowane, przez kolejne pokolenie leśników.

Natomiast odrębną kwestią jest prowadzenie i rozwijanie wieloletnich programów monitoringowych oraz inwentaryzacji przyrodniczej na terenach leśnych, które mogą być podstawą badań naukowych. Obecnie monitoring w lasach jest bardzo zróżnicowany i prowadzony przez wiele jednostek, np. przez Lasy Państwowe, placówki naukowe, organizacje społeczne. Nie jest on do końca zintegrowany, choć ministerstwo koordynuje zintegrowany monitoring środowiska przyrodniczego. Jednak ci, którzy poszukiwali niektórych informacji, wiedzą, że nie zawsze są one powszechnie dostępne.

Niezmierzennie ważną sprawą jest opracowanie i propagowanie w nadleśnictwach prostych metod inwentaryzacji przyrodniczej, pozwalających na porównywanie wyników w większej skali. Będzie to przydatne nie tylko do podniesienia wartości programów ochrony przyrody dla nadleśnictwa, ale może być także podstawą analiz np. ekologicznych.

REKOMENDACJA: Utworzenie krajowego, ogólnie dostępnego rejestru badań i monitoringu oraz powierzchni doświadczalnych zlokalizowanych na terenie Lasów Państwowych.

Podsumowania i rekomendacje

Dorobek panelu NAUKA jest niezwykle bogaty. W niniejszym rozdziale umieszczono główne tezy opracowań i wątki dyskusji panelowej oraz sformułowane na tej podstawie 92 rekomendacje. Dotyczą one szerokiego zakresu problematyki nauk i badań leśnych, począwszy od podstaw metodologicznych i relacji do innych nauk, do praktyki leśnej i ochrony przyrody, przez szczegółowe propozycje badań z zakresu hodowli, genetyki, ochrony i urządzania lasu związane ze zmianami klimatycznymi, oczekiwaniami sektora drzewnego, zielonej gospodarki, z edukacją, kształceniem oraz z organizacją badań i ich finansowaniem. Rozległość problematyki i mnogość rekomendacji oraz szeroki udział ośrodków naukowych i środowiska uczonych świadczą o potrzebie dyskusji o naukach i badaniach naukowych w sektorze leśno-drzewnym i o ochronie przyrody w lasach. Świadczą o niedostatecznym zakresie wymiany poglądów i o braku możliwości wyrażania potrzeb przez środowiska naukowe. Zebrany materiał może posłużyć do opracowania spójnego, wspólnego dla ośrodków naukowych i praktyki gospodarczej, komponentu badawczego do Narodowego Programu Leśnego. Może też służyć w przyszłości jako inspiracja do formułowania nowych programów i tematów badawczych.

* * *

Główny nurt badań leśnych jest dzisiaj związany z ochroną lasu, zabezpieczeniem naturalnej różnorodności biologicznej ekosystemów, zachowaniem trwałej zdolności lasu do produkcji towarowej (głównie drewna) oraz z zachowaniem rozwoju funkcji poza-produkcyjnych (**Wodzicki**). Nie wyczerpuje to potrzeb współczesnego leśnictwa, które poszerza swój obszar zainteresowań o problemy rynku, sposoby zarządzania, problematykę socjologiczną, związki z antropologią, etnografią, kulturą materialną i duchową, humanistyką (**Rykowski**). Lasy przyciągają uwagę badaczy różnych specjalności swoją osobliwą organizacją i licznymi funkcjami w życiu społeczeństw i w środowisku naturalnym. Można to wyrazić słowem „wspólnota” (**Zięba**). Wspólnota leśna nie jest luźnym i przygodnym zbiorowiskiem roślin, zwierząt, grzybów i drobnoustrojów, lecz jest systemem o wyjątkowej organizacji, zbudowanym z różnorodnych elementów, takich jak flora, fauna, gleba, klimat i inne czynniki. W wyniku różnego rodzaju relacji między tymi składnikami następuje organizacja wspólnoty o specyficznej strukturze, charakteryzującej się właściwościami emergentnymi. Cechą tej wspólnoty są powiąza-

nia między elementami organicznymi i nieorganicznymi: geochemii z biologią, geologią z klimatem, również natury z kulturą. Wspólnota ta jest przejawem kreatywności natury (**Zięba**).

REKOMENDACJA 1: Las jest szczególnym przedmiotem badań wielu dziedzin, dyscyplin i specjalności naukowych. Każda z nich postrzega i bada las we właściwy sobie sposób i w obrębie własnej metodologii. Celem nauk i badań leśnych jest umiejętne powiązanie głównych kierunków poznawczych i całej dostępnej wiedzy o lesie, również spoza leśnictwa, w program spójny, z jednej strony poszerzający znajomość lasu jako tworu natury, z drugiej zaś – zwiększający możliwości osiągnięcia, poprzez odpowiednie zagospodarowanie lasów i zarządzanie nimi, wielostronnych korzyści.

Wyjście poza tradycyjny krąg nauk leśnych i poszerzenie interdyscyplinarności powinno być jedną z głównych właściwości badań nad lasem i przesłaniem na XXI wiek.

W emergentystycznej koncepcji lasu podkreśla się kompleksowość i heterogenność oraz kolektywne działanie wszystkich elementów. Na tych cechach oparte są relacje między światem nieorganicznym i organicznym, kompleksowość sieci troficznych, strumienie energomaterii i informacji oraz cykle biogeochemiczne. Emergentyzm w nauce współczesnej pełni rolę komplementarną w stosunku do redukcjonizmu (analityczności). Przyczynia się do ukazania specyfiki życia, do wskazania na różnice między światem abiotycznym a biotycznym. Porównanie przedmiotów abiotycznych z biotycznymi ukazuje, że biotyczne charakteryzują się nowymi cechami pełniącymi nowe funkcje biologiczne. Emergencja jest dana przez przyrodę w doświadczeniu, jest więc pojęciem związanym z empiryczną koncepcją nauki (**Zięba**).

REKOMENDACJA 2: Potrzebne jest rozwijanie metodologiczno-epistemologicznej strategii badawczej systemów leśnych. Wiedza o lasach, jako kluczowym elemencie lądowego systemu podtrzymującego życie na Ziemi, powinna mieć, obok aspektu praktycznego, status autonomicznej dziedziny naukowej, integrującej wiele nauk przyrodniczych, ekonomicznych, społecznych, humanistycznych i innych. Wiedza o systemach leśnych powinna wskazywać problemy i rozwiązywać je na podstawie danych z wielu dziedzin oraz obszarów wspólnych dla wielu dziedzin i dyscyplin naukowych. Poszerzaniu obszaru badań o nowe dziedziny i dyscypliny naukowe powinno towarzyszyć pogłębianie istniejących specjalności.

Las jest układem otwartym o metabolizmie zależnym od ciągłości przepływu energii i materii ze środowiska i do środowiska. Jest to główna właściwość i warunek ewolucji na każdym poziomie organizacji życia na Ziemi. W przypadku ekosystemów leśnych ewolucja oznacza przede wszystkim powstanie biocenoz zdeterminowanych strukturą drzewostanów, a więc powstanie systemu zależności nisz bytowych wielu gatunków organizmów w sieci stosunków troficznych (**Wodzicki**). Jednym z najbardziej

zawansowanych produktów ewolucji jest homeostaza ekosystemów leśnych, tzn. zdolność równoważenia elementów struktury troficznej ekosystemu. Niezrównoważenie rozwoju któregoś ze składników w skrajnym przypadku powoduje zniszczenie całego układu. Przykładem jest gradacja owadów albo niezrównoważony rozwój patogenów czy roślinożerców (zwierzyna). W tym sensie, destruktoorem ekosystemów leśnych przez tysiąclecia był (i wciąż jest) także człowiek (**Wodzicki, Oleksyn, Rykowski**). Od czasu, kiedy człowiek zaczął prowadzić gospodarkę leśną, modyfikacja homeostazy w określonych granicach umożliwia użytkowanie lasu. W ekologii oznacza to, że człowiek realizuje swą niszę w ekosystemie przez kontrolowaną modyfikację czynników homeostazy, zmieniając poziom i współczynniki zrównoważenia. W tym sensie postęp nauki to wzrost możliwości stosowania w gospodarce leśnej coraz doskonalszych metod planowania i stosowania nowych wariantów struktury lasu (**Wodzicki**). W postępie tym tkwi jednocześnie niebezpieczeństwo przekroczenia dopuszczalnych granic transformacji przyrody, od których zaczyna się jej degradacja (**Rykowski**).

REKOMENDACJA 3: Jednym z najważniejszych zadań, jakie stoją przed naukami leśnymi w XXI wieku, jest poznawanie możliwych i ekologicznie bezpiecznych granic przekształceń ekosystemów w wyniku realizacji zadań gospodarczych, tzn. poznawanie zakresów tolerancji ekosystemów leśnych na odchylenia od układu naturalnej homeostazy. Możliwe jest to w badaniach eksperymentalnych na stałych, reprezentatywnych, odpowiednio dużych powierzchniach badawczych, prowadzonych w odpowiednio długim czasie. Okolicznością sprzyjającą jest ustanowienie sieci lasów referencyjnych w powiązaniu z leśnymi kompleksami promocyjnymi, w których tego typu obserwacje i eksperymenty są możliwe (patrz: rekomendacja 10).

Dotychczasowy ostry podział na nauki/badania podstawowe i nauki/badania stosowane zaciera się, zwłaszcza w badaniach przyrodniczych/biologicznych, służących gospodarowaniu/zarządzaniu przyrodą (nauki rolnicze, weterynaryjne, leśne). Szczególnie jasno widać to w naukach leśnych, w których następuje poszerzanie o nowe dyscypliny, nowe narzędzia badawcze, przede wszystkim w związku z potrzebami rozwoju badań inter-, multi- i transdyscyplinarnych. Główne leśne ośrodki naukowe w istocie nie różnicują badań leśnych w powyższy sposób, zajmując się zarówno badaniami podstawowymi, stosowanymi/aplikacyjnymi, i widzą potrzebę jedności nauki z praktyką leśną (**Pietrzykowski i in., Łakomy, Paschalis-Jakubowicz**).

Źródłem nowej wiedzy o lesie są zarówno wyniki testowania hipotez roboczych w programach badań eksperymentalnych, jak też wyniki realizacji planów gospodarczych przez leśników. Historycznie ukształtował się pogląd o niskiej zdolności teorii nauk leśnych, których dorobek głównie ma mieć postać gromadzonej wiedzy praktycznej. Takie stanowisko dyskryminuje w dużym stopniu nauki i badania leśne i jest współcześnie nie do utrzymania. Zarówno w nauce, jak i w gospodarce głównym czynnikiem postępu są procesy mentalne, a ich wyróżniającą cechą jest kreatywność (**Wodzicki, Zięba**).

W dyscyplinach określanych jako podstawowe powstały teorie, bez których trudno wyobrazić sobie poznawanie struktury lasów i związków lasu z człowiekiem, poczynając

od teorii względności i teorii nieoznaczoności, przez termodynamikę, teorię systemów i cybernetykę, do bardziej szczegółowych teorii dotyczących klimatologii, hydrologii (wywodzących się z nauk geologicznych) czy chemii związków organicznych. Szczególnie ważna jest biologia – prawa fizjologii wzrostu i rozwoju organizmów wszystkich grup taksonomicznych oraz prawa genetyki dotyczące replikacji i mutacji kodu genetycznego DNA. Badania leśne to również poszukiwanie uniwersalnych praw obowiązujących w zoologii, botanice, mykologii, mikrobiologii. O tym, że nauk leśnych nie można uprawiać bez znajomości podstawowych zasad różnych działów matematyki, jak na przykład rachunku prawdopodobieństwa, analizy interakcji wielu zmiennych, topologii i metod analizy geometrycznej przestrzeni, przekonują się wszyscy, którzy stosują metodę naukową. Dotyczy to także ekonomii, socjologii, psychologii i trudnych do zdefiniowania praw estetyki lub sztuk pięknych czy pedagogiki i metodologii edukacji społecznej. Nadal potrzeba wykorzystania wielu elementarnych wniosków z dziedziny medycyny lub wiedzy o zasadach strategii obronności, polityki czy strategii gier. Nadszedł czas włączenia niektórych obszarów nauk podstawowych i ich metodyk do systemu poznawczego nauk leśnych. Tradycyjny podział badań naukowych na podstawowe i stosowane krępuje rozwój po obydwu stronach podziału. Wykorzystanie postępu wiedzy biologicznej ostatnich dziesięcioleci w sektorze leśno-drzewnym i w ochronie przyrody w lasach wymaga rozwoju specjalistycznych badań eksperymentalnych i badań laboratoryjnych o charakterze podstawowym, m.in. z dziedziny ekofizjologii, genetyki, biochemii i biotechnologii, biologii rozmnażania, interakcji międzygatunkowych, wrażliwości na stres (resilencji), fizjologii i inżynierii genetycznej (np. indukcji embriogenezy drzew leśnych czy ksylogenezy) i innych dziedzin pokrewnych. (Wodzicki, Paschalis-Jakubowicz, Rykowski).

REKOMENDACJA 4: Podział na badania podstawowe i stosowane w naukach i badaniach leśnych jest anachronizmem. W ostatnich latach ma miejsce przenikanie się wiedzy teoretycznej i praktycznej, a istotny postęp odnotowują badania inter-, multi- i transdyscyplinarne, korzystające z nowych narzędzi badawczych, stworzonych w wyniku rozwoju badań teoretyczno-poznawczych. Nauki i badania leśne dobrze opanowały zbiór i dokumentowanie danych z różnych dziedzin leśnictwa (np. liczne monitoringi, inwentaryzacje, prognozy), nie w pełni jednakże wykorzystując zgromadzony potencjał wiedzy teoretycznej i praktycznej. Leśnictwo przyszłości, do analizy dużej liczby danych, wielu zmiennych i ich interakcji, potrzebuje szerszego zastosowania metod matematycznych, zwłaszcza nowoczesnych technik predykcyjnych.

Długowieczność drzew, długi okres produkcji leśnej w zmiennej przestrzeni przyrodniczej, przy zmieniających się preferencjach społecznych, determinują zarówno sposoby poznawania, jak i użytkowania lasu. Jednoznaczne zdefiniowanie lasu jako przedmiotu badań naukowych nie jest łatwe. Próby ustalenia jego właściwości są dosyć ryzykowne i mogą prowadzić do zbyt dużych uproszczeń. Złożoność ekosystemu leśnego stanowi metodologiczne wyzwanie dla procedur badawczych z powodu odmiennych punktów widzenia autorów reprezentujących różne dyscypliny naukowe, a zajmujących się lasem w granicach interdyscyplinarnych możliwości poznawczych. Las należy nie-

wątpliwie do kompleksu bioekologicznego, swoistego pod względem fizjonomicznym, strukturalnym, środowiskowym i geograficznym, jak również pod względem historycznym, a więc socjologicznym/społecznym (**Wodzicki, Zięba, Olaczek, Rykowski**). Las, jako twór przyrody, jest wielowymiarowy, niedeterministyczny, nieprzewidywalny, losowy. Wiedza o nieodwracalności, a w długiej perspektywie i nieprzewidywalności (lub niepełnej przewidywalności) zjawisk przyrodniczych, zobowiązuje do analizy dotychczasowych metodologii badań leśnych. Ażeby realizować główną doktrynę trwałego i zrównoważonego rozwoju, leśnictwo powinno przygotować się do zarządzania wielkimi, złożonymi systemami przyrodniczymi, a nauki leśne powinny się przygotować do badania takich systemów. Do tego potrzebne są metodologie wielokierunkowe, probabilistyczne, integrujące wielkie ilości danych w warunkach niepewności. Takich metodologii mogą dostarczyć badania modelowe (**Brzeziecki, Socha**) i techniki teledetekcyjne (geomatyka) (**Pietrzykowski i in.**).

REKOMENDACJA 5: Nauki i badania leśne mają do dyspozycji dwie strategię: deterministyczną i probabilistyczną. Pierwszą, żeby być skutecznym w działaniu praktycznym, a do tego potrzebna jest znajomość bezpośredniej relacji przyczyna-skutek, drugą – żeby poznać i lepiej zrozumieć las/ekosystem leśny w całym jego skomplikowaniu przyrodniczo-ekonomiczno-społecznym i tu trzeba się uciec do metodologii badań systemowych i podejścia holistycznego/emergentystycznego. Pierwsza strategia buduje podstawy rozwoju gospodarki leśnej na poziomie operacyjnym, druga – pomaga poznać i wyjaśnić ogólne prawidłowości i reakcje żywego systemu, jakim jest las i nakazuje ostrożność w jego transformacji.

Przyszłość zarówno nauk i badań leśnych, jak i praktyki leśnej zależy od umiejętności korzystania z obydwu strategii.

Oddzielenie ochrony przyrody od gospodarki leśnej w obszarze zarządzania spowodowało się do oddzielenia przyrody od człowieka w obszarze idei. Grozi to ograniczeniami w rozwoju nauk leśnych i w korzystaniu przez gospodarkę leśną z szerokiego postępu wiedzy. Pociąga to za sobą ograniczenia w projektowaniu i rozwoju bezpiecznych metod wykorzystania wielowartościowego potencjału ekosystemów leśnych dla potrzeb człowieka (**Wodzicki, Rykowski**).

W badaniach leśnych niezbędny jest wątek aksjologiczny (**Zięba, Olaczek, Rykowski**). Potrzebna jest ocena przyrody ze względu na wartości ekologiczne, jak naturalność i różnorodność, wartości intelektualne, estetyczne, duchowe. Wątek aksjologiczny może wprowadzić do badań leśnych ochrona przyrody jako nauka. W ochronie przyrody można widzieć przeniesione do sfery materialnej przykłady wartości uniwersalnych: prawdy, dobra i piękna (**Olaczek**). Wyrazem odpowiedzialności naukowców-przyrodników opowiadających się po stronie ochrony przyrody za kształtowanie stosunku obywateli do gospodarki leśnej i do ochrony przyrody jest stanowisko Komitetu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie przyjęte w dniu 24 listopada 2015 r., przedstawione jako głos zbiorowy w dyskusji nad Narodowym Programem Leśnym (**Olaczek**; patrz Aneks 2: „Lista rekomendacji autorskich...”).

REKOMENDACJA 6: Badania powinny brać pod uwagę rolę gospodarki leśnej w ochronie przyrody oraz rolę ochrony przyrody w kontekście gospodarczych, społecznych i środowiskowych funkcji lasu. Współlistnienie obydwu obszarów na polu naukowym i współpraca są konieczne i mogą być czynnikiem wzmacniającym zarówno gospodarkę leśną, jak i ochronę przyrody.

Równie ważna, jak wyniki badań, jest opinia i autorytet środowiska uczonych w kształtowaniu świadomości społecznej i stosunku obywateli do gospodarki leśnej i do ochrony przyrody. Wspólna jest odpowiedzialność środowisk naukowych w opiniowaniu i komentowaniu pojawiających się konfliktów między gospodarką leśną a ochroną przyrody.

Formułowanie pytań jest początkiem i zakończeniem każdego wartościowego programu badawczego i gospodarczego. Jest to ważny mechanizm postępu/rozwoju, ale może być źródłem nieporozumień między środowiskiem naukowym a instytucją finansującą badania. W nauce panuje przekonanie, że najlepsze odpowiedzi uzyskane po zakończeniu badań to te, które umożliwiają formułowanie dalszych pytań. Dla finansującego badania liczy się natomiast jednoznaczność odpowiedzi i możliwość ich zastosowania w praktyce (Wodzicki). Nieporozumienie może być przezwyciężone poprzez wspólną realizację pewnej kategorii badań terenowych, co podkreśli jedność połączeń nauki z praktyką leśną (Wodzicki, Paschalis-Jakubowicz, Rykowski).

Chodzi o współuczestniczenie „nauki” i „praktyki” w podejmowaniu decyzji gospodarczych i o śledzenie skutków tych decyzji w całym okresie trwania „eksperymentu”, tzn. o metodyczne rejestrowanie wyników obserwacji i pomiarów i w ten sposób wspólne i systematyczne dokumentowanie zdobytej w ten sposób wiedzy. Chodzi więc nie tyle o przekazywanie wyników badań przez jednych do praktycznego ich stosowania przez drugich, co o wspólne ustalanie celów badań w obrębie celów gospodarczych, budowanie hipotez, które uwzględniałyby doświadczenia gospodarza i przeszłość lokalnej gospodarki, o wspólny dobór obiektów i metod, które służyłyby doskonaleniu tego, co jest, lub wprowadzaniu zmian, jeśli zajdzie taka potrzeba. Należy stworzyć możliwości wprowadzania bieżących korekt, wspólnej dyskusji wyników, a ich wdrażanie powinno odbywać się jednocześnie z realizacją badań. Stwarza to szansę minimalizacji błędów przy podejmowaniu decyzji gospodarczych i ograniczenia liczby prób badawczych (Rykowski).

REKOMENDACJA 7: Właściwością badań leśnych jest idiosynkratyczny charakter przedmiotu badań, tzn. jego nieporównywalność przestrzenno-czasowa albo porównywalność silnie ograniczona. Należy poddać krytycznej analizie sposób realizacji niektórych kategorii badań leśnych, dotychczas oparty o klasyczny dwuczłonowy podział: nauka/badania – praktyka/wdrożenia. System: najpierw badania – potem wdrożenia, nie jest adekwatny do fazowego charakteru zarówno samego przedmiotu badań (las), środowiska, jak i oczekiwań społecznych (preferencji). Silnie to ogranicza, a niekiedy uniemożliwia ekstrapolację wyników.

REKOMENDACJA 8: Istnieje potrzeba partnerstwa nauki i praktyki w formułowaniu i realizacji niektórych terenowych badań leśnych i stworzenia nowej kategorii leśnych badań rozwojowych (typu *learning by doing*). Chodzi o realizację zadania badawczego, jako wspólnego poszukiwania rozwiązania konkretnego problemu gospodarczego przy pełnym lokalnym rozpoznaniu i współpracy z administracją leśną. W ten sposób mogą się tworzyć nowe relacje/związki nauki z praktyką leśną i przenikanie się wiedzy teoretycznej i praktycznej. Bez równoległych badań o charakterze podstawowym, bez naukowego rozpoznania wyprzedzającego i bieżących analiz trudno będzie praktyce leśnej poradzić sobie z wielokierunkowym, wieloaspektowym i wielocelowym gospodarowaniem, które ma jednocześnie rozwijać i chronić wartości ekonomiczne, przyrodnicze i społeczne w różnych skalach przestrzennych i czasowych.

Gospodarce leśnej potrzebny jest eksperyment ekologiczny. Warunki do zaistnienia tej kategorii badań może stworzyć sieć lasów referencyjnych. Naukom leśnym i leśnictwu potrzebne są próby kontrolne, enklawy swobody dla procesów lasotwórczych bez ingerencji gospodarczych, gdzie obserwacji i pomiarom podlegałyby naturalne tendencje rozwojowe/adaptacyjne ekosystemów leśnych (**Rykowski**). Lasy referencyjne mogłyby być spełnieniem postulatów powołania w celach naukowych tzw. rezerwatów eksperymentalnych, których celem byłoby prowadzenie szczegółowych, wieloletnich badań reakcji gatunków i zbiorowisk na zaplanowane wielowariantowe eksperymenty z zabiegami ochrony czynnej (**Łakomy**).

REKOMENDACJA 9: Naukom i badaniom leśnym do oceny skutków działań gospodarczych w lasach potrzebna jest sieć lasów referencyjnych jako sieć stałych powierzchni porównawczo-kontrolnych. Obiekty takie są niezbędne do stałych obserwacji i pomiarów (np. długoletnich obserwacji fenologicznych, niezbędnych do właściwej oceny zmian klimatycznych). Obszary te powinny stać się poligonem nowych kategorii badań, połączonych z praktycznym zagospodarowaniem lasu, w ramach których w długich ciągach obserwacyjnych możliwe byłoby sprawdzanie przyrodniczej poprawności i ekonomicznej efektywności nowych rozwiązań oraz, poprzez wielokierunkowe porównania, możliwa byłaby bieżąca weryfikacja poczyną i realizacji leśnictwa wielofunkcyjnego, „hodowli półnaturalnej”, „leśnictwa zbliżonego do natury” czy „ekologizacji leśnictwa”.

Do nowego typu związków nauki z praktyką zdaje się dążyć kierownictwo PGLLP. Dyrektor generalny Lasów Państwowych, obejmując stanowisko w 2015 r., miał „gotowy program dla tej organizacji: Wizję działań na rzecz rozwoju Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe”. Wizja zawierała „ponad 30 kompleksowych projektów rozwijania systemów funkcjonalnych LP” (**Tomaszewski**). Wśród nich znajduje się również koncepcja finansowania przez LP badań naukowych, wyznaczająca „obszar potencjalnej współpracy leśników i naukowców”. Program dyrektora generalnego zawierał „rozwiązania i modele po części teoretyczne” i wyznaczał rolę ośrodkom naukowym, które „do realizacji tych pomysłów” powinny zająć się „naukową weryfikacją i mody-

fikacją różnych rozwiązań, opierając je na rzeczywistych danych i wynikach. To jest wielkie [...] pole do popisu dla Instytutu Badawczego Leśnictwa i innych instytucji będących dla LP najważniejszymi usługodawcami w sferze badań naukowych”. Wdrażanie „Wizji” otwiera „różne możliwości przed naukowcami” (Tomaszewski). Możliwości te mogą być wykorzystane w obrębie wyznaczonych przez DGLP czterech priorytetów rozwojowych: „leśne gospodarstwa węglowe”, wartościowanie nieruchomości leśnych, inwentaryzacja różnorodności biologicznej w lasach oraz monitorowanie legalności wprowadzanego do obrotu drewna.

Aby ułatwić naukowcom zadanie, Lasy Państwowe rezerwują na wskazane priorytety środki finansowe oraz starają się jasno zdefiniować swoje potrzeby i usprawnić dwustronną komunikację. Przejawem tego jest „tworzenie wzorcowych wniosków oraz internetowego systemu ich składania, monitorowania i rozliczania projektów”. Lasy Państwowe oczekują pomysłów i propozycji, „które będą uzupełniać obszary niewiedzy” zarządcy i przyczyniać się do powodzenia wdrażania w LP „poszczególnych systemów funkcjonalnych, definiowanych w ramach wizji działań rozwojowych”. Zgodnie z deklaracją DGLP w programach będzie również miejsce na badania podstawowe, ale nacisk będzie każdorazowo położony na praktyczną użyteczność zlecanych tematów (Tomaszewski).

REKOMENDACJA 10: Nowe tzw. projekty rozwojowe, wskazane przez PGL Lasy Państwowe jako priorytetowe (nadleśnictwa węglowe, wartościowanie nieruchomości leśnych, różnorodność biologiczna i monitorowanie legalności wprowadzanego do obrotu drewna), powinny być realizowane przy udziale ośrodków naukowych i wsparciu badań z zakresu ekonomiki leśnictwa, zarządzania gospodarstwem leśnym, rachunkowości leśnej ze szczególnym uwzględnieniem rachunkowości zarządczej. W ramach projektów rozwojowych LP mieści się opracowanie koncepcji rozwoju plantacji drzew na gruntach nieleśnych, określenie koncepcji zarządzania projektami, opracowanie systemu premiowania, wynagradzania i oceniania kadr, reorganizacja zarządzania zasobami ludzkimi czy opracowanie koncepcji i wdrożenie planowania strategicznego w Lasach Państwowych.

Największym wyzwaniem badawczym dla nauk i badań leśnych w najbliższej przyszłości są zmiany klimatyczne (Oleksyn, Rykowski, Pietrzykowski i in.). Problemom tym poświęcono pierwszy panel ekspertów KLIMAT (Lasy i drewno a zmiany klimatyczne: zagrożenia i szanse, Rykowski, red., 2013). Różne modele zmian klimatycznych są w znacznym stopniu zgodne i przewidują, że w ciągu kilku najbliższych dziesięcioleci globalna temperatura powietrza blisko powierzchni gruntu może wzrosnąć o 1–1,5°C. Do roku 2100 oczekiwany jest wzrost temperatury rzędu 3–6°C. Jeśli scenariusze zmian klimatycznych się sprawdzą, należy się spodziewać istotnych zmian dotychczasowych zasięgów gatunków roślin, w tym drzew leśnych (Oleksyn). Kluczową rolę klimatotwórczą odgrywają drzewa, które poprzez akumulację węgla z CO₂ i częściowe wyprowadzenie go z obiegu wpływają w znaczącym stopniu na globalne obniżenie temperatury. Drzewa „przygotowały” Ziemię do zasiedlenia jej przez inne rośliny, grzyby, zwierzęta

i przez ludzi. Na podstawie wyrywkowych obserwacji nie ma możliwości wyjawienia trendów odzwierciedlających krótko- i długoterminowe reakcje drzew (i/lub ekosystemów) na czynniki klimatyczne (susze, nadmierne opady, niskie i wysokie temperatury) czy zmiany składu powietrza atmosferycznego (zanieczyszczenia, gazy cieplarniane itp.) ani ustalenia wpływu różnego rodzaju zespołów roślinnych/drzewiastych czy sposobu ich prowadzenia na zmiany środowiska (**Oleksyn**).

Utrzymuje się spore zamieszanie w kwestii oceny zdolności ekosystemów leśnych do retencji węgla (C) i jej dynamiki. Szacunki obecnej i prognozowanej retencji C w lasach zależą w znacznym stopniu od przyjętej metodologii: skali czasowej, stadium sukcesyjnego drzewostanu, warunków klimatycznych, oceny na podstawie przepływów strumieni czy też zawartości C w masie, modelowania na podstawie danych teoretycznych lub empirycznych itd. O ile nie ma większego problemu z oceną zawartości węgla w biomasie części nadziemnej drzew, o tyle metody oceny jego retencji w glebach są często problematyczne. Dotyczy to szczególnie metodologii obliczania biomasy części korzeniowej drzew i drzewostanów i retencji w niej węgla oraz szacunków tempa rozkładu korzeni, a po ich dekompozycji – dalszych losów C (**Oleksyn**). Szacunki retencji C w drzewostanach mogą w znacznym stopniu zależeć od ich produkcji pierwotnej netto, która zależy także od stężenia atmosferycznego CO₂ i dopływu azotu z różnych źródeł (również pochodzenia technogenne) (**Oleksyn**).

Nie zostało naukowo rozpoznane zagadnienie zwiększania pochłaniania CO₂ i magazynowania węgla w drewnie i w glebie leśnej, nie wiadomo zatem, w jakim zakresie i jakimi metodami możemy sterować tymi procesami. Gospodarka leśna ma oczywisty wpływ na ilość węgla, zarówno pochłanianego, jak i emitowanego z zasobów leśnych. Nadal jednak nie opracowano takiego modelu leśnictwa i zarządzania lasami, który – uwzględniając zarówno wymagania środowiskowe, jak i oczekiwania społeczne – można by uznać za rozwiązanie zadowalające. Niewystarczająca jest bowiem precyzja stosowanych dotychczas wielkoobszarowych, teledetekcyjnych lub przepływowych metod inwentaryzacji ilości węgla w ekosystemach leśnych (**Paschalis-Jakubowicz**).

REKOMENDACJA 11: Zmiany klimatyczne stanowią dla nauk i badań leśnych nieznane dotychczas, szczególne wyzwania. Wiele wskazuje na to, że mamy do czynienia z sytuacją, w której szybciej zmienia się przedmiot badań niż następuje przyrost wiedzy o nim. Pilne zatem jest rozpoznanie naukowe następujących obszarów:

- 1) las jako „przyczyna” zmian klimatycznych, tzn. źródło gazów szklarniowych (GHGs, głównie CO₂, również metanu) z powodu wzrostu emisji na skutek wylesień (zmiany form użytkowania ziemi), niewłaściwego użytkowania lasu (intensywna uprawa gleby, brak odnowień lub opóźnienia w odnowieniach, pożary lasu, lub przetrzymywanie drzew na pniu do stanu rozpadu drzewostanu);
- 2) las jako „ofiara” zmian klimatycznych, które powodują: wzrost wrażliwości na szkodniki i choroby, wzrost palności lasów, zmiany składów gatunkowych, zmiany naturalnych zasięgów gatunków drzew;

- 3) las jako „beneficjent” zmian klimatycznych, tzn. korzystający z „efektu szklarniowego” w postaci przyrostu biomasy, jak również z „efektu nawożeniaowego” (depozyt związków eutrofizujących), co wyraża się wzrostem zapasów drewna na pniu, wzrostem tempa przyrostów, poprawą warunków odnowienia i regeneracji;
- 4) las jako „remedium” na zmiany globalne i zły stan środowiska z uwagi na zdolności do pochłaniania i względnie trwałego gromadzenia węgla (w drewnie, glebie), właściwości substytucyjne drewna w odniesieniu do materiałów, których produkcja uszkadza środowisko i przyczynia się do zmian klimatycznych (materiały konstrukcyjne – stal, aluminium, cement, cegła, oraz opakowania – plastik), właściwości substytucyjne drewna w stosunku do kopalnych źródeł energii oraz zdolności odnawiania się z korzyścią dla środowiska.

Obecne kierownictwo PGLLP uważa, że lasy w Polsce pochłaniają więcej dwutlenku węgla niż wynosi określony dla Polski próg (COP Durban, 2011), a więc ponad ilość objętą ciężarem publicznym, a nadwyżka ta wynika z tzw. działań dodatkowych w leśnictwie. Według symulacji PGLLP, taka nadwyżka wynosi 15–20 tys. Gg CO₂ rocznie i może być jeszcze zwiększona poprzez odpowiednie działania urzędzeniowe, hodowlane itp. Udokumentowanie tej nadwyżki jest zadaniem ośrodków naukowych co „będzie miało szereg interesujących implikacji” i jest jednym z priorytetów finansowania przez PGLLP badań dotyczących „leśnych gospodarstw węglowych” (Tomaszewski). Hipotezy o dodatkowości sekwestracji, jak również o wpływie zagęszczenia drzewostanów na sekwestrację węgla należałoby najpierw udokumentować w szeroko zakrojonych badaniach nad alternatywnymi zasadami hodowli drzewostanów (Szwagrzyk).

REKOMENDACJA 12: Rzeczywistym krokiem naprzód w procesach spowalniania zmian klimatycznych jest podjęcie badań nad metodami intensyfikacji/stymulowania wiązania węgla w dendromasie i glebie leśnej. Plantacje drzew wyselekcjonowanych lub genetycznie „ukierunkowanych” na zwiększenie pochłaniania CO₂, z których drewno będzie użytkowane dłużej, niż trwała jego produkcja, lub zastąpi kopalne źródła energii, powinny być uznane za efektywne i przyjazne środowisku narzędzie łagodzenia zmian klimatycznych.

Badania dotyczące intensywnej produkcji drewna w plantacjach drzew leśnych należy uznać za kluczowe dla przyszłego udziału leśnictwa w ograniczaniu i łagodzeniu zmian klimatycznych.

Świadomość zachodzenia zmian klimatycznych powinna modyfikować sposoby zagospodarowania. Podejście ekosystemowe oraz półnaturalna hodowla lasu muszą zmierzyć się z nowymi problemami teoretycznymi i praktycznymi. Należy się liczyć z większym niż obecnie przestrzennym zróżnicowaniem priorytetów zagospodarowania lasów. Zwiększenie intensywności produkcji drewna na części terenów leśnych będzie powiązane z upowszechnieniem bardziej ekstensywnych i niskonakładowych form gospodarowania na pozostałej powierzchni leśnej (Szwagrzyk, Lewandowski i in.).

REKOMENDACJA 13: W celu wzmocnienia potencjału długoterminowej sekwestracji węgla w lasach należy podjąć badania nad zasadami alternatywnej hodowli drzewostanów o różnym zwarcu/więźbie oraz poświęcić większą uwagę zadrzewieniom i zalesieniom powstającym spontanicznie w procesie wtórnej sukcesji na gruntach, gdzie produkcja rolnicza jest nieopłacalna. Należy podjąć analizy rynku drzewnego, którego struktura zmienia się i hodowla drewna tartacznego wysokiej jakości, wymagająca hodowania drzewostanów o dużym zwarcu, nie zawsze się opłaca. Jeżeli zaś ze względu na sekwestrację węgla w ekosystemach leśnych niezbędne byłoby rozluźnienie zagęszczenia drzewostanów, to należy przeprowadzić odpowiedni rachunek ekonomiczny i przyrodniczo-hodowlaną ocenę takich drzewostanów.

Powyższą hipotezę o rozluźnianiu więzby należałoby skonfrontować z hipotezą, że dodatkową sekwestrację stymulują cięcia pielęgnacyjne, co wymagałoby gęstej więzby.

REKOMENDACJA 14: Potrzebne jest ujednolicenie metodologii szacowania zawartości węgla w części nadziemnej ekosystemów leśnych oraz poświęcenie większej uwagi badaniom zawartości węgla w biomasie podziemnej oraz w glebie. Poznanie relacji las-klimat wymaga badań multidyscyplinarnych, długookresowych, a więc stabilnych źródeł finansowania.

REKOMENDACJA 15: Wobec wysokiego tempa zmian i mnogości informacji potrzebą chwili jest digitalizacja wszelkiego rodzaju obserwacji florystycznych i danych pochodzących ze współczesnych i historycznych materiałów zielnikowych (współrzędne geograficzne, gatunek, rok zbioru). Pozwoli to na ocenę zmian zasięgów występowania, które już nastąpiły (na tym etapie dotyczyć to będzie zapewne głównie gatunków zielnych), jak i na uzyskanie punktów odniesienia dla przyszłych pokoleń badaczy.

Byłoby pożądane utworzenie bazy danych o wykonanych badaniach leśno-klimatycznych. Gromadzenie i udostępnienie informacji wraz z opisem analizowanych cech i parametrów może umożliwić ich wykorzystanie w przyszłości w charakterze materiału porównawczego.

REKOMENDACJA 16: Do nowych wyzwań z zakresu chorób drzew leśnych należy zaliczyć: a) monitoring objawów chorobowych drzew i krzewów leśnych; b) badania nad zmianami aktywności patogenów (np. zmiany wirulencji, wydłużenie lub skrócenie okresu infekcyjnego, nowe sposoby infekcji); c) budowę statystycznych narzędzi (modeli), które pomogą prognozować rozprzestrzenianie się patogenów w warunkach zmieniającego się klimatu; d) opracowanie strategii ochrony drzew przed nowymi, bardziej „inwazyjnymi” patogenami drzew leśnych.

REKOMENDACJA 17: W nawiązaniu do zmian klimatycznych i polityki węglowej LP należy zweryfikować, uaktualnić i przywrócić program glebowych po-

wierzchni wzorcowych (GPW). Projekt GPW wpisuje się w program badania akumulacji węgla w lasach i potrzebuje systematycznych obserwacji i analiz.

REKOMENDACJA 18: W związku z przewidywanym szybkim tempem zmian klimatu i niedostatecznym tempem naturalnych procesów adaptacyjnych utrzymanie zmienności populacji drzew leśnych *in situ* może nie być wystarczające. Konieczne jest zatem rozpoczęcie w Polsce badań nad zmiennością adaptacyjną tych populacji. Jednocześnie wskazane byłoby prowadzenie badań uprawowo-hodowlanych w poszukiwaniu najlepszych efektów w uprawie ulepszonych genotypów drzew.

REKOMENDACJA 19: W związku ze zmianami klimatycznymi należy rozważyć możliwość wykorzystania w przypadku populacji drzew leśnych tzw. migracji wspomaganej (wspomagane przepływy genów).

Szczególna uwaga i odpowiednie podejście badawcze są niezbędne w przypadku populacji marginalnych naszych gatunków drzewiastych, gdyż mogą one być źródłem genów ułatwiających adaptację do zmieniających się warunków środowiska. W najbliższym czasie powinno się także rozpocząć, zgodnie z programem EUFORGEN (European Forest Genetic Resources Programme), badanie zmienności genetycznej (*genetic screening*) tzw. dynamicznych jednostek zachowawczych (DCU), a w dalszej kolejności prowadzenie dla nich monitoringu zmian genetycznych, który powinien być włączony do ogólnego monitoringu środowiskowego.

REKOMENDACJA 20: Przyjmując perspektywę zmian klimatycznych należy opracować nowe metody i technologie przechowalnicze dla nasion z kategorii recalcitrant, do których należą gatunki ciężkonasienne oraz liczne biocenotyczne, nietworzące dużych populacji.

Żaden z licznych scenariuszy zmian klimatu w XXI wieku nie pozwala na jednoznaczne określenie ani tempa, ani też kierunku tych zmian. W kontekście oceny możliwości adaptacyjnych gospodarki leśnej szczególnego znaczenia nabiera zwłaszcza prognozowanie intensywności wydzielania się drzew. Wiek przestaje pełnić rolę nadrzędnego kryterium decydującego o terminie ingerencji, w tym o terminie użytkowania rębego. W coraz większym stopniu decyzje w tym zakresie zależeć będą od obecnego stanu lasu i wizji stanu pożądanego (Borecki i Stępień).

REKOMENDACJA 21: Regulacja użytkowania, stanie się – w związku ze zmianami klimatycznymi – jednym z głównych zagadnień gospodarki leśnej w najbliższych dekadach. Rozmiar użytkowania stanowi wypadkową wielowątkowych analiz, które powinny towarzyszyć tworzeniu regionalnych planów urządzenia lasu. Regulacja użytkowania powinna wynikać nie z biernej akceptacji stanu lasu, ale z aktywnego kształtowania pożądanego kierunku rozwoju i poprawy zasobów (m.in. struktura wiekowa, gatunkowa, stan zapasu, budowa pionowa,

przyrost). Zadaniem nauki jest opracowanie prognoz i urzędniowych zaleceń dotyczących wielkości użytkowania rębного w wariantowych horyzontach czasowych (np. 10, 30, 50 lat). Realizacja postulatów równomierności użytkowania, rozumianej głównie jako poprawa struktury wiekowej i stanu zasobów, wymaga ustalenia średniego rozmiaru pozyskania na podstawie wielkości prognozowanych.

REKOMENDACJA 22: W obliczu spodziewanych zmian klimatycznych oraz ze względu na ich wpływ na środowisko leśne, za nowe wyzwania dla nauki i praktyki użytkowania lasu w najbliższych latach uznać należy: a) monitorowanie wpływu zmian klimatycznych na zmiany wielkości baz surowcowych oraz uwarunkowań pozyskiwania drewna w Polsce, b) doskonalenie technologii pozyskania drewna pod kątem ograniczenia ujemnego oddziaływania tego procesu na środowisko leśne i jakość surowca drzewnego, c) optymalizację technologii pozyskania drewna w warunkach rosnącego zapotrzebowania na drewno i zmian na rynku pracy w kraju, oraz d) opracowanie strategii Lasów Państwowych w zakresie aplikacji innowacyjności i nowoczesności wykonawstwa prac leśnych w oparciu o nowoczesne, prośrodowiskowe rozwiązania techniczne i technologiczne z zastosowaniem maszyn, urządzeń i agregatów leśnych.

REKOMENDACJA 23: Ważnym zadaniem dla nauk leśnych, wobec zmian klimatycznych, jest powiązanie zmienności obradzenia drzew leśnych oraz wzrostu i przeżywalności odnowień ze zmianami warunków środowiskowych. Dobre warunki do takich badań istnieją w górach, gdzie na małych obszarach jest duże zróżnicowanie warunków klimatycznych. Badania takie powinny obejmować dłuższe okresy czasu. Do ich przeprowadzenia należy wykorzystać stale powierzchnie badawcze, dla których zgromadzono wieloletnie dane dotyczące procesów odnowieniowych.

W ubiegłym stuleciu, spodziewając się dziedziczenia cech fenotypowych organizmu matecznego, przyjęto w leśnictwie zasadę uprzywilejowania w hodowli lasu potomstwa tak zwanych drzew doborowych i drzewostanów uznanych. Leśnicy od lat obserwują potomstwo wybranych drzew i drzewostanów matecznych, wzrost upraw pochodnych, zajmują się testowaniem potomstw. Efekt dotychczasowej strategii jest trudny do wykazania i nie znalazł należytego wykorzystania w praktyce leśnej, przy czym selekcja populacyjna okazała się mniej efektywna pod kątem osiąganego zysku genetycznego w porównaniu do selekcji indywidualnej (Lewandowski i in.). Bez ingerencji na poziomie molekularnym efekty selekcji indywidualnej również są dalekie od oczekiwań. Potomstwo każdego drzewa matecznego nosi bowiem wiele różnych kombinacji cech rozwojowych obojga rodziców, a nawet wielu pokoleń wcześniejszych (jako skutek procesów *crossingover*) i możliwość przekazania potomstwu wielu cech, które były interesujące przy ich uznawaniu jako „najlepsze”, jest mało prawdopodobna. Ponadto, ze względu na długi okres ontogenezy drzew leśnych (długowieczność), prawdopodobieństwo wy-

selekcjonowania tylko drogą lustracji czy pomiaru przyrostu organów w pierwszym pokoleniu, osobników, które dziedziczą cechy fenotypowe macierzy, jest niewielkie. Zdecydowanie lepsze wyniki można osiągnąć dzięki hodowli i ochronie lasu metodami inżynierii genetycznej, tj. dzięki modyfikacji nośników lub procesów ekspresji cech dziedzicznych (**Wodzicki, Lewandowski i in., Łakomy**). Wprawdzie brak powszechnej akceptacji hodowli roślin transgenicznych, ale zatrzymanie postępu wiedzy metodami administracyjnymi czy politycznymi nie jest możliwe. Genetyczne modyfikacje drzew leśnych są zarejestrowane w 35 krajach, jednocześnie w wielu innych, w tym w Polsce, wprowadzono zakaz stosowania takich rozwiązań (**Paschalis-Jakubowicz**). W głównym nurcie przyrodniczych badań leśnych w przyszłości znajdą się badania genetyczne, które mogą decydować o wielkości produkcji, trwałości procesów ekosystemowych, odporności ekosystemów na zagrożenia i o kształtowaniu struktury drzewostanów i całych ekosystemów leśnych. Dlatego zadaniem leśników jest gospodarowanie nie tylko w lasach gospodarczych, ale we wszystkich innych formacjach ekosystemów leśnych (w lasach chronionych i ochronnych), w których pule genowe poszczególnych gatunków (naturalne banki genów) nie są niczym ograniczone.

REKOMENDACJA 24: Dotychczasowa hodowla selekcyjna drzew leśnych oparta na hodowli coraz doskonalszych fenotypów metodą preferowania nasion wybranych nasienników ma ograniczone perspektywy rozwoju. Wobec tempa zmian środowiska szybszego niż tempo hodowli „najlepszych” populacji, w zasadzie powinna być ograniczona/zarzucona.

Duży jest natomiast potencjał twórczy inżynierii genetycznej. Jest szansa na wykorzystanie w gospodarce leśnej wyników badań, które umożliwiają, lub niebawem umożliwią, realizację ważnych celów gospodarki leśnej, dzisiaj nieosiągalnych: zwiększenie przyrostu masy drewna z jednostki powierzchni, zwiększenie wysokości drzew, zmianę typu ugałęzienia i sposobu ukorzenia, kontrolę aktywności kambium i kształtowanie właściwości technicznych drewna, zwiększenie odporności mechanicznej pnia, ingerencję w naturalne uwarunkowania metaboliczne w kontaktach z symbiontami czy patogenami i szkodnikami, zwiększenie potencjału fotosyntezy, a więc pochłaniania węgla, ingerencję w mechanizm fotoperiodycznej kontroli aktywności tkanek twórczych i ich adaptację do zmian klimatycznych.

REKOMENDACJA 25: Organizmy modyfikowane genetycznie (GMO) będą odgrywały coraz większą rolę w produkcji biologicznej w nadchodzących dziesięcioleciach. Również rozwój plantacji opartych na zmodyfikowanych genetycznie roślinach drzewiastych, jakkolwiek ograniczony do siedlisk, które nie są zajęte przez lasy półnaturalne i naturalne, powinien być przedmiotem leśnych programów badawczych.

Obecnie w Polsce rozwijany jest model zrównoważonej, wielofunkcyjnej gospodarki leśnej. Nie może to jednak oznaczać, że każdy fragment lasu będzie spełniał wszystkie funkcje jednocześnie i w jednakowym stopniu. Lasy o funkcji produkcyjnej jako wiodą-

cej pomogą zmniejszyć presję na produkcję drewna w ekosystemach leśnych, w których pozaprodukcyjne funkcje lasu będą mogły być zaspokajane w większym stopniu (strefowanie leśnictwa). W najbliższych latach niezbędna będzie intensyfikacja produkcji masy drzewnej (**Lewandowski i in., Łakomy**). W dotychczasowych pracach selekcyjnych nacisk położono na selekcję populacyjną, która jest mniej efektywna pod kątem osiąganego zysku genetycznego niż selekcja indywidualna. Osiągnięcia hodowlane selekcji indywidualnej nie znalazły należnego wykorzystania w praktyce leśnej. Na pełne wykorzystanie potencjału produkcyjnego wyselekcjonowanego materiału nie pozwalają zasady regionalizacji nasiennej, ukierunkowane raczej na zachowanie odrębności wybranych populacji i w niewielkim stopniu oparte na współczesnej wiedzy genetycznej (**Lewandowski i in.**).

REKOMENDACJA 26: Wyzwaniem dla hodowli selekcyjnej drzew jest wskazanie sekwencji genetycznych odpowiedzialnych za określone cechy fenotypowe. Takie informacje mogą umożliwić wytypowanie materiału na plantacje drzew szybko rosnących o krótkim cyklu produkcji. Przy zwiększającej się presji na ochronę przyrody w lasach (co w praktyce oznacza na ogół ochronę drzewostanów) konieczne będzie zaspokajanie popytu na drewno z plantacji drzew zakładanych na terenach nieleśnych.

Jednym z warunków utrzymania zdolności adaptacyjnej drzew i trwałości lasów jest zachowanie jak największej zmienności genetycznej, zwłaszcza w populacji podstawowej, reprezentującej populację naturalne drzew w ramach gatunku (**Lewandowski i in.**). Z punktu widzenia geobotaniki istotne są badania m.in. nad reakcjami populacji roślin i leśnych zbiorowisk roślinnych na skrajne zjawiska pogodowe (np. susze czy huragany) oraz na zmiany klimatu, ustalenie wpływu sukcesywnie modyfikowanych sposobów zagospodarowania lasu na strukturę, różnorodność florystyczną i funkcjonowanie zbiorowisk leśnych, a także określenie roli obcych gatunków roślin w środowisku leśnym, ze szczególnym uwzględnieniem zakresu i mechanizmów rozprzestrzeniania się gatunków inwazyjnych oraz ich wpływu na rodzime komponenty i funkcjonowanie ekosystemów. Ponadto, oczekiwane jest opracowanie naukowych podstaw różnych metod stosowanych w czynnej ochronie zbiorowisk leśnych oraz ocena ich skuteczności, ze szczególnym uwzględnieniem badań eksperymentalnych (**Łakomy**).

REKOMENDACJA 27: Rolą nauki jest umiejętne zarządzanie naturalną zmiennością pul genowych, ukształtowaną przez naturalne procesy (mutacje, dobór, migracje), tak aby uzyskać postęp hodowlany w kolejnych cyklach selekcji. Konieczne jest zintensyfikowanie w Polsce hodowli selekcyjnej drzew leśnych, ściśle związanej z funkcją produkcyjną i zmianami klimatycznymi.

Powinna nastąpić weryfikacja „Programu zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew na lata 2011–2035” przynajmniej w trzech zakresach, poprzez: 1) położenie nacisku na selekcję indywidualną (selekcja produkcyjna), 2) zweryfikowanie zasad regionalizacji nasiennej, oraz 3) przyjęcie kryteriów selekcji adaptacyjnej do zmian klimatycznych.

REKOMENDACJA 28: W podziale powierzchniowym obszarów leśnych należy wydzielić obszary z produkcyjną funkcją lasu jako wiodącą, przy zrównoważonym udziale innych funkcji. Genetycznie ulepszony materiał należy wprowadzać tam, gdzie funkcja produkcyjna będzie wiodąca, również w formie plantacji drzew szybko rosnących, nie wyłączając terenów leśnych. W odniesieniu do gatunków o dużym potencjale produkcyjnym należy zintensyfikować prace nad selekcją indywidualną, zapewniającą osiągnięcie w najkrótszym czasie największego zysku genetycznego. Uprawa plantacji drzew w krótkich i średnich cyklach rotacji pozwala na zmniejszenie ryzyka w przypadku wystąpienia niepożądanych zjawisk klimatycznych oraz na szybszą wymianę materiału, który będzie lepiej przystosowany do zmienionych warunków.

REKOMENDACJA 29: Dla hodowli opartej na selekcji fenotypowej i testach potomstwa alternatywą są metody selekcji z wykorzystaniem markerów molekularnych. Selekcja genomowa, oparta na określeniu wartości hodowlanej pojedynczych drzew, stwarza szansę na przyspieszenie cyklu hodowlanego i podniesienie skuteczności selekcji, szczególnie względem cech ulegających późnej ekspresji.

Pomyślny rozwój i zastosowanie metod molekularnych w leśnictwie może być ogromnym skokiem technologicznym, pozwalającym na zwiększenie efektywności hodowli selekcyjnej.

REKOMENDACJA 30: Potrzebna jest genetyczna weryfikacja podstaw wydzielania stref nasiennych i w tym celu konieczne jest zastosowanie nowych metod sekwencjonowania i genotypowania DNA w skali całego genomu.

REKOMENDACJA 31: Brak jest w polskim leśnictwie ogólnokrajowego programu hodowli selekcyjnej, który obejmowałby lasy wszystkich kategorii własności (las prywatne, tereny parków narodowych). Taki program powinien być opracowany na szczeblu Ministerstwa Środowiska.

REKOMENDACJA 32: Do obowiązujących standardów metodycznych w badaniach z zakresu patologii lasu należeć powinny osiągnięcia biologii molekularnej i genetyki w zakresie taksonomii owadów i grzybów. Jest to niezbędne do lepszego zrozumienia/poznania związków filogenetycznych pomiędzy taksonami wyższego szczebla i w konsekwencji zmianami systemów taksonomicznych. Ważnym zadaniem jest stworzenie ogólnopolskiego banku genów patogenów drzew i krzewów leśnych. Dysponowanie taką bazą pozwoli na śledzenie zmian biologii ważnych patogenów w miarę zmian środowiskowych, jak również na szybką identyfikację patogenów obcych, zawleczonych do naszego kraju.

REKOMENDACJA 33: Jednym z najważniejszych zagadnień współczesnej ekologii lasu i ochrony przyrody w lasach (wiążących się ze zmianami klimatycznymi) jest poznanie i zrozumienie procesów rozprzestrzeniania się, a następnie opanowywania nowych terenów przez gatunki obcego pochodzenia. Brak dotychczas

opracowania, które w sposób jakościowy i ilościowy ujmowałoby rolę drzew obcego pochodzenia w lasach polskich. Za najważniejsze zagadnienia badawcze w tym zakresie uznać należy: 1) analizę rozmieszczenia drzew obcego pochodzenia w lasach, 2) przygotowanie wstępnej prognozy rozprzestrzeniania się danego gatunku obcego, 3) przygotowanie monitoringu dyspersji drzew obcego pochodzenia, 4) założenie eksperymentów dotyczących rozprzestrzeniania się drzew obcego pochodzenia oraz ich wpływu na gatunki rodzime i na zajmowane siedliska leśne.

REKOMENDACJA 34: Nowe kierunki badań genetycznych powinny być skupione na poprawie jakości roślin, zwiększeniu ich odporności na czynniki stresowe i zwiększeniu produktywności. Należy zintensyfikować badania biotechnologiczne dla udoskonalenia technik, metod i analiz, które są wykorzystywane przez fizjologię, fitopatologię, hodowlę i selekcję drzew leśnych. Do takich badań należą: mikrorozmnażanie ważnych gospodarczo i ekologicznie drzew leśnych przy użyciu metod somatycznej embriogenezy i organogenezy, badania *in vitro* kultur dualnych z udziałem tkanek drzew (kalusa) i grzybów o różnych właściwościach troficznych, opracowanie technik krioprezerwacji kalusa i zarodków somatycznych dla długoterminowego przechowywania tkanek w ciekłym azocie celem wzbogacenia banków genów o cenne genotypy drzew gatunków zagrożonych wyginięciem.

Kluczową rolę w rozwoju nauk i badań leśnych odgrywają wydziały leśne wyższych uczelni oraz wyspecjalizowana jednostka badawczo-naukowa Instytut Badawczy Leśnictwa (Pietrzykowski i in., Łakomy, Zasada i Żybura, Czerepko i in.). Ponadto duże znaczenie mają badania prowadzone w Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku (Lewandowski i in.) oraz w Instytucie Technologii Drewna w Poznaniu (Ratajczak, Strykowski). Potencjał badawczy sektora leśno-drzewnego i ochrony przyrody w lasach zwiększa się dzięki współpracy ww. jednostek ze sobą i z takimi organizacjami, jak Instytut Geodezji i Kartografii, Instytut Ochrony Środowiska czy Instytut Ochrony Przyrody, oraz dzięki wsparciu, jakiego udzielają im Lasy Państwowe i Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej. Istotne są platformy współpracy zarówno krajowej, jak np. Komitet Nauk Leśnych PAN (od 2016 roku – Komitet Nauk Leśnych i Technologii Drewna) czy Polska Platforma Technologiczna Sektora Leśno-Drzewnego oraz prowadzenie wspólnie projektów w ramach programu BIO-STRATEG i Life Plus. Do ważnych partnerów należą organizacje międzynarodowe, jak Międzynarodowa Unia Leśnych Organizacji Badawczych (International Union of Forest Research Organizations IUFRO) i Europejski Instytut Leśny (European Forest Institute EFI) (Zasada i Żybura).

Zakłady doświadczalne dysponują bogatą infrastrukturą dydaktyczną oraz kompleksami powierzchni badawczych, co w powiązaniu z zapleczem intelektualnym macierzystych wydziałów leśnych stanowi ogromny potencjał dydaktyczno-edukacyjny dla edukacji leśnej, zarówno profesjonalnej, jak i całego społeczeństwa. Potencjał ten nie jest dostatecznie wykorzystywany (Galecki).

REKOMENDACJA 35: Pomostem między teorią i praktyką powinno być zagospodarowanie lasów doświadczalnych wydziałów leśnych. Wykorzystanie tych lasów jest niedostateczne. Prace naukowe pozostawiają na terenie leśnych zakładów doświadczalnych powierzchnie badawcze, które powinny być poligonem dydaktycznym i stanowić swoiste archiwum leśnego doświadczalnictwa i szerzej służyć kształceniu ustawicznemu. Kształcenie takie powinno objąć pracowników nie tylko Lasów Państwowych, ale i parków narodowych, służb ochrony przyrody, urzędowania lasu, samorządów lokalnych i wielu innych.

Powinien powstać program udostępniania lasów doświadczalnych oraz kształcenia zawodowego i szerokiej leśnej edukacji społecznej.

REKOMENDACJA 36: Zakłady doświadczalne trzech wydziałów leśnych (Siemianice, Rogów, Krynica) zostały włączone do leśnych kompleksów promocyjnych. Obszary te o szczególnym przeznaczeniu i funkcjach powinny stać się obiektem, w którym inicjowane są nowe kierunki badań naukowych, wprowadzane wdrożenia techniczne i organizacyjne. Taki był pierwotny zamiar włączenia wydziałów leśnych uczelni i leśnych zakładów doświadczalnych w program LKP. Należy zweryfikować wizję i misję leśnych kompleksów promocyjnych i przywrócić im ich rolę i znaczenie w polskiej gospodarce leśnej.

Wydawało się, że krokiem w kierunku lepszej organizacji badań leśnych, ich dofinansowania i uspołecznienia jest powołanie do życia leśnych kompleksów promocyjnych (LKP). LKP nie spełniły nadziei na testowanie nowoczesnych technologii i na rozwój badań naukowych, do czego były powołane. Idea ta, mająca promować nowe spojrzenie na gospodarkę leśną, rozminęła się również z polityką rozwoju regionalnego i z ideą terytorialnego wymiaru polityk publicznych. Mimo funkcjonowania w leśnych kompleksach promocyjnych rad społeczno-naukowych, reprezentujących środowiska nieleśne, kompleksy te w swej działalności pozostały wewnętrzną sprawą Lasów Państwowych, a gospodarka w nich prowadzona nie różni się istotnie od gospodarki prowadzonej w pozostałych lasach (Rykowski).

REKOMENDACJA 37: Leśnym kompleksom promocyjnym należy przywrócić ich pierwotne przeznaczenie. Może to nastąpić poprzez związek z obszarami funkcjonalnymi w szerszym rozumieniu, których charakterystykę i typologię zawiera np. „Koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju” (KPZK 2011). Taki związek mógłby stanowić strukturę, w której byłaby realizowana rzeczywiście wielofunkcyjna gospodarka leśna z uwzględnieniem celów gospodarczych, społecznych i środowiskowych leśnictwa w powiązaniu z gospodarką przestrzenną, rolnictwem, turystyką, ochroną przyrody, przemysłem drzewnym (użytkownikami drewna) oraz innymi sektorami, przy aktywnym jednocześnie udziale samorządów i lokalnych interesariuszy. Sektor leśno-drzewny stałby się narzędziem rozwoju dla gospodarki regionu/obszaru funkcjonalnego i źródłem zatrudnienia oraz alternatywnych przychodów, generując ekonomiczną i społeczną wartość dodaną. Należy rozważyć wypraco-

wanie regionalnych specjalizacji LKP i przypisać im specyficzne programy badawcze.

W 2015 roku minister środowiska definitywnie odmówił zatwierdzenia planów urządzenia lasu dla leśnych zakładów doświadczalnych w Murowanej Goślinie i Siemianicach. Wskazał jednocześnie, że takie jednostki winny sporządzać uproszczone plany urządzenia lasu, które powinien zatwierdzać lokalny starosta. Starosta też ma sprawować nadzór nad gospodarką leśną w lasach doświadczalnych. Powstała sytuacja skrajnie kuriozalna (**Galecki**).

REKOMENDACJA 38: Należy unormować status prawny trzech zakładów doświadczalnych wydziałów leśnych (Siemianice, Rogów, Krynica). Istnieje duża rozbieżność pomiędzy ustawami, które regulują funkcjonowanie zakładów doświadczalnych: ustawą o szkolnictwie wyższym z 12 października 1990 roku (z późniejszymi zmianami oraz statuty macierzystych uczelni) oraz ustawą o lasach z 28 września 1991 roku (z późniejszymi zmianami). Ustawa o lasach w dużej mierze ignoruje i pomija fakt istnienia i funkcjonowania lasów doświadczalnych, traktując je jako własność uczelni, nie skarbu państwa.

W celu jednoznacznego uporządkowania powyższych kwestii oraz wprowadzenia statusu lasów doświadczalnych do ustawy o lasach należy odpowiednio zmienić lub uzupełnić artykuły 4, 5, 14a, 19 oraz 22 ustawy o lasach.

Ponadto uporządkowania wymaga kwestia uprawnień pracowników zakładów doświadczalnych (należy odpowiednio zmienić artykuły 4 oraz 48 ustawy o lasach) oraz możliwości otrzymywania dotacji celowych z budżetu państwa. Szczególnie krzywdzący jest obecnie brak dostępu do pomocy finansowej ze środków funduszu leśnego Lasów Państwowych na zalesianie gruntów, prace związane z usuwaniem skutków klęsk i prowadzeniem gospodarki leśnej oraz na inne cele wymienione w ustawie (zmiana artykułów 54, 55 oraz 58 ustawy o lasach).

Coraz większą rolę w badaniach będzie odgrywać rozpoznanie naturalnych mechanizmów dynamiki ekosystemu leśnego i wykorzystanie ich w celu przeciwdziałania nasilającym się zaburzeniom zarówno naturalnym (zmiany klimatyczne), jak i antropogenicznym (użytkowanie lasu). Istotnym będzie umiejętne wykorzystanie tej wiedzy w gospodarce leśnej, w tym szczególnie w hodowli i ochronie lasu. Zagadnienia antropogenicznych zaburzeń ekosystemów leśnych i ich restytucji, w tym na terenach pokłeskowych i poprzemysłowych znajdują także wyraz w formułowaniu nowych i kontynuowanych zagadnień badawczych (**Pietrzykowski i in.**).

Potrzebne jest nowe spojrzenie na system zarządzania wielofunkcyjną gospodarką leśną i na planowanie strategiczne, a także na nieodłącznie związane z tym oraz obserwowanymi zmianami klimatycznymi modelowanie produktywności siedlisk z uwzględnieniem różnych scenariuszy tych zmian (**Pietrzykowski i in., Socha**). Pomocne w tym względzie będzie coraz szersze wykorzystanie narzędzi geomatycznych w monitorowaniu procesów zachodzących w ekosystemach leśnych.

Wciąż ważną i dynamicznie rozwijaną specjalnością jest hydrologia leśna oraz szeroko rozumiane zagadnienie roli lasów w gospodarce wodnej w ujęciu regionalnym i krajowym. Duże są możliwości wykorzystania badań genetycznych i biotechnologii w leśnictwie. Całość zagadnień dopełniają analizy rynku pracy i analizy zapotrzebowania na drewno, a także badania w zakresie rozpoznania zarówno baz surowca drzewnego, jak i innych użytków leśnych oraz metod optymalizacji ich pozyskiwania z uwzględnieniem postulatów ekologii i zrównoważonego rozwoju (**Pietrzykowski i in.**).

REKOMENDACJA 39: Za niezwykle ważne należy uznać zadania badawcze, które pozwolą poszerzyć lub zdobyć nową wiedzę w zakresie: 1) planowania strategicznego – opracowanie zasad budowy regionalnych strategii rozwoju wielofunkcyjnej i zrównoważonej gospodarki leśnej oraz określenie kryteriów wyznaczania regionalnych obszarów funkcjonalno-przestrzennych; 2) planowania taktycznego – opracowanie zasad podziału gospodarczego lasu oraz wzorców drzewostanów o określonej priorytetowej funkcji lasu; wdrożenie metod prognozowania i waloryzacji lasu do oceny ekonomicznych i przyrodniczych efektów przyjętych kierunków gospodarowania; 3) planowania operacyjnego – opracowanie zasad ekonomiczno-przyrodniczej analizy projektowanych zabiegów oraz systemu optymalizacji ich wyboru.

REKOMENDACJA 40: Hydrologiczną funkcję lasu należy wiązać z możliwością kształtowania i modulowania warunków wodno-gruntowych i mikroklimatycznych. W badaniach hydrologiczno-leśnych należy zwrócić uwagę na elementy bilansu wodnego w kontekście wymiany wody pomiędzy atmosferą, drzewostanem i glebą. Zakres prac badawczych dotyczących powyższej problematyki można określić następująco: 1) zbadanie wpływu symulowanych opadów na właściwości intercepcyjne części składowych drzew oraz roślin runa leśnego; 2) ustalenie różnic między właściwościami retencyjnymi poziomów organicznych gleb leśnych, wynikającymi ze składu gatunkowego drzewostanu; 3) zbadanie zdolności pokrywy glebowej do przewodzenia wody opadowej w głąb profilu glebowego.

Ponadto w zakresie hydrologicznych funkcji ekosystemów leśnych niezbędny jest okresowy monitoring wpływu zwiększenia malej retencji w lasach na jakość wód powierzchniowych i zmiany struktury i funkcji ekosystemów leśnych.

Rozwój i stosowanie nowoczesnych technologii geoinformacyjnych stwarzają nieznane dotychczas możliwości badawcze dla nauk leśnych. Dane pochodzące ze skanowania laserowego naziemnego (TLS) i lotniczego (ALS) są doskonałym elementem w modelowaniu przestrzeni (3D), m.in. dla pozyskania szczegółowych informacji o terenie oraz obiektach na nim występujących. Bezpośrednie pomiary wykonywane na chmurze punktów LiDAR oraz wykorzystanie przetworzonych produktów, jakimi są np. modele wysokościowe (NMT, NMPT, zNMPT), umożliwiają opracowanie charakterystyki morfometrycznej terenu oraz struktury przestrzennej roślinności, tj. określenie różnorodności jej budowy pionowej i poziomej. Technologia ta pozwala zautomatyzować

proces wyznaczania parametrów pojedynczych drzew i drzewostanów, takich między innymi jak wysokość, zwarcie, współczynnik penetracji światła, objętość koron, liczba drzew, czy wielkość biomasy. Stosowanie klasyfikacji obiektowej (GEOBIA) obrazów lotniczych i satelitarnych, danych ALS oraz analiz przestrzennych GIS umożliwia także weryfikację i aktualizację warstw wektorowych leśnej mapy numerycznej oraz określanie zapasu, a nawet przyrostu drzewostanów (w sytuacji cyklicznych nalotów ALS) oraz monitorowanie ich stanu zdrowotnego (np. poprzez stosowanie zakresu RedEdge i NIR w zobrazowaniach satelitarnych) (**Pietrzykowski i in.**).

Zastosowanie nowych narzędzi i technik badawczych może zmienić nasze dotychczasowe wyobrażenia o różnorodności i złożoności biologicznej ekosystemów leśnych. Na możliwości uzyskiwania niedostępnych dotychczas informacji wskazują badania nad grzybami występującymi w rozkładającym się drewnie martwym: metodami tradycyjnymi określa się ok. 8–10 gatunków, z zastosowaniem metod hodowlanych i mikroskopowych – 100, a na podstawie DNA – nawet 500 różnych genetycznie organizmów, o których wiemy niewiele albo nic (**Łakomy**).

REKOMENDACJA 41: Istnieje ścisły związek między zdolnościami osiągania nowej wiedzy a rozwojem nowych narzędzi i technik badawczych. Dwie odległe od siebie dziedziny, z nowymi instrumentami i możliwościami badawczymi, wydają się mieć szczególnie korzystne perspektywy w badaniach leśnych: badania genetyczne, tzn. rozwój technik molekularnych (badanie struktur i właściwości subkomórkowych), oraz badania geomatyczne, tzn. techniki teledetekcyjne, geoinformacyjne (do obserwacji, pomiarów i analiz wielkoprzestrzennych). Obydwa kierunki (wsparte modelowaniem matematycznym w zakresie wariantowego zagospodarowania oraz potrzeb prognozowania stanu lasów), będą stanowić, jak się wydaje, główny nurt badań leśnych w najbliższych dekadach i powinny znaleźć ważne miejsce w programach badawczych i uzyskać preferencje w finansowaniu badań.

Duże znaczenie dla przyszłości badań ma czasowo-przestrzenne ujęcie zagadnień synantropizacji leśnej flory i fauny. Stale zmieniające się uwarunkowania przyrodnicze i społeczno-gospodarcze rzutują na kształtowanie się nowych układów i struktur, np. flor synantropijnych, antropogenicznych kombinacji gatunków, wtórnych kompleksów przestrzennych, wtórnych zasięgów i struktur populacyjnych. W początkowej fazie rozwoju znajduje się wiedza o geobotanicznych aspektach nowoczesnej inżynierii ekologicznej na poziomie krajobrazu leśnego. Zweryfikowano wprawdzie wcześniejsze poglądy na temat struktury zasięgów wybranych, najważniejszych dla leśnictwa, gatunków drzew, jakkolwiek nie prowadzono dotychczas specjalnych, regularnych, wieloletnich badań nad spontaniczną dynamiką tych zasięgów, w związku z czym wiele pytań szczegółowych dotyczących istoty współczesnych migracji gatunków drzew lasotwórczych pozostaje bez odpowiedzi (**Łakomy**).

REKOMENDACJA 42: Drzewa i zbiorowiska drzewiaste poza lasem/ekosystemami leśnymi nie są przedmiotem zainteresowania leśnictwa i nauk leśnych.

Brak jest naukowych geobotanicznych podstaw kształtowania zadrzewień i tzw. marginesów/użytków ekologicznych w krajobrazach rolniczo-leśnych i rolniczych, zwłaszcza na obszarach przyrodniczo cennych. Problematyka projektowania i zakładania zadrzewień była w przeszłości przedmiotem licznych instrukcji, wytycznych oraz poradników, poświęconych głównie aspektom technicznemu (wielokrotnie modyfikowano tzw. krajowy dobór gatunków drzew i krzewów do zadrzewień). Sporo uwagi w badaniach naukowych poświęcono roli i różnym funkcjom ochronnym zadrzewień w krajobrazie nieleśnym. Zmiany klimatyczne oraz poszukiwanie nowych baz surowcowych nakazują powrót do problematyki zadrzewień oraz zintensyfikowanie badań w tym obszarze.

REKOMENDACJA 43: W celu podniesienia efektywności oraz poziomu badań leśnych w Polsce opracowania prezentowane w trakcie panelu NAUKA zwracają uwagę m. in. na potrzebę:

- stworzenia systemu rozbudowanego, ciągłego monitoringu przyrodniczo-ekonomiczno-społecznego w lasach, na podstawie którego będzie można realizować kompleksowe, interdyscyplinarne projekty badawcze;
- realizację tematów badawczych przez interdyscyplinarne zespoły specjalistów z różnych ośrodków, także zagranicznych;
- stworzenie ogólnopolskiego rejestru leśnych powierzchni badawczych (w LZD i LP), z wyszczególnieniem informacji o charakterze prowadzonych badań;
- wypracowanie przez Lasy Państwowe jasnego i klarownego systemu kwalifikowania badań do finansowania i zasady ich rozliczania, np. powołanie zespołu naukowców i praktyków oceniających projekty z punktu widzenia naukowego i praktycznego.

Praktyka urządzania lasu oczekuje od nauki rozstrzygnięć w kluczowych sprawach planowania hodowlanego i rozmiarów użytkowania (**Borecki i Stępień**). Chodzi o to, aby z jednej strony pogodzić różne, często sprzeczne, interesy określonych grup społecznych co do wielkości planowanego użytkowania rębego, a z drugiej strony, aby zachować różnorodność biologiczną, funkcje, trwałość i stabilność lasów. Konieczna jest nowelizacja metod regulacji użytkowania rębego, z wykorzystaniem w tym zakresie wieloletnich doświadczeń praktyki i najnowszych osiągnięć naukowych. W coraz szerszym zakresie oczekuje się wprowadzenia do urządzania lasu nowych technik inwentaryzacji i monitoringu. Chodzi przede wszystkim o zastosowanie naziemnego i lotniczego skaningu laserowego oraz zdjęć satelitarnych do pozyskiwania informacji o drzewach i drzewostanach (pierśnica, wysokość, miąższość) oraz o stanie i kondycji lasów (**Łakomy**). Ważnym instrumentem urządzania lasu są tablice zasobności. Od momentu wprowadzenia do praktyki tablic obecnie obowiązujących leśnicy zgłaszali zastrzeżenia co do wartości wybranych cech i prognoz przyrostu. Ewidentne różnice między rzeczywistym przyrostem drzewostanów a przyrostem szacowanym na podstawie tablic sprawiają, że są one w zasadzie nieprzydatne. Przyczyn tego stanu rzeczy należy

upatrywać między innymi w eutrofizacji siedlisk, wzroście stężenia dwutlenku węgla w atmosferze oraz zmianie wybranych parametrów klimatycznych, mających wpływ na wydłużenie okresu wegetacyjnego, a co za tym idzie na zwiększenie bieżącego rocznego przyrostu miąższości drzewostanów, jak również w poprawie gospodarki leśnej. Stosowane aktualnie w Polsce „Tablice zasobności i przyrostu miąższości drzewostanów” Szymkiewicza oparte są na materiale badawczym nieadekwatnym do obecnych warunków i wydaje się, że nie powinny być narzędziem służącym do planowania w gospodarce leśnej (**Łakomy, Socha**).

REKOMENDACJA 44: Potrzebne są badania nad budową matematycznych modeli, które mogłyby służyć do oceny wpływu zmian klimatu na produktywność siedlisk dla poszczególnych gatunków, określania optymalnego składu gatunkowego oraz spodziewanej produktywności terenów zalesianych i obszarów leśnych pochodzących z sukcesji.

Celem budowy modeli matematycznych i symulacji komputerowych jest prognoza, tzn. przewidywanie przyszłych stanów obiektu. Rozwinęły się dwie główne strategie modelowania w leśnictwie: 1) las traktowany jest jako system produkcyjny i modelowanie polega na oszacowaniu (prognozowaniu) wielkości produkcji (np. drewna w ciągu jednego lub więcej cykli produkcyjnych); 2) las traktowany jest jako złożony hierarchicznie obiekt, funkcjonujący zgodnie z określonymi prawidłowościami ekologicznymi. W pierwszym przypadku modele lasu są empiryczne, konstruowane na podstawie korelacji i zależności statystycznych określanych na podstawie danych pomiarowych, empirycznych, w drugim natomiast tworzy się ekologiczne modele procesów, definiujące reguły określające strukturę i funkcjonowanie lasu jako ekosystemu (**Brzeziecki**). Modele empiryczne odpowiadają różnego rodzaju tablicom zasobności i przyrostu drzewostanów, które stanowią podstawowe narzędzie planistyczne w gospodarce leśnej. Budzą one coraz więcej zastrzeżeń co do ich poprawności i zasadności stosowania. Przyrost drzewostanów ustalany na podstawie tablic zasobności jest obarczony bardzo dużym błędem systematycznym. Dowodów na różnice dostarczają wyniki II cyklu pomiarów w ramach wielkoobszarowej inwentaryzacji stanu lasu (**Socha**). Nie pozwala to na adekwatną ocenę i prognozowanie produktywności lasów, a ich stosowanie skutkuje zaniżaniem szacowanego przyrostu miąższości drzewostanów, co utrudnia podejmowanie strategicznych decyzji dotyczących zabiegów hodowlanych oraz ustalania etatów użytkowania głównego (**Brzeziecki, Socha, Borecki i Stępień**).

REKOMENDACJA 45: Używane obecnie w Polsce tablice zasobności zestawione przez Szymkiewicza (1961) zostały zbudowane na nieadekwatnym do obecnych warunków materiale badawczym i nie powinny być już narzędziem służącym do planowania w gospodarce leśnej. Nie pozwalają bowiem na wiarygodne szacowanie przyrostu i produkcji drewna, jak również na prawidłową aktualizację danych z inwentaryzacji. Określanie przyrostu na podstawie tablic zasobności skutkuje obecnie zaniżaniem szacowanego przyrostu drzewostanów, co między innymi utrudnia podejmowanie decyzji hodowlanych.

REKOMENDACJA 46: Jedną z naglących potrzeb jest powiązanie produktywności drzewostanów głównych gatunków lasotwórczych z aktualnymi warunkami ich wzrostu. Ważnym zadaniem dla nauki jest opracowanie modeli opisujących przestrzenną zmienność wzrostu gatunków lasotwórczych, co umożliwi określanie zarówno produktywności siedlisk, jak i produktywności głównych gatunków lasotwórczych na podstawie szczegółowych informacji o siedlisku, pozyskanych w standardowo wykonywanych obecnie pracach urządzeniowych oraz na podstawie danych geologiczno-glebowych, klimatycznych i topograficznych. Wiedza o potencjalnej produktywności siedlisk powinna być podstawą do opracowania nowych siedliskowych tablic zasobności i modeli wzrostu drzew i drzewostanów.

REKOMENDACJA 47: Należy podjąć działania, których celem byłoby opracowanie nowych modeli wzrostu (tablic zasobności). Modele te, poza zastosowaniem w planowaniu urządzeniowym, powinny być jednym z modułów systemu wspierania decyzji (DSS) w planowaniu krótko-, średnio- i długoterminowym (strategicznym), pozwalającym na rozważanie alternatywnych sposobów postępowania w zarządzaniu zasobami leśnymi. Modele wzrostu drzewostanów, w powiązaniu z informacjami o potencjalnej produktywności siedlisk, będą stanowić podstawę określania zdolności obszarów leśnych Polski do produkcji biomasy i sekwestracji dwutlenku węgla.

REKOMENDACJA 48: Wydziały leśne, IBL i BULiGL powinny podjąć wspólne działania na poziomie krajowym, których celem byłoby opracowanie nowych tablic zasobności i przyrostu miąższości drzewostanów oraz budowa modeli wzrostu dla podstawowych gatunków lasotwórczych w Polsce (budowę modeli wzrostu drzewostanów oraz opracowanie nowych tablic zasobności rekomendowały panele KLIMAT, WARTOŚĆ i ROZWÓJ).

REKOMENDACJA 49: Nowym wyzwaniem jest modelowanie rozwoju chorób przy uwzględnieniu zróżnicowań celów i narzędzi wielofunkcyjnej/wielocelowej gospodarki leśnej: leśnictwo plantacyjne, ekosystemowe, ochronne, rezerwatowe, itd. Chodzi o opracowanie narzędzi dla praktyki leśnej pozwalających na wyprzedzanie odpowiednimi zabiegami hodowlano-ochronnymi zjawisk niekorzystnych dla trwałości ekosystemu leśnego i produkcji leśnej.

Określenie potrzeb badawczych w leśnictwie, zdaniem wielu ekspertów, wymaga określenia tła i aktualnego kontekstu, tzn. omówienia sytuacji globalnej środowiska naturalnego, rozwoju technologii zarówno w gospodarce leśnej, jak i w przemyśle drzewnym, przedstawienia sytuacji zakładów usług leśnych, przeanalizowania stanu nauki w Polsce w ogóle oraz doświadczenia i praktyki nauk leśnych w szczególności, jak również nauk związanych z sektorem leśno-drzewnym i ochroną przyrody w lasach (Czerepko i in., Zasada i Żybuta, Strykowski, Ratajczak, Olaczek, Rykowski i inni). Globalny kontekst kształtują przede wszystkim zmiany klimatyczne (protokół

z Kioto i kolejne spotkania COP), globalizacja gospodarki i handlu oraz sytuacja demograficzna świata. Leśnictwo, przemysł drzewny oraz ochrona przyrody w Polsce funkcjonują w określonym kontekście prawnym i formalnym, wynikającym z członkostwa w UE oraz prawodawstwa krajowego (ministerialne konferencje ochrony lasów w Europie (MCPFE, obecnie Forest Europe). Mają na nie wpływ także strategia UE na rzecz lasów i sektora leśno-drzewnego na lata 2014–2019, europejska sieć Natura 2000, ustawa o lasach (1991) i jej nowelizacje, polityka leśna państwa (PLP 1997) (**Zasada i Żybura**).

Pomimo bardzo wielu informacji o zasobach leśnych (Bank danych o lasach, GUS), to z powodu braku jednolitych definicji nie dysponujemy podstawową informacją o ilości lasów w Polsce: 29,4%, 32,0% czy 33,5% (**Zasada i Żybura**). O potrzebie weryfikacji pojęć i redefinicji podstawowych terminów mówiły rekomendacje paneli KLIMAT, ROZWÓJ, OCHRONA. Również prognozowanie zdolności produkcyjnych i możliwości pozyskania są dalece nietrafne: w przypadku prognozy rocznego pozyskania błąd wyniósł ponad 40%, a w przypadku oceny zasobów drzewnych ponad 50% (**Zasada i Żybura**). Potwierdza to słabe zdolności predykcyjne nauk leśnych.

REKOMENDACJA 50: Rewizji należy poddać krajowy program zwiększania leśności (KPZL) z 1995 roku (wraz z jego modyfikacjami), który zakładał zwiększenie leśności kraju do 30% w roku 2020 i 33% po roku 2050 (rewizje programu KPZL, głównie z uwagi na zmiany klimatyczne, rekomendowały panele KLIMAT, ROZWÓJ, WSPÓLDZIAŁANIE). Niewiele wiemy o strukturze i produktywności ekosystemów powstałych z zalesień. Badania w tym obszarze mają zasadnicze znaczenie przy ocenie zdolności pochłaniania/retencji węgla w lasach polskich w związku z raportowaniem zgodnie z protokołem z Kioto.

Badania modelowe oraz budowa nowych tablic będą należeć do wiodącej problematyki badawczej w najbliższym okresie (**Borecki i Stępień, Brzezicki, Socha**). Budowane są modele różnego typu, o mniej lub bardziej specjalistycznym charakterze, jak np. model CO2FIX, który powstał na kanwie aktualnego zainteresowania problematyką dotyczącą potencjalnej roli lasów i gospodarki leśnej w spowalnianiu zmian klimatycznych powodowanych nadmierną emisją gazów cieplarnianych do atmosfery. Model CO2FIX V 3.1 jest narzędziem uniwersalnym; można go zastosować zarówno w przypadku projektów zalesieniowych, systemów agroleśnych, jak i w przypadku lasów zagospodarowanych sposobem przerębowym (**Brzezicki**). Przyszłością badań modelowych mogą okazać się modele krajobrazowe, pozwalające na uwzględnianie przestrzennej zmienności warunków środowiskowych oraz przestrzennych interakcji między różnymi typami ekosystemów. Główne zastosowania modeli krajobrazu to ocena potencjalnego wpływu zmian zachodzących w środowisku (zmiany klimatu, zanieczyszczenia przemysłowe, zmiana form użytkowania ziemi) na trwałość funkcji lasów (materialnych, ochronnych, społeczno-ekonomicznych) w skali krajobrazu, a także analiza wpływu struktury krajobrazów leśnych na występowanie szkód spowodowanych przez różnego rodzaju czynniki (wiatr, pożary, gradacje owadów). Modelowanie matematyczne i symulacja komputerowa urosły w ostatnich dekadach do rangi trzeciego filaru nauki – obok teorii

i eksperymentu stanowią one dzisiaj równorzędny sposób prowadzenia badań naukowych (Brzeziecki, Socha).

REKOMENDACJA 51: Rozwój teorii i budowa modeli wyznaczają nowe perspektywy w leśnych badaniach naukowych. Modele syntetyzują dostępną wiedzę o ekosystemach leśnych, wskazują na luki i słabe punkty i pomagają odpowiednio ukierunkowywać badania i formułować priorytety badawcze. Chodzi przy tym nie tyle o modele statystyczno-empiryczne drzewostanów, ile o ekologiczno-stochastyczne modele ekosystemów leśnych.

Modelowanie i symulacje komputerowe pozwalają prognozować zmiany na poziomie pojedynczych drzew, drzewostanów, a także na poziomie ponadrzewostanowym. Pozwalają uwzględniać różne scenariusze gospodarcze i środowiskowe/klimatyczne i powinny być jednym z najważniejszych priorytetów badań w polskim leśnictwie.

REKOMENDACJA 52: Należy podjąć próbę zbudowania tablic węglowych, stanowiących rozszerzenie tradycyjnych tablic zasobności i przyrostu drzewostanów (np. wg modelu CO2FIX). Tablice węglowe zawierałyby dane dotyczące wielkości zasobów węgla w nadziemnej i podziemnej biomase drzewostanu, z uwzględnieniem gatunku drzewa, bonitacji i wieku. Tablice takie są potrzebne, ażeby można było określić zasoby węgla w poszczególnych wydzieleniach (drzewostanach) na podstawie niewielkiej liczby danych wejściowych: gatunek drzewa (gatunki, z uwzględnieniem ewentualnie pięter drzewostanu), bonitacja, wiek, zasobność (lub czynnik zadrzewienia), powierzchnia wydzielenia. Dopelnienie drzewostanowej części tablic stanowiłyby dane dotyczące ściółki, drewna martwego i gleby. Budowa tablic węglowych była postulowana od dawna, zarówno jako narzędzia badawczego, jak i cennego instrumentu praktycznego do dokumentowania udziału lasów w ochronie klimatu (patrz: panel KLIMAT).

REKOMENDACJA 53: Przyszłość badań leśnych krystalizuje się dzisiaj w trzech obszarach, wykazujących największą dynamikę rozwoju (nowe narzędzia badawcze, rosnąca liczba publikacji, rosnące zainteresowanie praktyki): 1) genetyka (techniki molekularne, badanie struktur i właściwości subkomórkowych) z perspektywą selekcji indywidualnej i tworzenie populacji transgenicznych; 2) geomatyka (techniki teledetekcyjne, geoinformacyjne) z perspektywą obserwacji, pomiarów i analiz wielkoprzestrzennych; 3) modelowanie (matematyczne analizy wielkich zbiorów danych) z perspektywą planowania i prognozowania stanu i użytkowania zasobów.

Możliwości badawcze sektora leśno-drzewnego i ochrony przyrody określa wiele czynników takich, jak nakłady środków finansowych na naukę i ich podział, rozwój ilościowy i jakościowy kadry, system awansów naukowych, zatrudniania i oceny pracowników, podział na dziedziny i dyscypliny naukowe czy udział przemysłu i biznesu w zamawianiu i finansowaniu prac badawczo-rozwojowych. Schematy finansowania ba-

dań w wielu wypadkach nie pasują do specyfiki badań z zakresu leśnictwa, wymagających dłuższego horyzontu czasowego. Znaczącą pozycję w tym kontekście zajmują Lasy Państwowe (LP), zwłaszcza w utrzymaniu istniejących już wieloletnich eksperymentów badawczych – stałych powierzchni doświadczalnych (**Zasada i Żybura**).

REKOMENDACJA 54: Pomimo cennego potencjału nauk leśnych w Polsce ich stan i związki z drzewnictwem i ochrona przyrody są dalekie od optymalnych. Powiązanie między ośrodkami naukowymi w sektorze leśno-drzewnym i ochronie przyrody w lasach nie istnieją lub są dość luźne. W tym stanie rzeczy należy pomyśleć o utworzeniu swoistego klastra technologicznego „leśnictwo – przemysł drzewny – ochrona przyrody”.

Według Center for International Forestry Research (CIFOR), badania leśne w końcu XX wieku były niewystarczające, aby zapewnić stan wiedzy odpowiadający wyzwaniom współczesności, co skłania do refleksji, dyskusji, analiz i opracowania koncepcji ich dalszego rozwoju.

REKOMENDACJA 55: O rozwój badań leśnych upominała się „Polityka leśna państwa” (1997) i tamte zapisy dramatycznie zyskały dzisiaj na aktualności. Osiąganie celów trwałego i zrównoważonego leśnictwa wielofunkcyjnego w warunkach niepewności klimatycznej i długiego cyklu produkcji drewna wymaga:

- intensyfikacji badań nad zmianami środowiska przyrodniczego i ich wpływem na lasy i pełnione przez nie funkcje;
- monitorowania stanu lasów i poziomu ich zagrożeń w celu prognozowania zmian,
- bieżącego rozpoznania naukowego w zakresie dynamiki i zrównoważenia ekosystemów leśnych oraz ochrony i wykorzystania potencjału różnorodności biologicznej lasów,
- prac z zakresu leśnej inżynierii ekologicznej oraz bezpiecznych technik i technologii prac leśnych,
- studiów nad nowymi modelami lasu i wzmaganiem wszechstronnej użyteczności lasów w gospodarce i życiu społecznym kraju.

Oczywistym warunkiem prowadzenia tego rodzaju badań jest rozwój zaplecza naukowego i badawczego, współpraca z zagranicznymi placówkami badawczymi oraz rozwój kadr.

Jedną z podstawowych trudności w określeniu stanu wielokierunkowego użytkowania lasu i potrzeb badawczych w tym zakresie w perspektywie najbliższych dekad jest brak właściwego instrumentarium pojęciowego, jednoznacznych definicji i opisu pojęć, którymi się posługujemy w leśnictwie. Encyklopedyczne definicje lasu i leśnictwa są definicjami archaicznymi. Oparte są na teoriach i praktycznym wykorzystaniu lasu zawężonym do koniunkturalnych celów tu i teraz. Wynika to z przeniesienia w XXI wiek sposobów zdobywania wiedzy i rozumienia leśnictwa z początków osiemnastego i dziewiętnastego wieku (**Paschalis-Jakubowicz**).

REKOMENDACJA 56: Należy podjąć prace nad słownikiem pojęć i definicji dla sektora leśno-drzewnego i ochrony przyrody w lasach. Słownik, przeznaczony zarówno dla środowiska zawodowego, jak i edukacji leśnej społeczeństwa, mógłby mieć formę multimedialnej „kroczącej” encyklopedii, otwartej, uzupełnianej, modernizowanej i weryfikowanej w miarę zdobywania nowej wiedzy i doświadczeń praktycznych.

REKOMENDACJA 57: Wyjątkowo aktualnym kierunkiem badań leśnych jest łączenie wiedzy z zakresu ekologii z wiedzą ekonomiczną (*ecological economics*).

Potrzebna jest ekonomiczna analiza wartości gospodarczej obszarów objętych różnym reżimem ochronnym, określenie wartości usług ekosystemowych, nieruchomości i obiektów leśnych, infrastruktury itd. Praktyka leśna oczekuje ustalenia rzeczywistych strat z powodu zmniejszenia biologicznej różnorodności i utraty z tego tytułu usług ekosystemowych. Wycenić trzeba działania zapobiegające i naprawcze. Ocenic należy rzeczywiste koszty ochrony przyrody w lasach, w tym z tytułu zaniechania użytkowania.

REKOMENDACJA 58: Sektor leśno-drzewny powinien odgrywać strategiczną rolę w promocji i rozwoju biogospodarki. Powinien zaoferować platformę innowacyjną, zarówno dla nowych rozwiązań w zagospodarowaniu i użytkowaniu lasu, jak i dla rozwoju przedsiębiorczości, uwzględniającej wartości społeczne. Oferta ta powinna być skierowana głównie do samorządów w regionach o dużej leśności.

REKOMENDACJA 59: Niezbędnym wydaje się dokonanie analizy efektów ekonomicznych hodowli drzewostanów mieszanych w porównaniu z hodowlą drzewostanów jedno lub dwugatunkowych, uwzględniając nie tylko wartość produkcji, ale także ryzyko hodowlane w obliczu zmieniających się warunków środowiska, jak również inne korzyści. Brakuje wyczerpującej wiedzy na temat wzrostu i rozwoju poszczególnych gatunków drzew w środowisku lasu mieszanego, gdzie dodatkowym czynnikiem modyfikującym ich zachowanie oraz reakcje na czynniki środowiska są wzajemne relacje międzygatunkowe.

Zmieniające się uwarunkowania społeczne i gospodarcze coraz silniej determinują charakter prowadzonej gospodarki leśnej. Jednym z ważniejszych zagadnień jest budowa systemu zarządzania wielofunkcyjną gospodarką leśną zintegrowanego z planowaniem rozwoju społeczno-gospodarczego kraju. Gospodarka leśna i lasy nie są traktowane w sposób całościowy i spójny, a model relacji między różnymi sektorami gospodarki a leśnictwem ma charakter pasywny. Dynamiczny rozwój kraju oraz coraz częstszy wybór między różnymi opcjami wykorzystania lasu wymagają precyzyjnego określenia roli gospodarki leśnej w zagospodarowaniu przestrzennym. Nie powinna ona być prowadzona pod presją i na podstawie programów sektorowych ani też ograniczana tylko do tworzenia warunków do optymalizacji udziału lasów w strukturze użytkowania ziemi (Pietrzykowski i in., Rykowski).

REKOMENDACJA 60: Za szczególnie ważne uznaje się budowę nowego modelu gospodarowania obszarami leśnymi, który – uwzględniając powszechną ochronę przyrody – zapewniłby produkcję drewna i rozwój społecznych funkcji lasów, przy ściślejszym niż dotychczas powiązaniu planowania leśnego z systemem planowania przestrzennego. Gospodarka leśna powinna stać się integralną i strategiczną częścią lokalnej i regionalnej gospodarki przestrzennej.

REKOMENDACJA 61: Priorytetowym celem badań w zakresie zarządzania lasu winno być opracowanie systemu zintegrowanego z zagospodarowaniem przestrzennym oraz poszukiwanie działań z zakresu zarządzania, które wpłyną na wzrost znaczenia gospodarki leśnej w gospodarce gminy, powiatu i województwa. Chodzi o wypracowanie nowych wzorców zarządzania obszarami leśnymi, które z jednej strony powinny umożliwiać identyfikację i przestrzenną alokację funkcji priorytetowych gospodarki leśnej na danym obszarze, z drugiej zaś sprzyjać stopniowemu przeobrażaniu struktury zasobów leśnych do takiej postaci, w której realizacja określonych funkcji wiodących będzie możliwa.

REKOMENDACJA 62: Przy formułowaniu potrzeb badawczych sektora leśno-drzewnego i ochrony przyrody w lasach wskazany jest udział przedstawicieli grup interesu i szersze konsultacje społeczne. Obserwuje się bowiem istotny rozdźwięk pomiędzy formalnym działaniem sektora leśnego a oczekiwaniami ludzi/grup interesu, którzy potrzebują lasu dla zaspokojenia swojego zapotrzebowania na energię, żywność, bezpieczeństwo, wypoczynek, na obecność dzikiej przyrody w swoim otoczeniu.

REKOMENDACJA 63: Wiele analiz sytuacji leśnictwa w Polsce na tle leśnictwa światowego i europejskiego, a także przegląd potrzeb badawczych i kierunków rozwoju nauk leśnych wskazuje na potrzebę modyfikacji sposobów zarządzania lasami w Polsce. Mamy bowiem do czynienia z mało elastyczną, spetryfikowaną strukturą polskiego leśnictwa i z przekonaniem zarządzających lasami państwowymi (PGLLP) o zbędności jakichkolwiek zmian. Chodzi tu o decentralizację decyzji, dewolucję władzy i uspołecznienie zarządzania, tzn. dostosowanie zarządzania do wymagań dyskursywnego społeczeństwa demokratycznego. Będzie to miało wpływ na uprawianie nauk i prowadzenie badań leśnych, które będą miały na względzie nie tylko powodzenie branży leśnej, lub powodzenie przedsiębiorstwa PGLLP, lecz także wzrost znaczenia lasów i leśnictwa w przyszłym rozwoju cywilizacyjnym kraju.

Badania leśne postępują w ślad za zmianami w gospodarce leśnej, rzadziej je wyprzedzają. W tym sensie praktyka gospodarcza wyznacza główne kierunki i cele dla nauk i badań leśnych. Do połowy XX wieku leśnictwo surowcowe zajmowało się intensyfikacją produkcji drewna metodami wypracowanymi wcześniej w rolnictwie, takimi jak jednogatunkowe uprawy, intensywna selekcja materiału rozmnożeniowego, nawożenie oraz chemiczne zwalczanie szkodników owadzych czy patogenów grzybowych.

W tym obszarze tematycznym poruszały się również nauki leśne. Po „przemysłowym” zamieraniu lasów w latach 80. ubiegłego wieku, uchwaleniu konwencji ONZ o różnorodności biologicznej (1992) oraz docenieniu wyników badań ekologicznych dotyczących zaburzeń i ich skutków, gospodarka leśna zwróciła się w kierunku „hodowli lasu bliskiej naturze” (Szwagrzyk). Nowe podejście generuje nowy typ badań.

Obecnie oba nurty współlistnieją i kształtują w różnym stopniu współczesne leśnictwo w Europie. W obrębie każdego z nich gromadzona jest problematyka badawcza i rozwijają się równoległe lub przeciwstawne kierunki badań. Jest to przesłanką do myślenia o zindywidualizowaniu i zróżnicowaniu gospodarki leśnej. W miejsce jednorodnej i obowiązującej do niedawna ogólnej teorii sukcesji ekologicznej Clementsa pojawiła się cała seria różnorodnych modeli, z których żaden nie aspiruje do uniwersalności. Obowiązujące zawsze i wszędzie schematy okazują się zawodne. Tradycyjny podział na ekologię roślin i ekologię zwierząt przestał odgrywać znaczącą rolę (Szwagrzyk).

REKOMENDACJA 64: Mamy do czynienia z dwukierunkowym rozwojem współczesnej gospodarki leśnej: z jednej strony leśnictwo nie porzuciło gospodarki „surowcowej”, ale znalazło dla niej nowe uzasadnienie w związku ze zmianami klimatycznymi (intensywne pochłanianie CO₂, tzn. intensywna produkcja drewna), natomiast z drugiej nastąpiło otwarcie się na „ekologizację” lub „proekologiczną” gospodarkę leśną, która rozwijana jest w związku z dążeniem do trwałości i stabilności ekosystemów leśnych oraz ze zwiększaniem obszarów chronionych. Sytuacja, w jakiej znalazło się leśnictwo na początku XXI wieku, dostatecznie uzasadnia potrzebę przestrzennego i czasowego różnicowania polskiego leśnictwa.

Wokół tak określonych dwóch głównych nurtów, wraz z możliwymi opcjami pośrednimi, powinny rozwijać się badania leśne. Oznacza to znakomite poszerzenie pola badań, podjęcie współpracy z nowymi dziedzinami i dyscyplinami naukowymi, nową strukturę nauk leśnych i organizację badań oraz potrzebę istotnego zwiększenia finansowania.

Zmiany klimatyczne oraz badania nad uwarunkowaniami i mechanizmami kształtowania się różnorodności biotycznej stały się przyczyną do postawienia na nowo starych pytań oraz źródłem nowych inspiracji badawczych. Takim wyzwaniem są kluczowe pytania o związek między różnorodnością gatunkową a produktywnością czy stabilnością ekosystemów leśnych (Szwagrzyk). Kluczowe dla „proekologicznej” czy „zbliżonej do natury” gospodarki leśnej jest zachowanie naturalnych procesów w lasach zagospodarowanych. Ochrona części powierzchni leśnej w formie rezerwatów czy parków narodowych nie jest wystarczająca do zachowania populacji rzadkich i zagrożonych gatunków. Zachowanie naturalnych procesów w lasach zagospodarowanych stwarza problemy przede wszystkim ze względu na grupę organizmów związanych z martwym drewnem; pozostawianie w lesie martwego drewna o dużych rozmiarach jest niekorzystne z punktu widzenia gospodarki leśnej. Potrzebne są zatem badania dynamiki występowania i dyspersji tej grupy gatunków, zwłaszcza taksonów rzadkich i zagrożonych. Dlatego trwałym elementem badań leśnych powinny być lasy referencyjne (Szwagrzyk).

REKOMENDACJA 65: Trwała ochrona niektórych populacji lub zbiorowisk, w warunkach autonomicznych, dynamicznych zmian ekosystemów leśnych, jest nieporozumieniem. Założenie, jakie obowiązuje w sieci Natura 2000, że liczebność populacji cennych gatunków lub powierzchnia siedlisk cennych przyrodniczo nie powinny ulec zmniejszeniu, jest wyrazem fałszywej, statycznej wizji przyrody, bowiem fluktuacje liczebności i zasięgu są przejawami normalnego funkcjonowania procesów przyrodniczych. Zadaniem nauki jest oddzielenie tego, co jest naturalną fluktuacją, od trendów spadkowych wywołanych niewłaściwym gospodarowaniem zasobami przyrodniczymi lub zjawiskami patologicznymi. Dlatego niezmiernie ważne jest prowadzenie długoterminowych badań i obserwacji na stałych powierzchniach badawczych, dających obraz naturalnej dynamiki populacji i zbiorowisk. Do kanonu badań leśnych powinna należeć sieć lasów referencyjnych.

REKOMENDACJA 66: Mamy do czynienia z rozszerzaniem interpretacji dyrektywy siedliskowej i żądaniem ochrony typów siedlisk przyrodniczych w sposób rezerwatowy (wszędzie, także poza obszarami Natura 2000), z demonizowaniem czynnej lub biernej ochrony, zwłaszcza wyrębu drzew lub pozostawiania drzew martwych. Spór w tych sprawach toczy się zarówno na poziomie centralnym (ministerialnym), jak i poziomie nadleśnictw pomiędzy działaczami organizacji ekologicznych a leśnikami. Spór ten należy przenieść na płaszczyznę naukową i wykazać, jaka jest optymalna struktura każdego typu ekosystemu leśnego w zależności od siedliska, wieku drzewostanu i funkcji konkretnego płata lasu.

REKOMENDACJA 67: Intensywniej należy rozwijać badania ukierunkowane na poznanie biocenotwórczej roli martwych drzew i rozkładającego się drewna w zależności od takich parametrów, jak gatunek drewna/drzewa, wymiar, wiek, siedlisko, itp. Wiedza z tego zakresu przyczyni się do lepszego poznania i ochrony różnorodności biologicznej lasów, a także umożliwi racjonalizację sposobów zagospodarowania i ustanawianie kategorii ochronności.

Od dziesięcioleci mamy do czynienia ze „szkodami” od zwierzyny i brakiem wiedzy o skutecznym zarządzaniu populacjami roślinożerców i ich wpływie na dynamikę lasu. Próby inwentaryzacji, ograniczania liczebności jeleniowatych czy ustabilizowania na pożądanym poziomie są nieskuteczne (Szwagrzyk).

REKOMENDACJA 68: Nauka i praktyka leśna nie uporały się z problemem ochrony odnowień/lasu przed zwierzyną. Wobec niewielkiej skuteczności ochrony metodą zarówno redukcji populacji roślinożerców, jak i grodzień lasu, wylania się potrzeba nowego typu badań ekologicznych o charakterze behawioralnym. Niezbędne jest prowadzenie rzetelnych metodycznie i wieloaspektowych badań nad interakcjami między roślinnością leśną, kopytnymi i dużymi drapieżnikami w lasach oraz opracowanie reguł postępowania hodowlanego, które pozwoliłyby na zmniejszenie presji roślinożerców na odnowienia. Wpływ drapieżników

na populacje roślinożerców przejawia się nie tylko przez redukcję liczebności populacji ofiar, ale także poprzez wpływ na ich zachowanie, w tym na sposób żerowania.

REKOMENDACJA 69: Lista problemów badawczych z zakresu hodowli i ekologii lasu oczekujących pilnego podjęcia:

- wpływ naturalnych zaburzeń oraz różnych sposobów postępowania w zniszczonych drzewostanach na funkcjonowanie ekosystemów leśnych;
- produkcja i dyspersja nasion drzew leśnych oraz naturalne procesy odnowieniowe w lasach w kontekście globalnych zmian klimatycznych;
- poszukiwanie metod hodowlanych bazujących na mechanizmach naturalnej dynamiki drzewostanów, zapewniających trwałość lasu w warunkach presji dużych roślinożerców;
- poszukiwanie rozwiązań pozwalających na zachowanie glebochronnych, wodochronnych i rekreacyjnych funkcji lasów w perspektywie wzrostu pozyskania surowca drzewnego;
- poszukiwanie sposobów zwiększenia sekwestracji węgla w ekosystemach leśnych.

W Polsce mamy ok. 400 aktywnych zawodowo pracowników naukowych, którzy mają stopnie i tytuły z zakresu nauk leśnych. Podstawowymi efektami każdej pracy naukowej są publikacje. W zakresie nauk leśnych te najbardziej liczące się periodyki to: „Annals of Forest Science”, „Forestry”, „Forest Ecology and Management”, oraz kilka innych z zakresu ekologii, entomologii, fizjologii roślin. Z pobieżnej analizy wynika, że polscy „leśni naukowcy” w najlepszym razie publikują rocznie zaledwie kilka prac w wysoko punktowanych czasopismach i źle wypadamy w porównaniu z niektórymi zagranicznymi placówkami naukowymi zajmującymi się naukami leśnymi (**Gwiazdowicz**). Nie lepiej wypadają nauki leśne w konkurencji krajowej. Projekty z zakresu nauk leśnych rzadko trafiają do finansowania. Odpowiedź jest stosunkowo prosta, gdy ocenia się nowatorskość, innowacyjność, oryginalność projektu oraz dorobek naukowy kierownika, to nauki leśne wypadają zdecydowanie gorzej niż konkurencja i nie wydaje się, by kluczową kwestią był tutaj brak środków finansowych. Sprawą zasadniczą jest jakość kadry naukowej (**Gwiazdowicz**), która w dużej mierze jest wynikiem selekcji negatywnej (**Czerepko i in.**).

REKOMENDACJA 70: W polityce finansowania badań naukowych należy w zdecydowanie większym stopniu kierować się wartością/kwalifikacjami autorów projektów. Chodzi o wspieranie wybitnych naukowców, którzy kreują nauki leśne w Polsce. Promować należy najlepszych, to znaczy tych, którzy mają znaczący dorobek naukowy (publikacyjny w uznanych pismach naukowych) i na nich budować zespoły, wspomagać zaufaniem, im zlecać i od nich przyjmować i finansować projekty, bo są oni gwarancją wyników na wysokim poziomie. Trzeba rozwijać współpracę naukową z najlepszymi placówkami naukowymi w kraju i za granicą.

Wiele uwagi, energii i środków finansowych pochłaniają prace o dużej wartości statystycznej (inventaryzacje, monitoring) czy operacyjnej dla zarządcy, które nie powinny być traktowane jako prace naukowe i nie powinny obciążać puli środków finansowych przeznaczanych na naukę i badania. Obrączkowanie orłów, coroczne liczenie dzików czy akcyjne inventaryzacje czegokolwiek w lesie nie są pracą naukową, a obciążają pulę środków przeznaczonych na badania. Informacje i dane z inventaryzacji czy monitoringu mogą być jedynie podstawą analiz naukowych (**Gwiazdowicz**).

REKOMENDACJA 71: Należy odróżnić prace naukowe od monitoringu czy inventaryzacji. Monitoring środowiska leśnego, stanu lasów czy inventaryzacje zasobów leśnych mają charakter techniczny i służą głównie statystyce. Bez hipotez i naukowych metod ich weryfikacji powyższe działalności nie są w istocie badaniami naukowymi. Praca naukowa to forma aktywności twórczej i polega na poszukiwaniu i osiąganiu prawd naukowych poprzez stawianie i weryfikowanie hipotez badawczych, znajdowanie faktów naukowych, łączenie faktów w nowe teorie naukowe.

Rozróżnienie to powinno urealnić i skorygować dane dotyczące nakładów na naukę i badania, zwłaszcza finansowane przez DGLP.

REKOMENDACJA 72: Należy rozważyć utworzenie ogólnopolskiego rejestru powierzchni badawczych (eksperymentalnych, pomiarowych, monitoringowych, referencyjnych) w lasach, który zawierałby podstawowe informacje o lokalizacji, autorach i zadaniach tam realizowanych. Nie ma obecnie pełnego, powszechnie dostępnego rejestru informacji, kto i gdzie prowadzi badania, jaki jest ich cel i zakres. W rejestrze należałoby gromadzić także efekty badań, czyli publikacje. Pozwoli to również, w miarę potrzeb, na kontynuowanie prac przez kolejne pokolenia leśników.

Stan nauki w Polsce jest wysoce niezadowalający. Składa się na to m.in. niski udział wydatków na naukę – w 2009 r. 0,68% PKB (z krajów UE mniej wydatkowały jedynie Grecja i Słowacja); 32 miejsce pod względem liczby publikacji naukowych na 1 mln mieszkańców (ok. 6 razy mniej niż Szwajcaria); wskaźnik cytowań publikacji z Polski w 2009 roku wynosił 1,06 (ponad dwukrotnie niższy niż publikacji z Niemiec, W. Brytanii, Szwecji); pod względem liczby zatrudnionych w nauce Polska zajmuje 24 miejsce (wyprzedza jedynie Rumunię i Cypr). Wymienione zjawiska dotyczą również nauk leśnych, których sytuacja ekonomiczna jest zła (**Czerepko i in.**, **Ratajczak**, **Olaczek**, **Grzywacz**), zarówno w przeliczeniu nakładów na 1 m³ drewna, jak i na 1 ha powierzchni lasu. Na przykład Słowacja, mając 4-krotnie mniej lasów i pozyskując tyle samo razy mniej drewna niż Polska, finansuje badania leśne na poziomie czterokrotnie wyższym (2009): Polska – 7 zł/ha; Słowacja – 30 zł/ha; Austria – 32 zł/ha (**Czerepko i in.**). Sytuację w Polsce poprawia ustawowy zapis, zobowiązujący PGLLP do finansowania badań leśnych, dzięki czemu ok. 60% wszystkich środków kierowanych na badania leśne pochodzi z funduszu leśnego gromadzonego w Lasach Państwowych. Lasy Państwowe od dawna finansują badania naukowe (w 2014 i 2015 r. w wysokości ok. 50 mln zł), co

oznacza wspomaganie przez PGLLP administracji publicznej w działaniach leżących w zakresie jej obowiązków (**Tomaszewski**). Nauki i badania leśne stają nie tylko przed nowymi wyzwaniami, pojawiającymi się w przedmiocie badań, lecz muszą również konkurować o środki finansowe z badaniami w obszarach uznawanych za strategiczne z punktu widzenia państwa (**Czerepko i in.**).

Kolejnym niekorzystnym zjawiskiem występującym w nauce polskiej, również w naukach leśnych, to niekorzystna struktura zatrudnienia, spowodowana m.in. sytuacją finansową młodszych pracowników nauki, co w wielu przypadkach skutkuje selekcją negatywną w doborze kadr (**Grzywacz, Strykowski, Czerepko i in.**).

REKOMENDACJA 73: Oczekiwaną poprawę stanu nauk i badań leśnych w Polsce może zapewnić jedynie bezwzględny wzrost wysokości nakładów oraz ustanowienie długookresowego programu badań, zapewniającego stabilność w finansowaniu leśnych ośrodków naukowych. Ma to szczególne znaczenie, jeśli porównamy strukturę własności lasów w Polsce, których przeważająca część stanowi własność skarbu państwa (prywatne źródła finansowania badań leśnych praktycznie nie istnieją). Powstanie długookresowego programu badawczego (poza projektami rozwiązującymi doraźne problemy gospodarki leśnej) powinno się wiązać ze sformalizowaniem procedury wdrożeń wyników badań.

Przeprowadzona na potrzeby panelu NAUKA analiza wyraźnie wskazuje, że dominującą aktualnie tematyką badań leśnych jest ekologia lasu i bioróżnorodność, w czym mieszczą się zagadnienia związane ze zmianami klimatu i ich łagodzeniem, a także z ochroną zasobów przyrodniczych. Tradycyjna ochrona lasu jest trudna do wyraźnego oddzielenia od ochrony ekosystemów leśnych, a łącznie z ekologią stanowią dzisiaj zasadniczy obszar zainteresowań większości instytutów badawczych zajmujących się leśnictwem i lasami w Europie. Na drugi plan wysuwają się: hodowla lasu oraz coraz bardziej zaawansowana, wnikająca w obszary leśnej biotechnologii, genetyka. Ważnym obszarem zainteresowań jest ciągle polityka leśna, która pełni istotną rolę w kontekście zmieniających się warunków środowiskowych i klimatycznych, wkraczając w tematykę efektywności wykorzystania lasów wobec względnego ubytku zasobów leśnych. Bez wątpienia w związku ze wzrostem znaczenia pozaprodukcyjnych funkcji lasu, istotnym, nadal nierozwiązanym problemem są szeroko rozumiane zagadnienia wartościowania dóbr i świadczeń lasu, ale również zasobów leśnych (**Czerepko i in.**).

REKOMENDACJA 74: Nie udało się dotychczas wypracować zasad ustalania wysokości środków dedykowanych na badania, których poziom korelowałby ze wskaźnikami gospodarczymi lub ekonomicznymi, np. z wartością przychodów, wynikiem finansowym, miąższością pozyskanego drewna, najważniejszego sponsora badań leśnych, jakim jest PGLLP. Mając na uwadze stabilność finansowania badań, zwłaszcza długoterminowych, na które zapotrzebowanie gwałtownie wzrasta w związku ze zmianami klimatycznymi, należy pilnie zdefiniować te wielkości, tak aby można było zaplanować i wyznaczyć kierunki

badan w perspektywie co najmniej 5, a najlepiej kilkunastu, lat. Jednym z takich rozwiązań może być zmiana prawa podatkowego poprzez wprowadzenie tzw. *greentax* od obrotu drewnem (wzorem innych krajów, np. w Skandynawii), gdzie część środków z tego podatku przeznaczana jest m.in. na badania.

Ministerstwo Środowiska nie finansuje badań naukowych. Do tego celu powołane są przede wszystkim rządowe agencje wykonawcze: Narodowe Centrum Nauki, którego zadaniem jest wspieranie działalności naukowej w zakresie badań podstawowych, oraz Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) – jednostka realizująca zadania z zakresu polityki naukowej, naukowo-technicznej i innowacyjnej państwa (**Żornaczuk-Łuba i in.**). Zadania na rzecz sektora leśno-drzewnego i środowiska, finansowanego z budżetu państwa, zawarte są w programie BIOSTRATEG, przygotowanym przez Radę NCBR, którego zakres tematyczny obejmuje biogospodarkę oraz rozwój technologii środowiskowych i ekoinnowacji (**Kątecki**).

Priorytetem ministra środowiska nie są badania w zakresie leśnictwa, ale projekty dotyczące gospodarki odpadami i gospodarki wodnej (**Żornaczuk-Łuba i in.**). W ostatnim okresie nastąpiły również trudności z uzyskaniem finansowania z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. W 2011 r. nastąpiła zmiana zasad finansowania zadań przez NFOŚiGW, która spowodowała znaczące zwiększenie pracochłonności starań o środki na ekspertyzy i prace rozwojowe oraz pracochłonności ich rozliczania: szczegółowe plany merytoryczne i koszty należy sporządzać dwa lata w przód.

Ministerstwo Środowiska trwale korzysta z ekspertyz i doradztwa leśnego środowiska naukowego w sprawach: corocznego krajowego raportu o stanie gospodarki i rynku drzewnego dla Komitetu Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego EKG ONZ; przygotowywanego co pięć lat raportu w ramach oceny zasobów leśnych świata (*Global Forest Resources Assessment*), raportów dotyczących wskaźników jakościowych trwałej i zrównoważonej gospodarki leśnej i wdrożenia porozumień zawartych podczas ministerialnych konferencji procesu ochrony lasów w Europie (MCPFE, obecnie pod nazwą Forest Europe) oraz wskaźników ilościowych opracowanych przez Forest Europe i przez europejską komisję gospodarczą ONZ (UNECE) i FAO, jak również przy tworzeniu licznych zespołów zadaniowych oraz grup roboczych (**Żornaczuk-Łuba i in.**).

REKOMENDACJA 75: W budżecie Ministerstwa Środowiska należy przewidzieć odpowiednie środki na finansowanie badań naukowych. Umożliwi to lepsze przygotowanie ekspertów i specjalistów, z których wiedzy korzysta resort. Nauki i badania leśne dostarczają dowodów naukowych, które są podstawą kształtowania polityki leśnej państwa. Stanowią bardzo cenny element procesu decyzyjnego oraz pomoc w kontaktach międzynarodowych i prowadzeniu międzynarodowej współpracy.

Polska oferta zielonych technologii jest rozproszona i nie spełnia wymagań stawianych w większości konkursów dotyczących kompleksowych tematów badawczych i wdrożeniowych (**Kątecki**).

REKOMENDACJA 76: W celu gromadzenia potencjału badawczego i organizacyjnego, oraz przyspieszenia tworzenia i realizacji długofalowych projektów badawczych w sektorze leśno-drzewnym, w tym w obszarze „zielonej gospodarki”, należy tworzyć sieć konsorcjów tematycznych, złożonych z ośrodków naukowych i przedsiębiorstw/jednostek biznesu, tzn. PGLLP, przemysłu drzewnego, papierniczego, meblarskiego, jak również administracji państwowej i samorządowej (urzędy wojewódzkie, powiatowe, gminne).

REKOMENDACJA 77: Innowacyjność w gospodarce leśnej (ekoinnowacje) polega nie tylko na wprowadzaniu na rynek nowych, pojedynczych rozwiązań technologicznych lub produktów, ale jest ciągłym procesem, zachodzącym w wyniku nowelizacji zasad, instrukcji, wytycznych, konferencji, szkoleń, narad, itp. Zachodzi wewnątrz organizacji PGLLP i wewnątrz leśnych ośrodków naukowych oraz na styku między biznesem (PGLLP, prywatny sektor drzewny) a nauką (leśne ośrodki naukowe). Szczególnie przydatne do wprowadzania innowacji powinny być obszary leśnych kompleksów promocyjnych (LKP), lasy referencyjne, obszary „katastrof ekologicznych”, obszary Natura 2000 itp.

Udział rozwiązań innowacyjnych, w tym ekoinnowacji w obszarze programu BIO-STRATEG, jest niedostateczny. Jest to spowodowane wieloma barierami, takimi jak niepewność rynków, niewystarczające odzwierciedlenie korzyści i kosztów środowiskowych przez ceny rynkowe, ograniczenia związane z infrastrukturą i wzorcami zachowań oraz niedostatek wiedzy (**Kątki**). Dla rozwoju polskiej innowacyjności w długoterminowej perspektywie konieczny jest wzrost finansowania B+R ze środków prywatnych.

REKOMENDACJA 78: Współpraca nauki i biznesu stanowi jedyną ścieżkę prowadzącą do rozwoju innowacyjnej i konkurencyjnej polskiej gospodarki. Konieczna jest budowa systemu zachęt i wsparcia, który stałby się akceleratorem ekoinnowacji i spowodowałby zwiększenie środków finansowych (przede wszystkim z prywatnego sektora drzewnego, choć wspomaganych przez środki PGLLP oraz środki publiczne) na badania i rozwój, tworzenie długoterminowych strategii badawczych oraz strategii inteligentnych specjalizacji. Potrzebna jest strategia współpracy nauki i badań leśnych (leśnych ośrodków naukowych) z państwowym (PGLLP) i prywatnym sektorem drzewnym, meblarskim, papierniczym. Pomocna w tym względzie mogłaby być komórka administracyjna (w PGLLP, lub w IBL), wspomagająca organizację wspólnych projektów rozwojowych w sektorze leśno-drzewnym i w ochronie przyrody w lasach.

REKOMENDACJA 79: Od decydentów należy żądać zmiany polityki naukowej w sprawach, takich jak znaczenie systematycznych badań długoterminowych wobec doraźnych „projektów”; ranga monografii naukowych wobec panującej mody na przyczynki; znaczenie badań regionalnych; rola bibliotek, archiwów, herbariów i muzeów naukowych; docenienie dorobku i autorytetu instytutów

naukowych, skazanych na łaskę instytucji finansujących, by móc prowadzić badania.

Wspólnym zadaniem biologów i leśników działających na polu naukowym powinno być dążenie do podniesienia w polityce naukowej państwa rangi nauk środowiskowych i badań leśnych służących gospodarce leśnej i ochronie przyrody. Zadaniem nauki jest też wprowadzanie ładu i racjonalności do świadomości społecznej w sprawach roli środowiska przyrodniczego w kształtowaniu społecznego bytu obecnie i w przyszłości.

Warunkiem zrównoważonego rozwoju, nowoczesności i zgodności z zasadami zielonej gospodarki, jest posługiwanie się nową wiedzą i trwały rozwój badań naukowych. Dotyczy to w wyjątkowo dużym stopniu leśnictwa i drzewnictwa. Cechą gospodarki opartej na wiedzy jest coraz większa skala wykorzystywania wartości pozamaterialnych (wiedzy, technik informatycznych) zamiast surowców i energii (Ratajczak).

REKOMENDACJA 80: Polityka państwa w sferze nauki, badań i rozwoju jest dalece nieefektywna i degradowała tę sferę życia społecznego. Znajduje to wyraz w niskim poziomie nakładów na B+R i w strukturze źródeł finansowania, odzwierciedla się w relatywnie niskiej randze nauki oraz niskiej innowacyjności polskiej gospodarki. Pod tym względem Polska nadal odbiega od średniego stanu w Europie i świecie. Sytuacja jest jeszcze bardziej dramatyczna w sektorze leśno-drzewnym i w ochronie przyrody w lasach. Obecny system finansowania badań naukowych w Polsce nie jest przygotowany do finansowania badań leśnych, z natury rzeczy wieloletnich, multidyscyplinarnych i wielkoprzestrzennych. Tego rodzaju projekty powinny być finansowane wspólnie (lub oddzielnie) przez Narodowe Centrum Nauki, NFOŚiGW, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Generalną Dyрекcję Lasów Państwowych.

Dążenie do podniesienia poziomu finansowania i lepszej organizacji badań jest nakazem chwili.

Impulsy do rozwoju wiedzy w sektorze leśno-drzewnym mogą pochodzić zarówno ze strony konsumentów (popyt na drewno, na usługi ekosystemowe, na miejsca rekreacji), jak i ze strony podaży (nowe bazy surowcowe, zalesienia, zadrzewienia, edukacja leśna). Dla sektora drzewnego ważnym stymulatorem zmian technik i technologii są zmiany zasobów surowca drzewnego i ich struktury, zarówno rodzajowej, jak i jakościowej (np. oferowanie coraz cieńszego surowca lub okresowa podaż drewna pokłeskowego).

REKOMENDACJA 81: Stymulowanie rozwoju badań może odbywać się poprzez regulacje odnoszące się do zastosowań drewna oraz mobilizacji zasobów. Zmiany przepisów prawnych, norm i standardów mogą powodować, a nawet wymuszać, poszukiwanie nowych sposobów zagospodarowania, technologii użytkowania czy tworzenie nowych baz surowcowych oraz nowych rozwiązań technologicznych i produktowych.

Jakkolwiek motorem rozwoju oraz konkurencyjności są innowacje, to w przypadku leśnictwa i drzewnictwa problem jest bardziej skomplikowany. Z istoty tych dziedzin – produkcja i przetwarzanie surowca naturalnego pochodzącego z procesów biologicznych – wynikają obiektywne ograniczenia w doskonaleniu technologii i wprowadzaniu zmian. Obydwa działy należy uznać za mało podatne na innowacje – niska podatność innowacyjna sektora leśno-drzewnego sytuuje wszystkie branże drzewne wg GUS (2014) do grupy „przemysłów niskiej techniki”, a innowacje w tych branżach należy rozumieć inaczej niż w przemyśle czy nawet w rolnictwie (**Ratajczak**). Jednocześnie w Polsce bardzo mała jest aktywność innowacyjna przedsiębiorstw sektora drzewnego w zakresie generowania nowej wiedzy. W strukturze nakładów na działalność innowacyjną nakłady na działalność badawczo-rozwojową stanowią niewielki odsetek (w 2013 roku niecałe 7%, podczas gdy w przetwórstwie przemysłowym ponad 22%). Ponadto, w branżach sektora drzewnego postęp techniczny nadal ma charakter głównie imitacyjny (co jest cechą charakterystyczną procesów innowacyjności większości branż w Polsce). W sektorze drzewnym zasadniczo korzysta się z istniejących i oferowanych na rynku zagranicznych osiągnięć myśli technicznej, w znikomym tylko stopniu ponosząc wysiłek badawczy i wdrożeniowy we własnym zakresie (**Ratajczak**).

REKOMENDACJA 82: Na innowacyjność polskiego sektora drzewnego jako całości największy wpływ będą miały badania naukowe dotyczące kompozytów drzewnych, różnych aspektów wykorzystywania bioenergii oraz zrównoważone, ekologiczne i inteligentne budownictwo.

Dla zielonego, zrównoważonego rozwoju i wzrostu innowacyjności sektora drzewnego pożądane będą badania o dużym potencjale aplikacyjnym, to jest takie, które oferują niskowęglowe i niskooenergetyczne procesy produkcyjne i jednocześnie wpływają na zwiększenie efektywności przemysłu. W procesie „zazieleniania” sektora drzewnego w krótszym i dłuższym czasie można oczekiwać takich trendów, jak (**Ratajczak**):

- zwiększanie zasobów drewna (*wood mobilisation*) z różnych źródeł: z lasu i źródeł alternatywnych (drewno z plantacji, odpady leśne i produkcyjne, drewno poużytkowe, rośliny jednoroczne);
- racjonalizacja zużycia drewna i wzrost efektywności produkcji wyrobów drzewnych nie tylko wzdłuż łańcucha dostaw (kaskada zużycia), ale w obiegu zamkniętym (gospodarka bezodpadowa, *circular economy*);
- postęp techniczny i innowacje w ochronie środowiska, jako priorytetowym obszarze badań (od *high-tech* do *eco-tech*), w tym projektowanie wyrobów pod kątem recyklingu i gospodarki bezodpadowej;
- rozwój zielonego (i inteligentnego) budownictwa jako ważnego miejsca zastosowań drewna;
- wzrost efektywnego wykorzystywania biomasy drzewnej jako źródła energii odnawialnej;
- dbałość o jakość i bezpieczeństwo produkowanych wyrobów.

REKOMENDACJA 83: W przyszłości badania w sektorze drzewnym powinny się koncentrować na:

- optymalizacji wykorzystania drewna różnych gatunków i różnej jakości (o mniejszych wymiarach, z terenów poprzemysłowych, porolnych i pokłeskowych, odpadów leśnych i produkcyjnych, drewna poużytkowego) dzięki poznawaniu jego właściwości, kombinacji z innymi surowcami (rośliny jednoroczne, tworzywa sztuczne) i kompleksowemu przerobowi (m.in. poprzez mechanizację prac i stosowanie wysokowydajnych, precyzyjnych maszyn i urządzeń);
- wykorzystywaniu inżynierii genetycznej w sterowaniu procesami biosyntezy (dla doskonalenia procesów przetwarzania drewna);
- zastosowaniu biotechnologii dla uzyskania nowych możliwości wykorzystywania drewna;
- modyfikacji struktury drewna (m.in. pod kątem trwałości wymiarowej, odporności na korozję, wytrzymałości mechanicznej);
- wykorzystaniu inżynierii materiałowej dla nowych rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych;
- przedłużeniu trwałości (użytkowania) drewna i jego pochodnych przez doskonalenie metod uszlachetniania materiałów i wyrobów drzewnych (m.in. nanopowłoki, nanowarstwy, technologie antystatyczne) oraz na zastępowaniu syntetycznych związków chemicznych związkami naturalnymi pochodzącymi z surowców roślinnych;
- wytwarzaniu nowych wyrobów drzewnych: surowco- i energooszczędnych, bezemisyjnych, termoizolacyjnych, dźwiękoszczelnych, podatnych na recykling;
- ograniczaniu uciążliwości procesów technologicznych dla otoczenia i środowiska naturalnego, w tym na rozwoju nowych technologii w obszarze zielonej energii;
- kompleksowym zastosowaniu numerycznych metod obliczeniowych.

REKOMENDACJA 84: Dla sfery nauki konieczne jest przede wszystkim:

- zwiększenie komercjalizacji badań: ścisła współpraca z producentami, indywidualizacja badań dla lepszego dostosowania do potrzeb firm, traktowanie wyników badań jako oferowanego produktu;
- rozwiązywanie problemów w ujęciu interdyscyplinarnym i we współpracy z różnymi instytucjami, nie tylko badawczymi (ośrodki badawcze, przemysł, banki, jednostki edukacyjne, inwestycje samorządowe itp.), również w skali międzynarodowej.

Warunkiem korzystnych zmian jest usprawnienie systemu finansowania nauki i badań dla zapewnienia finansowania wstępnej, wyprzedzającej fazy badań stosowanych, których wsparciem nie są zainteresowani przedsiębiorcy (oczekujący konkretnej oferty wyników badań, ewentualnie akceptujący fazę dostosowania takiej oferty do swoich indywidualnych potrzeb i strategii rozwojowych).

REKOMENDACJA 85: Konieczne jest ustalenie priorytetów i wybór takich kierunków badań, które w największym stopniu mogą zdynamizować rozwój polskiej gospodarki leśnej i drzewnictwa. W Polsce brakuje systemowych mechanizmów wylaniania tematyki i projektów priorytetowych dla innowacyjności gospodarki. Brak ten odczuwany jest dotkliwie w sektorze leśno-drzewnym i ochronie przyrody w lasach. Kierunki badań na ogół są wyznaczane w krótko- i średnio-okresowych programach badawczych, a tematy są ustalane okazjonalnie, przez poszczególnych badaczy lub urzędników instytucji finansującej (DGLP).

W ostatnich latach nastąpiła poprawa w dostawach drewna i można uznać, że Polska ma pewien dostatek pod tym względem. Nie znaczy, że gospodaruje nim w pełni racjonalnie (Strykowski). W okresie ostatnich 20 lat wraz ze wzrostem produkcji rozwinęto, na niespotykaną dotychczas skalę, eksport wielu produktów, szczególnie mebli, domów, jachtów czy łodzi, ale także wielu produktów stosunkowo prostych – palet, prostych konstrukcji ogrodowych i innych. Pomimo że Polska pozyskiwała w tym czasie rocznie ponad 10 mln m³ więcej surowca niż przed dwudziestu laty, to zużycie drewna w formie przetworzonej (plyty, meble itd.) w przeliczeniu na jednego mieszkańca zmalało ze względu na wzrost jego eksportu. Słabością polskiego sektora leśno-drzewnego jest niekorzystna struktura wielkości przedsiębiorstw, szczególnie branży meblowej i tartacznej. Z wyników wielu badań wynika, że małe firmy wdrażają wyraźnie mniej innowacji niż firmy duże (Strykowski).

REKOMENDACJA 86: Wyższe uczelnie powinny być w stanie w szerokim zakresie prowadzić badania stosowane i móc komercjalizować ich wyniki. W tym celu niezbędne są zmiany reguł finansowania badań w taki sposób, aby znacząco zwiększył się udział finansowania ze środków prywatnych, co będzie prowadziło do wyraźnego podziału uczelni na zawodowe i uniwersyteckie. Podział taki jest niezbędny i musi się wiązać z określeniem dwóch odmiennych typów kształcenia i różnych form ich finansowania.

REKOMENDACJA 87: O rozwoju sektora leśno-drzewnego zadecyduje rozwiązanie problemów w takich obszarach, jak:

- partnerstwo publiczno-prywatne,
- nadzór właścicielski,
- finansowanie i wdrażanie innowacyjności,
- wzornictwo przemysłowe,
- promocja eksportu i jego wsparcie finansowe,
- klastry wytwórcze,
- konkurencyjność sektora leśno-drzewnego.

Jednym z ważniejszych instrumentów stymulowania konkurencyjności różnych podmiotów gospodarczych są klastry wytwórcze. Klastry to system organizacji przedsiębiorstw, który może funkcjonować we wszystkich dziedzinach gospodarki, w tym w sektorze leśno-drzewnym. Strategią klastrów jest rozwój, a celem – przejęcie korzy-

ści i możliwości wynikających ze wzrostu ich potencjału i z globalizacji działania oraz z analizy silnych i słabych stron firm. Klastr można traktować jako regionalny system alokacji i transferu zasobów.

W Polsce praktycznie brak liczących się przykładów działalności klastrów w leśnictwie, natomiast coraz więcej klastrów powstaje w przemysłach opartych na drewnie. Jedynym dotychczas klastrem leśno-drzewnym jest klaster Czarna Woda, do którego należy Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Gdańsku. W 2015 roku w Polsce było ponad 40 klastrów związanych z przerobem drewna (Strykowski).

REKOMENDACJA 88: Klastry są nową formą współpracy nauki z praktyką w celu osiągnięcia wyższych stopni innowacyjności, zdobywania rynków, współpracy technologicznej i energetycznej. Podstawową jednostką klastra powinna być silna firma przemysłowa (np. papiernicza), a w skład powinny wchodzić także inne firmy (np. meblarskie) oraz terenowe jednostki organizacyjne Lasów Państwowych (RDLP, nadleśnictwa lub leśne kompleksy promocyjne), wydziały leśne wyższych uczelni, uczelnie nieleśne, instytuty badawcze i inne ośrodki naukowe.

REKOMENDACJA 89: Potrzeby badawcze w sektorze leśno-drzewnym wynikają z celów przyjętych w polityce zarządzania zasobami leśnymi, które powinny uwzględniać powodzenie i rozwój obydwu części sektora: leśnictwa – tzn. bazy surowcowej, i przemysłów opartych na drewnie. Branże te potrzebują siebie wzajemnie. Zrównoważone zarządzanie powinno wyznaczać cele badawcze i dążyć do: realizacji zadań wielofunkcyjnej gospodarki leśnej, produkcji wysokowartościowej biomasy, aktywnej mobilizacji drewna z gospodarki leśnej wszystkich form własności, efektywnego zagospodarowania pozyskanego surowca, uzyskania pełnej społecznej akceptacji produkcji i pozyskiwania drewna, upowszechniania plantacji drzew szybko rosnących na gruntach gorszych klas jakości.

REKOMENDACJA 90: „Zielone” budownictwo w Polsce nie ma dotychczas odpowiedniego wsparcia rządowego, a jednocześnie ekoświadomość potencjalnych mieszkańców/inwestorów jest niska. Regulacje prawne powinny zobowiązywać branżę budowlaną do wdrożenia „zielonych” standardów, w czym mieści się możliwość redukcji zużycia energii i wody. Podstawową barierą jest brak odpowiedniego wsparcia legislacyjnego. Główne hamulce rozwoju tego rynku to brak wiedzy i odpowiedniego wsparcia administracji centralnej bądź samorządów lokalnych. W Polsce należy zintensyfikować edukację branży i konsumentów w zakresie wdrażania i korzystania z „zielonych” rozwiązań. Należy opracować międzysektorowy program zielonej/biogospodarki.

Najważniejszym problemem w przygotowaniu kadr do zawodu leśnika jest jakość nauczania. Istnieje ścisły związek między dobrą dydaktyką a nowoczesnymi badaniami naukowymi. A bez dobrze wykształconych kadr nie można liczyć na osiągnięcie celów praktycznych, stawianych współcześnie leśnictwu. Istnieją materiały, programy i wizje rozwoju gospodarki leśnej, na podstawie których można określić sylwetkę przy-

słego absolwenta i kierunki kształcenia kadr leśnych dla przyszłych potrzeb leśnictwa i tzw. zielonej gospodarki. W zasadzie wiadomo, co należałoby zmienić w profilu kształcenia absolwenta i wymaganiach programowych, aby sprostać przyszłym potrzebom leśnictwa naszego kraju (**Grzywacz**).

Jednym z powodów braku zainteresowania stałym doskonaleniem procesu dydaktycznego na uczelniach leśnych są konformistyczne postawy części pracowników naukowo-dydaktycznych. Zmiany, ulepszanie nauczania, dążenie do wyższego poziomu kształcenia wymaga dodatkowego wysiłku, zarówno od wykładowców, jak i od studentów (**Grzywacz**). Lista konkretnych postulatów reformatorskich jest długa, środowisko nauczycieli akademickich, w porozumieniu z przyszłymi pracodawcami absolwentów, musi systematycznie unowocześniać nauczanie i kształtowanie postaw kandydatów do zawodu leśnika. Podnoszeniu poziomu nauczania nie sprzyja powiązanie finansowania uczelni z ilością studentów, co doprowadziło m.in. do sytuacji, w której liczba studentów i absolwentów leśnictwa jest większa niż potrzeby pracodawców (**Grzywacz**).

REKOMENDACJA 91: Studia leśne wymagają stałego unowocześniania i doskonalenia metod i treści kształcenia oraz reformowania sposobów zdobywania wiedzy i kompetencji. Potrzebne są nowe formuły nauczania, w tym nauczania ciągłego/ustawicznego oraz nauczania poprzez działanie (*learning by doing*). W tym celu potrzebne jest powołanie stałego zespołu do spraw opracowania i permanentnego monitorowania systemu kształcenia leśników oraz osób profesjonalnie zajmujących się lasami i ochroną przyrody w lasach. Zespół taki powinien określić, jaki zasób wiedzy, jakie umiejętności i kompetencje są wymagane od pracownika na różnych stanowiskach w instytucjach leśnych i ochrony przyrody. Na tej podstawie, nieustannie konfrontując te ustalenia z najnowszymi osiągnięciami naukowymi, można będzie stworzyć model leśnego kształcenia ustawicznego. W ramach zespołu powinien powstać program edukacji leśnej społeczeństwa, odpowiednio zróżnicowany i dostosowany do potrzeb różnych grup odbiorców.

Edukacja leśna nie mieści się w wąskich ramach wyznaczonych przez programy szkolne. To, czym obecnie staje się edukacja leśna, to długotrwały proces kształtowania postaw obywateli świata – nie tylko w obszarze wiedzy o środowisku przyrodniczym. Edukacja leśna społeczeństwa jest jednym z ważnych zadań realizowanych od 2003 r. przez Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe, przy czym, do programu edukacji włączane są również obiekty niezwiązane bezpośrednio z gospodarką leśną, zwłaszcza obiekty kultury i tradycji zlokalizowane na terenach leśnych (**Pikus**). O rozmiarach oddziaływania tej formy edukacji świadczy sumaryczna frekwencja w różnych formach edukacji przyrodniczo-leśnej prowadzonych w 2014 r. przez jednostki organizacyjne Lasów Państwowych, która wyniosła 2250 tys. osób. Działalność edukacyjna Lasów Państwowych opiera się w dużej mierze na współpracy z podmiotami, dla których edukacja jest głównym zadaniem statutowym. Są to szkoły, ośrodki edukacji ekologicznej, parki narodowe i krajobrazowe, muzea, kościoły i media – prasa, radio i telewizja (**Pikus**). W ramach nowego w DGLP Wydziału Edukacji i Udostępniania Lasu w 2015 roku przygotowano „Profil kompetencyjny edukatora leśnego”. Został on opracowany przez grupę

doświadczonych edukatorów z Lasów Państwowych, Wydziału Leśnego UR w Krakowie oraz edukatorów-nauczycieli, wspieranych przez konsultantów Wszechnicy Uniwersytetu Jagiellońskiego. W każdej RDLP wyznaczony jest koordynator edukacji leśnej, który wykonuje szereg zadań, takich jak kontakty ze szkołami, przygotowanie (i głoszenie) prelekcji, folderów, publikacji prasowych, programów radiowych i telewizyjnych.

Intensywnie prowadzona przez PGLLP edukacja przyrodniczo-leśnej społeczeństwa jest nieskuteczna. Nie spowodowała podniesienia poziomu wiedzy społeczeństwa o lesie, jego ochronie i użytkowaniu, nadal bowiem zdaniem znacznej części Polaków „lasów w Polsce ubywa” (**Zasada, Żybura**, za Grzywaczem).

Zadania edukacyjne w skali krajowej w zakresie działalności wydawniczej (prasa leśna, foldery, informatory, raporty, gry dydaktyczne, wydawnictwa książkowe), audiowizualnej (nagrania audio, filmy edukacyjne przygotowywane m.in. we współpracy z Ośrodkiem Rozwojowo-Wdrożeniowym Lasów Państwowych w Bedoniu) i informacyjno-promocyjnej (internet, radio, telewizja, prasa, konferencje, kampanie i projekty edukacyjne, konkursy ogólnopolskie, warsztaty, akcje i festyny) podejmuje Centrum Informacyjne Lasów Państwowych. Centrum prowadzi ponadto leśny portal informacyjny www.lasy.gov.pl, portal turystyczny www.czaswlas.pl oraz portal edukacyjny www.erys.pl. Bezpośrednio w działania edukacyjne na rzecz społeczeństwa zaangażowany jest Ośrodek Kultury Leśnej w Gołuchowie. Znaczący udział w działalności edukacyjnej Lasów Państwowych mają 74 nadleśnictwa wchodzące w skład 25 leśnych kompleksów promocyjnych.

Wydatki własne Lasów Państwowych na edukację leśną społeczeństwa w 2014 r. wyniosły 27,2 mln zł, co daje przeciętnie 63,4 tys. zł na jedno nadleśnictwo (**Pikus**).

Lasy Państwowe posiadają jedną z najatrakcyjniejszych ofert edukacyjnych i turystycznych w Polsce, dysponują ogromnym zapleczem w postaci ośrodków edukacji leśnej, izb, wiat, ścieżek edukacyjnych, arboretów, a przy tak dużej frekwencji uczestników programów edukacyjnych wydatkują duże kwoty na cele edukacyjne (**Pikus**). Mimo to edukacja leśna społeczeństwa prowadzona przez PGLLP jest nieskuteczna. W przypadku konfliktów wokół gospodarki leśnej (np. w przypadku Rospudy, Puszczy Białowieskiej) w zderzeniu ze środowiskami ekologicznymi Lasy Państwowe nie mają widocznego, społecznego poparcia i są na ogół na straconej pozycji (**Rykowski**). Potrzebna jest krytyczna analiza treści, metod i efektów prowadzonej od ponad dekady leśnej edukacji społeczeństwa.

REKOMENDACJA 92: Należy dokonać merytorycznej weryfikacji programów leśnej edukacji społeczeństwa oraz przeanalizować skuteczność i efekty tej edukacji (potrzebę weryfikacji leśnych programów edukacyjnych i nadania im nowej treści podnosiły rekomendacje paneli KLIMAT, DZIEDZICTWO, ROZWÓJ, WARTOŚĆ). Lasy Państwowe skupione są głównie na aspektach statystycznych, finansowych, inwestycyjnych i propagandowych (PR) leśnej edukacji społeczeństwa. Brak jest analiz skuteczności i elastycznego regionalnego/lokalnego zróżnicowania programów.

Opracował:
Prof. dr hab. Kazimierz Rykowski

Aneksy

Preferencje badawcze w opinii ekspertów NPL

(opracował K. Rykowski)

W czerwcu 2015 roku Instytut Badawczy Leśnictwa wysłał do wszystkich ekspertów biorących udział w konferencjach panelowych, organizowanych w ramach prac nad Narodowym Programem Leśnym, ankietę następującej treści:

Szanowna/y Pani/Pan

Ostatnim akcentem cyklu eksperckich konferencji panelowych, w ramach prac nad Narodowym Programem Leśnym, będzie panel NAUKA, który będzie miał miejsce w dniu 8 grudnia 2015 r. w Instytucie Badawczym Leśnictwa (informacje o panelu znajdują się na stronie www.npl.ibles.pl).

*Pamiętając o cennym udziale Pani/Pana w panelu ekspertów KLIMAT/WARTOŚĆ/DZIEDZICTWO/OCHRONA/ROZWÓJ/ORGANIZACJA/WSPÓŁDZIAŁANIE uprzejmie prosimy o sformułowanie **3 najważniejszych** Pani/Pana zdaniem, problemów/tematów badawczych dotyczących nauk leśnych, sektora leśno-drzewnego i ochrony przyrody w lasach z punktu widzenia prezentowanej przez Panią/Pana dyscypliny naukowej, które powinny być podjęte w najbliższych latach, mając na względzie rozwój wymienionych dziedzin w perspektywie do roku 2030 i dalej 2080.*

Jeśli reprezentuje Pani/Pan inne niż leśne dyscypliny naukowe, uprzejmie prosimy o określenie tematyki badawczej, dla której las, gospodarka leśna, surowiec drzewny lub ochrona przyrody w lasach, powinny stanowić przedmiot badań w perspektywie najbliższych dziesięcioleci.

Wypowiedź Pani/Pana pozwoli pogłębić wiedzę o miejscu nauki w trudnym gospodarczo, przyrodniczo i społecznie okresie formowania się nowych wyzwań jakie pojawiają się przed wielofunkcyjną gospodarką leśną. Ponadto wskazane przez Panią/Pana tematy/obszary badawcze pozwolą w sposób odpowiedzialny ale również kompleksowy podjąć wysiłki w kierunku stworzenia komplementarnego, interdyscyplinarnego i międzyinstytucjonalnego programu badawczego.

Uprzejmie prosimy o przesłanie propozycji na adres e-mail: sekretariat_npl@ibles.waw.pl w terminie do 15 października 2015 r.

Z wyrazami wdzięczności i pełni szacunku

Dr hab. Janusz Czerepko

Dyrektor IBL

Prof. dr hab. Kazimierz Rykowski

Kierownik projektu i koordynator prac

Odpowiedzi nadesłało 24 ekspertów, formułując 68 tematów/problemów badawczych. Poniżej, jako materiały do dyskusji w trakcie panelu NAUKA, publikujemy listę nadesłanych propozycji badań, które zdaniem Autorów, należy pilnie podjąć (kolejność według porządku alfabetycznego nazwisk Autorów; tekst z minimalną korektą redakcyjną).

Lista propozycji tematów badawczych z zakresu sektora leśno-drzewnego i ochrony przyrody w lasach

Dr Hanna Bartoszewicz-Burczy (Instytut Energetyki)

1. Zastosowanie metodyki LCA (*Life Cycle Analysis*) w odniesieniu do procesów spalania biomasy leśnej oraz jej wykorzystanie w innych procesach przetwórczych – określenie metodyki do oceny konkurencyjnych zastosowań.
2. Rozpoznanie wpływu spalania biomasy i paliw kopalnych na „zewnętrzne” koszty wytwarzania energii elektrycznej, uwzględniające koszty strat w środowisku oraz wpływ emisji na zdrowie ludzi, zwierząt i stan roślin.
3. Określenie punktów równowagi klimatycznej w neutralizacji CO₂ i spalania nadwyżki biomasy leśnej i rolnej.
4. Potencjalna rola biomasy w energetycznej transformacji lokalnego ciepłownictwa, z uwzględnieniem uwarunkowań rynków lokalnych.

Mgr inż. Małgorzata Błyskun (RDLP w Olsztynie)

5. Planowanie i realizacja wielofunkcyjnej gospodarki leśnej na obszarach Natura 2000 w świetle wymogów prawa wspólnotowego, z uwzględnieniem zasady zrównoważonego rozwoju (wytyczne, kierunki, zasady postępowania).

Prof. dr hab. Tomasz Borecki; prof. dr hab. Edward Stepień

6. Prognozowanie kompleksowego oddziaływania zmian klimatu na ekosystemy leśne oraz możliwości adaptacyjne i środki zaradcze w kontekście potrzeb planowania urzędniowego w celu racjonalizacji sposobów prowadzenia gospodarki leśnej.

7. Strategia użytkowania lasu uwzględniająca możliwość integracji w zakresie kształtowania równomierności pozyskania i poprawy stanu zasobów leśnych.
8. Urządzeniowe aspekty gospodarowania w lasach o różnych formach i reżimie ochronności (uwarunkowania prawne, instrumenty i intensywność monitorowania stanu, dynamiki i kierunku zmian i zagrożeń środowiska przyrodniczego, obiektywizacja oceny stanu biocenozy, biotopu, struktury drzewostanów, deformacji ekologicznych i bioróżnorodności, scenariusze regulacyjne, skutki ekonomiczne).

Dr Marek Geszprych

9. Miejsce zrzeseń leśnych w polskim porządku prawnym.
10. Treść własności leśnej oraz ograniczenia tej własności.
11. Realizacja przedsięwzięć inwestycyjnych na obszarach gruntów leśnych wszystkich form własności.

Prof. dr hab. Andrzej Grzywacz

12. Rozwój metod barkodingu i zasobów informacji w bankach genów dla potrzeb diagnostyki fitopatologii leśnej.
13. Badania relacji drzewo leśne – gospodarz a grzyb chorobotwórczy – patogen na poziomie molekularnym.
14. Niechemiczne metody ograniczania populacji chorobotwórczych grzybów drzew leśnych – od szkółek po starodrzewy.
15. Rola, znaczenie i praktyczne wykorzystywanie grzybów z typu *Glomeromycota*, tworzących mikoryzy arbuskularne z młodymi drzewami leśnymi.
16. Kompleksowa czynna ochrona na potrzeby rewitalizacji drzew – pomników przyrody.

Krzysztof Kadlec

17. Dzieło muzyczne w kręgu kultury leśnej – pieśń chóralna i solowa, muzyka instrumentalna, kolędy.
18. Hymny oraz uroczyste pieśni jako muzyczne symbole będące elementem tożsamości leśników.
19. Przygotowanie i opracowanie materiału nutowego do wydania śpiewnika o tematyce leśnej oraz nagranie płyt z najbardziej wartościowymi utworami.

Mgr Agnieszka Agata Konczal

20. Opracowanie/uzupełnienie programu leśnych studiów wyższych: wprowadzenie bloku przedmiotów z zakresu społecznych, kulturowych, historycznych aspektów funkcji i wartości lasu. W edukacji społecznej wprowadzenie zagadnień związanych z uspołecznianiem zarządzania, z przeobrażeniami wpływającymi na zmianę percepcji przyrody, a także na transformację oczekiwań w stosunku do lasu, pracy leśników i do ochrony przyrody.
21. Powołanie grupy roboczej (np. Pracowni Badań nad Lasami; rodzaj *Think Tank'u*) skupiającej naukowców z różnych dyscyplin, koncentrujących się w swoich bada-

- niach na zagadnieniach lasu i leśnictwa. Zainicjowanie regularnych spotkań takiej grupy.
22. Wspieranie i inicjowanie przez Lasy Państwowe badań związanych ze społecznym wymiarem lasu.

Dr Alfred Król

23. Analiza i rozwiązywanie konfliktów pomiędzy ochroną przyrody a gospodarką leśną, ochroną lasu a rekreacją i turystyką.
24. Uwzględniając przewidywany wzrost powierzchni lasów prywatnych należy promować i inicjować działania związane z wykorzystaniem przyrodniczych ostoi Natura 2000 poprzez włączenie ich w promocję lokalnej turystyki.
25. Opracowanie i wdrożenie wskaźników monitoringu różnorodności biologicznej na obszarach Natura 2000, istotnych dla jej ochrony i zrównoważonego rozwoju.
26. Ekonomiczne, społeczne i przyrodnicze wartości lasów prywatnych – studium szans i możliwości intensyfikacji wszechstronnego użytkowania przez właściciela i korzyści dla społeczeństwa.
27. Określenie warunków organizacyjno-finansowo-prawnych niezbędnych do rozwoju działalności przynoszących dochody mieszkańcom poprzez realizowanie na poziomie lokalnym celów społecznych, kulturowych i edukacyjnych na obszarach wiejskich.

Mgr inż. Wiesław Krzewina (DGLP)

28. Monitoring zmian w środowisku leśnym wywołanych zmianami klimatycznymi opracowanie wskaźników oraz stałej sieci monitoringu.
29. Cele przyszłej gospodarki leśnej w warunkach zmian klimatycznych.
30. Kierunki nowelizacji zasad sprzedaży drewna. Stan aktualny i perspektywy.
31. Związek między zrównoważoną gospodarką leśną a zachowaniem różnorodności biologicznej w lasach.

Mgr inż. Robert Krawczyk (Nadl. Wielbark)

32. Gospodarka leśna a zaburzenia.
Wypracowanie sposobów włączenia różnorodnych zaburzeń do gospodarki leśnej, a nie tylko usuwania ich skutków. Potrzeba identyfikacji drzewostanów zagrożonych rozpadem i wypracowanie narzędzi ułatwiających gospodarowanie nimi.
33. Krajobraz w planowaniu leśnym.
Sporządzenie planowania urzędzeniowego do wydzielenia bez uwzględnienia perspektywy krajobrazu to za mało. Takie elementy krajobrazu, jak wielkość kompleksu leśnego, obszar zlewni, strefa ekotonowa powinny stanowić podstawę do planowania na poziomie wydzielenia, a nie odwrotnie.
34. Nauka a praktyka.
Współuczestniczenie nauki i praktyki w podejmowaniu decyzji gospodarczych i śledzenie ich skutków w całym okresie trwania „eksperymentu”. Znaczenie lasów referencyjnych w procesie podejmowania decyzji gospodarczych.

Mgr inż. Ryszard Majewicz (RDLP we Wrocławiu)

35. Dobra kultury narodowej w zasobie Lasów Państwowych.

Dr inż. Edward Marszałek

36. Skuteczność ochrony biernej w lasach w odniesieniu do gatunków i siedlisk, w porównaniu do ochrony czynnej.

37. Inwentaryzacja i monitoring stanu zachowania obiektów kulturowych na terenie lasów (kurhany, mogiły, kapliczki, krzyże, architektura leśna) oraz wypracowanie systemu ich bieżącego utrzymania i renowacji. Prace o takim charakterze powinny stanowić część prac urzędzeniowych.

38. Stworzenie programu nauczania historii leśnictwa, tradycji leśnych i ceremoniału leśnego jako integralnego elementu wykształcenia w zawodzie leśnika.

Wojciech Nitka (Prezes Stowarzyszenia Dom Drewniany)

39. Program promocji drewna w budownictwie jako program mitygacji zmian klimatycznych (retencja węgla w drewnie szansą na udział sektora leśno-drzewnego w ograniczaniu zmian klimatycznych).

Dr hab. Wiesława Ł. Nowacka

40. Rozpoznanie preferencji, oczekiwań oraz żądań obywateli w stosunku do lasów miejskich. Określenie istniejących braków w zakresie legislacji. Propozycja rozwiązań technicznych i organizacyjnych korzystnych z punktu widzenia zarówno potencjalnego użytkownika jak i właściciela lasu.

41. Analiza zatrudnienia w leśnictwie i całym sektorze leśno-drzewnym oraz ochronie przyrody z punktu widzenia wykształcenia, dostępu pracy/stanowisk oraz rozwoju zawodowego przy uwzględnieniu szeroko rozumianej równości szans.

42. Konflikty między właścicielami lasów a ich zróżnicowanymi użytkownikami, widziane z perspektywy ekonomicznej opłacalności pełnionych przez lasy różnorodnych funkcji.

Prof. dr hab. Henryk Okarma

43. Gatunki obce w lasach.

44. Techniki teledetekcyjne do oceny zasobów leśnych.

Dr hab. Lech Płotkowski, prof. nadzw. (SGGW)

45. Ekonomiczne podstawy wielofunkcyjnego gospodarstwa leśnego.

46. Proces tworzenia wartości dodanej w łańcuchu produktów leśno-drzewnych.

47. Miejsce i rola leśnictwa w rozwoju regionalnym.

Dr hab. Paweł Polak (UPJPII Kraków)

48. Miejsce lasu w kulturze polskiej – las jako element dziedzictwa materialno-kulturowego.

49. Specyfika polskich tradycji związanych z lasem w perspektywie aksjologicznej.

50. Rola wspólnot religijnych w kontekście ochrony środowiska i w kontekście kształtowania stosunku ludzi do ekosystemów leśnych.

Prof. dr hab. Bartosz Rakoczy (UMK w Toruniu)

51. Koncepcja własności gruntów leśnych ze szczególnym uwzględnieniem roli i znaczenia jednostek samorządu terytorialnego.
52. Ustawa o lasach a ochrona przyrody. Analiza zachodzących relacji walidacyjnych między prawem leśnym a prawem ochrony przyrody.
53. Analiza statusu prawnego Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe w obecnych i w dających się przewidzieć realiach gospodarczo-społecznych; analiza szans i zagrożeń uczynienia z PGLLP państwowej osoby prawnej.

Dr inż. Ewa Referowska-Chodak (SGGW)

54. Efektywność tradycyjnych form ochrony przyrody w lasach (obszarowa, gatunkowa) w związku z jej permanentnym niedofinansowaniem.
55. Ocena możliwości ochrony przyrody w lasach w ramach obowiązujących współczesnych zasad gospodarki leśnej.
56. Zasady czynnej ochrony gatunków i siedlisk przyrodniczych w lasach – potrzeby zmian prawnych w związku z wprowadzaniem nowych metod ochrony czynnej (kontrolowane pożary, wypas).

Prof. dr hab. Jerzy Szwagrzyk (UR Kraków)

57. Wpływ naturalnych zaburzeń oraz różnych sposobów postępowania w zniszczonych drzewostanach na funkcjonowanie ekosystemów leśnych.
58. Poszukiwanie metod hodowlanych bazujących na mechanizmach naturalnej dynamiki drzewostanów i zapewniających trwałość w warunkach presji dużych roślinożerców.
59. Poszukiwanie rozwiązań pozwalających na zachowanie glebochronnych, wodochronnych i rekreacyjnych funkcji lasów w perspektywie rosnącego pozyskania surowca drzewnego.

Dr inż. Tomasz Walczykiewicz

60. Wpływ retencji leśnej na ograniczanie ryzyka powodziowego.
61. Zarządzanie obszarami administrowanymi przez Lasy Państwowe, z uwzględnieniem podziału na zlewnie hydrograficzne jako wsparcie zintegrowanego zarządzania zasobami wodnymi.
62. Wsparcie udziału Lasów Państwowych w procesach planistycznych w zlewni.

Dr hab. Kazimierz Zajączkowski

63. Opracowanie koncepcji lasów produkcyjnych w przyrodniczych warunkach Polski.
64. Badania przydatności do plantacyjnej uprawy w warunkach Polski wyselekcjonowanych za granicą wysokoprodukcyjnych odmian topoli, w tym mieszańców osiki (badania ciągłe).
65. Opracowanie zasad i kryteriów oraz wdrożenie monitoringu zadrzewień w Polsce.

Prof. dr hab. Tomasz Żylicz (UW)

66. Wycena leśnych dóbr nierynkowych.

67. Zastosowanie aukcji i innych mechanizmów sprzedaży dóbr i usług w przedsiębiorstwie PGLLP.

68. Poprawność motywacyjna (*incentive compatibility*) w strukturach organizacyjnych PGLLP jako systemie hierarchicznym.

Rekomendacje do Narodowego Programu Leśnego w zakresie potrzeb rozwoju nauk i badań leśnych oraz edukacji, sformułowane w trakcie paneli ORGANIZACJA, KLIMAT, WARTOŚĆ, ROZWÓJ, WSPÓŁDZIAŁANIE, DZIEDZICTWO

ORGANIZACJA, REKOMENDACJA 15: Zadaniem Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe szczególnie ważnym w świetle czekających tę organizację zmian, jest ustanowienie właściwych relacji ze sferą badań naukowych i praktycznych zastosowań wyników badań. Ustawowy obowiązek inicjowania i finansowania badań naukowych nie może się sprowadzać do wykazywania kwoty przeznaczonej na badania oraz ilości sprawozdań. Trzeba przygotować długookresowy, interdyscyplinarny i międzyinstytucjonalny program badawczy, uzgodniony z potrzebami praktyki oraz z ośrodkami naukowymi, finansowany przez PGLLP. W tym celu przy dyrektorze generalnym powinien powstać stały zespół doradców naukowych, weryfikujący i wskazujący potrzeby i kierunki badań zasługujących na finansowanie.

KLIMAT, REKOMENDACJA 3: Należy stworzyć interdyscyplinarny, międzyinstytucjonalny program badawczy dotyczący wzajemnego oddziaływania klimatu i lasów; wytyczyć poligony badawcze do śledzenia kierunków adaptacji lasów do zmian klimatu oraz prowadzić monitoring klimatyczno-przyrodniczy i określić priorytety działań (wykorzystując zarówno sieć stałych powierzchni monitoringu lasów, jak i powierzchnie referencyjne tworzone w ramach urządzania lasu).

WARTOŚĆ, REKOMENDACJA 18: Identyfikacja efektów zewnętrznych lasów i gospodarki leśnej oraz ich wartościowanie, zarówno na poziomie kraju, jak i poszczególnych jednostek administracyjnych, bez względu na kategorię własności, oraz regulacje finansowe z tytułu efektów zewnętrznych są jednym z najważniejszych zadań badawczych i pilnie potrzebnym rozstrzygnięciem politycznym.

Od dawna istnieje potrzeba poszerzenia naukowego rozpoznania lasu/ekosystemów leśnych jako kategorii ekonomicznej o nowe kierunki i narzędzia z zakresu ekonomii ekologicznej i ekonomii społecznej oraz budowania podstaw dla teorii lasu jako dobra relacyjnego.

ROZWÓJ, REKOMENDACJA 21: Należy przeciwstawić się fałszywym poglądom o niszczeniu lasów w wyniku wycinania drzew i pozyskiwania drewna czy o ochronie środowiska/przyrody poprzez stosowanie substytutów drewna w postaci tworzyw sztucznych, metali, betonu. Potrzebne są skoordynowane działania promocyjne, programy edukacyjne i długofalowe programy badawcze w zakresie środowiskowych skutków produkcji i użytkowania drewna i jego substytutów. Specjalny program edukacyjny potrzebny jest w związku z rolą lasów i drewna w ograniczaniu zmian klimatycznych. Duże znaczenie mają w tym względzie regulacje prawne i normy, zwłaszcza w zakresie ochrony środowiska, energetyki i budownictwa. Szczególną uwagę należy zwrócić na energetykę i budownictwo, jako priorytetowe w przyszłości kierunki zastosowań surowca drzewnego. Powodzenie przedsięwzięć w tych obszarach zależeć będzie w dużym stopniu od nakładów na naukę, od innowacyjności i od opracowania nowych produktów. Wymaga to długofalowej współpracy trzech partnerów: leśnictwa, sektora drzewnego i ochrony środowiska/przyrody.

WSPÓŁDZIAŁANIE, REKOMENDACJA 26: Należy kontynuować, nasilić i rozszerzać interdyscyplinarne prace badawcze nad gospodarczymi, ekonomicznymi, środowiskowymi i społecznymi aspektami produkcji biomasy w uprawach plantacyjnych. Chodzi o podjęcie badań genetyczno-hodowlanych i bioinżynierii w kierunku zwiększenia przyrostu drzew oraz sterowania składem chemicznym drewna; badań hodowlanych w kierunku doskonalenia zabiegów hodowlanych dendromasy szczególnie na gruntach marginalnych oraz skażonych; badań z zakresu efektywności produkcji biomasy drzewnej oraz badań nad stresami środowiskowymi w kierunku efektywnego wykorzystania wody i składników pokarmowych przez drzewa; badań ekonomiczno-społeczno-środowiskowych w kierunku oceny efektywności ekonomiczno-energetycznej i środowiskowej (LCA) produkcji dendromasy oraz akceptowalności społecznej; badań nad efektywnymi procesami przerobu i przetwarzania dendromasy, uwzględniających jej wykorzystanie w różnorodnych procesach konwersji biologicznej, chemicznej i fizycznej w kierunku wytwarzania wielu produktów o wysokiej wartości rynkowej.

KLIMAT, REKOMENDACJA 21: Konieczne jest włączenie polskich leśnych badań genetycznych w światowy nurt nowoczesnych biotechnologii i utworzenie, przy udziale Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, Lasów Państwowych oraz finansowym udziale prywatnego przemysłu drzewnego, platformy badań z zakresu genomiki funkcjonalnej gatunków drzewiastych. Badania powinny być ukierunkowane na doskonalenie warsztatu (stabilność transgenu, metoda transformacji, sterylność drzew) oraz uzyskanie do 2030 roku sterylnych linii modelowych gatunków drzew. Do 2080 roku powinno natomiast nastąpić udoskonalenie produktu – wyhodowanie

i komercjalizacja zmodyfikowanego drzewa o pożądanych cechach hodowlanych i surowcowych.

WARTOŚĆ, REKOMENDACJA 8: Pilnie potrzebne jest podjęcie prac badawczych zmierzających do sformułowania i zaakceptowania przez środowiska gospodarcze i naukowe nowego paradygmatu wartościowania lasu, który obejmie pomijane dotychczas wartości zewnętrzne i uwzględni wartość samoistną lasu, jako tworzywa przyrody i części systemu podtrzymującego życie w biosferze. Do czasu opracowania nowego podejścia metodologicznego i wyceny wszystkich wartości lasu główną wartością rynkową pozostanie drewno, a głównym ekonomicznym partnerem gospodarki leśnej będą odbiorcy drewna, przede wszystkim przemysł drzewny. W praktyce rachunkowości leśnej należy zatem wykorzystywać istniejące metody wartościowania pozaprodukcyjnych/publicznych funkcji lasu. Niezależnie od uznania w dokumentach politycznych obiektywnej wartości lasu należy zintensyfikować prace nad u rynkowieniem wartości opcjonalnej (funkcji ochronnych) oraz stworzyć regulacje prawne i finansowo-rachunkowe do jej stosowania.

DZIEDZICTWO, REKOMENDACJA 12: Programy kształcenia zawodowego leśników należy poddać krytycznej analizie również z punktu widzenia interesów ogólnonarodowych. Trzeba pamiętać, że kształcenie leśników, niezależnie od jego szczegółów i formy, było zawsze nastawione na przekaz wiedzy fachowej w powiązaniu ze świadomością misji, jaką leśnik miał do spełnienia wobec lasu i narodu. Dzisiejszy model kształcenia leśnego w zbyt małym stopniu odwołuje się do tych wartości i nie zakorzenia współczesnego absolwenta w tradycji. Wynika to m.in. ze współczesnego modelu kształcenia ogólnego dzieci i młodzieży, który ma nastawienie pragmatyczne, na osiąganie celów indywidualnych, nie poświęcając dostatecznej uwagi celom ogólnym, normom etycznym, tradycji czy dziedzictwu narodowemu.

WARTOŚĆ, REKOMENDACJA 6: Dotychczasowa edukacja leśna społeczeństwa, nastawiona na zdobywanie wiedzy o lesie, poszerzanie zainteresowań przyrodą i jej poszanowanie, jest dalece niewystarczająca. Do realizacji świadomego antropologicznie i aksjologicznie zarządzania przyrodą potrzebna jest edukacja, która podda krytyce współczesną ideologię konsumpcji i materialnego sukcesu oraz uzmysłowi ludziom ich ograniczenia. Stworzy to szansę rozwoju osobowości „konserwacyjnej”, której potrzeby będą determinowane ze względu na możliwości przyrodnicze i organiczne, a nie na wymagania społeczne i kulturowe. Wiedza w tym zakresie powinna umożliwiać zrozumienie przyrodniczego kontekstu życia. Nie może się ograniczać do zwykłego przekazywania wiedzy. Taka edukacja zrywa z jednostronnym nastawieniem na doskonalenie instrumentalnej sprawności w wykorzystywaniu zasobów naturalnych.

Brakującym elementem leśnej edukacji przyrodniczej w kształtowaniu społecznych postaw wobec lasu jest refleksja filozoficzna o relacjach między człowiekiem a przyrodą, tzn. wiedza z zakresu antropologii i związanych z nią systemów wartości. Powinna być to edukacja budująca umiejętność postrzegania roli lasu w kon-

tekście zarówno potrzeb materialnych w skali jednostki, społeczeństwa, kraju, jak i usług środowiskowych, na poziomie tak globalnym, regionalnym, jak i lokalnym. Obecnie brak działań wychowawczych akcentujących wartości wspólnotowe i narodowe. Należy stworzyć zintegrowany model leśnej edukacji społeczeństwa, wychodzący poza zakres nauk leśnych i pokazujący las i gospodarkę leśną we wszystkich ich aspektach.

KLIMAT, REKOMENDACJA 22: Potrzebne są nowe treści i formy edukacyjne, które kojarzyłyby las z drewnem, drewno z życiem codziennym (meblem i książką), a las i drewno z ochroną przyrody. Więcej wiedzy o lesie i gospodarce leśnej może dać wizyta w fabryce mebli czy papieru, niż na ścieżce dydaktycznej, gdzie na ogół eksploatowana jest wiedza przyrodnicza czy ekologiczna ze szkolnych lekcji biologii. Stworzenie takich programów ułatwia sytuacja, w której las i drewno stają się narzędziami ochrony klimatu Ziemi.

W edukacji społecznej powinny znaleźć się treści mówiące:

- o lesie i leśnictwie jako systemach przyrodniczo-gospodarczo-społecznych;
- o lesie i drewnie jako instrumentach ochrony klimatu;
- o lesie w krajobrazie i o zagospodarowaniu przestrzennym;
- o drewnie jako źródle odnawialnej energii (elektrycznej i cieplnej), substytucie węgla, gazu i ropy, którego produkcja poprawia stan środowiska i chroni przyrodę;
- o aksjologii lasu jako systemie przyrodniczym.

DZIEDZICTWO, REKOMENDACJA 17: Przedmiotem szczególnej edukacji, zarówno formalnej, jak i społecznej, powinno być drewno jako produkt lasu/drzew i nośnik historycznych zdobyczy cywilizacyjnych, odnawialny surowiec o wielorakich zastosowaniach i wykorzystywany „kaskadowo” we współczesnej kulturze materialnej, nośnik wartości kulturowych oraz medium sztuk pięknych. Obszar ten mogłoby nadzorować specjalne stanowisko pracy w DGLP (również w RDLP?). Więcej uwagi należałoby poświęcić zastosowaniom drewna w kontekście historii sztuki (np. w nowym dziale w Ośrodku Kultury Leśnej).

ROZWÓJ, REKOMENDACJA 17: Pilnie potrzebne jest uporządkowanie i ujednolicenie terminologii w obszarze sektora leśno-drzewnego, zgodne z terminologią FAO (FAO 2013). Według FAO na zasoby drzewne danego kraju składają się trzy kategorie zasobów: lasy, inne tereny zadrzewione (*other wooded land*), drzewa poza lasami (*trees outside forest*, TOF). Chodzi więc o definicje podstawowych pojęć, jak las, lesistość, zadrzewienie i inne. Należałoby rozważyć wprowadzenie ich do polskich regulacji prawnych (ustawa o lasach) i dokumentów gospodarczo-technicznych („Zasady hodowli lasu”, „Instrukcja urządzania lasu”, „Instrukcja ochrony lasu”). Ustawowa definicja lasu powinna przyjąć jako minimalną powierzchnię lasu 0,5 ha. Jednocześnie należy opracować szczegóły rozwiązań prawnych, finansowych i organizacyjnych oraz skutków wprowadzenia takich zmian. Jest to niezbędne przy coraz szerszej współpracy międzynarodowej, rozwoju leśnictwa prywatnego, rea-

lizacji programów zalesieniowych i zadrzewieniowych. Przyjęcie i dostosowanie do warunków polskiego leśnictwa definicji FAO usystematyzuje i nada spójność wszystkim przedsięwzięciom w obszarze sektora leśno-drzewnego, a zwłaszcza w lasach prywatnych, w zalesieniach i zadrzewieniach, ułatwi klasyfikację obszarów w planowaniu przestrzennym, sporządzanie krajowego bilansu drewna oraz koordynację programów i sprawozdawczość. Konieczność weryfikacji oraz sformułowania nowych definicji w gospodarce leśnej rekomendowane były przez ekspertów panelu KLIMAT i WARTOŚĆ. W tej sprawie powinien pilnie powstać interdyscyplinarny zespół ekspertów.

WSPÓŁDZIAŁANIE, REKOMENDACJA 22: Opracowanie i ujednolicenie definicji podstawowych pojęć (las, gospodarka leśna, leśnictwo, działalność leśna i inne) staje się pilne z uwagi na poszerzające się kontakty z podmiotami gospodarczymi spoza leśnictwa. Zamienne używanie trzech różnych definicji tego samego pojęcia (gospodarka leśna) jest wadliwe i implikuje brak możliwości prawidłowego stosowania przepisów prawnych. Sytuacja ta stwarza jednocześnie pole do zaniechania określonych działań oraz nieracjonalnego wydatkowania publicznych środków finansowych przeznaczonych na gospodarkę leśną. Należy sformułować jednolitą definicję „gospodarki leśnej” dla wszystkich form własności lasów, biorąc przy tym pod uwagę, że czym innym powinna być gospodarka leśna w lasach ochronnych i rezerwatach, czym innym w lasach gospodarczych, lasach miejskich i na plantacjach leśnych.

KLIMAT, REKOMENDACJA 9: Wobec zmian warunków środowiska leśnego potrzebne jest poddanie krytycznej weryfikacji pojęć: „gatunki obce”, „gatunki rodzime”, „szkodniki pierwotne”, „szkodniki wtórne”, „posusz jałowy”, „posusz czynny”, „drewno użytkowe”, „drewno pełnowartościowe” (...) i innych.

Lista rekomendacji autorskich panelu NAUKA

Porządkując bogaty materiał panelu NAUKA zdecydowano wyłączyć z tekstu część propozycji problemów i tematów badawczych sformułowanych przez Autorów opracowań eksperckich i utworzyć specjalną listę ich propozycji (kolejność Autorów alfabetyczna).

PROF. DR HAB. TOMASZ BORECKI, PROF. DR HAB. EDWARD STĘPIEŃ (*Wydział Leśny SGGW, Warszawa*)

Należy dokonać synchronizacji celów hodowlanych, ochronnych, produkcyjnych i poza-produkcyjnych oraz ogólnospołecznych zadań leśnictwa. Uwzględnić przy tym należy obowiązujące cele nadrzędne i cele cząstkowe, traktowane jako urządzeniowe zadania badawcze. W sposób szczególny na znaczeniu zyskują następujące zagadnienia:

- 1) przewartościowanie społecznych oczekiwań dotyczących zakresu i rangi funkcji lasu;
- 2) utrzymanie i wzmocnienie znaczenia strategicznej roli produkcyjnej funkcji lasu w realizacji idei zrównoważonej gospodarki leśnej. W lasach zagospodarowanych racjonalne użytkowanie jest gwarantem utrzymania ich wielofunkcyjnego charakteru;
- 3) obniżenie roli kolei rębny jako podstawy regulacji ładów czasowego. Wiek przestaje pełnić rolę kryterium przesądzającego o terminie ingerencji, w tym użytkowania rębny. W coraz większym stopniu decyzje w tym zakresie zależą będą od obecnego stanu lasu i wizji jego rozwoju;
- 4) potrzeba zmiany i wdrożenia koncepcji regulacji użytkowania lasu integrującej zasadę równomierności użytkowania z możliwością poprawy stanu zasobów;
- 5) wpływ gospodarki leśnej na poprawę możliwości retencyjnych obszarów leśnych;
- 6) tworzenie metodycznych podstaw wariantowego planowania w urządzaniu lasu oraz związany z tym wzrost roli miejscowego gospodarza.

DR HAB. JANUSZ CZEREPKO, PROF. IBL; PROF. DR HAB. JACEK HILSZCZAŃSKI, DR PIOTR GOŁOS (*Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary*)

Badania ankietowe w ramach projektu Sumforest wskazały jako najważniejsze następujące obszary badań:

- 1) bioenergia, bioprodukty i intensyfikacja gospodarki leśnej,
- 2) zmiany klimatu,

- 3) funkcje ekosystemowe,
- 4) polityka leśna,
- 5) przemysł, produkty leśne i rynek drzewny,
- 6) lasy i ich użytkowanie w różnych uwarunkowaniach.

W raporcie przygotowanym przez ONZ „The European Forest Sector Outlook Study II 2010–2030”, przygotowanym przez Europejską Komisję Gospodarczą, za najważniejsze wyzwania dla nauki uznano badania dotyczące:

- 1) zawartości węgla w glebie,
- 2) strategii adaptacji do zmian klimatu,
- 3) adaptacji środowiska leśnego do zmian klimatu,
- 4) stresów drzew,
- 5) zrównoważenia dostaw drewna,
- 6) zarządzania podażą drewna,
- 7) plantacji drzew szybko rosnących oraz użytkowania gruntów na obszarach wiejskich pod kątem ich wykorzystania do produkcji biomasy drzewnej,
- 8) dostaw drewna spoza lasu,
- 9) drewna energetycznego.

Celem ogólnym działań Instytutu według „Perspektywicznych kierunków działalności naukowej” jest rozwój nauk leśnych w zakresie:

- 1) poznawania zjawisk i procesów kształtujących stan, trwałość i rozwój lasów oraz ich wzajemnych powiązań z otaczającym środowiskiem przyrodniczym, społecznym i gospodarczym;
- 2) określania metod wszechstronnego i zrównoważonego wykorzystania zasobów leśnych i ich ochrony;
- 3) trwałego zachowania i wzbogacania lasów dla należytego zaspokajania potrzeb cywilizacyjnych obecnych i przyszłych pokoleń;
- 4) upowszechniania wyników tych badań i prac rozwojowych.

Cele szczegółowe rozwoju, w ramach powyższych celów ogólnych, IBL zamierza realizować poprzez:

- prowadzenie badań naukowych, prac rozwojowych i ekspertyz z zakresu szeroko rozumianego leśnictwa, w połączeniu z opracowaniem ważnych dla praktyki leśnej i ochrony lasów wytycznych, nowatorskich rozwiązań i prac wdrożeniowych,
- proponowanie tematyki badawczej wypełniającej luki w wiedzy przyrodniczej, a równocześnie odpowiadającej na zapotrzebowanie praktyki leśnej i ochrony przyrody,
- formułowanie naukowych podstaw polityki leśnej oraz wspomagania decyzji na różnych poziomach zarządzania obszarami leśnymi,
- kształcenie kadr (zdobywanie stopni naukowych, szkolenia, studia, staże krajowe i zagraniczne),
- dbanie o jakość warsztatu naukowego (wyposażenie, nowatorskie metody badań, zarządzanie jakością, udział w konferencjach),
- rozwój wydawnictw naukowych,
- aktywność na forach międzynarodowych, tj. udział i organizację wydarzeń naukowych w postaci konferencji i sympozjów, współpracę w ramach m.in. IUFRO, EFI i innych organizacji leśnych.

PROF. DR. HAB. ANDRZEJ GRZYWACZ (*Wydział Leśny SGGW, PTL, Warszawa*)

Studia leśne wymagają stałego unowocześniania i doskonalenia metod i treści kształcenia oraz reformowania sposobów zdobywania wiedzy i kompetencji, a także:

- 1) rozszerzenia sylwetki kompetencji absolwenta o kompetencje zawodów związanych z lasem i środowiskiem przyrodniczym, ochroną zasobów leśnych;
- 2) wprowadzenia systemu specjalizacji i certyfikacji zawodowej; rozszerzenia indywidualnych form studiów, zwiększenia liczby i różnorodności przedmiotów fakultatywnych;
- 3) wprowadzenia elastycznej standaryzacji wymagań i egzekwowania wiedzy;
- 4) wprowadzenia nowoczesnego systemu budowy testów, sprawdzianów i egzaminów;
- 5) wspierania osobistej przedsiębiorczości edukacyjnej studentów;
- 6) wprowadzania nowych przedmiotów na miejsce zagadnień przestarzałych i już niepotrzebnych w praktyce wykonywania zawodu;
- 7) nauczania myślenia innowacyjnego i alternatywnego, myślenia kategoriami zawodu leśnika, a zdecydowanego ograniczenia przekazywania wiedzy o aktualnie obowiązujących technologiach, instrukcjach, zasadach i wytycznych, wiedzy encyklopedycznej, przestarzałych treści i nieaktualnych informacji.

Środowisko nauczycieli akademickich, w porozumieniu z przyszłymi pracodawcami absolwentów, musi systematycznie unowocześniać nauczanie i kształtowanie postawy kandydatów do zawodu leśnika, w tym przygotowywać ich do uczenia się ustawicznego, zdobywania wiedzy i umiejętności stale przez cały okres pracy zawodowej, służby dla lasów i leśnictwa.

Potrzebne jest doskonalenie studiów podyplomowych, kursów i szkoleń dla kadr leśnych i dostosowanie ich do potrzeb odbiorców.

Korzystne byłoby zorganizowanie studium podyplomowego wspólnego dla leśników i nauczycieli z zakresu edukacji przyrodniczo-leśnej społeczeństwa;

Konieczne jest doskonalenie studiów doktoranckich w zakresie nauk leśnych, które warunkują rozwój wysoko kwalifikowanych kadr pracowników naukowych i dydaktycznych.

Należy przełamywać postawy konformistyczne wśród części pracowników naukowo-dydaktycznych poprzez wdrażanie różnych form zachęt i wyróżnień, również finansowych oraz bodźców do wyćżonej aktywności intelektualnej i prospołecznej.

Konieczne jest opracowanie systemu wdrażania innowacyjności w nauczaniu, implementacji wyników nowych badań i propozycji pedagogicznych.

Należy uwalniać uczelnie od „gorsetu” wielu krępujących, urzędniczych przepisów z zakresu dydaktyki, uczynić tę działalność bardziej elastyczną.

Potrzebny jest mechanizm ustawicznego doskonalenia prowadzenia zajęć ze studentami, zwłaszcza przez młodych pracowników, stymulujący problematykę wychowawczą i pracę samokształceniową.

Potrzebna jest większa aktywność pracodawców-absolwentów leśnictwa w zakresie kształtowania sylwetki absolwenta leśnictwa, propozycji zmian programowych, wprowadzenia nowoczesnych treści kształcenia potrzebnych w praktyce zawodowej, zwłaszcza w Lasach Państwowych.

PROF. DR HAB. JERZY KĄTCKI (*Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa*)

Wśród celów szczegółowych programu BIOSTRATEG wyróżniono:

- a) rozwój wiedzy w obszarach programu, prowadzący do wzrostu międzynarodowej pozycji Polski w badaniach naukowych i pracach rozwojowych w tej dziedzinie;
- b) wdrożenie nowatorskich rozwiązań i technologii opracowanych w ramach programu do praktyki;
- c) pobudzenie aktywności badawczej prywatnego sektora gospodarczego w obszarach programu;
- d) zwiększenie udziału polskich zespołów badawczych w europejskich programach w zakresie badań i innowacji w tym obszarze.

W obrębie obszaru: leśnictwo i przemysł drzewny autorzy programu wyróżnili następujące zagadnienia badawcze:

- 1) doskonalenie systemu monitorowania i prognozowania zagrożeń środowiskowych różnych ekosystemów leśnych z wykorzystaniem nowoczesnych metod i narzędzi (geomatyka, bioinformatyka);
- 2) wypracowanie strategii i opracowanie niezbędnych działań w gospodarce leśnej, ukierunkowanych na zmniejszanie skutków zmian klimatu, w tym opracowanie metod zapobiegania i ograniczania degradacji ekosystemów leśnych wywołanych zjawiskami naturalnymi o charakterze klęskowym oraz efektywne zagospodarowanie drewna pokłeskowego;
- 3) opracowanie metod pomiaru ilości węgla akumulowanego przez ekosystemy leśne;
- 4) wpływ ekosystemów leśnych na ochronę i bilansowanie zasobów wodnych kraju, w tym na retencję wodną w siedliskach leśnych;
- 5) doskonalenie systemów monitoringu prognozowania i zagrożeń ze strony zaburzonej bioróżnorodności, z wykorzystaniem nowoczesnych metod i narzędzi (w tym teledetekcji, geomatyki i bioinformatyki) w celu kontroli populacji zwierząt o potencjalnie negatywnym wpływie na ekosystemy leśne;
- 6) rewitalizacja siedlisk leśnych i przebudowa drzewostanów;
- 7) możliwości zwiększenia zasobów surowca drzewnego, jako ważnego źródła biomasy, w warunkach zrównoważonej gospodarki leśnej oraz zmian klimatu;
- 8) rozwój nowych technik i technologii recyklingu wyrobów drzewnych, utylizacji produktów ubocznych i drewna poużytkowego;
- 9) opracowanie nowych surowco- i energooszczędnych oraz biodegradowalnych kompozytów drzewnych i wyrobów z drewna litego dla budownictwa, meblarstwa i nowych miejsc aplikacji;
- 10) opracowanie nowych technologii wytwarzania bioenergii, w tym biopaliw z drzewnych produktów ubocznych, odpadów (przemysłowych i poużytkowych) i innych rodzajów biomasy.

PROF. DR HAB. ANDRZEJ LEWANDOWSKI I IN. (*Instytut Dendrologii PAN, Kórnik*)

1. Konieczna jest intensyfikacja prac nad selekcją indywidualną wybranych gatunków drzew o wysokim potencjale realizacji zysku genetycznego w relatywnie krótkim czasie oraz położenie mniejszego nacisku na ich selekcję populacyjną. Konieczna jest kontynuacja programu testowania potomstwa drzew

matecznych. W odniesieniu do pozostałych gatunków należy kontynuować selekcję populacyjną.

2. Niezbędne jest określenie wiodącej funkcji lasu przy zrównoważonym udziale powierzchniowym różnych funkcji. Celowe jest wprowadzanie wyselekcjonowanych genetycznie drzew w formie zbliżonej do plantacji tam, gdzie funkcja produkcyjna jest wiodąca, jednocześnie wskazane jest prowadzenie badań, które dostarczą odpowiedzi na pytanie, jakie zabiegi uprawowo-hodowlane dadzą najlepsze efekty przy uprawie ulepszonych genotypów drzew.
3. Konieczne jest zastosowanie nowych metod sekwencjonowania i genotypowania DNA w skali całego genomu w celu weryfikacji wydzielonych stref nasienych gatunków uprawnych, określenia zmienności fenotypowej cech użytkowych drzew leśnych oraz opracowania metod dla selekcji genomowej w programach hodowlanych.
4. Racjonalna gospodarka leśna powinna prowadzić do zachowania zmienności genetycznej w populacjach podstawowych, przy jednoczesnej kapitalizacji zysku genetycznego w populacjach hodowlanych.
5. Konieczna jest identyfikacja populacji szczególnie narażonych na wpływ zmian klimatu w celu zachowania ich zasobów genowych *ex situ*, w bankach genów. W odniesieniu do długoterminowego przechowywania materiału genetycznego problemem do rozwiązania pozostaje wypracowanie nowych metod i technologii przechowalniczych dla nasion z kategorii recalcitrant.
6. Niezbędna jest intensyfikacja badań genetycznych nad kompleksowym poznaniem struktury genetycznej populacji gatunków drzewiastych, ze szczególnym uwzględnieniem problemu jednorodności i czystości genetycznej populacji wewnątrz regionów nasiennych.
7. Należy rozpocząć prace nad zmiennością genetyczną „dynamicznych jednostek zachowawczych” znajdujących się w bazie EUFGIS i prowadzić stały monitoring genetyczny zmian w nich zachodzących.

PROF. DR HAB. ROMUALD OLACZEK (Uniwersytet Łódzki, Łódź)

Cele i kierunki badań leśnych w ochronie przyrody (tezy uzgodnione w ramach KOP PAN)

Cele główne i pierwszej kolejności:

- 1) zebranie pełnej wiedzy taksonomicznej o różnorodności biologicznej lasów na wszystkich poziomach organizacji życia;
- 2) dokonanie wspólnie – przez przyrodników i leśników, naukowej oceny wartości i lokalizacji ostatnich fragmentów naturalnych lasów europejskich na terenie Polski, niezależnie od prawa własności lasu;
- 3) rozwijanie teorii zrównoważonego rozwoju w zastosowaniu do gospodarki leśnej, ustalenie kryteriów oceny realizacji funkcji środowiskochronnej przez lasy różnej własności;
- 4) budowanie wspólnoty naukowej biologów i leśników w obronie leśnej przyrody i rangi nauk służących jej ochronie; wzmocnienie wpływu nauki na model zarządzania tą ochroną.

Kierunki i tematyka badań:

- 1) stan różnorodności biologicznej: okresowe rewizje taksonomiczne i chorologiczne, monitoring wybranych populacji, intensywne badania grup mało znanych (mikrobiota, bezkręgowce, epifity), skupienie uwagi na obszarach słabo zbadanych;
- 2) przyczyny i dynamika zmian różnorodności biologicznej;
- 3) warunki zachowania i odtwarzania utraconej różnorodności;
- 4) wpływ introdukcji obcych gatunków na rodzimą florę i faunę; system obserwacji i rejestracji pojawu nowych obcych gatunków w lasach;
- 5) synekologia: doskonalenie typologii fitosocjologicznej zbiorowisk w powiązaniu z typami siedliskowymi lasu i siedliskami Natura 2000;
- 6) wyjaśnienie genezy i warunków zachowania zbiorowisk seminaturalnych (np. jak odtwarzać ginące świetliste dąbrowy i inne relikty dawnej kultury leśnej);
- 7) badania sukcesji w powiązaniu ze zmianami klimatu, sekularnymi zmianami metod gospodarowania i cyklami gospodarczymi, zmiany różnorodności w toku sukcesji – czy odwracalne?; rola martwego drewna w procesie sukcesji;
- 8) krajowe i regionalne monografie i syntezy wiedzy o szacie roślinnej i faunie lasów;
- 9) szczegółowe mapy roślinności nadleśnictw i/lub dużych kompleksów leśnych;
- 10) warunki zachowania siedlisk oligotroficznych i ich specyficznej bioty;
- 11) zagrożenia i klęski żywiołowe: sukcesja wtórna na terenach po klęsce pożarów i wiatrolomów w funkcji czasu i sposobu postępowania (sukcesja naturalna lub kierowana);
- 12) ekologiczne metody ograniczania eksplozji populacyjnej roślinożerców;
- 13) „wąskie gardło” funkcjonowania populacji i ekosystemów – warunki utrzymania skrajnie nielicznych populacji gatunków roślin i zwierząt;
- 14) wpływ fragmentacji lasów (m.in. szerokimi drogami) i podporządkowania przyrody technice (m.in. wielkie maszyny i ciężkie pojazdy) na leśną przyrodę;
- 15) badania i ocena leśnej przestrzeni przyrodniczej: identyfikacja obszarów o najwyższych wskaźnikach różnorodności i naturalności oraz dobrej dokumentacji historycznej jako modelowych obiektów badań leśnych;
- 16) lasy Polski w świetle europejskiej konwencji krajobrazowej;
- 17) funkcjonowanie i znaczenie korytarzy ekologicznych, wysp leśnych, skrajów lasu i mikrosiedlisk, martwego drewna, budek lęgowych i sztucznych schronów;
- 18) potrzeby, możliwości i sposoby zwiększania lesistości kraju i poszczególnych regionów;
- 19) wpływ naturalnych i antropogennych zmian stosunków wodnych na leśne ekosystemy;
- 20) ocena efektów konserwatorskiej ochrony: wielokierunkowe badania stanu przyrody na obszarach długo chronionych (np. w rezerwatach) w porównaniu do przyrody lasów gospodarczych na analogicznych siedliskach;
- 21) kontynuacja i rozwój metod restytucji zagrożonych gatunków (np. programy ochrony żubra, rysia, cisa i brekinii, pszczół leśnych);
- 22) racjonalizacja zakresu i metod ochrony gatunkowej (bóbr, kormoran);
- 23) metaplantacje zagrożonych gatunków roślin;
- 24) szersze korzystanie z zasady rekompensaty za tracone wartości przyrodnicze.

Problemy prawne i organizacyjne:

- 1) usunięcie niespójności między prawem ochrony przyrody a prawem i praktyką w gospodarce leśnej w myśl zasady: kto ma prawa i kompetencje, ten ma obowiązki; kto ma obowiązki, ten ma prawa; rozróżnienie i zdefiniowanie pojęć „ochrona”, „opieka”, „nadzór” w odniesieniu do obiektów i obszarów prawnie chronionych;
- 2) stworzenie wielostopniowego systemu pozyskiwania i przetwarzania informacji o różnorodności biologicznej lasów (np. jakie dane zbiera się do programu ochrony przyrody nadleśnictwa, co należy do monitoringu przyrodniczego, a co do zakresu badań specjalistów).

Zadania dla nauk podstawowych:

- 1) określić historycznie uwarunkowane zasięgi drzew leśnych i pokrewieństwo genetyczne pomiędzy populacjami z różnych regionów;
- 2) pogłębić wiedzę o biologii i ekologii gatunków najbardziej zagrożonych, w tym reliktowych;
- 3) zweryfikować zasadę aktualizacji procesów dziejących się w żywej przyrodzie (zasada wzięta z geologii: w przeszłości i wszędzie procesy rzeźbotwórcze przebiegały tak jak obecnie; czy procesy ekologiczne również?);
- 4) włączyć w krąg badań leśnych szersze grono historyków, socjologów i innych humanistów;
- 5) kulturowe znaczenie lasów i „dzikiej” przyrody.

PROF. DR HAB. MARCIN PIETRZYKOWSKI I IN. (*Wydział Leśny UR w Krakowie*)

W przyszłych programach badawczych należy uwzględnić kontynuację badań dotychczasowych (UR w Krakowie), o tematyce takiej jak:

- struktura i dynamika zbiorowisk roślinności leśnej ze szczególnym uwzględnieniem ekosystemów górskich;
- dynamika drzewostanów naturalnych i zagospodarowanych;
- struktura i produkcja biomasy ekosystemów leśnych, modelowanie potencjalnej produktywności drzewostanów;
- modelowanie rozwoju i funkcjonowania lasu w różny sposób zagospodarowanych;
- wpływ rodzaju i intensywności zabiegów hodowlanych na wzrost drzewostanów;
- wykorzystanie markerów molekularnych do identyfikacji i określania bioróżnorodności biocenoz leśnych;
- wyróżnianie wysoko produktywnych proveniencji głównych gatunków drzew leśnych;
- obieg pierwiastków w ekosystemach leśnych;
- rekultywacja i restytucja ekosystemów leśnych;
- gatunki patogenicznych grzybów i procesy chorobowe drzew leśnych oraz ich uwarunkowania;
- bionomia i ekologia wybranych grup owadów fitofagicznych oraz ich entomofagów;
- wpływ antropogenicznych skażeń i ekstremalnych warunków klimatycznych na uaktywnianie się biotycznych czynników szkodliwych w środowiskach leśnych;

- bilans wodny w układzie atmosfera-drzewostan-gleba w zbiorowiskach leśnych;
- parametry techniczne i technologiczne wybranych maszyn leśnych i ich oddziaływanie na środowisko;
- optymalizacja pozyskania drewna oraz wykorzystanie leśnych baz surowcowych w trwałej i zrównoważonej gospodarce leśnej.

PROF. DR HAB. EWA RATAJCZAK (*Instytut Technologii Drewna, Poznań*)

Za najważniejsze wyzwania w naukach z dziedziny drzewnictwa, zarówno w warstwie koncepcyjnej, jak i organizacji badań, należy uznać:

- 1) rozwijanie i wdrażanie nowych technologii i produktów podnoszących jakość życia, z zachowaniem zasady zrównoważonego rozwoju (wyroby o wysokiej wartości dodanej, modyfikacja drewna i inteligentne technologie, nowe kompozyty, technologie energo- i materiałoozczędne, technologie bezodpadowe, technologie ekologiczne);
- 2) zmianę nieefektywnego podażowego modelu innowacji, opartego głównie na badaniach podstawowych, w kierunku zorientowanej rynkowo, zintegrowanej oferty badań o dużym potencjale aplikacyjnym (badań stosowanych); w tym celu pożądane jest stworzenie silnych powiązań kooperacyjnych między ośrodkami badawczymi a sferą biznesu, a także zwiększenie aktywności naukowców dla wzrostu stopnia komercjalizacji badań (ściśła współpraca z producentami, indywidualizacja badań dla lepszego ich dostosowania do potrzeb firm, traktowanie wyników badań jako oferowanego produktu); dla przyspieszenia procesu komercjalizacji badań potrzebny jest rozwój podmiotów wspomagających ten proces, będących pośrednikiem między sferą nauki i przemysłem (firmy brokerskie);
- 3) integrację różnych środowisk naukowych i wspólne rozwiązywanie problemów o charakterze interdyscyplinarnym, na różnych płaszczyznach instytucjonalnych (leśnictwo, drzewnictwo, różne ośrodki naukowe i badawcze, przemysł, jednostki edukacyjne, instytucje samorządowe, banki itp.), również w skali międzynarodowej – w tym celu niezbędne jest tworzenie sieci naukowych i naukowo-biznesowych (*networking*) i aktywny w nich udział; ważna jest też edukacja ukierunkowana na kształtowanie umiejętności i zdolności do kooperacji w ramach różnych, nawet odległych merytorycznie pól badawczych w celu synergii wyników.

Wśród wyzwań, które pojawiły się przed drzewnictwem jako nauką i działem gospodarki w perspektywie do 2030 r., zwłaszcza w kontekście zielonej gospodarki, najważniejsze to:

- zapobieganie zmianom klimatu,
- zrównoważony rozwój (ekologia, energia odnawialna),
- zwiększenie zasobów surowca drzewnego (poszukiwanie alternatywnych źródeł surowca),
- ciągły postęp techniczny, nieobciążający środowiska i wykorzystujący automatykę i informatykę,
- zaspokajanie rosnących i różnicowanych potrzeb społecznych.

Dla przedsiębiorców sektora drzewnego oznacza to potrzebę rozwiązania wielu problemów, a wśród nich:

- zmiany krótkookresowych strategii działania na strategię długofalową,
- intensyfikacji współpracy ze sferą nauki w celu maksymalnego wykorzystania innowacyjnych rozwiązań (np. poprzez bezpośrednie zlecenia, udział w projektach celowych, zatrudnianie pracowników naukowych),
- partycypacji w finansowaniu badań,
- zwiększenia infrastruktury elektronicznej zakładów i upowszechniania zarządzania firmą przy pomocy nowoczesnych mediów,
- zapewnienia ciągłego doskonalenia kwalifikacji kadr (wiedzy i umiejętności).

PROF. DR HAB. KAZIMIERZ RYKOWSKI (*Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary*)

Potrzebny jest szeroki konsensus środowisk naukowych, administracji leśnej, działaczy gospodarczych i polityków co do strategii rozwoju sektora leśno-drzewnego i ochrony przyrody w lasach, głównych problemów do rozwiązania i celów do osiągnięcia, najważniejszych zakresów prac badawczych i ekspertyz oraz terminów ich realizacji. Mogłby się tym zająć wyłoniony z zainteresowanych instytucji stały zespół doradców naukowych, funkcjonujący przy DGLP (lub np. Rada Naukowa IBL), który ustalałby priorytety, inicjował badania leśne, który by kwalifikował, weryfikował i merytorycznie koordynował zgłaszane do realizacji zadania, rozdzielał środki finansowe funduszu leśnego przeznaczone na badania oraz nadzorował ich realizację i efektywność.

Pożądane byłoby porozumienie wszystkich zainteresowanych stron i uzgodnienie listy tematów badawczych, która stałaby się podstawą do opracowania komponentu badawczego Narodowego Programu Leśnego. Lista taka mogłaby zawierać m.in. następującą problematykę:

1. Zasoby leśno-drzewne w warunkach zmian klimatycznych:
 - 1) identyfikacja, selekcja i hodowla genotypów gatunków drzew leśnych pod kątem tolerancji na stresy klimatyczne i ekstremalne stany klimatu i pogody; opracowanie nowej strategii hodowli selekcyjnej drzew leśnych;
 - 2) badania genetyczno-biotechnologiczne w kierunku pogłębiania cech przyrostowych drzew (efektywność sekwestracji węgla) i właściwości drewna (struktura, skład chemiczny);
 - 3) rozpoznanie ekofizjologicznych cech gatunków drzew leśnych w warunkach podwyższonej koncentracji CO₂ i zmiennej temperatury i wilgotności powietrza oraz możliwości sterowania w takich warunkach procesami ksylogenezy;
 - 4) strategia gospodarki leśnej w warunkach zmian klimatycznych w związku ze zróżnicowaniem przyrodniczym, gospodarczym i społecznym oraz potencjałem adaptacyjnym lasów w różnych regionach Polski;
 - 5) wartość substytucyjna drewna; opracowanie wskaźnika efektu klimatycznego;
 - 6) monitorowanie zmian stanu lasów (struktury gatunkowej, przestrzennej, produktywności drzewostanów, bilansu hydrologicznego, stopnia zagrożeń biotycznych i abiotycznych, rozprzestrzeniania się gatunków inwazyjnych) wzdłuż

- gradientu zmian klimatycznych w sieci powierzchni referencyjnych (być może także badania międzynarodowe);
- 7) możliwości zwiększania pochłaniania i przechowywania węgla (CO_2/C) w lasach i w drewnie (w części nadziemnej i w glebie) przez zabiegi hodowlane;
 - 8) uprawowe możliwości intensyfikacji produkcji drewna w lasach i poza ekosystemami leśnymi: plantacje, uprawy intensywne, zadrzewienia; produkcja drewna w krótkich cyklach i jego wykorzystanie; weryfikacja „Krajowego programu zwiększania lesistości” oraz opracowanie krajowego programu zadrzewień;
 - 9) wpływ zmian klimatycznych na bioróżnorodność i produktywność lasów; rozpoznanie zmian składu gatunkowego flory i fauny; wpływ różnicowania się struktury biocenoz na trwałość ekosystemów leśnych.
2. Wielokierunkowe gospodarowanie leśnymi zasobami przyrodniczymi oraz efektywna gospodarka drewnem:
- 1) ekologiczne modele wzrostu drzewostanów: opracowanie nowych, zróżnicowanych regionalnie, tablic zasobności,
 - 2) weryfikacja regionalizacji przyrodniczo-leśnej w świetle zmian klimatycznych,
 - 3) opracowanie regionalizacji gospodarczo-społecznej leśnictwa (lub regionalizacji funkcji lasów),
 - 4) rola gospodarki leśnej w kształtowaniu funkcji lasów w krajobrazie; lasy jednofunkcyjne w krajobrazie wielofunkcyjnym,
 - 5) udział drewna w produkcji pierwotnej ekosystemów leśnych; podstawy gospodarki leśnej zbliżonej do natury (hodowli półnaturalnej),
 - 6) efektywność ochrony gatunkowej flory i fauny pod względem ekonomicznym, przyrodniczym i społecznym,
 - 7) kryteria i mierniki oceny różnorodności biologicznej w zrównoważonej gospodarce leśnej,
 - 8) ekonomiczne, przyrodnicze i społeczne skutki czynnej i biernej ochrony lasów,
 - 9) wielokierunkowe leśnictwo w warunkach zmian klimatycznych na tle programów rozwoju gospodarczego kraju.
3. Wartościowanie lasów i ich wielostronnych funkcji i użyteczności:
- 1) identyfikacja, generowanie i waloryzacja wartości zewnętrznych w leśnictwie; udział lasów w rozwoju innych sektorów gospodarki,
 - 2) wielokryterialne wartościowanie funkcji lasu jako narzędzie zarządzania zasobami leśno-drzewnymi; mechanizmy „urynkowienia” wszystkich użyteczności lasu.

Ponadto, na użytek Narodowego Programu Leśnego należałoby uruchomić cykl krótkookresowych ekspertyz, takich jak:

- 1) weryfikacja idei i założeń funkcjonowania leśnych kompleksów promocyjnych; leśne kompleksy promocyjne jako obszary funkcjonalne według strategii „Polska 2020”; możliwości włączenia LKP do obszarów funkcjonalnych według „Koncepcji przestrzennego zagospodarowania kraju”;
- 2) możliwości i szanse gospodarki leśnej w rozwoju zielonej ekonomii i biogospodarki;

- 3) lasy jednofunkcyjne i zadrzewienia w wielofunkcyjnym krajobrazie; rola gospodarki leśnej w kształtowaniu przyrodniczej przestrzeni kraju;
- 4) wpływ różnicowania struktury drzewostanów na różnorodność biologiczną ekosystemów leśnych;
- 5) powiązanie Platformy Technologicznej Sektora Leśno-Drzewnego i obszarów Natura 2000 z polityką gospodarczą i środowiskową państwa – potrzeby, możliwości, bariery;
- 6) możliwości mobilizacji zasobów drewna; prognoza rozwoju baz surowcowych i produkcji oraz użytkowania lasów i drewna do 2080 roku; potrzeby i możliwości sektora leśno-drzewnego;
- 7) strategia zagospodarowania lasów po abiotycznych i biotycznych zaburzeniach rozwoju;
- 8) projekt integracji „Krajowego programu zwiększania lesistości” (KPZL), planów zadrzewień (krajowy program zadrzewień – do opracowania), korytarzy ekologicznych oraz produkcji drewna poza ekosystemami leśnymi; powiązanie zagospodarowania przestrzennego (obszary funkcjonalne) z kształtowaniem krajobrazu; aspekty przyrodnicze, ekonomiczne i społeczne;
- 9) potencjał gospodarki leśnej i drzewnictwa w kreowaniu miejsc pracy; perspektywy krajowe, regionalne, lokalne;
- 10) możliwości kształtowania struktury popytu na świadczenia wielofunkcyjnej gospodarki leśnej i jego wpływ na rozwój zasobów;
- 11) weryfikacja programów nauczania formalnego i edukacji leśnej społeczeństwa w świetle wyzwań gospodarki leśnej w XXI wieku;
- 12) gospodarka leśna i ochrona przyrody w lasach – przyrodnicze, gospodarcze i społeczne obszary współpracy i konfliktu interesów; propozycje rozstrzygnięć prawno-administracyjnych.

DR HAB. WŁADYSŁAW STRYKOWSKI, PROF. ITD (Instytut Technologii Drewna, Poznań)

Tworzenie warunków umożliwiających stosowanie produktów ubocznych i odpadów w innowacyjnych tworzywach drzewnych obejmuje takie zagadnienia badawcze, jak:

- 1) odporność na ogień, grzyby i owady: metody gospodarowania przyjazne dla zdrowia, podwyższanie trwałości tworzyw opartych na drewnie i innych włóknach ekologicznych;
- 2) ograniczenie emisji VOC, WWO i formaldehydu;
- 3) określenie nowych parametrów materiałowych, porównywalnych z analogicznymi parametrami stali bądź betonu, w celu ułatwienia procedury wydawania zezwoleń na bioprodukty budowlane;
- 4) nowe chemikalia z lignocelulozy;
- 5) nowe produkty oparte na surowcach odnawialnych.

Gospodarowanie w celu długookresowej efektywności produkcji jest nakierowane na:

- 1) wzrost efektywności sektorowej w wyniku integracji nowych kluczowych technologii i systemów usług;

- 2) budowę biogospodarki przyszłości w wyniku zastosowań nowych elastycznych profilowanych modeli biznesowych.

Ważnym zagadnieniem jest uzyskiwanie materiałów budowlanych i tworzyw wg zasady *cradle to cradle*, tzn. od kołyski po grób, albo inaczej – w zamkniętym cyklu życia, z uwzględnieniem warunków ramowych użytkowania kaskadowego.

Odnawialne systemy energii są nakierowane na:

- 1) zmniejszenie zużycia energii w procesach produkcyjnych;
- 2) zmniejszenie zużycia energii w energoefektywnym budownictwie poprzez innowacyjne rozwiązania oparte na drewnie.

Ważne tematy dotyczące tych systemów to:

- 1) koncepcja budynków na bazie drewna (domy tzw. zero- i plusenergetyczne);
- 2) innowacje zmniejszające zużycie energii i wody przy wytwarzaniu produktów z drewna litego i tworzyw drzewnych.

Ochrona środowiska naturalnego ma następujące cele sektorowe:

- 1) promocję przyjaznych środowisku naturalnemu bioproduktów i usług;
- 2) promocję wiedzy wśród decydentów na temat konieczności wspierania środowiska naturalnego.

Pola badawcze z zakresu ochrony środowiska są następujące:

- 1) przyjazne dla środowiska naturalnego procesy, produkty i usługi;
- 2) równowaga pomiędzy produkcją surowcową, zaopatrzeniem w energię oraz usługami dotyczącymi ekosystemu.

Obejmują one np. następujące zagadnienia:

- 1) trwałość i inne właściwości wytrzymałościowe produktów drzewnych i drewnopochodnych;
- 2) testowanie dotychczas niestosowanych gatunków i sortymentów drewna pod względem ich przydatności dla budownictwa;
- 3) produkty higieniczne, diagnostyczne i ochrona zdrowia.

PROF. DR HAB. MICHAŁ ZASADA; PROF. DR HAB. HENRYK ŻYBURA (Wydział Leśny SGGW, Warszawa)

Analizując aktualny stan leśnictwa, drzewnictwa, ochrony przyrody i nauk leśnych, ich usytuowanie we współczesnym świecie oraz łączące je wzajemne powiązania, nakreślić można następujące kierunki badawcze, niezbędne do sprawnego funkcjonowania leśnictwa współpracującego z przemysłem, respektującego zasady ochrony przyrody, poruszającego się w otoczeniu międzynarodowym i opierającego swoje decyzje na podstawach naukowych:

- 1) zmiany klimatu opisane słowami kluczowymi: biomasa, węgiel, łagodzenie, adaptacja;
- 2) nowoczesne technologie zwiększające zakres informacji o lesie na potrzeby urządzania, użytkowania, hodowli i ochrony;

- 3) systemy wspomagania decyzji, obejmujące również modele prognostyczne (model wzrostu, szeregi rozwojowe), wzory empiryczne, tablice zasobności oraz mechanizmy optymalizacyjne;
- 4) integracja łańcucha dostaw, z uwzględnieniem współpracy z przemysłem i analizy LCA;
- 5) półnaturalna hodowla lasu;
- 6) związki leśnictwa z ochroną przyrody, szczególnie w kontekście interakcji z siecią Natura 2000, kasus Puszczy Białowieskiej i współpraca z ekologicznymi organizacjami pozarządowymi (NGO);
- 7) certyfikacja gospodarki leśnej (FSC/PEFC/inne), jej koszty i konsekwencje oraz współpraca w tym zakresie z NGO;
- 8) dodatkowe źródła drewna i biomasy: zwiększanie produktywności lasu, działania dodatkowe zwiększające produktywność i pochłanianie dwutlenku węgla, plantacje drzew szybko rosnących, współpraca z przemysłem;
- 9) określanie wartości lasu i jego funkcji.

Nasi Eksperci



TOMASZ BORECKI

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Profesor, doktor habilitowany nauk leśnych. Urodzony 26 maja 1949 r. w Lublinie. Absolwent Wydziału Leśnego SGGW. W 1997 r. otrzymał stanowisko prof. nadzwyczajnego, a w 2003 r. profesora zwyczajnego. W latach 1996–2002 pełnił funkcję prorektora ds. dydaktyki. W 2002 r. został rektorem SGGW, w 2005 r. został wybrany na drugą kadencję. Od 2008 roku jest dyrektorem międzyuczelnianego Instytutu Problemów Współczesnej Cywilizacji im. Marka Dietricha. W 2010 roku został powołany na doradcę społecznego Prezydenta RP, a od 2013 roku jest wiceprzewodniczącym Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów.

Jest autorem ponad 200 prac naukowych, z czego ponad 60 to oryginalne prace twórcze, oraz 70 dokumentacji naukowych, ekspertyz i projektów. Aktywnie pracuje w radach naukowych oraz komisjach i zespołach eksperckich. Jest członkiem Rady Naukowej Biebrzańskiego Parku Narodowego oraz Rady Naukowo-Społecznej Leśnego Kompleksu Promocyjnego „Puszcza Białowieska”. Od 2003 r. pełni funkcję prezesa Towarzystwa Przyjaciół Lasu. Jest także członkiem Włoskiej Akademii Nauk Leśnych.



BOGDAN BRZEZIECKI

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Profesor doktor habilitowany. Urodził się w 1957 r. w Chełmie. W latach 1976–1981 studiował na Wydziale Leśnym SGGW w Warszawie. W latach 1981–1984 był uczestnikiem Stacjonarnych Studiów Doktoranckich z zakresu gospodarki leśnej. W 1984 roku rozpoczął pracę w Katedrze Hodowli Lasu SGGW w Warszawie, w której pracuje do dziś. W 1999 roku uzyskał stopień doktora habilitowanego, a w 2003 roku tytuł naukowy profesora nauk leśnych.

Jego dorobek naukowy obejmuje ponad 100 pozycji (artykułów i książek), dotyczących różnych zagadnień z zakresu ekologii i hodowli lasu, ze szczególnym uwzględnieniem półnaturalnej hodowli lasu, struktury i dynamiki lasów naturalnych oraz modelowania i symulacji komputerowej w leśnictwie. Duża część prac z tego zakresu została opublikowana w czasopiśmie i wydawnictwach zagranicznych.

Ważną część jego pracy stanowi działalność dydaktyczna. Obejmuje ona różnego rodzaju wykłady i ćwiczenia, prowadzone na wielu kierunkach i stopniach studiów (od inżynierskich po doktoranckie), w tym zajęcia w języku angielskim dla studentów za-

granicznych. Był promotorem ponad 100 prac dyplomowych (inżynierskich i magisterskich) oraz 9 prac doktorskich.

Jest m.in. członkiem Komitetu Leśnego PAN, Komitetu Redakcyjnego „Sylwana”, Rady Naukowej Kampinoskiego Parku Narodowego, Rady Naukowo-Społecznej Leśnego Kompleksu Promocyjnego „Puszcza Białowieska”. Bierze udział w pracach korpusu ekspertów Narodowego Centrum Nauki. Od 2008 r. pełni funkcję kierownika Stacjonarnych Studiów Doktoranckich przy Wydziale Leśnym SGGW, a od początku 2013 r. funkcję kierownika Katedry Hodowli Lasu.



DANIEL J. CHMURA

Instytut Dendrologii PAN, Kórnik



JANUSZ CZEREPKO

Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary

Leśnik z wykształcenia. Po ukończeniu studiów na SGGW w roku 1997 podjął pracę w Instytucie Badawczym Leśnictwa, gdzie pracuje do dzisiaj i obecnie pełni funkcję dyrektora Instytutu.

Rozprawę doktorską obronił w 2002 roku, a stopień doktora habilitowanego uzyskał w roku 2012. Był koordynatorem kilkunastu projektów badawczych z zakresu siedliskoznawstwa i ochrony przy-

rody, dotyczących przede wszystkim dynamiki i ekologii siedlisk i zbiorowisk leśnych oraz metod ich ochrony. Swoim doświadczeniem dzielił się jako ekspert organizacji krajowych i międzynarodowych, m.in. LULUCF, EIONET, ICP Forests oraz jako członek komitetu redakcyjnego „Folia Forestalia Polonica Series A – Forestry”.

Jest autorem lub współautorem kilkudziesięciu publikacji naukowych oraz trzech pozycji książkowych.

Jego osobiste zainteresowania to muzyka alternatywna, wycieczki florystyczne, turystyka rowerowa i wędkarstwo.



MONIKA FIGAJ

Ministerstwo Środowiska, Warszawa

Doktorat z polityki rozwojowej obroniła na Wydziale Współpracy Międzynarodowej Uniwersytetu Nagoya, Japonia. Specjalizuje się w dziedzinie współpracy międzynarodowej w zakresie ochrony środowiska. Doświadczenie zawodowe budowała w trakcie współpracy z Agencją Ochrony Środowiska w Czarnogórze i Bankiem Światowym jako konsultant i specjalista od monitoringu i ewaluacji. Obecnie pracuje w Ministerstwie Środowiska w Departamencie Leśnictwa.

**Iwo GALECKI**

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Leśny Zakład Doświadczalny Siemianice

Absolwent Wydziału Leśnego Akademii Rolniczej w Poznaniu. Posiada bogate doświadczenie zawodowe wyniesione z lat pracy w Biurze Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej oraz Lasach Państwowych. Od 1992 roku kieruje Zakładem w Siemianicach.

Jest prezesem Lokalnej Organizacji Turystycznej „Lasy Rychalskie”, członkiem zarządu głównego Polskiego Towarzystwa Leśnego oraz rady programowej czasopisma „Las Polski”.

Jego zainteresowania koncentrują się wokół polityki i prawa leśnego oraz siedliskoznaństwa leśnego. W wolnych chwilach chodzi po górach oraz uprawia kajakarstwo i biegi na orientację.

**PIOTR GOŁOS**

Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary

Doktor nauk leśnych. Absolwent Wydziału Leśnego SGGW (1994), Studiów Doktoranckich na Wydziale Leśnym SGGW (1999) oraz Podyplomowego Studium Rzeczoznawstwa Majątkowego Pośrednictwa Obrotu Nieruchomościami i Zarządzania Nieruchomościami na Wydziale Prawa i Administracji Uniwersytetu Warszawskiego (2009).

Jego zainteresowania naukowe skupiają się na kilku problemach szeroko rozumianej ekonomiki leśnictwa, takich jak badania potrzeb i preferencji społecznych w zakresie publicznych funkcji lasu, ze szczególnym zwróceniem uwagi na funkcję rekreacyjną, wycena wartości zasobów leśnych, w tym wartości publicznych dóbr i usług lasu i gospodarki leśnej, organizacja lasów prywatnych oraz gospodarcze i ekonomiczne aspekty tego sektora, znaczenie społeczne i gospodarcze lasów i gospodarki leśnej w rozwoju regionów.

Jest autorem licznych publikacji naukowych i popularnonaukowych, dokumentacji naukowych, ekspertyz i opinii oraz redaktorem naukowym dwóch poradników przygotowanych dla właścicieli lasów prywatnych.

**ANDRZEJ GRZYWACZ**

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Ukończył Wydział Leśny SGGW w Warszawie w 1966 r. Na macierzystej uczelni uzyskał stopień doktora i doktora habilitowanego nauk leśnych, a w 1988 r. tytuł profesora. Był prodziekanem i dziekanem Wydziału Leśnego, w latach 1984–1990 prorektorem SGGW. W latach 1981–2012 był kierownikiem Zakładu Mykologii i Fitopatologii Leśnej. Pełnił funkcję głównego konserwatora przy-

rody – wiceministra ochrony środowiska.

Jest członkiem rzeczywistym PAN, w latach 2003–2010 był przewodniczącym Wydziału Nauk Rolniczych, Leśnych i Weterynaryjnych PAN. Pełnił liczne funkcje w in-

stytucjach i organizacjach nauki, radach naukowych, komisjach, redakcjach czasopism. Od 1997 r. jest przewodniczącym Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Leśnego.

Jest autorem ponad 400 artykułów naukowych i popularnonaukowych oraz 17 publikacji książkowych. Był promotorem 13 rozpraw doktorskich, opiekunem 301 prac magisterskich i 94 inżynierskich. Uzyskał liczne krajowe i zagraniczne nagrody naukowe, wyróżnienia i odznaczenia, w tym Krzyż Komandorski Orderu Odrodzenia Polski. Jest doktorem honoris causa Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu i Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.



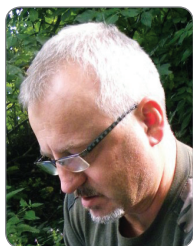
DARIUSZ J. GWIAZDOWICZ

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Były kierownik Katedry Ochrony Lasu i Środowiska Przyrodniczego Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Prowadzi zajęcia głównie dla studentów Wydziału Leśnego z zakresu ochrony przyrody, społecznej i kulturowo-rolniczej roli lasu, estetyki środowiska leśnego.

Jest autorem bądź współautorem ponad 300 prac naukowych i popularnonaukowych, które ukazały się w 80 czasopismach w 20 krajach. Jest współautorem podręcznika akademickiego pt. „Ochrona przyrody” i „Estetyka lasu”, a także redaktorem wielu opracowań książkowych m.in. „Ochrona przyrody w lasach”, „Gospodarka leśna a ochrona przyrody”, „Selected problems of acarological research in forests”, „Edukacja przyrodniczo-leśna”, „Wybrane aspekty ochrony zwierząt”, „Problemy współczesnego łowiectwa w Polsce”. Kierował dotychczas pięcioma krajowymi tematami badawczymi oraz dwoma zagranicznymi. Obecnie realizuje prace naukowe na terenie naszego kraju, a także w Norwegii (na Spitsbergenie), Iranie, Peru, Rosji oraz Australii.

Pełni szereg funkcji, z których ważniejsze to: ekspert w Narodowym Centrum Nauki, przewodniczący Komisji Nauki na Wydziale Leśnym w Poznaniu, przewodniczący Komisji Kultury i Tradycji przy Okręgowej Radzie PZŁ w Poznaniu. Ponadto jest przewodniczącym Rady Naukowej Ośrodka Kultury Leśnej w Gołuchowie, a także redaktorem naczelnym czasopisma, które jest wydawane przez tę placówkę. Jest członkiem kilku komitetów redakcyjnych, jak np. „Eurasian Journal of Forest Research” w Japonii, a także recenzentem w takich czasopismach, jak „Biologia”, „Entomologica Fennica”, „European Journal of Entomology”, „Zootaxa”.



JACEK HILSZCZAŃSKI

Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary

Absolwent Wydziału Leśnego Akademii Rolniczej w Krakowie, profesor doktor habilitowany leśnictwa. Doświadczenie zawodowe zdobywał w kraju oraz na stażach zagranicznych dotyczących metod ochrony lasu, biologii i ekologii owadów w Anglii, Kanadzie, Stanach Zjednoczonych oraz w trakcie stypendium postdoktorskiego w Katedrze Ekologii Zwierząt Wydziału Leśnego Szwedzkiego

Uniwersytetu Rolniczego w Umeå. Autor publikacji przede wszystkim z zakresu ochrony lasu przed tzw. szkodnikami wtórnymi oraz ekologii owadów saproksylicznych.

**JERZY KĄCKI**

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa

Profesor doktor habilitowany nauk technicznych. W latach 1981–2015 pracował w Instytucie Technologii Elektronowej (ITE) w Warszawie. W latach 1994–2005 kierował Zakładem Badań Materiałów i Struktur Półprzewodnikowych w Instytucie Technologii Elektronowej. W latach 2005–2015 był zastępcą dyrektora ds. naukowych Instytutu Technologii Elektronowej. Od 2015 roku jest zastępcą dyrektora Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Wielokrotnie uczestniczył w zespołach ekspertów oceniających projekty programów ramowych Unii Europejskiej w obszarach ICT, FET i NMP. Jest przedstawicielem Polski w Grupie Wysokiego Szczepła ds. Nanonauk i Nanotechnologii Komisji Europejskiej (High Level Group of EU Member States and FP7 Associated States on Nanoscience and Nanotechnologies) oraz w Radzie Zarządzającej Wspólnego Przedsięwzięcia Europejskiej Platformy Nanoelektronicznej ENIAC (Governing Board of ENIAC Joint Undertaking).

Jest autorem lub współautorem ponad 150 publikacji w międzynarodowych czasopismach naukowych i materiałach konferencyjnych w dziedzinie materiałoznawstwa półprzewodnikowego, nanotechnologii i metod badań materiałów, autorem monografii nt mikroskopii elektronowej materiałów i przyrządów półprzewodnikowych oraz autorem 10 opublikowanych wykładów.

Kierował krajowymi projektami badawczymi oraz był odpowiedzialny za realizację w ITE projektów badawczo-rozwojowych programu ramowego Unii Europejskiej w obszarze nanotechnologii elektronicznych i fotonicznych.

Był przewodniczącym Rady Narodowego Centrum Badań i Rozwoju kadencji 2010–2014.

**CZESŁAW KOZIÓŁ**

Leśny Bank Genów Kostrzycza

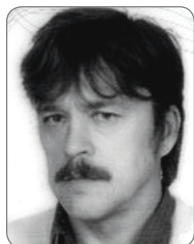
Urodził się w 1967 roku w Szczecinku. W latach 1982–1986 uczęszczał do Liceum Ogólnokształcącego nr 1 w Tychach. Studia leśne rozpoczął w 1986 roku na kierunku leśnictwo Wydziału Leśnego AR w Poznaniu. W roku 1992 uzyskał tytuł magistra inżyniera leśnictwa, obroniwszy pracę dyplomową „Struktura 40-letniego drzewostanu dębowo-mieszanego, powstałego z upraw gniazdowych i rzędowych 10 lat po I trzebieży selekcyjnej”. Swoją wiedzę z zakresu leśnictwa poszerzał na studiach podyplomowych z genetyki i selekcji drzew leśnych na AR w Krakowie w latach 1998–1999.

W latach 1992–2005 pracował w Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku, Nadleśnictwie Człopa, Nadleśnictwie Czerniejewo oraz w RDLP w Szczecinku, gdzie pełnił funkcję st. specjalisty ds. hodowli lasu. Od 2005 roku jest dyrektorem Leśnego Banku Genów Kostrzycza.

Jest inicjatorem wieloaspektowego rozwoju jednostki. Z jego inicjatywy działalność banku została poszerzona o laboratorium kriogeniczne i analizy DNA (2007) oraz o stratyfikatornię nasion (2010). Swoje działania koncentruje na zwiększeniu potencjału w za-

chowaniu zasobów genowych drzew, krzewów, roślin zielnych oraz zwierząt poprzez zastosowanie nowatorskich metod badawczych i technologii. Wieloletnie doświadczenie umożliwiło mu wzięcie udziału w ogólnokrajowych programach nasienne-selekcyjnych realizowanych przez Lasy Państwowe. W 2012 roku otrzymał wyróżnienie przyznane przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych za opracowanie pierwszego „Raportu krajowego o leśnych zasobach genowych” dla FAO, który stanowi cenne kompendium informacji o zasobach genowych polskich lasów. Jest autorem lub współautorem 24 publikacji naukowych i popularnonaukowych.

Reprezentuje Lasy Państwowe na forum współpracy z krajowymi i międzynarodowymi instytucjami naukowymi, tj. ISTA, ENSCONET, EUFORGEN, Millennium Seed Bank RBK Kew i FAO. Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Leśnego, stowarzyszenia Rada Ogrodów Botanicznych i Arboretów w Polsce, rady naukowej brytyjskiego projektu pn. „United Kingdom National Tree Seed Project”, Rady Naukowej Śląskiego Ogrodu Botanicznego oraz Rady Naukowej Arboretum Leśnego im. Prof. S. Białoboka w Sycowie.



ANDRZEJ LEWANDOWSKI

Instytut Dendrologii PAN w Kórniku

Urodzony 18 kwietnia 1959 roku w Orchowie. W 1983 ukończył studia biologiczne na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Doktorat nauk biologicznych uzyskał w 1991 r. na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, stopień dr. hab. nauk leśnych w 1997 r. na Wydziale Leśnym Akademii Rolniczej w Poznaniu, a tytuł profesora nauk biologicz-

nych w 2005 r.

Od 1983 roku pracuje w Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku. Jest kierownikiem Pracowni Biologii Molekularnej, w latach 2003–2011 pełnił funkcję zastępcy dyrektora Instytutu do spraw naukowych. Był promotorem czterech rozpraw doktorskich.

Jego głównym zainteresowaniem jest genetyka drzew leśnych. Z tego zakresu opublikował ponad 100 publikacji naukowych. Aktywnie współpracuje z Lasami Państwowymi, będąc członkiem rad naukowych: Leśnego Banku Genów Kostrzyca i Arboretum Leśnego im. Prof. S. Białoboka w Sycowie oraz kierownikiem kilku projektów badawczych, w tym programu dotyczącego ochrony i restytucji cisa pospolitego.

Aktywnie uprawia triathlon, jest wielokrotnym medalistą mistrzostw Polski w swojej kategorii wiekowej oraz wicemistrzem Europy (2014) w kategorii wiekowej 50–59 lat na dystansie ironmen.



EWA LIPKA-CHUDZIK

Ministerstwo Środowiska, Warszawa

Absolwentka Wydziału Leśnego SGGW (1987). W 2009 r. ukończyła studia podyplomowe na Wydziale Prawa i Administracji UW w zakresie administracji. Od września 1992 r. pracuje w Ministerstwie Środowiska w Departamencie Leśnictwa, obecnie na stanowisku radcy ministra w Wydziale Gospodarki Leśnej.

**PIOTR ŁAKOMY**

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Profesor doktor habilitowany nauk leśnych. Specjalizuje się w fitopatologii leśnej. Pracownik Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu w Katedrze Fitopatologii Leśnej (od 1990). Stopień naukowy doktora habilitowanego otrzymał w 1997, a tytuł naukowy profesora w 2011. Jest specjalistą z zakresu mykologii i fitopatologii leśnej. Główny kierunek jego badań związany jest z dwoma najważniejszymi gospodarczo chorobami lasów w Polsce – hubą korzeni i opieńką zgnilizną korzeni.

Jest autorem 169 oryginalnych prac twórczych, artykułów popularnonaukowych, prac z konferencji międzynarodowych i krajowych oraz streszczeń konferencyjnych.

Kierował i był wykonawcą projektów zleczanych przez Komitet Badań Naukowych, Ministerstwo Edukacji i Szkolnictwa Wyższego, Narodowe Centrum Nauki, Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych oraz Unię Europejską. Współpracuje z wieloma ośrodkami krajowymi oraz zagranicznymi (Austria, Finlandia, Kanada, Szwecja, Serbia, USA, Włochy, Wielka Brytania).

W latach 2008–2015 był prodziekanem Wydziału Leśnego Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu ds. nauki i rozwoju, a od 2015 roku jest dziekanem. Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Fitopatologicznego, Polskiego Towarzystwa Leśnego, Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk, Komitetu Nauk Leśnych PAN, Komisji Nauk Leśnych i Drzewnych PAN, oddziału w Poznaniu, International Society for Plant Pathology (St Paul, Minnesota), European Foundation for Plant Pathology (Wageningen), Mycological Society of America (1997–2005), Kolegium Lasów Państwowych oraz Rady Naukowej Leśnictwa.

**ROMUALD OLACZEK**

Uniwersytet Łódzki

Urodzony w 1934 r. w Łowiczu, profesor doktor habilitowany, geobotanik, emerytowany profesor Uniwersytetu Łódzkiego. Studia geograficzne na UŁ ukończył ze specjalizacją w zakresie geomorfologii pod kierunkiem prof. Jana Dylika (1956), stopień dr. nauk biologicznych uzyskał w 1963 r. na podstawie pracy, której promotorem był prof. Jakub Mowszowicz, stopień doktora habilitowanego otrzymał w 1972 r., a tytuł profesora nauk przyrodniczych w 1983 r. Pracował na Uniwersytecie Łódzkim na stanowiskach od asystenta (1956) po kierownika katedry i dyrektora instytutu.

Jego badania dotyczyły flory Polski w procesie antropogenicznych przemian oraz naukowych podstaw ochrony przyrody.

Jest autorem publikacji: „Formy antropogenicznej degeneracji leśnych zbiorowisk roślinnych w krajobrazie rolniczym ...” (1972), „Siedliska marginalne w systemie klasyfikacji gruntów i problem użytków ekologicznych” (1991), „Przyroda Polski pod ochroną” (1998), „Słownik szkolny – ochrona przyrody i środowiska” (1999), „Skarby przyrody i krajobrazu Polski” (2008), „Rezerваты – ochrona przyrody w lasach...” (2012);

współautorem pracy „Mapa potencjalnej roślinności naturalnej Polski 1:300 000” (1995); redaktorem naukowym i współautorem prac: „Zasoby glebowe i roślinne – użytkowanie, zagrożenie, ochrona” (1988), „Czerwona księga roślin i zbiorowisk roślinnych województwa łódzkiego” (2011).

Jest współtwórcą 3 parków krajobrazowych, dokumentacji naukowych do projektów Jurajskiego Parku Narodowego i kilkudziesięciu rezerwatów. Do prawa ochrony przyrody wprowadził pojęcie „użytek ekologiczny”, a do języka polskiego terminy „antropopresja”, „metaplantacja”. Zorganizował kierunek studiów interdyscyplinarnych z zakresu ochrony środowiska (jako pierwszy w uniwersytetach polskich, 1991), wypromował 12 doktorów i ponad 100 magistrów. Jest członkiem Państwowej Rady Ochrony Przyrody (od 1988, w latach 1991–1995 przewodniczącym), Komitetu Ochrony Przyrody PAN, Rady Naukowej Kampinoskiego Parku Narodowego (w przeszłości był członkiem kilku innych komitetów i wielu rad naukowych).



JACEK OLEKSYN

Instytut Dendrologii PAN, Kórnik

Studia ukończył na Akademii Leśno-Technicznej w Leningradzie. W 1982 roku na Uniwersytecie Śląskim w Katowicach uzyskał stopień doktora nauk biologicznych. Stopień doktora habilitowanego nauk leśnych uzyskał na Akademii Rolniczej w Poznaniu w 1994 roku, na podstawie rozprawy „Wewnątrzgatunkowa zmienność produktywności populacji sosny zwyczajnej i jej wrażliwość

na działanie czynników abiotycznych”. Tytuł profesora nauk biologicznych otrzymał 20 sierpnia 2002 r.

Jego badania obejmują zagadnienia ekologii, ekofizjologii roślin lądowych i ekosystemów, lokalnych i globalnych zmian środowiska, a ostatnio również zagadnienia transkontynentalnej i globalnej zmienności kluczowych chemicznych, strukturalnych i fizjologicznych cech roślin.

Jest autorem ponad 100 publikacji w znaczących czasopismach (w tym 3 prac w „Nature”). Jego prace były cytowane ponad 4000 razy. Wypromował 5 doktorów nauk.

Od 1976 roku pracuje w Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku, gdzie zajmuje się ekofizjologią roślin. Od 1999 roku jest kierownikiem Pracowni Ekofizjologii, a od 2011 r. również dyrektorem Instytutu. Wcześniej pełnił funkcje kierownika: Pracowni Chorób Abiotycznych (1982–1988) oraz Zakładu Ekologii (1996–1999). W latach 1988–2012 łączył pracę w Instytucie Dendrologii PAN z pracą naukową na uniwersytetach w Stanach Zjednoczonych: University of Arizona (1988–1989), University of Wisconsin-Madison (1989–1991) oraz University of Minnesota (1991–2012).

Od 2007 r. jest członkiem korespondentem Polskiej Akademii Nauk, członkiem Rady Kuratorów II Wydziału PAN oraz członkiem Oddziału PAN w Poznaniu. Od 2012 jest też członkiem Komitetu Botaniki PAN oraz Komitetu Nauk Leśnych PAN.

W 2008 roku otrzymał nagrodę Fundacji na rzecz Nauki Polskiej w dziedzinie nauk przyrodniczych i medycznych za badania w dziedzinie ekofizjologii roślin [Wikipedia, dostęp: 11.08.2016].

**PIOTR PASCHALIS-JAKUBOWICZ**

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Profesor doktor habilitowany, kierownik Katedry Użytkowania Lasu na Wydziale Leśnym SGGW. Prowadzi badania nad teoretycznymi podstawami oceny funkcji użytkowych lasu, specjalizując się w zagadnieniach dotyczących miejsca i roli użytkowania zasobów leśnych na tle globalnych, regionalnych i lokalnych zmian środowiskowych. Opracował i opublikował teorie, które weszły do światowej literatury przedmiotu, dotyczące degradacji lasów północnej Afryki, zasad użytkowania lasu oraz metodyki badań zasobów leśnych opartej na sieciowym modelu zmienności. Opublikował 331 prac naukowych, w tym: 235 oryginalnych artykułów naukowych i 4 książki. Prowadzi wykłady i seminaria na studiach leśnych w Polsce oraz na uniwersytetach w USA, Finlandii, Holandii, Danii, Niemczech i Anglii.

Był wiceprezydentem Światowego Kongresu Leśnego UN FAO w 1997 roku, przewodniczącym Komitetu Nauk Leśnych PAN w latach 1999–2007, członkiem Rady Głównej IUFRO w latach 2005–2014, szefem delegacji polskiej na COP 12, członkiem zespołów negocjacyjnych w UNFCCC w latach 2004–2014. Jest członkiem Advisory Board to the Climate Technology Centre and Network (CTCN) United Nations Environment Programme od roku 2012, członkiem Towarzystwa Naukowego Warszawskiego i Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk, redaktorem działowym czasopism „Sylvan” i „International Forest Industries”.

**MARCIN PIETRZYKOWSKI**

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Doktor habilitowany nauk leśnych, inż., prof. UR w Krakowie. Jest specjalistą z zakresu ekologii lasu i rekultywacji terenów zdegradowanych oraz szeroko pojętych zagadnień inżynierii ekologicznej i procesów odtwarzania ekosystemów. Posiada również doświadczenie naukowe i praktyczne w dziedzinie biostabilizacji gruntów zanieczyszczonych. Studia na Wydziale Leśnym AR ukończył w 1999 r., na podstawie pracy dotyczącej gleb osuwisk leśnych w Karpatach fliszowych. Stopień doktora nauk leśnych uzyskał w 2005 r., a stopień doktora habilitowanego w 2011 roku na Wydziale Leśnym UR w Krakowie, specjalizując się w ekologii lasu i rekultywacji leśnej terenów poprzemysłowych, w tym szczególnie w zagadnieniach dotyczących ekologicznych kryteriów oceny efektów rekultywacji i klasyfikacji siedlisk na terenach zrehabilitowanych dla leśnictwa.

Staż postdoc odbył w 2009 roku na Virginia Polytechnic Institute and State University w USA. Jest stypendystą Fundacji Fulbrighta, a grant Fulbright Senior Research Award zrealizował w roku akademickim 2013–2014 na Virginia Tech w USA. Odbył 2-miesięczny staż w Stanford University w Kalifornii, sponsorowany przez MNiSW w ramach programu Top 500 Innovators-Science-Management-Commercialization. Ponadto odbył także kilka krótkich wizyt naukowych i dydaktycznych w ośrodkach zagranicznych (Francja, Czechy, Słowacja, Austria) oraz 2 krótkie staże naukowe w Niemczech w Brandenburgische Technische Universität w Cottbus-Senftenberg oraz

w Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften w Finsterwalde. Odbił liczne podróże naukowo-badawcze do rejonów eksploatacji górnictwa, między innymi w Appalachy i Wielkie Równiny w USA, Nadreńskie oraz Dolnośląskie Zagłębie Węglowe w Niemczech i Sokołowskie Zagłębie Węglowe w Czechach, a także inne podróże naukowe, przemierzając Amerykę Północą (m.in. Yellowstone, Yosemite, Grand Canyon, Badlands, Death Valley) i Eurazję (w tym północno-wschodnie Chiny, jezioro Bajkał i Chamar-Daban, Sajan Wschodni, transekt od Jakucka po Magadan i Morze Ochockie, Alpy Północne, Czarnohorę, Maramorosz, Góry Rodniańskie i inne).

Jest autorem lub współautorem ponad 80 oryginalnych opublikowanych prac twórczych, dwóch patentów z zakresu rekultywacji, książek i artykułów popularnonaukowych, ponadto licznych prac projektowych, opinii naukowych i ekspertyz. Jest recenzentem w kilkunastu czasopismach z listy filadelfijskiej z zakresu ekologii, inżynierii ekologicznej, monitoringu środowiska i leśnictwa. W 2015 roku, na Uniwersytecie w Getyndze, otrzymał prestiżową europejską nagrodę Fundacji Alfreda Toepfera „Cultura Prize” za innowacyjny wkład w badania nad zrównoważonym rozwojem terenów poprzemysłowych.

Aktualnie pracuje w zakładzie Ekologii Lasu i Rekultywacji na Wydziale Leśnym Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie na stanowisku profesora i pełni funkcję prodziekana ds. nauki i rozwoju (w kadencji 2012–2016).



ANNA PIKUS

Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Warszawa

Pracownik Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych, wiceprezes Stowarzyszenia Edukatorów Leśnych, członek europejskiej podgrupy Forest Pedagogics Network. Tworzy i prowadzi warsztaty dla nauczycieli w Centrum Nauki Kopernik. Studentka pedagogiki niepełnosprawnych intelektualnie w Akademii Pedagogiki Specjalnej w Warszawie oraz uczestniczka 16. Szkoły Trenerskiej Stowarzy-

szenia Trenerów Organizacji Pozarządowych. Współautorka wydawnictw związanych z szeroko pojętą edukacją przyrodniczo-leśną. Współautorka leśnego wortalu edukacyjnego „Las rysia eRysia”. Współtworzyła i prowadziła projekty „Bielik online” i „Żubry online”.



EWA RATAJCZAK

Instytut Technologii Drewna w Poznaniu

Profesor doktor habilitowany, dyrektor ds. naukowych i kierownik Zakładu Ekonomiki Drzewnictwa w Instytucie Technologii Drewna w Poznaniu. Specjalistka z zakresu ekonomiki drzewnictwa i ekonomii branży. Autorka licznych publikacji, prac naukowo-badawczych, ekspertyz i referatów z zakresu rynku drzewnego oraz ekonomicznych, ekologicznych i techniczno-technologicznych

problemów sektora leśno-drzewnego, postrzeganego jako cały „łańcuch drzewny”.

Główne obszary jej zainteresowań naukowych i zawodowych to: strategię rozwoju, prognozy i foresight dla sektora leśno-drzewnego, rynki drewna i wyrobów drzew-

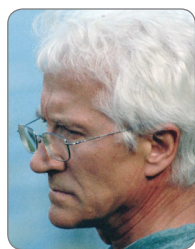
nych, procesy globalizacji, innowacyjność, zrównoważony rozwój i zielona gospodarka, a ostatnio – biogospodarka.

Jest ekspertem Komisji Europejskiej, Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, Polskiej Akademii Nauk.

Od wielu lat bierze udział w interdyscyplinarnych krajowych i międzynarodowych zespołach ds. strategii rozwojowych polskiego sektora leśno-drzewnego (UNECE Committee on Forest and Forest Industry – Team of Specialists on Sustainable Forest Products, agendy rządowe, Narodowy Program Leśny), była też kierownikiem projektu „Foresight w drzewnictwie – scenariusze badań naukowych w Polsce do 2020 roku” (2009–2011). Współuczestniczy w kreowaniu systemu informacji o sektorze leśno-drzewnym (dla Faostat, Eurostat, European Panel Federation, ministerstw oraz polskich i międzynarodowych instytucji i przedsiębiorstw).

Pełniła i pełni wiele funkcji w polskich i międzynarodowych gremiach z obszaru nauk ekonomicznych, leśnych, drzewnych. Między innymi przewodniczyła międzynarodowej sieci naukowej InnoWood, skupiającej 60 uczelni i jednostek naukowych z 25 krajów (lata 2011–2013), jest przewodniczącą komitetu sterującego w strategicznym programie badań naukowych w obszarze „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” BIOSTRATEG (w ramach Narodowego Centrum Badań i Rozwoju), przewodniczącą sądu konkursowego Złoty Medal Międzynarodowych Targów Poznańskich na targach MEBLE, redaktor naczelną czasopisma naukowego „Drewno. Prace naukowe, doniesienia, komunikaty” (od 2010 r. – na tzw. liście filadelfijskiej).

Jest członkiem Rady Leśnictwa, Stałego Zespołu ds. Bilansu Drewna powołanego przez Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych, Rady Naukowej Instytutu Badawczego Leśnictwa, Komitetu Technologii Drewna PAN – Wydziału II Nauk Biologicznych i Rolniczych PAN, Komisji Leśno-Drzewnej PAN Oddział w Poznaniu, rad naukowych czasopism „Przemysł Papierniczy” i „Forestry, Forest, Paper and Wood-working Industry” (wydawanego przez Narodowy Instytut Leśnictwa i Drzewnictwa Ukrainy).



KAZIMIERZ RYKOWSKI

Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary

Profesor doktor habilitowany nauk leśnych. Profesor w Instytucie Badawczym Leśnictwa, specjalizował się w fitopatologii leśnej i biologicznych metodach ochrony lasu przed chorobami grzybowymi. Jest autorem patentu z tego zakresu. W latach 1986–1990 był kierownikiem Zakładu Fitopatologii Leśnej, w latach 1991–1998 zastępcą dyrektora Instytutu do spraw naukowych, a w latach 1992–2008 kierownikiem Zakładu Ekologii Lasu i Łowiectwa.

Zajmuje się ochroną lasu, ekologią i problematyką trwałości i równowagi w zagospodarowaniu ekosystemów leśnych, w tym kryteriami i wskaźnikami zrównoważonego rozwoju i trwałego zagospodarowania, problematyką wpływu zmian klimatycznych na lasy oraz zachowaniem różnorodności biologicznej i ochroną przyrody w lasach. Jest aktywny w zakresie polityki leśnej oraz globalnej i regionalnej współpracy międzynarodowej w dziedzinie leśnictwa.

W latach 1990–2003 był krajowym koordynatorem procesu paneuropejskiego, członkiem Głównego Komitetu Koordynacyjnego Ministerialnych Konferencji na temat Ochrony Lasów w Europie (MCPFE) oraz kierował zespołem sterującym V Konferencji MCPFE („warszawskiej”; 2007).

Był przewodniczącym Europejskiej Komisji Leśnictwa FAO (1992–1994) oraz wiceprzewodniczącym Rady Naukowej Europejskiego Instytutu Leśnego EFI w Joensuu, Finlandia (1993–1997). Jest członkiem Światowej Komisji Leśnictwa i Trwałego Rozwoju ONZ (WCFSO), członkiem Szwedzkiej Królewskiej Akademii Rolnictwa i Leśnictwa oraz ekspertem w sekretariacie konwencji o różnorodności biologicznej (AHTEG CBD). Jest członkiem trzech komitetów naukowych Polskiej Akademii Nauk, członkiem komitetu narodowego do spraw współpracy z międzynarodowym programem „Zmiany Globalne Geosfery i Biosfery” (IGBP Global Change), organizatorem wielu konferencji z zakresu nauk leśnych i leśnictwa, autorem, koordynatorem i realizatorem licznych programów badawczych, autorem ponad 200 publikacji naukowych, artykułów, rozpraw i książek oraz licznych referatów i prezentacji na międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych i sympozjach.

Jest członkiem Związku Artystów Plastyków – Polska Sztuka Użytkowa (od 2006 r.) i autorem trzech wystaw indywidualnych malarstwa i rzeźby oraz tablic pamiątkowych i upamiętnień w przestrzeni publicznej.



JAROSŁAW SOCHA

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Doktor habilitowany, prof. nadzwyczajny UR w Krakowie, kierownik Zakładu Biometrii i Produkcyjności Lasu (od roku 2014) oraz prodziekan ds. nauki i rozwoju Wydziału Leśnego Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie (2016–2020).

Jego główne zainteresowania naukowe obejmują: budowę statystycznych i fizjologicznych modeli wzrostu drzewostanów, modelowanie produktywności siedlisk, biomasy i sekwestracji węgla w ekosystemach leśnych oraz zastosowanie metod statystycznych i teledetekcji w inwentaryzacji lasu.

W roku 2014 odbył staż naukowy w Integrated Remote Sensing Studio, University of British Columbia w Kanadzie, gdzie pracował nad zastosowaniem teledetekcji w modelowaniu produktywności siedlisk leśnych. W 2015 prowadził prace badawcze w Instituto Superior de Agronomia, University of Lisbon poświęcone kalibracji fizjologicznego modelu wzrostu 3PG.

Opublikował ponad 65 oryginalnych artykułów naukowych, między innymi w takich renomowanych międzynarodowych czasopismach naukowych, jak „Forest Ecology and Management”, „Science of the Total Environment”, „Canadian Journal of Forest Research”, „European Journal of Forest Research”, „Ecological Engineering”, „Catena”, „Scandinavian Journal of Forest Research”, „New Forests”, „iForest – Biogeosciences and Forestry” i innych. Jest członkiem komitetu redakcyjnego trzech międzynarodowych czasopism naukowych z zakresu leśnictwa, ekologii ekosystemów leśnych i teledetekcji oraz recenzentem artykułów dla 23 takich czasopism.

Jest kierownikiem lub wykonawcą 9 projektów badawczych finansowanych przez 7 PR UE, NCBR, NCN lub PGLLP. Od roku 2014 jest członkiem Kolegium Lasów Państwowych, członkiem komitetu zarządzającego 4 akcjami Europejskiego Programu Współpracy Naukowo-Technicznej (COST) oraz ekspertem tego programu w dziedzinie 'łasy oraz leśne produkty i usługi'.

Od kwietnia 2016 roku jest członkiem Komitetu Nauk Leśnych i Technologii Drewna PAN.



EDWARD STĘPIEŃ

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Profesor doktor habilitowany. Urodzony 20 maja 1943 roku w Raniżowie (d. powiat Kolbuszowa). W 1967 roku ukończył studia na Wydziale Leśnym SGGW, na którym uzyskał stopnie naukowe doktora (1974) i doktora habilitowanego nauk leśnych (1989). Tytuł profesora otrzymał w 2002 roku. Odbił staże w BULiGL Oddział w Radomiu (1970–1971), w Katedrze Urządzania Lasu AR w Krakowie (1975) oraz na Wydziale Leśnym Politechniki Federalnej (ETH) w Zurychu (1977–1978). W latach 1991–1995 pracował w Sekcji Urządzania i Rozwoju Lasu w Instytucie Badania Lasu, Śniegu i Krajobrazu (WSL) w Szwajcarii. Na macierzystym wydziale przebył wszystkie szczeble kariery naukowej od asystenta (1968) do profesora zwyczajnego (od 2006 do czasu przejścia na emeryturę w 2013 roku). W latach 1997–2012 był kierownikiem Katedry Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa SGGW.

Jest autorem ponad 230 prac naukowych, z czego ponad 90 to oryginalne prace twórcze. Był recenzentem rozpraw doktorskich (10), habilitacyjnych i dorobku (14) oraz recenzji w postępowaniach o nadanie tytułu profesora (10). Aktywnie pracował w radach naukowych parków narodowych Kampinoskiego (1989–1993) i Wigierskiego (1997–2006), w Radzie Naukowo-Społecznej LKP „Łasy Spalsko-Rogowskie” (2002–2010) oraz wielu komisjach i zespołach eksperckich. Jest laureatem licznych nagród i wyróżnień naukowych uczelnianych, resortowych i PAN.



WŁADYSŁAW STRYKOWSKI

Instytut Technologii Drewna, Poznań

Wieloletni dyrektor Instytutu Technologii Drewna w Poznaniu i koordynator polskiej Platformy Technologicznej Sektora Leśno-Drzewnego.

Odbił staże naukowe w kilku ośrodkach zagranicznych, m.in. w Ameryce (University of Minnesota) i zachodniej Europie (Hamburg, Fryburg, Genewa), z którymi w dalszym ciągu współpracuje.

Obszar jego zainteresowań badawczych obejmuje politykę surowcową, współpracę leśnictwa i przemysłów opartych na drewnie, rozwój sektora leśno-drzewnego w Polsce i państwach UE. Współpracuje także z krajowymi i zagranicznymi organizacjami samorządu branżowego sektora drzewnego.

Jest autorem wielu projektów badawczych, publikacji krajowych i zagranicznych. Jedną z tez, którą upowszechnia, jest potrzeba dowartościowania w Polsce drewna jako surowca strategicznego, nie tylko poprzez wzrost cen, ale głównie w wyniku stosowania go w szerokim zakresie w gospodarce.



JERZY SZWAGRZYK

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Profesor doktor habilitowany inż., profesor zwyczajny w Zakładzie Bioróżnorodności Leśnej, dyrektor Instytutu Ekologii i Hodowli Lasu na Wydziale Leśnym Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.

Urodzony 28 czerwca 1957 r. w Krakowie. Absolwent Wydziału Leśnego Akademii Rolniczej w Krakowie (1981). Stopień doktora nauk leśnych uzyskał na tym samym wydziale w 1990 roku. Stopień doktora habilitowanego nauk biologicznych z zakresu biologii, specjalność ekologia roślin otrzymał na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego w 1998 roku. Tytuł profesora nauk leśnych otrzymał 17 listopada 2003 roku na wniosek Rady Wydziału Leśnego Akademii Rolniczej w Krakowie.

W roku 1992 przebywał na stypendiach w College of Forestry, University of Washington w Seattle, oraz w Institute of Ecosystem Studies w Millbrook, USA. W roku 1995 był na stypendium na Wydziale Leśnym Szwedzkiego Uniwersytetu Rolniczego w Umeå, a w roku 1999 na stypendium Fulbrighta w College of Forest Resources, Oregon State University w Corvallis, USA.

Główne zainteresowania naukowe to: ekologia drzew i zbiorowisk leśnych, konkurencja między drzewami w wielogatunkowych drzewostanach, struktura i dynamika naturalnych zbiorowisk leśnych, mechanizmy utrzymania różnorodności gatunkowej lasach, przebieg procesów odnowieniowych w lasach naturalnych, wtórna sukcesja roślinności drzewiastej.

Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Botanicznego oraz International Association for Vegetation Science. Był członkiem Komitetu Ekologii PAN (w latach 2002–2015), Komitetu Nauk Leśnych PAN (2008–2015), Komitetu Ochrony Przyrody PAN (2008–2015), Rady Ojcowskiego Parku Narodowego (1991–1994), Rady Naukowej Centrum Badań Ekologicznych PAN (2003–2012) i Rady Naukowej Instytutu Badawczego Leśnictwa (2003–2012). Od roku 2003 jest członkiem Rady Naukowej Babiogórskiego Parku Narodowego, a od 2012 roku – Tatrzańskiego Parku Narodowego. W grudniu 2012 roku został wybrany do Centralnej Komisji do spraw Stopni i Tytułów na kadencję 2013–2016.

Był promotorem ponad 50 prac magisterskich i 9 ukończonych prac doktorskich, recenzentem w 21 przewodach doktorskich oraz w 14 przewodach habilitacyjnych, kierownikiem 11 zrealizowanych projektów badawczych finansowanych przez Komitet Badań Naukowych, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Narodowe Centrum Nauki.

**KONRAD TOMASZEWSKI**

Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Warszawa

Doktor inż., dyrektor generalny LP. Absolwent Wydziału Leśnego SGGW. Karierę zawodową rozpoczął w Instytucie Badawczym Leśnictwa, pracował jako doradca ministra w Ministerstwie Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, był głównym specjalistą ds. kontroli państwowej w Najwyższej Izbie Kontroli, inspektorem w Biurze Zarządu Miasta Stołecznego Warszawy,

zastępcą dyrektora generalnego LP.

W latach 1998–2001 był dyrektorem generalnym Lasów Państwowych, następnie – w latach 2005–2007 – głównym analitykiem Lasów Państwowych. Zainicjował i wprowadził w życie nowe zasady handlu drewnem z użyciem Informatycznego Portalu Leśno-Drzewnego. W ostatnich latach, do 2015 r., pracował jako kierownik Zespołu ds. Standaryzacji i Ocen w Ośrodku Rozwojowo-Wdrożeniowym LP w Bedoniu. Od 2015 r. jest dyrektorem generalnym Lasów Państwowych.

Był współzałożycielem Solidarności Leśnej oraz jednym z głównych autorów obowiązującej do dziś ustawy o lasach z 28 września 1991 roku, a także pomysłodawcą i autorem pierwszej obywatelskiej ustawy uchwalonej przez Sejm o strategicznych zasobach naturalnych kraju.

**WITOLD WACHOWIAK**

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Poznań

Profesor doktor habilitowany, profesor na Wydziale Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Zawodowo związany również z Instytutem Dendrologii PAN w Kórniku, gdzie kieruje grupą badawczą prowadzącą prace z zakresu genetyki molekularnej i genomiki drzew leśnych.

Specjalizuje się m.in. w badaniach genetycznych podstaw zmienności adaptacyjnej i ekologii molekularnej roślin, w tym dotyczących opracowania nowych zasobów genomowych dla badanych grup taksonomicznych. Prowadził prace badawcze na Wydziale Biologii Uniwersytetu Oulu w Finlandii (2004–2007) oraz w Centre for Ecology and Hydrology w Szkocji (2008–2014).

Jest aktywny w zakresie rozwijania krajowej i międzynarodowej współpracy naukowej. Był autorem i wykonawcą grantów badawczych wspólnie z Natural Environment Research Council w Wielkiej Brytanii, a także uczestnikiem Europejskiej Sieci Doskonałości Evoltree (2006–2010).

Jest członkiem konsorcjum naukowego genetyki drzew leśnych DendroGen. Jest autorem, koordynatorem i wykonawcą projektów badawczych finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Narodowe Centrum Nauki. Jest autorem kilkudziesięciu prac naukowych w czasopismach z bazy Journal Citation Reports.

**TOMASZ J. WODZICKI**

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Profesor doktor habilitowany, emerytowany profesor SGGW. Uczestniczy w organizacji Zaocznych Studiów Doktoranckich Instytutu Badawczego Leśnictwa. Jest promotorem 10 doktoratów i autorem programu studiów doktoranckich z zakresu nauk leśnych. W latach 1969–2002 był kierownikiem Studiów Doktoranckich na Wydziale Leśnym SGGW, a następnie do 2009 r. w Instytucie Badawczym Leśnictwa. Osiemnaście osób spośród 101, które po ukończeniu kierowanych przez niego studiów doktoranckich uzyskały stopień naukowy doktora nauk leśnych, uzyskało następnie tytuł profesora, doktora habilitowanego lub zajmowało kierownicze stanowiska w administracji Lasów Państwowych i w Ministerstwie Środowiska.

W latach 1972–2000 był kierownikiem Katedry Botaniki Leśnej SGGW, w latach 1976–1977 dyrektorem Instytutu Przyrodniczych Podstaw Leśnictwa i Hodowli Lasu, a w latach 1977–1982 dyrektorem Międzywydziałowego Instytutu Biologii Roślin oraz kierownikiem Zakładu Botaniki, a w okresie 1978–1981 także prorektorem SGGW ds. nauki.

Jego dorobek naukowy dotyczy głównie problemów morfogenezy roślin, fizjologii i botaniki leśnej. Jest autorem ok. 150 publikacji, z których większość ukazała się w renomowanych czasopismach zagranicznych i krajowych. Jest autorem lub współautorem rozpraw naukowych, podręczników i rozdziałów w książkach naukowych (niektóre z nich opublikowane przez wydawnictwa zagraniczne).

W różnych okresach wykładał: botanikę leśną, botanikę ogólną, ekologię, fizjologię roślin, biologię drewna, geografie roślin i podstawy metodyki badań naukowych. Jako *visiting professor* prowadził badania lub wykłady na uczelniach zagranicznych: University of Wales, Aberystwyth (GB); Harvard University, Cambridge (USA) – dwukrotnie; University of Sydney i czterech innych uniwersytetach w Australii; University of Agriculture, Wageningen (Holandia); University of Calgary i University of British Columbia w Vancouver (Kanada); Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu (Japonia); Nanjing University of Forestry, Nanjing (Chiny); University of Georgia, Athens (USA) – trzykrotnie, a w latach 1971–1972 uczestniczył tam również w organizacji studiów doktoranckich. Łącznie wygłosił ok. 70 wykładów w 17 krajach, na kongresach, konferencjach oraz na zaproszenie uniwersytetów i instytutów naukowych – w tym w 2000 r., jako Academy Lecture, wykład najbardziej honorowy na miłym posiedzeniu International Academy of Wood Science w University of Reading (Wielka Brytania).

Był członkiem komitetów PAN: botaniki, nauk leśnych, biologii ewolucyjnej i teoretycznej; członkiem zwyczajnym Towarzystwa Naukowego Warszawskiego. Jest (lub był) członkiem zagranicznych towarzystw naukowych: IUFRO, IAWS, FES Plant Physiology, Society of Experimental Biology (UK), Botanical Society of America (USA), National Geographic Society (USA), oraz rad redakcyjnych (w tym „Physiologia Plantarum”, Dania, Szwecja) i rad programowych czasopism naukowych. Od 1956 r. jest członkiem Polskiego Towarzystwa Leśnego i Polskiego Towarzystwa Botanicznego. W latach 1971–1976 był prezesem zarządu oddziału warszawskiego PTB, natomiast w okresie 1977–1983 prezesem Zarządu Głównego i do 2006 r. przewodniczącym rady redakcyjnej „Acta Societatis Botanicorum Poloniae”. Obecnie jest członkiem honorowym Polskiego

Towarzystwa Botanicznego, a do 2016 r. pełnił funkcję honorowego przewodniczącego komitetu botaniki PAN. Jest honorowym członkiem rad naukowych: Wydziału Leśnego SGGW, Instytutu Badawczego Leśnictwa i Ogrodu Botanicznego PAN (której był wiceprzewodniczącym w kadencji 2011–2015).

Jest odznaczony Krzyżem Kawalerskim i Oficerskim Odrodzenia Polski, Medalem Komisji Edukacji Narodowej, American Medal of Honor oraz Distinguished Service for Humankind Award, nadanym przez International Biographical Centre, Cambridge w Wielkiej Brytanii. Otrzymał też wiele nagród za osiągnięcia w dziedzinie badań naukowych (w tym Wydziału Biologii PAN). Został wyróżniony odznaką „Zasłużony dla Leśnictwa” i odznaką „Za zasługi dla SGGW” oraz Kordelasem Leśnika Polskiego.



MICHAŁ JERZY ZASADA

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

EDUKACJA I STATUS AKADEMICKI: 1993 – magister inżynier leśnictwa, Wydział Leśny SGGW w Warszawie (Kształtowanie się struktury drzewostanów sosnowych na stałych powierzchniach doświadczalnych w Nadleśnictwie Maskulińskie); 1998 – doktor nauk leśnych. Wydział Leśny SGGW w Warszawie, specjalność: dendrometria i nauka o produktywności lasu (Model wzrostu dla jodły – *Abies alba* Mill.); 2008 – doktor habilitowany nauk leśnych, Wydział Leśny SGGW w Warszawie (Zastosowanie modeli wzrostu do prognozowania długookresowych zmian zasobów leśnych na podstawie danych z wielkoobszarowej inwentaryzacji lasu); 2014 – profesor nauk leśnych; tytuł nadany przez Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej.

DOŚWIADCZENIE ZAWODOWE: 2010 – profesor nadzwyczajny w Samodzielnej Pracowni Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu, Wydział Leśny SGGW w Warszawie; budowa i ocena modeli wzrostu i wzorów empirycznych; opracowywanie nowych technologii dla urządzania lasu i inwentaryzacji zasobów leśnych; zajęcia ze statystyki, doświadczalnictwa leśnego, dendrometrii, nauki o produktywności, inwentaryzacji (w tym zajęcia w języku angielskim i rosyjskim); 2005–2016 – prodziekan i dziekan Wydziału Leśnego SGGW w Warszawie; 2001–2004 – postdoc w D.B. Warnell School of Forest Resources, University of Georgia, Athens, GA, USA. Temat badawczy: „Long-term sustainability analysis of forest resources in Georgia and assessment of potential impacts of riparian zones and other regulatory and business constraints”, finansowany przez TIP3; 1998–2010 – adiunkt w Samodzielnym Zakładzie Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu, Wydział Leśny SGGW w Warszawie; budowa i ocena modeli wzrostu i wzorów empirycznych; opracowywanie nowych technologii dla urządzania lasu i inwentaryzacji zasobów leśnych; zajęcia ze statystyki, doświadczalnictwa leśnego, dendrometrii, nauki o produktywności, inwentaryzacji (w tym zajęcia w języku angielskim); 1993–1998 – asystent w Katedrze Produkcyjności Lasu, Wydział Leśny SGGW w Warszawie; zbieranie i analizowanie danych do modelowania wzrostu drzewostanów; budowa modeli wzrostu i wzorów empirycznych; zajęcia ze statystyki, dendrometrii, nauki o produktywności lasu i podstaw systemu HP-UX; 1995–1997 – programista w Instytucie Badania Opinii i Rynku „Pentor” w Warszawie; analizy statystyczne dla potrzeb badania opinii i rynku.

PUBLIKACJE: pełna lista na <http://wl.sggw.pl/Members/misioo/pubs/>

UDZIAŁ W PROJEKTACH BADAWCZYCH I KIEROWANIE NIMI (wybrane projekty z ostatnich 5 lat): 2013–2017 Ekologiczne i ekonomiczne konsekwencje występowania wybranych obcych drzew leśnych w Polsce. Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych (kierownik); 2012–2016 FORrest management strategies to enhance the MITigation potential of European forests (FORMIT). 7PR Unii Europejskiej (principal investigator); 2010–2012 Zastosowanie naziemnego skanowania laserowego do pomiaru wybranych cech ekosystemów leśnych. Narodowe Centrum Nauki (kierownik); 2010–2012 Ekologiczne konsekwencje sukcesji wtórnej brzozy na gruntach porolnych. Narodowe Centrum Nauki (kierownik); 2007–2010 Carbon balance in biomass of main tree species in Poland. Financed by Polish General Directorate of State Forests.

INNE AKTYWNOŚCI: 2016 – członek Komitetu Nauk Leśnych i Technologii Drewna Polskiej Akademii Nauk; 2012 – członek Rady Naukowej Instytutu Badawczego Leśnictwa w Sękocinie Starym; 2011–2015 – członek i zastępca przewodniczącego Komitetu Nauk Leśnych Polskiej Akademii Nauk; 2010–2013 – ekspert w projekcie TEMPUS „Curriculum Invoking Bologna-aligned Education Leading to reform in Environmental Studies CIBELES”; 2008–2011 – ekspert w projekcie finansowanych przez FSS „Polish Education Dynamical Development Assistance” Pol-EDDA (przy współpracy z Uniwersytem Jagiellońskim oraz University of Iceland); 2009–2011 – ekspert w projekcie TEMPUS „Central Asian Network for Quality Assurance and Accreditation CANQA”; 2009–2011 – członek Naukowego Zespołu Doradczego przy Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych.

Recenzent akrytkułów w czasopismach: „Forest Science”, „Journal of Forestry”, „Forest Ecology and Management”, „Annals of Forest Science”, „Canadian Journal of Forest Research”, „Sylwan”, „Biometrical Letters”, „Folia Forestalia Polonica Series A – Forestry”, „Annals of Geomatics”, „Remote Sensing of Environment”, „Mathematical Biosciences”.

Członek rad naukowych „Folia Forestalia Polonica Series A – Forestry”, „Open Forest Science Journal” oraz „Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej w Rogowie” (2008–2012), Członek Polskiego Towarzystwa Leśnego oraz Polskiego Związku Krótkofalowców.



STANISŁAW ZIĘBA

Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, Lublin

Ksiądz, profesor nauk biologicznych, 1998–2008 dziekan Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego, 2008–2012 prorektor Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego Jana Pawła II. Współredaktor czasopism „Roczniki Filozoficzne” i „Człowiek i Przyroda”, redaktor serii „Ekologia Humanistyczna”. Zajmuje się problematyką bytu ożywionego (istota, geneza i organizacja życia), kosmologii, ochrony środowiska, historii i metodologii ekologii oraz ekologii humanistycznej.

Ważniejsze publikacje książkowe: „Rozwój mechanistycznej koncepcji życia w piśmiennictwie francuskim XX wieku” (1986), „Dylematy bezpieczeństwa ekologicznego” (1998), „Natura i człowiek w ekologii humanistycznej” (1998), „Ekosystem leśny wartością człowieka” (2002), „Historia myśli ekologicznej” (2004), „Perspektywy ekologii człowieka” (2008), „Życie. Koncepcja emergentystyczna” (2013).

**ANNA ŻORNACZUK-LUBA**

Ministerstwo Środowiska

Doktor inż. Absolwentka Wydziału Leśnego SGGW w Warszawie. Ukończyła dzienne studia doktoranckie na Wydziale Leśnym SGGW, pracę doktorską dotyczącą edukacji przyrodniczo-leśnej w Lasach Państwowych przygotowała pod kierunkiem prof. dr. hab. Andrzeja Grzywacza.

Od 2005 r. pracuje w Ministerstwie Środowiska, początkowo w obszarze współpracy międzynarodowej w leśnictwie. Od września 2012 r. pełni funkcję zastępcy dyrektora, obecnie w Departamencie Leśnictwa. Zajmuje się sprawami związanymi m.in. z nadzorem ministra nad Państwowym Gospodarstwem Leśnym Lasy Państwowe, Instytutem Badawczym Leśnictwa, Biurem Nasiennictwa Leśnego.

Jest koordynatorem polskiego przewodnictwa w Radzie Unii Europejskiej w obszarze leśnictwa. W latach 2012–2014 była członkiem Biura Komitetu Leśnego i Przemysłu Leśno-Drzewnego Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ (UNECE Committee on Forests and the Forest Industry). Reprezentuje Polskę w sprawach dotyczących lasów i leśnictwa na forum ONZ, Unii Europejskiej i Forest Europe.

**HENRYK ŻYBURA**

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Profesor doktor habilitowany nauk leśnych. Urodził się 16 października 1951 r. w Siedliszczach. W 1970 roku ukończył Technikum Leśne w Biłgoraju, po czym rozpoczął studia na Wydziale Leśnym SGGW w Warszawie, które ukończył z wyróżnieniem. W 1980 roku Rada Wydziału Leśnego SGGW nadała mu stopień doktora nauk leśnych, a dziewięć lat później – doktora habilitowanego nauk leśnych. W 1999 roku uzyskał tytuł profesora nauk leśnych. Pracując nieprzerwanie w Katedrze Hodowli Lasu przeszedł wszystkie stanowiska od asystenta stażysty, asystenta i starszego asystenta, poprzez adiunkta, aż do profesora nadzwyczajnego i profesora zwyczajnego. Odbił staże zagraniczne długookresowe, m.in. w Katedrze Hodowli Lasu Politechniki Federalnej w Zurychu, oraz krótkookresowe w Niemczech, Czechosłowacji i na Węgrzech.

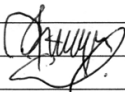
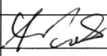
Głównym obszarem jego działalności naukowo-badawczej jest szeroko rozumiana hodowla lasu oraz związane z nią zagadnienia wzrostu, rozwoju i selekcji drzew leśnych.

Jest autorem lub współautorem ponad 150 opracowań naukowych oraz czterech książek. Pod jego kierunkiem wykonano wiele prac dyplomowych – blisko 100 magisterskich i ponad 30 inżynierskich. Był promotorem w 5 zakończonych przewodach doktorskich.

Był kierownikiem Zakładu Hodowli Lasu, kierownikiem Katedry Hodowli Lasu i prodziekanem ds. nauki. Obecnie pełni, po raz drugi, funkcję dziekana Wydziału Leśnego SGGW. Za działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną został odznaczony brązowym i srebrnym Krzyżem Zasługi oraz Medalem Komisji Edukacji Narodowej. Wielokrotnie był wyróżniany nagrodami rektora SGGW.

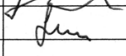
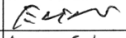
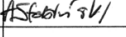
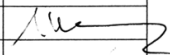
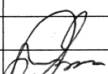
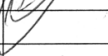
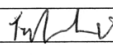
Lista uczestników

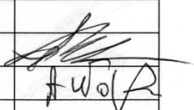
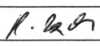
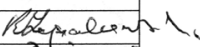
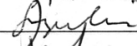
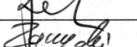
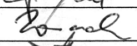
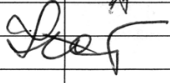
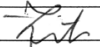
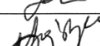
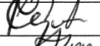
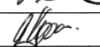
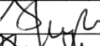
LISTA UCZESTNIKÓW NA PANELU EKSPERTÓW: NAUKA			
Sękocin Stary, 8 grudzień 2015 r.			
Lp.	Nazwisko i imię	Instytucja	Podpis
1	Czerepko Janusz	IBL	
2	Adamowicz Krzysztof	Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu	
3	Adamowicz Marek	Ogólnopolska Izba Gospodarcza Producentów Mebli	
4	Adamski Piotr	CKPŚ	
5	Ankudo-Jankowska Anna	Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu	
6	Bakier Sławomir	Politechnika Białostocka WL Hajnówka	
7	Ballaun Andrzej	DGLP	
8	Bański Jerzy	Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN	
9	Bartoszewicz-Burczy Hanna	Instytut Energetyki w Warszawie	
10	Bernadzi Eugeniusz	WL SGGW Warszawa	
11	Błasiak Jolanta	DGLP	
12	Błasiak Mariusz	DGLP	
13	Błyskun Małgorzata	RDLP Olsztyn	
14	Borecki Tomasz	WL SGGW Warszawa	
15	Borkowski Jakub	Unwersytet Warmińsko-Mazurski	
16	Bórawski Piotr	Unwersytet Warmińsko-Mazurski	
17	Bruchwald Arkadiusz	IBL	
18	Brzeziecki Tomasz	WL SGGW Warszawa	
21	Bukowski Marcin	Tatrzański PN	
22	Chrempińska Zofia	DGLP	
23	Cyglicki Robert	Greenpeace Polska	
24	Czemko Bogdan	Polska Izba Gospodarcza Przemysłu Drzewnego	
25	Ćwiek Przemysław	Towarzystwo Przyjaciół Lasu	
26	Danielewicz Władysław	Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu	
27	Dawdziuk Janusz	BULiGL	
28	Degórski Marek	Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN	
29	Falkowski Janusz	LZD Rogów	
30	Figaj Monika	Ministerstwo Środowiska	
31	Fijas Jerzy	RDLP Gdańsk	
32	Gajewski Ryszard	Polska Izba Biomasy	
33	Galecki Iwo	LZD Siemianice	

34	Geszprych Marek	Instytut Gospodarki Przestrzennej i Mieszkalnictwa w Warszawie	
35	Glura Jakub	Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu	
36	Głowacz Michał	RDLP Kraków	
37	Godlewski Dariusz	N-ctwo Łomża	
38	Golczewska Honorata	RDLP Toruń	
39	Gołaszewski Janusz	Uniwersytet Warmińsko-Mazurski	
40	Gołębiowski Marcin	CKPŚ	
41	Gólos Piotr	IBL	
42	Goronowicz Roman	Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie	
43	Górski-Kłodziński Mariusz	RDLP Olsztyn	
44	Gruchala Arkadiusz	WL SGGW Warszawa	
45	Grzywacz Andrzej	WL SGGW Warszawa	
46	Grzywiński Witold	Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu	
47	Gwiazdowicz Dariusz	Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu	
48	Gworek Barbara	Instytut Ochrony Środowiska	
49	Habel Kordian	RDLP Kraków	
50	Habuda Adam	Instytut Nauk Prawnych PAN	
51	Hausner Jerzy	Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie	
52	Hilszczański Jacek	IBL	
53	Holeksa Jan	Zakład Ekologii Instytut Botaniki im. W. Szafera	
54	Izdebski Hubert	Uniwersytet Warszawski	
55	Janas Grzegorz	RDLP Katowice	
56	Janeczko Emilia	WL SGGW Warszawa	
57	Jaroszewicz Bogdan	Białowieża Stacja Geobotaniczna	
58	Jelonek Tomasz	Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu	
59	Jurzyk-Nardłó Sylwia	RDOŚ Szczecin	
60	Kalinowska Anna	Uniwersytet Warszawski	
61	Kapuściński Ryszard	Liga Ochrony Przyrody	
62	Karpiński Stanisław	WL SGGW Warszawa	
63	Kassenberg Andrzej	Instytut na Rzecz Ekorozwoju	
64	Kawałko Agata	Urząd Statystyczny w Białymstoku	
65	Kaźmierczak Roman	SPL w Gołuchowie	
66	Kątki Jerzy	NCBR	
67	Kiełsznia Michał	GDOŚ	
68	Kłoczek Andrzej	IBL	
69	Kmiecik Sławomir	RDLP Pila	

70	Kocel Janusz	IBL	
71	Kochanowski Janusz	PN Bory Tucholskie	
72	Kołodziejska-Degórska Iwona	Ogród Botaniczny UW	
73	Konczal Agata	Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu	<i>konczal</i>
74	Korbel Janusz	Towarzystwo Ochrony Krajobrazu w Hajnówce	
75	Kowalczyk Rafał	Instytut Biologii Ssaków PAN	<i>RK</i>
76	Kowalkowski Alojzy	IBL	<i>RK</i>
77	Kozioł Czesław	Leśny Bank Genów Kostrzyca	
78	Kozubaj Agata	Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu	
79	Krawczyk Jarosław	RDLP Białystok	
80	Krawczyk Robert	Nadleśnictwo Wielbark	<i>KR</i>
81	Król Alfred	Zespół Ochrony Lasu w Krakowie	
82	Kubiak Jan	Stowarzyszenie Przedsiębiorców Leśnych	
83	Kusiak Władysław	Przegląd Leśniczy	<i>Kusiak</i>
84	Kwiecień Ewa	Przyroda Polska	<i>Kwiecień</i>
85	Lewandowski Andrzej	Instytut Dendrologii PAN	<i>Lewandowski</i>
86	Lipka-Chudzik Ewa	Ministerstwo Środowiska	<i>Lipka</i>
87	Lis Wojciech	Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu	<i>Lis</i>
88	Lutyk Piotr	RDLP Warszawa	<i>Lutyk</i>
89	Łakomy Piotr	Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu	<i>Łakomy</i>
90	Łazowy Stanisław	RDLP Gdańsk	
91	Majchrzak Grzegorz	Nadleśnictwo Sławno	
92	Marchewka-Bartkowiak Kamilla	Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu	
93	Marchlewski Wojciech	Niezależny Konsultant	
94	Markiewicz Tomasz	Nadleśnictwo Pniewy	
95	Maszowski Marek	RDLP Białystok	
96	Mazur Wojciech	RDLP Wrocław	
97	Mederski Piotr	FSC Polska	
98	Miklaszewska Jadwiga	Instytut Techniki Budowlanej w Warszawie	
99	Morawski Grzegorz	RDLP Olsztyn	
100	Mroziński Paweł	RDLP Wrocław	
101	Nitka Wojciech	Fundacja "Teraz Drewno" w Gdańsku	
102	Nowacka Wiesława	WL SGGW Warszawa	<i>nk</i>
103	Ojzyński Wiktor	Dziekan Duszpasterzy Leśników	
104	Okarma Henryk	Instytut Ochrony Środowiska w Krakowie	
105	Ołaczek Romuald	Uniwersytet Łódzki	<i>Ołaczek</i>

106	Oleksyn Jacek	Instytut Dendrologii PAN	J.M.
107	Oniszczyk Krzysztof	RDLP Białystok	
108	Orzeł Stanisław	WL Uniwersytet Rolniczy im. H.Kołłątaja w Krakowie	
109	Pac Tomasz	GUS	TPC
110	Pacholczyk Katarzyna	Nadleśnictwo Konstantynowo	
111	Pargieła Henryk	Ruch Obrony Lasów Polskich	
112	Paschalis-Jakubowicz Piotr	WL SGGW Warszawa	
113	Pawelec Marcin	RDLP Kraków	
114	Pawlaczyk Paweł	Klub Przyrodników	
115	Pędziół Adam	NIK	
116	Pędziwiatr Władysław	Polski Związek Zrzeszeń Leśnych	
117	Pierzgalski Edward	IBL	
118	Pietrzykowski Marcin	WL Uniwersytet Rolniczy im. H.Kołłątaja w Krakowie	
119	Pikus Anna	DGLP	
120	Piotrowska Diana	ZG PZŁ	
121	Piotkowski Lech	WL SGGW Warszawa	
122	Policirńska-Serwa Anna	Instytut Techniki Budowlanej w Warszawie	
123	Poznański Ryszard	WL Uniwersytet Rolniczy im. H.Kołłątaja w Krakowie	
124	Przybylska Krystyna	WL Uniwersytet Rolniczy im. H.Kołłątaja w Krakowie	
125	Pstrokoński Paweł	Ogród Botaniczny UW	
126	Radecki Wojciech	Instytut Nauk Prawnych PAN	
127	Raj Andrzej	Karkonoski PN	
128	Rakoczy Bartosz	Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu	
129	Ratajczak Ewa	Instytut Technologii Drewna w Poznaniu	
130	Referowska-Chodak Ewa	WL SGGW Warszawa	
131	Roman Romuald	SPL w Gołuchowie	
132	Romaniuk Andrzej	Nadleśnictwo Krynki	
133	Romańska Sylwia	Urząd Statystyczny w Białymstoku	
134	Rosiński Dariusz	BULiGL	
135	Różniarek Benedykt	OKL Gołuchów	
136	Rykowski Kazimierz	IBL	
137	Samborski Andrzej	International Paper Kwidzyń	
138	Siarkiewicz-Hoszowska Arieta	GDOŚ	
139	Siembida Arkadiusz	Lasy Miejskie Warszawa	
140	Sieniawski Waldemar	Uniwersytet Warmińsko-Mazurski	
141	Sieradzki Waldemar	Nadleśnictwo Krynki	

142	Sierota Zbigniew	IBL	
143	Skąpski Roman	Biebrzański Park Narodowy	
144	Skirko Dariusz	Nadleśnictwo Białowieża	
145	Smoluk Sebastian	RDLP Olsztyn	
146	Smyk Regina	RDLP Szczecin	
147	Smykała Jerzy	WL SGGW Warszawa	
148	Sokołowski Aleksander	IBL	
149	Sokołowski Michał	Pieniński PN	
150	Sot Tomasz	RDLP Radom	
151	Sroczyński Piotr	FSC Polska	
152	Standio Ryszard	RDLP Piła	
153	Staniszewski Paweł	WL SGGW Warszawa	
154	Stankiewicz Wojciech	Nadleśnictwo Szczecina	
155	Stanula Zygmunt	Stelmet sp. z o.o. SP. J.	
156	Starosta-Grala Monika	Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu	
157	Stępień Edward	WL SGGW Warszawa	
158	Stobiński Andrzej	Nadleśnictwo Czarna Białostocka	
159	Stolarski Mariusz	Uniwersytet Warmińsko-Mazurski	
160	Strykowski Władysław	Instytut Technologii Drewna	
161	Szabla Kazimierz	RDLP Katowice	
162	Szramka Hubert	Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu	
163	Szujecki Andrzej	WL SGGW Warszawa	
164	Szwagrzyk Jerzy	WL Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie	
165	Szysko Jan	Ministerstwo Środowiska	
166	Tomaszewska Elżbieta	Urząd Statystyczny w Białymstoku	
167	Tomaszewski Konrad	DGLP	
168	Tomek Andrzej	WL Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie	
169	Trzaskowski Sławomir	CILP	
170	Turczyk Mariusz	CILP	
171	Turski Janusz	Stowarzyszenie Papierników Polskich	
172	Tyburski Łukasz	Kampinoski PN	
173	Wachowiak Witold	Instytut Dendrologii PAN	
174	Wajrak Adam	Dziennikarz	
175	Wasilewski Grzegorz	LZD Rogów	
176	Wiejak Anna	Instytut Techniki Budowlanej w Warszawie	
177	Witkowski Janusz	RDLP Łódź	

178	Włostowski Marek	RDLP Białystok	
179	Wodzicki Tomasz	WL SGGW Warszawa	
180	Wojtowicz Aleksandra	Biznes i Ekologia	
181	Woźniak Katarzyna	Słowiński PN	
182	Woźnicka Małgorzata	WL SGGW Warszawa	
183	Wysocka-Fijorek Emilia	IBL, BULIGL	
184	Wyszkowska Dorota	Urząd Statystyczny w Białymstoku	
185	Zachwatowicz Maria	Ministerstwo Środowiska	
186	Zagórska Katarzyna	GUS	
187	Zajączkowski Kazimierz	IBL	
188	Zajączkowski Stanisław	BULIGL	
189	Zaleski Janusz	DGLP	
190	Zarzycki Jarosław	SGSP	
191	Zasada Marek <i>Michał</i>	WL SGGW Warszawa	
192	Zawiła-Niedźwiecki Tomasz	DGLP	
193	Zięba Antoni	Tatrzański PN	
194	Zięba Stanisław	Katolicki Uniwersytet Lubelski	
195	Zięba Stanisław	WL Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie	
196	Zub Halina	Biebrzański Park Narodowy	
197	Zubkowicz Rafał	Las Polski	
198	Zornaczuk-Łuba Anna	Ministerstwo Środowiska	
199	Żybura Henryk	WL SGGW Warszawa	
200	Zylicz Tomasz	Uniwersytet Warszawski	
201	<i>Wysoki Przemysław</i>	<i>2 P. EP PwP</i>	
202	<i>Motywał Andrzej</i>	<i>RDLP Lublin</i>	
203	<i>Jankowski Jan</i>	<i>CLP „Głowiśno”</i>	
204	Rankowska Joanna	GUS	
205	ANDRZEJ Mitracew	BULIGL ZRZSD	
206	<i>Adam Ciolek</i>	<i>OKŁ GOCCICICIC</i>	
207	<i>Janusz Górska</i>	<i>WL UR Kraków</i>	
208	<i>Tadeusz Zdzia</i>	<i>IBL</i>	
209	<i>Andrzej Komar</i>	<i>MS</i>	
210	<i>Stanisław Piotr</i>	<i>Famulaga Pro Cezis</i>	
211	<i>Stanisław Wiktoria</i>	<i>Famulaga Pro Cezis</i>	
212	<i>Stanisław Zdz</i>	<i>IBL</i>	
213	<i>Stanisław Zdz</i>	<i>IBL</i>	

214	Helen Sileone	IBL	~~IBL~~
215	Polonysa Hiko	IBL	~~IBL~~
216	Hummer Gmudla	IBL	~~IBL~~
217	Aliga Somplice	IBL	~~IBL~~
218	Alexandra Ross-Grasche	IBL	~~IBL~~
219	Karen Niemczyk	IBL	~~IBL~~
220	MAGORATA DODKOWSKA	IBL	~~IBL~~
221	~~Isolengal~~ Aleksandra	IBL	~~IBL~~
222	Stacya Olszowska	IBL	~~IBL~~
223	Tommas Platoni	IBL	~~IBL~~
224	Danica Korybko	IBL	~~IBL~~
225	DANIEL CEMURA	ID PATN KIRWA	~~IBL~~
226	Tamara Polun	IBL	~~IBL~~
227	W. Fyatskova	ZEL	~~IBL~~
228	Kedean Blop	IBL	~~IBL~~
229	Tomara Zymont	IBL	~~IBL~~

