

Przyrodnicze, społeczne
i gospodarcze uwarunkowania
oraz cele i metody hodowli lasu

**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 r.

Rada Programowa:

dr hab. *Janusz Czerepko*, Instytut Badawczy Leśnictwa,
mgr inż. *Nina Dobrzyńska*, Ministerstwo Środowiska,
prof. dr hab. *Andrzej Grzywacz*, Polskie Towarzystwo Leśne,
dr hab. *Jacek Hilszczański*, Instytut Badawczy Leśnictwa,
dr inż. *Krzysztof Janeczko*, Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych,
mgr inż. *Edward Janusz*, Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Łodzi,
prof. dr hab. *Andrzej Klocek*, Instytut Badawczy Leśnictwa – przewodniczący,
mgr inż. *Wiesław Krzewina*, Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych,
mgr inż. *Ewa Lipka-Chudzik*, Ministerstwo Środowiska,
mgr inż. *Marcin Polak*, Nadleśnictwo Olkusz,
dr inż. *Mirosław Potapiuk*, Nadleśnictwo Parczew,
dr inż. *Kazimierz Szabla*, Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Katowicach,
dr hab. *Ryszard Szczygieł*, Instytut Badawczy Leśnictwa,
mgr inż. *Adam Wasiak*, Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych,
prof. dr hab. *Tomasz Zawila-Niedźwiecki*, Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych.

Komitet Organizacyjny:

dr inż. *Wojciech Gil* – przewodniczący,
dr inż. *Szymon Jastrzębowski*,
dr inż. *Marcin Klisz*,
dr inż. *Jan Matras*,
mgr inż. *Joanna Szewczykiewicz*,
mgr inż. *Grażyna Szujeczka*.

Opiniował:

dr inż. *Wojciech Gil*

Opracowanie redakcyjne:

Antonina Arkuszewska, Danuta Lotz, Grażyna Szujeczka

Publikacja współfinansowana przez Dyrekcję Generalną Lasów Państwowych

ISBN 978-83-62830-32-9

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: www.cityvision.com.pl

Druk i oprawa: Expol, Włocławek, ul. Brzeska 4

Spis treści

Wstęp	9
I. Hodowla lasu w polityce leśnej	13
<i>Janusz Zaleski</i> GOSPODARCZY, PRZYRODNICZY, SPOLECZNY I POLITYCZNY WYMIAR HODOWLI LASU	15
<i>Jan Szramka</i> HODOWLA LASU W ZASADACH GOSPODARKI LEŚNEJ	23
<i>Marek Degórski</i> MIEJSCE LASU W GOSPODARCE PRZESTRZENNEJ KRAJU	31
II. Ekologiczne aspekty hodowli lasu	53
<i>Roman Zielony</i> REGIONALIZACJA PRZYRODNICZO-LEŚNA W CZORAJ I DZIŚ – UWARUNKOWANIA I POTRZEBY ZMIAN	55
<i>Stanisław Brożek</i> ROZWÓJ METOD KLASYFIKACJI SIEDLISK LEŚNYCH SZANSĄ DLA ZRÓWNOWAŻONEJ GOSPODARKI LEŚNEJ	71
<i>Marc Hanewinkel</i> RYZYKO HODOWLANE W ZMIENIAJĄCYM SIĘ KLIMACIE	88
<i>Janusz Mikoś, Zbigniew Borowski</i> KOEGZYSTENCJA CZY KONFLIKT HODOWLI LASU ORAZ LOWIECTWA	101

III. Las jako przedmiot gospodarki 111

*Jerzy Skrzyszewski, Jarosław Paluch, Marcin Piszczek, Anna Kozuch,
Maciej Pach, Zbigniew Kołodziej, Jan Karczmarski*
SZCZEGÓLNE CELE I METODY HODOWLI LASÓW GÓRSKICH 113

Paweł Rutkowski Jacek Zientarski, Monika Konatowska
CELE I METODY HODOWLANEGO ZAGOSPODAROWANIA LASÓW O RÓŻNYM STATUSIE
OCHRONNYM 134

Konstantin von Teuffel, Ulrich Kohnle
BADANIA Z ZAKRESU HODOWLI LASU – POWIĄZANIE NAUKI Z GOSPODARKĄ LEŚNĄ.. 145

Jan Zajączkowski, Jan Łukaszewicz
CEL I ZADANIA HODOWLI LASU W CZORAJ I DZIŚ 154

Bogdan Brzeziecki
ROLA LASÓW NATURALNYCH JAKO WZORCA DLA LASÓW ZAGOSPODAROWANYCH
(WIELOFUNKCYJNYCH) 176

Stanisław Zajęc, Adam Kaliszewski
EKONOMICZNE ASPEKTY EKOLOGIZACJI ZAGOSPODAROWANIA LASU 195

IV. Hodowla selekcyjna i genetyka drzew leśnych w wielofunkcyjnej gospodarce leśnej 211

Luc Pâques
ROLA HODOWLI SELEKCYJNEJ WE WSPÓLCZESNYM LEŚNICTWIE 213

Marek Berft, Kazimierz Szabla, Wojciech Wesoty
KIERUNKI ROZWOJU SZKÓLKARSTWA LEŚNEGO 229

Jan Matras, Tomasz Grądzki
BAZA NASIENNA W LASACH PAŃSTWOWYCH – STAN OBECNY I PERSPEKTYWY 236

Władysław Chałupka, Czesław Kozioł, Jan Matras
OCHRONA LEŚNEJ RÓŻNORODNOŚCI GENETYCZNEJ 256

Andrzej Lewandowski
KWESTIA RODZIMOŚCI POLSKICH POPULACJI W ŚWIETLE XIX- I XX-WIECZNEGO
IMPORTU NASION – PRZYKŁAD ŚWIERKA POSPOLITEGO 272

Justyna Nowakowska, Catherine Bastien
ANALIZY DNA W PRAKTYCE GOSPODARSTWA LEŚNEGO 277

<i>Stanisław Karpiński, Magdalena Szechyńska-Hebda, Janusz Zawadzki, Piotr Przybysz, Kazimierz Przybysz, Andrzej Radomski, Barbara Karpińska, Ireneusz Ślesak, Joanna Dąbrowska-Bronk, Tomasz Zielenkiewicz, Teresa Kłosińska, Andrzej Antczak, Michał Drożdżek, Natalia Sidoruk, Damian Witoń, Adam Kupczyk, Jakub Gawron, Błażej Betliński, Dominika Bednarz, Maciej Bernacki, Ewa Archanowicz, Marta Kuncer, Kamila Buzala, Marcin Dubowik, Katarzyna Kowal</i>	
MODYFIKACJE GENETYCZNE DRZEW: SZANSE I ZAGROŻENIA	284

Mátyás Csaba

DECYZJE HODOWLANE W WARUNKACH NIEPEWNOŚCI – CZY MOŻNA LICZYĆ NA WSPARCIE ZE STRONY GENETYKI?	299
---	------------

V. Odnowienia oraz pielęgnowanie i kształtowanie struktury lasu	315
--	------------

Henryk Żybura

SZTUCZNE CZY NATURALNE ODNOWIENIE LASU?	317
--	------------

Peter Spathelf

CZY HODOWLA BLISKA NATURZE JEST STOSOWNĄ KONCEPCJĄ PRZYSTOSOWANIA LASU DO ZMIAN KLIMATU?	330
---	------------

Tadeusz Andrzejczyk

PIELĘGNOWANIE LASU – ASPEKTY PRZYRODNICZE I GOSPODARCZE	349
--	------------

Władysław Barzdajn

CELE I METODY KSZTAŁTOWANIA DRZEWOSTANÓW JEDNO- I WIELOGENERACYJNYCH	368
---	------------

Piotr Sewerniak

HODOWANIE SOSNY ZWYCZAJNEJ (PINUS SYLVESTRIS L.) NA GLEBACH DROBNOZIARNISTYCH JEST NIERACJONALNE	377
---	------------

Gerhard Oesten

WARTOŚĆ LASU POZA PRZYCHODAMI I KOSZTAMI. O OGRANICZENIACH OCENY EKONOMICZNEJ WE WSPIERANIU DECYZJI HODOWLANÝCH	380
--	------------

Lyubov Andrushko

PROBLEMATYKA OCENY EFEKTYWNOŚCI WYKORZYSTANIA ZASOBÓW GOSPODARCZYCH W SEKTORZE LEŚNO – DRZEWNÝM – WYBRANE ZAGADNIENIA	394
---	------------

Wnioski	403
----------------------	------------

Wstęp

Idea organizowania Zimowej Szkoły Leśnej została zaczerpnięta z innych ośrodków naukowo-badawczych oraz wyższych uczelni. Dotyczy to przede wszystkim współorganizowanej przez Komitet Techniki Rolniczej PAN od 1978 r. corocznej kilkudniowej „Letniej Szkoły Inżynierii Systemów Rolnictwa”. Wiodącą tematyką tej Szkoły od wielu lat jest modelowanie empirycznych systemów rolnictwa.

Z kolei Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej organizuje aż trzy ogólnokrajowe szkoły, w tym od początku obecnego wieku szkołę dotyczącą „Nadzwyczajnych Zagrożeń Środowiska”. Natomiast w 2007 r. wymieniony Instytut rozpoczął prowadzenie kilkudniowej „Szkoły Meteorologii Lotniczej”, a od 1990 r. wraz z Komitetem Gospodarki Wodnej PAN – „Ogólnopolskiej Szkoły Gospodarki Wodnej”.

W zakresie leśnictwa podobnego rodzaju coroczne spotkania organizuje od wielu lat Uniwersytet we Fryburgu w Niemczech. W tamtejszym „Zimowym Kolokwium Las i Drewno” bierze udział nawet do 500 osób. W bieżącym roku przedmiotem już 34 kolokwium było znaczenie i pozycja współczesnej niemieckiej gospodarki leśnej oraz drzewnictwa i nauk leśnych w świecie rosnącej konkurencji. Duże zainteresowanie Zimowym Kolokwium we Fryburgu zaowocowało uruchomieniem „Zimowego Kolokwium Leśnego” w Eberswalde, koncentrującego uwagę m.in. na transformacji wiedzy do praktyki.

Po kilku latach przygotowań, polegających m.in. na zapoznaniu się z funkcjonującymi szkołami, zebraniu licznych opinii i przeprowadzeniu konsultacji, w tym w Ministerstwie Środowiska, Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych i na Wydziale Leśnym SGGW, Instytut zorganizował w 2009 r. pierwszą sesję Zimowej Szkoły Leśnej przy IBL. Podstawowym celem wymienionej Szkoły było i jest nadal pogłębianie oraz upowszechnianie osiągnięć nauk leśnych, identyfikowanie obecnych i przewidywanych problemów leśnictwa wymagających naukowego rozwiązania, a także integracja zatomizowanych dyscyplin nauk leśnych i umocnienie współpracy ośrodków naukowo-badawczych leśnictwa z jednostkami organizacyjnymi gospodarstwa leśnego.

Osiągnięciu powyższych celów sprzyja otwartość Szkoły na nowe idee i koncepcje oraz metody rozwiązań szeroko rozumianych problemów leśnictwa. Swobodzie intelektualnej interpretacji oraz ocenie rzeczywistości leśnej towarzyszy fizyczna dostępność Szkoły dla wszystkich zainteresowanych lasem i gospodarką leśną. Stały wzrost uczestników Szkoły, z poziomu 140 osób w 2009 r. do 275 osób w 2014 r. jest zapewne także wynikiem trafności doboru tematyki dotychczasowych Sesji Zimowej Szkoły Leśnej. Ich przedmiotem były następujące problemy:

- I Sesja: Leśnictwo wielofunkcyjne – stan obecny i przyszłość (2009 r.),
- II Sesja: Problemy ochrony przyrody w lasach (2010 r.),
- III Sesja: Strategia rozwoju lasów i leśnictwa w Polsce (2011 r.),
- IV Sesja: Przyrodnicze i gospodarcze aspekty produkcji oraz wykorzystania drewna – stan obecny i prognoza (2012 r.),
- V Sesja: Planowanie w gospodarstwie leśnym XXI wieku (2013 r.),
- VI Sesja: Przyrodnicze, społeczne i gospodarcze uwarunkowania oraz cele i metody hodowli lasu (2014 r.).

Wyboru problematyki tegorocznej Sesji wraz z określeniem tematów proponowanych referatów oraz ich autorów, zarówno krajowych, jak i zagranicznych, dokonała Rada Programowa Szkoły w składzie: dr hab. Janusz Czerepko (Instytut Badawczy Leśnictwa), mgr inż. Nina Dobrzyńska (Ministerstwo Środowiska), prof. dr hab. Andrzej Grzywacz (Polskie Towarzystwo Leśne), dr hab. Jacek Hilszczański (Instytut Badawczy Leśnictwa), dr inż. Krzysztof Janeczko (Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych), mgr inż. Edward Janusz (Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Łodzi), prof. dr hab. Andrzej Klocek (Instytut Badawczy Leśnictwa) – przewodniczący, mgr inż. Wiesław Krzewina (Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych), mgr inż. Ewa Lipka-Chudzik (Ministerstwo Środowiska), mgr inż. Marcin Polak (Nadleśnictwo Olkusz), dr inż. Mirosław Potapiuk (Nadleśnictwo Parczew), dr inż. Kazimierz Szabla (Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Katowicach), dr hab. Ryszard Szczygieł (Instytut Badawczy Leśnictwa), mgr inż. Adam Wasiak (Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych), prof. dr hab. Tomasz Zawila-Niedźwiecki (Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych).

O wyborze hodowli lasu jako tematyki ZSL w 2014 r. przesądziły następujące przesłanki:

- 1) hodowla lasu jest podstawową dyscypliną nauk leśnych oraz zasadniczym działem gospodarki leśnej. Z jednej strony bowiem wymaga ponoszenia znacznych nakładów na produkcję drewna i realizację pozostałych funkcji lasu, z drugiej zaś rezultaty hodowli lasu mają decydujący wpływ na przyszłe wyniki poszczególnych działów oraz poziom efektywności całej gospodarki leśnej;
- 2) decyzje dotyczące hodowli lasu obarczone są niezwykle dużym ryzykiem z uwagi na blisko stuletni okres ich realizacji, a także z powodu rosnącej w czasie zmienności środowiska przyrodniczego, w tym na skutek zmiany klimatu;

- 3) współzależność między ryzykiem hodowli lasu i jej celami dochodowymi sugeruje formułowanie takich rozwiązań, które prowadzą do maksymalizacji dochodu z lasu przy danym poziomie ryzyka, lub które minimalizują ryzyko przy danym poziomie dochodu;
- 4) wielofunkcyjność gospodarki leśnej wymaga od hodowli lasu nieustannego kompromisu godzącego cele dochodowe z ochronnymi i ekologicznymi funkcjami lasu. Dotyczy to zwłaszcza rosnącej presji na zachowanie oraz restytucję bioróżnorodności ekosystemów leśnych przy jednoczesnym zapewnieniu samofinansowania i konkurencyjności gospodarki leśnej.

Powyższe kwestie znalazły odzwierciedlenie w materiałach VI Sesji Zimowej Szkoły Leśnej. Obejmują one łącznie 28 referatów zamawianych i tzw. referatów nadesłanych, w tym 7 referatów zagranicznych, pogrupowanych w 5 bloków tematycznych.

Całością spraw organizacyjno-logistycznych VI Sesji Zimowej Szkoły Leśnej zajmował się Komitet Organizacyjny, w skład którego weszli następujący pracownicy IBL: dr inż. Wojciech Gil (Zakład Hodowli Lasu i Genetyki Drzew Leśnych) – przewodniczący, dr inż. Szymon Jastrzębowski (Zakład Hodowli Lasu i Genetyki Drzew Leśnych), dr inż. Marcin Klisz (Zakład Hodowli Lasu i Genetyki Drzew Leśnych), dr inż. Jan Matras (Zakład Hodowli Lasu i Genetyki Drzew Leśnych), mgr inż. Joanna Szewczykiewicz (Zakład Informacji Naukowej), mgr inż. Grażyna Szujecka (Zakład Informacji Naukowej). Cennej pomocy udzielało także wielu innych pracowników IBL. Praktycznie tylko nieliczni spośród społeczności Instytutu, z powodu zaangażowania w innych obowiązkach, nie brali udziału w przygotowaniu VI Sesji Zimowej Szkoły Leśnej.

Wszystkim, którzy tak licznie, ofiarnie i efektywnie współdziałali na rzecz powodzenia tegorocznej Zimowej Szkoły Leśnej, w imieniu jej Inicjatorów składamy serdeczne podziękowania. Szczególne słowa podziękowania kierujemy do Rady Programowej oraz Komitetu Organizacyjnego za przygotowanie koncepcji VI Sesji Szkoły oraz sprawną jej realizację. Równie serdeczne podziękowania składamy Autorom referatów za przygotowanie i wygłoszenie nadzwyczaj interesujących opracowań. I wreszcie gorąco dziękujemy wszystkim Uczestnikom VI Sesji za przyjęcie zaproszenia do naszego Instytutu oraz liczny i niezwykle czynny udział w VI Sesji Zimowej Szkoły Leśnej.

Przewodniczący Rady Programowej
Zimowej Szkoły Leśnej

Prof. dr hab. Andrzej Klocek

Dyrektor
Instytutu Badawczego Leśnictwa

Dr hab. Janusz Czerepko, prof. nadzw.

Sękocin Stary, sierpień 2014 r.

I.

Hodowla lasu w polityce leśnej

Janusz Zaleski

Ministerstwo Środowiska w Warszawie

Gospodarczy, przyrodniczy, społeczny i polityczny wymiar hodowli lasu

Hodowla lasu jest sztuką realizowania przez leśników leśnictwa wielofunkcyjnego. „Zasady hodowli lasu” określają cele i sposoby, dzięki którym te cele można osiągać. Opracowywanie i realizacja zasad należy do kompetencji dyrektora generalnego Lasów Państwowych, który w ten sposób wypełnia zalecenia zawarte w „Polityce leśnej państwa”. Sposób prowadzenia hodowli lasu zmienia się w czasie. W ostatnich latach te zmiany są szybsze ze względu na zmieniające się warunki przyrodnicze, gospodarcze i społeczne. Konieczne jest także uwzględnianie globalnych trendów zmian, dotyczących lasów i sposobów ich zachowania, uszczegółowionych w rezolucjach Forest Europe (dawniej MCPFE).

W 1990 r., w Strasburgu, na pierwszym spotkaniu ministrów odpowiedzialnych za leśnictwo, przyjęto bardzo szczegółowe zalecenia dotyczące gospodarki leśnej (Rezolucja H1), a mianowicie:

„7. Zabiegi stosowane w zagospodarowaniu lasów powinny skupiać się na utrzymaniu, i jeśli jest to możliwe, na poprawie stabilności, witalności, zdolności regeneracji, odporności i zdolności przystosowania się ekosystemów leśnych do warunków działania stresów, włącznie z ich ochroną przeciwpożarową, przed działaniem szkodników, chorób zwierzyny i innych czynników powodujących uszkodzenia, jak wypas i niekontrolowane zgryzanie. Należy wspierać mechanizmy zapobiegania i kontroli szkód o dużej skali zniszczeń, powodowanych przez czynniki biotyczne i abiotyczne. Należy zwrócić szczególną uwagę na utrzymanie i, jeśli jest to zasadne, na poprawę jakości gleb leśnych. Należy promować zabiegi hodowlane o charakterze naturalnym, natomiast zabiegi sprzeczne z zasadą trwale zrównoważonej gospodarki leśnej powinny być zdecydowanie ograniczane.

8. Gatunki zalecane do stosowania w zagospodarowaniu istniejących lasów i w nowych nasadzeniach powinny być dobierane zgodnie z warunkami siedli-

ska i powinny być odporne na zmienne warunki klimatyczne oraz inne czynniki stresu, takie jak szkodliwe owady i choroby, czy potencjalne zmiany klimatu. Selekcja genetyczna powszechnie stosowana w Europie nie powinna faworyzować cech zewnętrznych kosztem cech adaptacyjnych z wyjątkiem kultur, których intensywna pielęgnacja zapobiega ich zniszczeniu. Zalesienia powinny być prowadzone w sposób zapobiegający ich negatywnemu oddziaływaniu na cenne ekologiczne siedliska i krajobrazy.

9. Tam, gdzie jest to zasadne należy stosować gatunki rodzime i lokalne odmiany. Stosowanie gatunków, proveniencji, odmian, czy ekotypów poza granicami ich naturalnego zasięgu powinno być ograniczone w miejscach, gdzie ich wprowadzenie mogłoby zagrażać wartościowym rodzimym ekosystemom, florze i faunie. Gatunki introdukowane mogą być stosowane po dokonaniu w stosownym czasie oceny ich potencjalnego negatywnego wpływu oraz w sytuacji, gdy mogą dostarczyć większych korzyści z produkcji drewna i pozostałych funkcji w porównaniu z gatunkami rodzimymi. Stosowaniu gatunków introdukowanych w miejscowych ekosystemach zawsze powinny towarzyszyć odpowiednie działania ochronne rodzimej fauny i flory.”

Na następnych konferencjach ministrowie dyskutowali i podejmowali decyzje dotyczące znacznie szerszego zakresu spraw. Niemniej uwaga, jaka została poświęcona podstawowym zagadnieniom leśnictwa, a właściwie hodowli lasu, świadczy o randze tej dyscypliny wiedzy, praktycznie stosowanej na co dzień w europejskim leśnictwie.

Zamieszczone powyżej zasady są aktualne do dzisiaj, oprócz ustępu dotyczącego gatunków introdukowanych (obcych), których wprowadzania dzisiaj zabrania prawo. Problem jest dyskusyjny, gdyż inaczej widzą go praktycy, a inaczej ekolodzy, przy czym linie podziału przebiegają również między państwami. W Niemczech daglezwia jest gatunkiem powszechnie akceptowanym, a w Polsce, z powodów klimatycznych, glebowych i jako gatunek obcy nie jest rozpowszechniona. Zapomina się, że daglezwia występowała na naszych terenach powszechnie aż do ostatniego zlodowacenia. W Niemczech zaleca się wprowadzanie daglezwii z powodu jej roli stabilizującej drzewostany, odporności na szkodniki, cenne drewno i duże przyrosty. Wprowadzana w Niemczech od 1831 roku, a intensywnie od 1880, dowiodła swojej przydatności pod warunkiem zachowania zasady sadzenia daglezwii o odpowiedniej proveniencji. Uzyskuje się wówczas efekty hodowlane nie gorsze, a często nawet lepsze niż w USA.

Warto przytoczyć tutaj przykład robinii, którą wielu chciałoby widzieć na liście gatunków inwazyjnych, podczas gdy według pszczelarzy jest to gatunek niezbędny w krajobrazie. Wydawałoby się, że klon jesionolistny zasługuje na banicję i nie znajdzie obrońców, a tymczasem jest on nie do zastąpienia przy produkcji podkładek w szkółkach i z tego powodu trzeba dla tego gatunku zrobić wyjątek.

Zbiorowiska leśne cechuje inercja w reakcji na zmiany. Reakcją na ten sam bodziec, np. zrąb zupełny, może być pojawienie się różnych zbiorowisk roślinnych czy gatunków zwierząt. W tej sytuacji można określić cele hodowli, ale sposoby ich realizacji i instrumenty do ich osiągnięcia muszą być głęboko przemyślane. Cele długofalowe nie powinny być zatem zmieniane często i gwałtownie, ale sposoby postępowania muszą podlegać okresowej rewizji.

W wielu przypadkach w hodowli lasu, czy też w leśnictwie w ogóle, mamy do czynienia z modą, bardziej elegancko zwaną trendami. R. Nelson mówi nawet o świeckich religiach w leśnictwie. Taka „świecka religia” w postaci wielofunkcyjnego leśnictwa została właśnie zastąpiona podejściem ekosystemowym, nową religią. Podejmowanie decyzji w leśnictwie jest nie tylko ćwiczeniem naukowym, ale odzwierciedla głębokie konflikty w obszarze społecznych wartości, zakorzenionych w takich „świeckich religiach” (Nelson 2013).

Krańcowym przypadkiem „mody” odgórnie narzuconej był bezrzębowy system zagospodarowania. Po stwierdzeniu nieprzydatności, a wręcz szkodliwości tego systemu, autor trafił do więzienia, co w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku nie było zdarzeniem niezwykłym.

Religia – kwestia wiary, moda – upodobań, natomiast leśnictwo powinno opierać się na naukowych podstawach. Jednak wraz z upływem lat i nauka zmienia i rewiduje swoje osiągnięcia.

Monokultury powstały w Europie pod wpływem naukowo dowiedzionych teorii o opłacalności hodowli takich, a nie innych drzewostanów. Dzisiaj nauka, a przynajmniej jej część „przyrodnicza”, zweryfikowała te poglądy. Biorąc pod uwagę wszystkie koszty i korzyści, usługi ekosystemowe i wartości pozaprodukcyjne, hodujemy całkiem inne drzewostany. Rodzi się jednak pytanie, czy dopasowując skład gatunkowy do siedlisk, nie zmniejszamy zbytnio udziału sosny. To podstawowe w naszych warunkach przyrodniczych drzewo musi pozostać głównym gatunkiem, nawet w obliczu spodziewanych zmian klimatycznych. Ma zapewne rację prof. Jan Zajączkowski, uznając, że nie powinniśmy w całym XXI wieku dopuścić do spadku udziału sosny w drzewostanach poniżej 65% (Zajączkowski 2012).

Jeszcze 50 lat temu nikt nie słyszał o dwuletnich sadzonkach sosny, a środki chemiczne lały się strumieniami. Dwadzieścia lat temu palono pozostałości zrębowe, korowano pniaki i sadzono 15 tysięcy sadzonek sosny na hektar. Pytanie czy to moda, czy naukowo udowodniona konieczność, znajdzie odpowiedź za 100 lat.

Ciekawym przykładem skutków ortodoksyjnego trzymania się dawno przyjętych założeń jest grecki model ustalania intensywności użytkowania. Na przełomie XIX i XX wieku greckie lasy były zniszczone przez wojny i przeeksplątowane. Wprowadzono bardzo restrykcyjne sposoby zarządzania, dokonywano pomiaru przyrostu na każdym niewielkim wyłączeniu (oddziale), a dopuszczalne pozyskanie określono na 70% rocznego przyrostu. Urzędnicy przyjmujący

dane z inwentaryzacji na każdym kolejnym poziomie zarządzania, nie wierząc podwładnym, poprawiali dane w dół, tak że ostateczny dozwolony poziom pozyskania wynosił 45–50% przyrostu. Po kilkudziesięciu latach zapas wzrósł znacznie, ale przyrost starych drzewostanów spadał. To powodowało reakcję decydentów w postaci dalszego zmniejszenia pozyskania. W efekcie lasy greckie osiągnęły taki stan, że można było przez wiele lat pozyskiwać 110% przyrostu bez obniżania zapasu (Fraser 1972). Przykład ten dowodzi, że wszystkie kanony i zasady powinny podlegać okresowej rewizji. Tak też próbujemy robić to w Polsce, gdzie wielokrotnie zmieniano wieki rębności.

Zagospodarowanie lasu nie jest wewnętrzną sprawą leśnictwa i powinno angażować właściwe sektory gospodarcze, grupy społeczne i dyscypliny naukowe (Rykowski 2007).

Hodowla lasu ma swój wymiar gospodarczy, gdyż jej celem jest takie kształtowanie drzewostanów, by oprócz funkcji ochronnych, rekreacyjnych, społecznych i wielu innych, dostarczały wysokiej jakości surowca dla gospodarki. Ten aspekt hodowli lasu był w ostatnim okresie wstydliwie pomijany, ale to dzięki dochodom ze sprzedaży drewna można zapewnić trwałość lasów i ochronę ich najcenniejszych fragmentów.

Jak długo takie finansowanie będzie możliwe? Przed niewiele jeszcze laty powszechny był pogląd, że leśnictwo europejskie jest ekonomicznie niewydolne i nie może utrzymać się bez subwencji państwowych. Na tym tle Lasy Państwowe w Polsce prezentowały się znakomicie, uzyskując trwałą nadwyżkę przychodów nad kosztami. Dzisiaj większość państwowych gospodarstw leśnych w Europie jest rentowna. Nawet leśnictwo niemieckie po wielu bolesnych reformach stało się dochodowe. Warto przypomnieć, że w całej Europie pozyskujemy dziś drewno z lasów ukształtowanych przed 100 laty według całkiem innych zasad. Czy za sto lat nasi następcy też będą nam wdzięczni za lasy, które wyhodowaliśmy?

To odwieczny problem hodowcy leśnika, jak pogodzić nieznanne przecież dzisiaj oczekiwania przyszłych pokoleń, obowiązujące (ale też zmienne) zasady hodowli lasu, konieczność adaptacji do zmian klimatycznych i ponadto ochronę gatunków i siedlisk naturalnych.

Nie ułatwia decyzji niepewność, co powinno być celem działań hodowcy: czy produkcja i dystrybucja drewna, jak chcą Łukaszewicz i Zajączkowski (2012), czy pozostawienie natury samej sobie, jak widziałoby to wielu ekologów.

Jednym z instrumentów, jakim posługuje się hodowla lasu, jest selekcja genetyczna. To również obszar sporu – na ile selekcja jest w opozycji do bioróżnorodności, którą zobowiązani jesteśmy chronić? Selekcja genetyczna może być prowadzona, jeżeli zachowuje całe bogactwo zasobów, także tych nie całkiem doskonałych (Olaczek 2012). Warto zastanowić się nad kontynuacją rozbudowanych programów testowania, sprawdzić ich przydatność.

Wymiar przyrodniczy realizowany jest przez wpisanie do zasad hodowli lasu doświadczeń wynikających z obserwacji procesów naturalnych, ale też

z doświadczeń wynikających z prowadzenia drzewostanów ukształtowanych od początku ręką leśnika. Trwa nie kończąca się dyskusja o możliwościach godzenia funkcji ochronnych z funkcjami produkcyjnymi. Według Bobca próba połączenia funkcji ochronnych i produkcyjnych podważa spójność działań zarówno ochronnych, jak i produkcyjnych.

Martwe drewno to kolejny przykład wprowadzania do zasad hodowli lasu elementów zupełnie nowych, nie tak dawno niedopuszczalnych w lesie zagospodarowanym. Zaledwie 10 lat mija od czasu, gdy zapisano możliwość pozostawiania martwego drewna, a dzisiaj jest to już nie możliwość, ale konieczność. Ze strony niektórych zwolenników lasu jak najbardziej naturalnego padają propozycje, by ilość martwego drewna uczynić głównym kryterium uznawania ochrony za wystarczającą dla niektórych siedlisk naturalnych. Proponuje się przyjąć jako minimalną ilość drewna martwego 20–30 m³/ha w borealnych lasach iglastych i 30–50 m³/ha w liściastych lasach niżowych (Mróz, Pawlaczyk 2013). Gdyby przyjąć tylko 20 m³/ha, to na powierzchni lasów objętych siecią Natura 2000 (1,5 mln ha), powinno rozpaść się w sposób naturalny 30 mln m³ martwego drewna. To z pewnością nie spotkałoby się z życzliwą akceptacją sektora drzewnego, a zapewne budziłoby też niechęć części społeczeństwa. Trzeba znaleźć rozwiązanie tego problemu, a brak naszych polskich badań w tej materii nie przybliży nas do niego.

Problem z martwym drewnem polega z jednej strony na braku wiedzy o roli tego elementu ekosystemu w podtrzymywaniu istnienia gatunków. Badania prowadzone dotychczas były ograniczone przestrzennie, dotyczyły powierzchni próbnych lub niektórych siedlisk. Dlatego ilość, dystrybucja i skład martwego drewna w skali krajobrazu są w zasadzie niewiadome.

Nieznane pozostaje też wzajemne oddziaływanie między złożonymi grupami gatunków wykorzystujących martwe drewno, gdyż prowadzone badania dotyczyły z reguły pojedynczych gatunków lub ich grup (Müller, Bütler 2010).

Stale aktualne jest pytanie, ile powinno być „naturalności”, a ile zaprogramowanego ładu – czasowego i przestrzennego. Jak chronić gatunki i siedliska, nie ingerując w procesy, które często przedmioty ochrony eliminują? Czy należy pozostawiać powierzchnie referencyjne, a jeżeli tak, to ile, i co chcielibyśmy z obserwacji tych powierzchni i procesów na nich zachodzących przenieść do praktyki hodowli lasu?

Wymiar przyrodniczy przenika się ze społecznym, zwłaszcza w tak drażliwych kwestiach jak łowiectwo, a więc hodowla zwierzyny w lesie, też będącej przedmiotem hodowli. Trzecią zainteresowaną stroną są rolnicy, domagający się odszkodowań za straty w uprawach spowodowane przez zwierzynę. Tylko Lasy Państwowe, znakomicie prosperujące finansowo, mogą sobie pozwolić na próbę pogodzenia zbyt wysokich stanów zwierzyny z wymogami hodowli lasu. Czy nią to jednak masowo grodząc uprawy, przegradzając ścieżki zwierzyny, ograniczając przestrzeń niezbędną do jej do życia, zmuszając do szukania pokarmu

poza lasem. Taka polityka nie może trwać dłużej. Koszty przyrodnicze, finansowe i społeczne są zbyt duże. Drogą wyjścia jest obniżenie stanów zwierzyny do takiego poziomu, by szkody w rozgrodzonych uprawach leśnych i rolnych stały się gospodarczo znośne. Należy wprowadzić zasadę przyjętą w Bawarii – „las przed zwierzyną” (Mikoś 2012). Sprawdza się ona w działaniu, sprawiając, że las jest w dobrej kondycji, a myśliwi mają na co polować. Polskie łowiectwo – na tle innych krajów Europy – wydaje się być dobrze zorganizowane, sam model łowiectwa nie różni się jednak pod względem skuteczności regulacji stanów zwierzyny (Borkowski 2012). Konieczna jest analiza niedomagań w tym zakresie i rewizja rozwiązań stosowanych dzisiaj, a nie funkcjonujących prawidłowo.

Spółczesność dawno już przestała być biernym konsumentem dóbr dostarczanych przez lasy, krytycznie podchodzi do przekazu płynącego z Lasów Państwowych, przedstawiającego tylko proochronne aspekty działania leśników. Zasady hodowli lasu, ich praktyczna, widoczna w przestrzeni leśnej realizacja jest poddawana osądowi społecznemu. Wielkość zrębów, intensywność pozyskania, skład upraw czy ilość martwego drewna znajdują szybko recenzentów. Na tą społeczną wrażliwość trzeba znaleźć odpowiedź. Nie musi to być akceptacja wszystkich postulatów, bo to po prostu nie jest możliwe, ale konieczne jest ich uczciwe przeanalizowanie i przyjęcie takich sugestii, które nie burzą zasady zrównoważonego leśnictwa.

Spółczesność oczekuje od lasów doznań zupełnie innych, niż się kiedyś spodziewano. W latach 90. XX w. większość uczonych uważała, że ludzie poszukują specjalnych wartości dostarczanych przez lasy, mają specjalne preferencje, jeżeli chodzi o gatunki drzew. Badania były prowadzone przy założeniu, że wizytujący lasy to „leśnicy-hobbyści”. Naukowcy mieli trudności ze zrozumieniem, że ludzie idąc do lasu, realizują swoje własne, indywidualne cele i potrzeby. Nie interesują ich gatunki drzew ani metody hodowli lasu. Dzisiaj wiemy, że las widziany oczami laika nie może być opisywany terminami używanymi przez leśnika.

Leśnicy, mimo iż stanowią jednorodną, wydawałoby się, grupę, różnią się poglądami na las, co implikuje sposób gospodarowania.

Część leśników uważa las za bardzo wrażliwy ekosystem, zagrożony zniszczeniem w przypadku zbyt gwałtownego naruszenia równowagi. Inni sądzą, że zdolności samoregulacyjne lasów są tak duże, że samodzielnie mogą przezwyciężyć zjawiska katastrofalne, wrócić do równowagi. Pierwsza grupa jest skłonna stosować w praktyce zasady zrównoważonego zarządzania, druga – metody wielkoskalowej produkcji czy wprowadzania gatunków obcych lub plantacji (Schanz 1996).

„Zasady hodowli lasu” z 2012 roku we wstępie zawierają przypomnienie: „... niezbędny jest racjonalny kompromis przy podejmowaniu najważniejszych decyzji gospodarczych i przy trwającym procesie zwiększania lesistości kraju. Las jako dobro publiczne wymaga udziału społeczeństwa w zarządzaniu gospo-

darką leśną, głównie na etapie wdrażania procedur związanych z opracowywaniem planów urządzenia lasu, w tym powiązania planowania urządzeniowego w leśnictwie z planowaniem i zagospodarowaniem przestrzennym oraz poddawania projektu tego planu strategicznej ocenie oddziaływania na środowisko. Miejscem szczególnie silnych powiązań gospodarki leśnej ze społeczeństwem są także leśne kompleksy promocyjne (LKP).”

Prawdziwy dialog społeczny wymaga wykonania trzech kroków: spotkania uczestników, wzajemnego, uważnego wysłuchania argumentów i w końcu – przyjęcia propozycji, które mogą być przedmiotem kompromisu lub, po prostu, wdrożenia. Mam wrażenie, że mimo wielu deklaracji, jesteśmy dopiero na etapie przechodzenia od zapraszania interesariuszy do słuchania. Do akceptacji propozycji innych, niż leśnicy chcieliby usłyszeć, droga jeszcze daleka.

Konflikt między ochroną cennych fragmentów lasu a ich gospodarczym wykorzystaniem przenosi się często na płaszczyznę polityczną. Tak dzieje się przy okazji sporu o ochronę Puszczy Białowieskiej, który staje się przedmiotem debat politycznych. Ilość martwego drewna w białowieskich nadleśnictwach, sposób zwalczania kornika, wielkość pozyskania stają się argumentami w walce politycznej, zamiast być przedmiotem dyskusji naukowców, ekologów i hodowców. Rolą ministra jest tutaj wyważanie racji, podejmowanie bieżących decyzji politycznych.

Gospodarczy, przyrodniczy i społeczny wymiar hodowli lasu mają swój wpływ na wymiar polityczny. Z jednej strony polityka leśna państwa kształtuje sposób prowadzenia gospodarki leśnej, hodowli lasu, z drugiej strony polityka bieżąco realizowana przez ministra środowiska, odpowiedzialnego za lasy, musi brać pod uwagę społeczny i gospodarczy odbiór działań hodowlanych i ocenę ich skutków. Przykładem takich oddziaływań są żądania przemysłu drzewnego, domagającego się większych ilości drewna na rynku. Mogłoby to być zrealizowane przez zwiększenie etatu, obniżenie wieku rębności lub intensyfikację użytkowania. Takie rozwiązania są jednak odrzucane przez organizacje ekologiczne i część społeczeństwa.

Tak, jak nie jest możliwe ani potrzebne ustalenie jednych, na zawsze obowiązujących zasad hodowli lasu, tak nigdy nie skończy się dyskusja o kierunkach zmian i celach hodowli, ale i całego leśnictwa. Ta dyskusja jest sposobem rozwiązywania konfliktu interesów stale obecnych w naszej rzeczywistości.

LITERATURA

- Borkowski J. 2012. Polski system łowiectwa na tle rozwiązań europejskich. W: Problemy współczesnego łowiectwa w Polsce. Warszawa.
- Fraser A. I. 1972. Forest management in Western Greece. Project technical report UNSF/405/GRE/27, FAO, Athens.

- Łukaszewicz J. Zajączkowski J. 2012. Kierunki wzrostu lesistości kraju, utrzymanie stabilności i zdrowotności drzewostanów. W: *Wizja przyszłości polskich lasów i leśnictwa do 2030 roku*. Spała, Polskie Towarzystwo Leśne.
- Mikoś J. 2012. Gospodarka łowiecka w kontekście gospodarki leśnej do 2030 roku. W: *Wizja i przyszłość polskich lasów i leśnictwa do 2030 roku*. Spała, Polskie Towarzystwo Leśne.
- Müller J. Büttler R. 2010. A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. *European Journal of Forest Research*, 129: 981–992.
- Nelson R. 2013. Multiple-use forest management versus ecosystem forest management: A religious question? *Forest Policy and Economics*, 35: 9–20.
- Olaczek R. 2012. Ochrona leśnej przyrody i bioróżnorodności przyrodniczej. W: *Wizja przyszłości polskich lasów i leśnictwa do 2030 roku*. Spała, Polskie Towarzystwo Leśne.
- Mróz W., Pawlaczyk P. 2013. Martwe drewno w lesie jako element monitoringu i oceny stanu ochrony leśnych siedlisk przyrodniczych. www.kp.org.pl/pdf/krakow3/mroz_pawlaczyk_martwe_drewno.pdf
- Rykowski K. 2007. Koniec leśnictwa? W: *Quo Vadis Forestry?* Sękocin Stary, Instytut Badawczy Leśnictwa.
- Schanz H. 1996. *Forstliche Nachhaltigkeit*. Schriften aus dem Institut für Forstökonomie der Universität Freiburg, Band 4, Freiburg.
- Zajączkowski J. 2012. Harmonia tradycji i innowacyjności w hodowlanym zagospodarowaniu lasu warunkiem trwałej wielofunkcyjności. W: *Wizja przyszłości polskich lasów i leśnictwa do 2030 roku*. Spała, Polskie Towarzystwo Leśne.

Jan Szramka

Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych w Warszawie

Hodowla lasu w zasadach gospodarki leśnej

WSTĘP

Hodowla lasu jest podstawowym działem gospodarki leśnej, skupiającym się na kierowaniu procesami lasotwórczymi, przez co pozwala dostarczyć gospodarce narodowej (społeczeństwu) głównie drewno, ale również inne użytki nie-drzewne oraz – niewyceniane do tej pory rynkowo – funkcje pozaprodukcyjne.

Presja działalności człowieka, począwszy od stosowanej niegdyś eksploatacji lasu, a później jego użytkowanie, wymusiły sformułowanie zasad gospodarowania lasem, wśród których hodowla lasu znajduje miejsce szczególne. Człowiek, którego potrzeby oraz sposoby ich zaspokojenia zmieniały się wraz z rozwojem cywilizacji, zmienił swoje postrzeganie lasu ograniczone wcześniej do traktowania lasu wyłącznie jako rezerwuaru drewna i użytków ubocznych. Wraz ze wzrostem poziomu dobrobytu wzrosły potrzeby krajobrazowe, kulturowe, rekreacyjne, przy czym potrzeby te nabrały charakteru egalitarnego – dotyczą ogółu społeczeństwa, a nie tylko uprzywilejowanych jednostek. Dziś wszyscy uczestnicy sceny leśnej zauważają znaczenie społeczeństwa, coraz częściej partycypującego w kreowaniu zasad prowadzenia gospodarki leśnej, w tym także hodowli lasu.

ZASADY GOSPODARKI LEŚNEJ W PRZESZŁOŚCI

W Europie począwszy od średniowiecza las, a w szczególności drewno, stanowił przedmiot stale zwiększającego się zainteresowania. W celu ochrony lasów i zachowania ciągłości produkcji surowca drzewnego sformułowano pierw-

sze zasady gospodarowania lasem. Zostały one opisane w teorii renty leśnej i gruntowej, obejmującej określenie celów gospodarowania z uwzględnieniem planowania hodowlanego. Ujednolicanie zasad gospodarowania lasem znajdowało swoje potwierdzenie w aktach prawnych.

W czasie, kiedy w Europie formułowano zasady gospodarki leśnej (prawo leśne i teorie gospodarowania), Polska była pozbawiona własnej państwowości. Pierwszym ważniejszym aktem prawnym dotyczącym leśnictwa w tym czasie było postanowienie Rady Ministrów z 30 grudnia 1918 roku w przedmiocie ochrony i użytkowania lasów. W kolejnych przepisach Rada Ministrów postanowiła, że lasy mogą być użytkowane tylko na podstawie zatwierdzonych planów gospodarstwa leśnego lub po stwierdzeniu przez państwowych urzędników leśnych, że użytkowanie to nie jest sprzeczne z obowiązującymi przepisami z zachowaniem trwałości i ciągłości użytkowania.

Dzięki rozporządzeniu Prezydenta Rzeczypospolitej z 28 czerwca 1928 roku o statucie przedsiębiorstwa „Polskie Lasy Państwowe” możliwe było utworzenie struktury o charakterze administracyjnej na całym obszarze Rzeczypospolitej o jednolitych zasadach gospodarowania lasem. Ostatecznie strukturę oraz zakres obowiązków i uprawnień Lasów Państwowych ukształtowano dekretem o państwowym gospodarstwie leśnym z 30 września 1936 roku. W kolejnych przepisach dotyczących zachowania i ochrony lasów potwierdzono zasadę, że ogólna powierzchnia lasów i gruntów leśnych nie może ulegać zmniejszeniu. W nowej rzeczywistości gospodarczej, po 1989 roku, doświadczenia minionych dekad były kapitałem, który zaprocentował w obowiązującej do dziś ustawie o lasach, której charakter wpisuje się w międzynarodowe uzgodnienia dotyczące gospodarowania zasobami Ziemi.

ZASADY GOSPODARKI LEŚNEJ PO 1989 ROKU — GENEZA I ZNACZENIE

W 1983 roku Światowa Komisja do spraw Środowiska i Rozwoju, powołana przez Zgromadzenie Ogólne ONZ, opracowała koncepcję zrównoważonego rozwoju. Wyniki zakończonych w 1987 roku prac tej komisji, zostały przyjęte przez państwa europejskie, w tym Polskę, w 1990 roku na konferencji Europejskiej Komisji Ekonomicznej ONZ w Bergen, jako zasady trwałego rozwoju. Dwa lata później, w 1992 roku, podczas konferencji w Rio de Janeiro, tzw. szczyt Ziemi, potwierdzono przyjęty kierunek zaspokajania ludzkich potrzeb.

Rok później, w 1993 roku, w Helsinkach, na Konferencji Ministerialnej Ochrony Lasów w Europie zobowiązano się do rozpoczęcia prac nad programami trwałego i zrównoważonego rozwoju oraz ochrony różnorodności biologicznej.

W Polsce kierunek rozwoju przyjęty na poziomie międzynarodowym znalazł swoje potwierdzenie w ustawie o lasach z 28 września 1991 roku, w której

leśnictwo trwale połączono z ochroną przyrody i ochroną środowiska. Już w art. 1 wskazano, że ustawa „określa zasady zachowania, ochrony i powiększania zasobów leśnych oraz zasady gospodarki leśnej”, a w art. 3 zaznaczono, że „lasem w rozumieniu ustawy jest grunt: [...] przeznaczony do produkcji leśnej”. Wprowadzone w ustawie kryterium przeznaczeniowe – do produkcji leśnej, realizowane jest zgodnie z zasadami prowadzenia gospodarki leśnej sformułowanymi w art. 8, który mówi o:

- a) powszechnej ochronie lasów
- b) trwałości utrzymania lasów,
- c) ciągłości i zrównoważonym wykorzystaniu wszystkich funkcji lasów,
- d) oraz powiększaniu zasobów leśnych.

Trwały i zrównoważony rozwój gospodarki leśnej jest obecnie określany na podstawie sześciu kryteriów (Helsinki 1993), tj. wymagane jest:

- a) stałe powiększanie zasobów leśnych i ich udziału w globalnym obiegu węgla,
- b) zachowanie zdrowotności i żywotności ekosystemów leśnych,
- c) utrzymanie rozwoju produkcyjnych funkcji lasu,
- d) zachowanie, odnawianie i wzmacnianie biologicznej różnorodności w ekosystemach leśnych,
- e) zachowanie i wzmacnianie ochronnych funkcji lasu oraz ochrony zasobów glebowych i wodnych w lasach,
- f) utrzymanie i wzmacnianie funkcji społeczno-ekonomicznej lasu.

W tym kontekście szczególnego znaczenia nabiera art. 7 ustawy o lasach, wyraźnie hierarchizujący cele gospodarki leśnej, stawiając cele ochronne wyżej niż cele produkcyjne, czyni tym samym gospodarkę leśną bardziej „ekologiczną”, wymieniając następujące cele:

- 1) zachowanie lasów i korzystnego ich wpływu na klimat, powietrze, wodę, glebę, warunki życia i zdrowia człowieka oraz na równowagę przyrodniczą,
- 2) ochrona lasów, zwłaszcza lasów i ekosystemów leśnych stanowiących naturalne fragmenty rodzimej przyrody lub lasów szczególnie cennych ze względu na:
 - a) zachowanie różnorodności przyrodniczej,
 - b) zachowanie i ochronę leśnych zasobów genowych,
 - c) walory krajobrazowe,
 - d) potrzeby nauki,
- 3) ochrona gleb i terenów szczególnie narażonych na zanieczyszczenie lub uszkodzenie oraz o specjalnym znaczeniu społecznym,
- 4) ochrona wód powierzchniowych i głębinowych, retencji zlewni, w szczególności na obszarach wododziałów i na obszarach zasilania zbiorników wód podziemnych,
- 5) produkcja, na zasadzie racjonalnej gospodarki leśnej, drewna i produktów ubocznego użytkowania lasu.

Widoczne dążenie do wykorzystania wszystkich funkcji lasu, związane jest z odejściem od kategoryzacji lasów (gospodarstw leśnych) na rzecz koncepcji lasu wielofunkcyjnego (art. 8 pkt 3 ustawy o lasach). W literaturze spotkać można określenia, że leśnictwo wielofunkcyjne jest leśnictwem proekologicznym, a wręcz nawet ekologicznym.

Wyzwaniem dla takiego podejścia jest półnaturalna hodowla lasu, w którym schematyzm w podejmowaniu działań hodowlanych zastępowany jest indywidualną oceną każdego drzewostanu – ekosystemu. Dodatkowo coraz większy udział różnych grup społecznych w decydowaniu o kierunku rozwoju gospodarki leśnej, postulujących z jednej strony zwiększenie znaczenia produkcyjnej funkcji lasu, a z drugiej jej ograniczenie poprzez zwiększenie nacisku na funkcje przyrodnicze (bierna ochrona przyrody), ugruntowane polskim prawodawstwem, dostarcza leśnikom wielu problemów, również o charakterze ekonomicznym. Skłania to leśników i zainteresowane grupy społeczne do ciągłego doskonalenia zasad gospodarowania.

HODOWLA LASU W ZASADACH GOSPODARKI LEŚNEJ — NOWA NISZA SPOŁECZNA, WYZWANIE DLA LEŚNIKÓW

Nowa rzeczywistość społeczno-gospodarcza postawiła leśników przed wieloma wyzwaniami, takimi jak: zalesianie gruntów (w tym rekultywacja), przebudowa drzewostanów, odnowienie naturalne.

Duża podaż nieużytków, w tym gruntów porolnych, była szansą dla zwiększenia lesistości kraju. Od roku 1995 realizacja tego zadania ujęta jest w „Krajowym programie zwiększania lesistości”, zatwierdzonym przez Radę Ministrów¹.

Ze względu na powiększanie zasobów i ochronę gruntów szczególnie istotne są zalesienia:

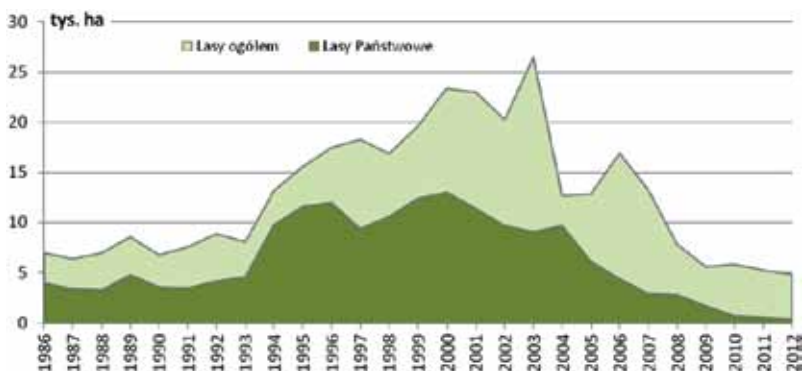
- a) gruntów położonych przy źródłiskach rzek lub potoków oraz na wododziałach,
- b) wzdłuż brzegów rzek oraz na obrzeżach jezior i zbiorników wodnych,
- c) lotnych piasków i wydmy piaszczystych,
- d) stromych stoków, zboczy, urwisk i zapadlisk,
- e) hałd i terenów po wyeksploatowanym piasku, żwirze, torfie i glinie².

Przy zalesianiu gruntów porolnych istotne jest wykorzystanie sukcesji naturalnej, kęp i grup nalotów i podrostów oraz wprowadzanie w pierwszym etapie gatunków przedplonowych.

W latach 1995–2012, w trakcie obowiązywania „Krajowego programu zwiększania lesistości”, zalesiono łącznie 266,4 tys. ha gruntów (ryc. 1).

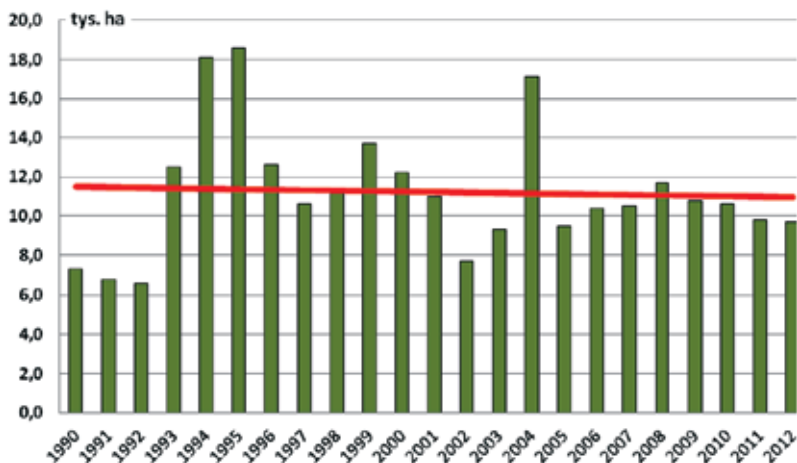
¹ Ustawa o lasach, art. 14, par. 2, pkt 2a.

² Ustawa o lasach, art. 14.



Rycina 1. Rozmiar zalesień (sztucznych) w Polsce w latach 1991–2012 (Raport o stanie lasów w Polsce, 2012)

Realizując cele gospodarki leśnej opartej na podstawach proekologicznych, Lasy Państwowe w sytuacji zagrożenia trwałości lasu przebudowują drzewostany, dostosowując ich skład gatunkowy do właściwości siedliska³. Celem przebudowy monokultur oraz drzewostanów znajdujących się pod wpływem przemysłu jest uzyskanie drzewostanu optymalnie wykorzystującego możliwości produkcyjne siedliska, o właściwej strukturze przestrzennej i odpowiedniej formie zmieszania, mniej wrażliwego na różne czynniki szkodotwórcze. Przebudowa jest długotrwałym i skomplikowanym procesem przywracania naturalnej równowagi przyrodniczej w lesie i kształtowania wzajemnie korzystnych powiązań między lasem a jego społeczno-gospodarczym otoczeniem, zapewniających możliwość pełnienia funkcji pozaprodukcyjnych (ryc. 2).

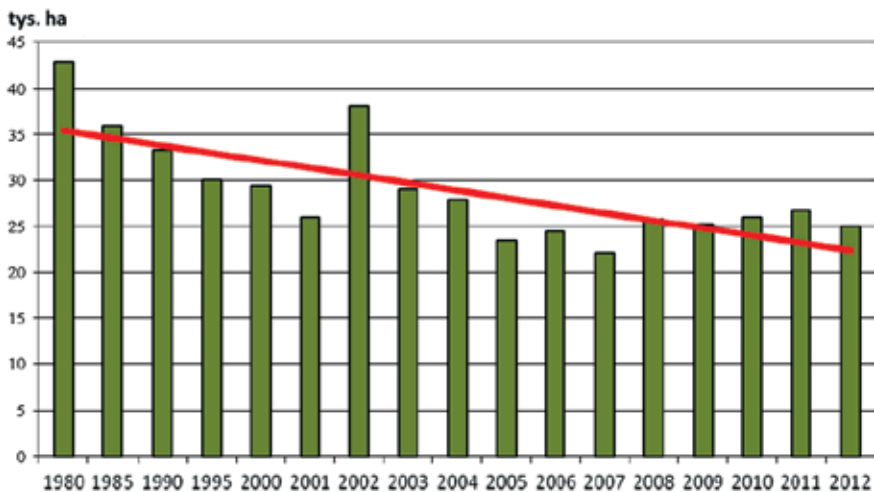


Rycina 2. Powierzchnia przebudowy drzewostanów w LP w latach 1990–2012

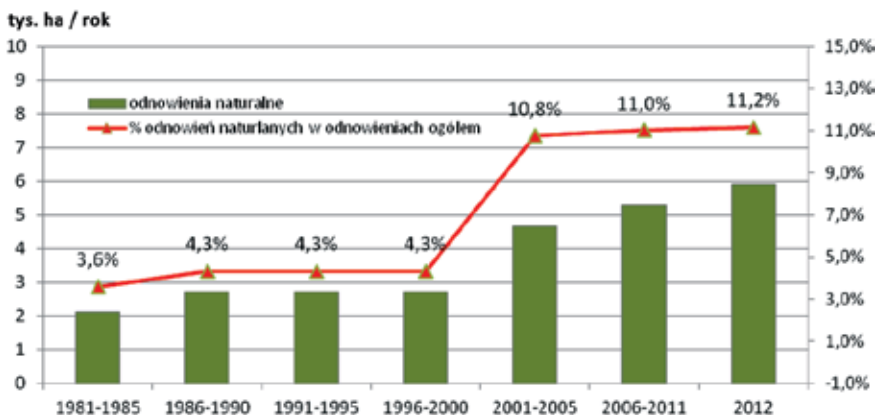
³ Ustawa o lasach, art. 6, par. 1, pkt 4.

Zwiększanie udziału gatunków liściastych w drzewostanach wpisuje się zatem w przyjętą w 1997 roku „Politykę leśną państwa”, która zakłada poprawę różnorodności biologicznej, w tym zróżnicowania przyrodniczego lasów poprzez zwiększenie udziału drzewostanów mieszanych.

Coraz większe znaczenie w procesie przemiany pokoleń w lasach odgrywają odnowienia naturalne, istotne ze względu na zwiększenie różnorodności biologicznej. Odnowienia naturalne mogą być wykorzystane jako element przebudowy drzewostanów. Determinantem takiego działania może być wybór właściwej rębni. Warto zaznaczyć zmniejszenie udziału rębni zupełnej na korzyść rębni złożonych, ukierunkowujących siły natury do osiągnięcia przyjętego celu hodowlanego (ryc. 3 i 4).



Rycina 3. Powierzchnia zrębów zupełnych w latach 1980–2012 w tys. ha



Rycina 4. Średnia powierzchnia odnowień naturalnych w LP w latach 1981–2012 oraz udział odnowień naturalnych w odnowieniach ogółem

Zmiana oczekiwań różnych grup społecznych wobec lasów i pełniących przez nie funkcji zmieniła podejście do zasad prowadzenia gospodarki leśnej. Przykładem szczególnym jest tu pozostawianie martwego drewna w lasach do naturalnego rozpadu dla zwiększania i ochrony różnorodności biologicznej w ekosystemach leśnych. Ilość drewna martwego pozostawianego w lasach zwiększono z 2 m³/ha w połowie lat 90., do 9,6 m³/ha obecnie (wg danych IBL na podstawie 438 powierzchni doświadczalnych). Ważnymi dla hodowli lasu postulatem jest pozostawianie kęp starodrzewu na zrębach zupełnych w celu zróżnicowania struktury przestrzennej i wiekowej, umożliwiającej migrację organizmów związanych z obecnością starych drzew oraz wzbogacenie mikrosiedlisk. Działaniem o dużym znaczeniu dla zachowania różnorodności biologicznej fauny i flory jest kształtowanie stref ekotonowych, mających duże znaczenie wiatrochronne.

Wyjściem naprzeciw oczekiwaniom społeczeństwa było utworzenie leśnych kompleksów promocyjnych (LKP), obszarów o dominującej funkcji ekologicznej, edukacyjnej i społecznej, których działalność określa jednolity program gospodarczo-ochronny⁴ nadzorowany przez radę naukowo-społeczną.

Celem ustanowienia leśnych kompleksów promocyjnych było:

- 1) wszechstronne rozpoznanie stanu biocenozy leśnej na ich obszarze i warunków jej bytowania oraz trendów zachodzących w nich zmian,
- 2) trwałe zachowanie lub odtwarzanie naturalnych walorów lasu metodami racjonalnej gospodarki leśnej prowadzonej na podstawach ekologicznych,
- 3) integrowanie celów trwałej gospodarki leśnej i aktywnej ochrony przyrody,
- 4) promowanie wielofunkcyjnej i zrównoważonej gospodarki leśnej przy wykorzystaniu wsparcia finansowego ze środków krajowych i zagranicznych,
- 5) prowadzenie prac badawczych i doświadczalnictwa leśnego w celu wyciągnięcia wniosków dotyczących możliwości i warunków upowszechniania zasad ekorozwoju na całym obszarze działania Lasów Państwowych,
- 6) prowadzenie szkoleń Służby Leśnej i edukacji ekologicznej społeczeństwa.

Dla hodowli lasu priorytetem na obszarach LKP jest identyfikowanie walorów przyrodniczo-leśnych, w celu podjęcia działań w zakresie odnowień naturalnych, sukcesji i przebudowy drzewostanów. Efekty prac badawczych oraz doświadczeń prowadzonych w LKP są później wdrażane w całych Lasach Państwowych. LKP stanowią więc forum współpracy leśników ze społeczeństwem. W radach naukowo-społecznych każdego LKP zasiadają bowiem przedstawiciele lokalnych władz samorządowych, ludzie nauki, reprezentanci organizacji pozarządowych, przemysłu drzewnego, lokalnych mediów, osoby obdarzone szczególnym zaufaniem społeczności lokalnych. Ta **rodzima idea** promowania ekologicznego leśnictwa realizowana jest w 25 LKP na powierzchni **1222 tys. ha**.

⁴ Ustawa o lasach, art. 13b.

LKP są polską propozycją realizacji polityki leśnej będącej wynikiem zaakceptowania przez Polskę zobowiązań z Helsinek, które wskazywały, iż sposoby zagospodarowania lasów i kształtowania produkcji leśnej winny uwzględniać specyfikę warunków, w których będą realizowane oraz pozostawać w zgodzie z ekologicznymi oraz społecznymi funkcjami lasów⁵. Hodowla lasu powinna być ukierunkowana na łagodzenie i unikanie konfliktów między podstawowymi funkcjami lasu: przyrodniczą, gospodarczą i społeczną, na drodze racjonalnego kompromisu.

Dla realizacji celów gospodarki leśnej w PGL LP szczególne znaczenie mają „Zasady hodowli lasu” stanowiące zbiór wskazówek z zakresu gospodarki nasiennej, szkółkarskiej, odnowień i zalesień, pielęgnowania lasu oraz użytkowania przedrębного i rębного. Wytyczają one ramy działań podejmowanych w kolejnych etapach cyklu produkcyjnego, zapewniających funkcjonowanie ekosystemu leśnego w formie zbliżonej do naturalnej.

Doświadczenia ostatnich lat dowodzą, że kierunek rozwoju hodowli lasu jest zgodny z zasadami trwałego i zrównoważonego rozwoju gospodarki leśnej, postulowanymi na poziomie międzynarodowym, a kierunek zmian zasad hodowli lasu – oparty na naturalnych procesach przyrodniczych – dobrze odbierany przez społeczeństwo.

LITERATURA

- Klocek A., Rutkowski B. 1986. Optymalizacja regulacji użytkowania rębного drzewostanów. Warszawa, PWRiL.
- Polityka Leśna Państwa z 1997. Warszawa, Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. www.mos.gov.pl/g2/big/2009_04/34ba398d45e363aed16d2ad3b015136a
- Radecki W. Miejsce lasów i gospodarki leśnej w strukturze prawa w Polsce w ujęciu historycznym. Konferencja „Społeczny wymiar lasów”, 22 kwietnia 2005 r., Uniwersytet Warszawski.
- Raport o stanie lasów w Polsce. 2012. CILP, Warszawa.
- Szujecki A. Leśnictwo a wyzwania cywilizacyjne XXI. W: Kongres Leśników Polskich, 24–26 IV 1997 r., Warszawa.
- Ustawa o lasach z 1991 roku (z późn. zmianami) (Dz. U. 91.101.444).
- Zarządzenie nr 30 dyrektora generalnego LP z dnia 19.12.1994 r. w sprawie leśnych kompleksów promocyjnych. Warszawa, DGLP (nowelizacja w 2001 roku).
- Zasady hodowli lasu. 2012. Warszawa, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych.

⁵ Polityka Leśna Państwa, str. 6.

Marek Degórski

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN w Warszawie

Miejsce lasu w gospodarce przestrzennej kraju

WSTĘP

Optymalne wykorzystanie zasobów środowiska przyrodniczego oraz ochrona jego najcenniejszych fragmentów są przesłanką – oprócz społecznej i gospodarczej – przestrzennego zagospodarowania państw Unii Europejskiej zgodnie z koncepcją zrównoważonego rozwoju, europejską konwencją krajobrazową i europejską perspektywą rozwoju przestrzennego. Jednym z najważniejszych zasobów naturalnych środowiska, pełniącym w nim wiele funkcji, zarówno przyrodniczych, jak i społeczno-gospodarczych, są lasy, stanowiące istotny element struktury przestrzennej każdego kraju, tworzące ład przestrzenny i wpływające na jakość środowiska przyrodniczego, wartość krajobrazu i jakość życia człowieka.

Poszukiwanie najlepszych rozwiązań w hodowli lasu, określenie wskaźników lesistości optymalnych ze względu na funkcjonowanie systemu przyrodniczego, jak i na przestrzenne rozmieszczenie kompleksów leśnych, to zadania, jakie stoją przed leśnikami, zadania, które są jednocześnie wyzwaniem o znaczeniu ogólnospołecznym. W kontekście gospodarki przestrzennej zostały one zdefiniowane w polskich dokumentach strategicznych, między innymi eksperckim projekcie „Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju do roku 2030” (Degórski 2008a, Korcelli i in. 2010), a następnie w dokumencie rządowym przyjętym przez sejm w dniu 15 czerwca 2012 roku. Na podstawie tego dokumentu, 4 czerwca 2013 r. rada ministrów przyjęła plan działań służący realizacji „Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju do roku 2030”, co otwiera drogę do podejmowania działań umożliwiających wdrażanie oczekiwanego przez planistów dokumentu. Wśród innych dokumentów o charakterze operacyjnym należy jeszcze wymienić „Strategię zrównoważonego rozwoju wsi,

rolnictwa i rybactwa na lata 2012–2020”, przyjętą przez radę ministrów w dniu 25 kwietnia 2012 roku, czy też „Strategię rozwoju kraju 2020”, przyjętą przez radę ministrów w dniu 25 września 2012 roku.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie lasu jako elementu przestrzeni, podlegającego procesom zarządzania i planowania w krajobrazie, mających na celu zarówno ochronę jego najcenniejszych zasobów, jak i tworzenie podstaw społeczno-gospodarczego rozwoju regionów.

LASY W STRUKTURZE PRZESTRZENNEJ KRAJU

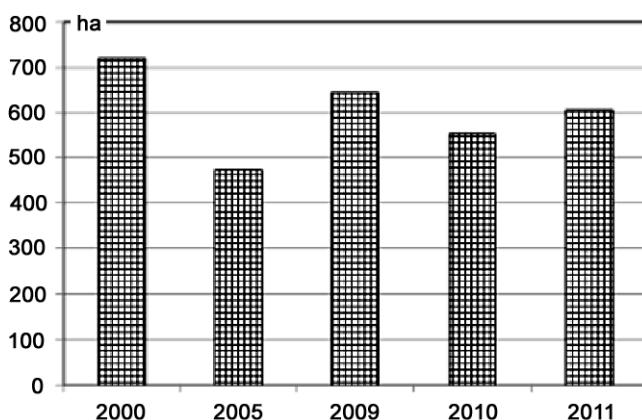
Las należy do pierwotnych form struktur przestrzennych naszej planety. Około 8 tysięcy lat temu stanowił ponad 50% powierzchni lądów. W Europie środkowej jego udział w ogólnej powierzchni poszczególnych regionów na początku holocenu sięgał blisko 80–90%. To człowiek przekształcał obszary leśne, głównie w pola uprawne, intuicyjnie kierując się na początku tego procesu żyznością siedlisk, ale w miarę rozwoju demograficznego i tak zwanego głodu ziemi, wkraczając na obszary ubogie pod względem troficznym.

Już w XIX wieku w wielu regionach Polski lesistość była o wiele niższa niż obecnie, w niektórych nawet deforestacja była prawie całkowita (Degórska 1996). Dopiero druga połowa XX wieku charakteryzowała się ponownym wzrostem lesistości Polski, głównie kosztem gruntów ornych zajmujących najslabsze gleby V i VI klasy bonitacyjnej (Degórski 2008a, Korcelli i in. 2010), jakkolwiek wzrost ten nie miał dużego wpływu na polepszenie spójności systemu przyrodniczego Polski (Degórski 2009a).

W miarę rozwoju cywilizacyjnego, który zachodził w ostatnich dekadach, polegającego na rozbudowywaniu sieci osadniczej, sieci infrastruktury powierzchniowej i liniowej oraz na wzroście presji innych form oddziaływania człowieka na środowisko, zmniejszała się powierzchnia obszarów cennych przyrodniczo oraz następowała ich coraz silniejsza fragmentacja. W wyniku działalności człowieka rośliny i zwierzęta żyjące niegdyś w warunkach pierwotnej przyrody zostały zmuszone do bytowania na coraz mniejszych i rozdzielonych obszarach, co jest bezpośrednią przyczyną zmniejszania się potencjału biotycznego środowiska oraz jego różnorodności biologicznej. W warunkach pierwotnych oraz słabej antropopresji osobniki gatunków zasiedlających rozległe tereny mogły się rozwijać na przestrzeni tysięcy kilometrów, dzisiaj są oddzielone barierami tworzonymi przez człowieka, często bardzo trudnymi do przekroczenia.

Jedną z głównych charakterystyk zagospodarowania przestrzennego każdego kraju jest struktura użytkowania ziemi, szczególnie istotna w celu oceny stopnia przekształcenia antropogenicznego środowiska, wyrażonego poprzez udział powierzchni zurbanizowanej, zajętej przez sieci infrastruktury transportowo-

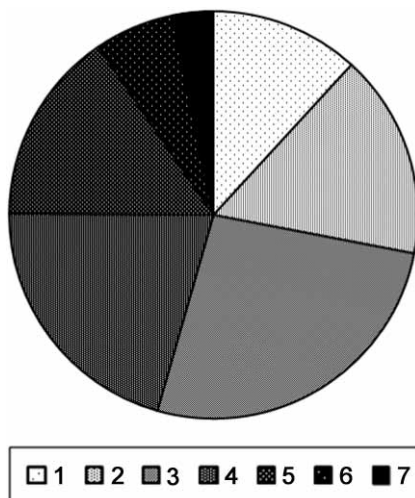
-komunikacyjnej czy też powierzchni industrialnej. W Polsce dominującą formą użytkowania przestrzeni są nadal grunty wykorzystywane przez rolnictwo. Obserwuje się jednak ciągle zmniejszenie udziału użytków rolnych w ogólnej powierzchni lądowej kraju z 60% na początku lat dziewięćdziesiątych minionego wieku do ok. 49,4% w 2011 r. (Ochrona środowiska 2012) i przeznaczanie tych gruntów pod inwestycje komunikacyjne, osadnicze i przemysłowe. Odmienne jest natomiast trend dotyczący gruntów leśnych, których udział w powierzchni kraju systematycznie rośnie, z 20,8% w 1946 roku do 29,9% w 2011 r. (Ochrona środowiska 2012), jakkolwiek również w ostatnich latach około 600 ha lasu przeznaczanych jest co roku na cele nierolnicze i nieleśne (ryc. 1). Należy podkreślić, że odwróceniu uległa tendencja przeznaczania gruntów leśnych na cele rolne. Obecnie zalesia się więcej gruntów rolnych, co w bilansie ogólnym poprawia lesistość kraju, a roczny ubytek powierzchni leśnej w stosunku do całkowitej powierzchni lasów w Polsce z tytułu przeznaczania jej na cele nierolnicze i nieleśne wynosi zaledwie 0,006%.



Rycina 1. Grunty leśne wyłączone na cele nierolnicze i nieleśne w wybranych latach ostatniej dekady (Ochrona środowiska 2012)

Realizowany od roku 1995 „Krajowy program zwiększania lesistości” zakłada docelowy udział lasów w całkowitej powierzchni kraju w roku 2050 na poziomie 33%. Jest to założenie bardzo ważne ze względu na usprawnienie funkcjonowania całego systemu środowiska przyrodniczego. Biorąc pod uwagę, że obecna lesistość Polski, liczona jako udział lasów i zadrzewień w ogólnej powierzchni kraju (29,9%), jest niższa od średniej europejskiej, która kształtuje się na poziomie 31,1%, oraz wyniki badań i prac studialnych dotyczących określenia racjonalnej lesistości Polski, czyli z uwzględnieniem struktury użytkowania gruntów, rozwoju cywilizacyjnego oraz stanu środowiska, optymalną lesistość dla Polski należy ocenić na około 33–34%. Należy jednak podkreślić, że istotna jest nie tylko wartość wskaźnika lesistości, który jest miarą odnoszącą się głównie do

ogólnych prawidłowości struktury przestrzennej, ale również rozmieszczenie lasów i ich wiek. W Polsce głównym problemem przestrzennym występowania obszarów leśnych jest ich nierównomierne rozmieszczenie i zróżnicowany wiek drzewostanów. Największą lesistością odznaczają się: województwo lubuskie – jego część zachodnia i północno-zachodnia, gdzie występują zwarte kompleksy leśne, a lesistość przekracza 50%, oraz Karpaty, Pojezierze Suwalskie i Mazurskie, jak i część obszarów wyżynnych. W środkowej Polsce udział lasów jest natomiast znacznie poniżej średniej krajowej (województwo łódzkie), co ma skutki społeczne (pogorszenie warunków higieniczno-bytowych ludności poprzez ograniczenie możliwości rekreacji i wypoczynku) oraz przyrodnicze (zerwanie ciągłości korytarzy ekologicznych, a tym samym spójności sieci ekologicznej kraju). Innym istotnym problemem jest bardzo duże rozdrobnienie i rozproszenie kompleksów leśnych. Tylko na obszarach w zarządzie Lasów Państwowych występuje kilkadziesiąt tysięcy kompleksów leśnych o powierzchni kilku hektarów i mniejszych. W lasach prywatnych sytuacja jest znacznie gorsza. Przeciętna powierzchnia prywatnego gospodarstwa leśnego, oscylująca wokół 1 ha, niekiedy składa się z kilku działek ewidencyjnych. Pod względem wieku w Polsce dominują lasy 40–60-letnie, które stanowią blisko 25% ogólnej powierzchni lasów. Drzewostany stare, ponad 100-letnie, to tylko 9% powierzchni polskich lasów (ryc. 2). Wiek drzewostanów to bardzo istotny czynnik wpływający na kondycję lasu, a przede wszystkim na jego funkcje ekologiczne, polegające na akumulacji materii organicznej czy też na kształtowaniu naturalnej odporności na czynniki degradujące.

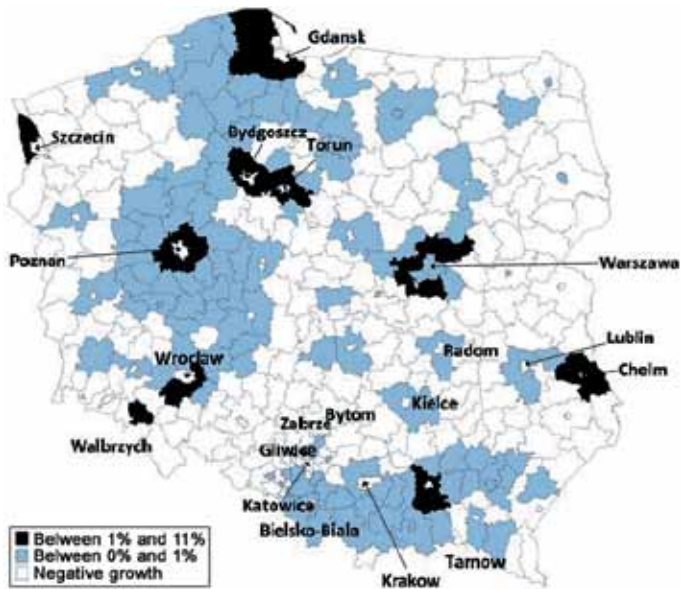


Rycina 2. Struktura powierzchni drzewostanów w Lasach Państwowych według klas wieku w 2011 roku (wg Dawidziuk 2012): 1 do 7 – klasy wiekowe drzewostanu: 1 – <20 lat, 2 – 21–40, 3 – 41–60, 4 – 61–80, 5 – 81–100, 6 – 101–120, 7 – >120 lat

W przypadku polskich lasów problemem jest zły stan zdrowotny części drzewostanów) oraz dominacja monokultur sosnowych (udział bardziej odpornych na zanieczyszczenia atmosferyczne lasów liściastych wynosi tylko 22,5%). Jakkolwiek w okresie transformacji gospodarczo-społecznej, czyli ostatnim ćwierćwieczu, stan sanitarny lasów uległ znacznej poprawie, zmniejszyły się dysproporcje udziału lasów uszkodzonych w poszczególnych regionach kraju i powiększyła się powierzchnia zajmowana przez lasy zdrowe, głównie dzięki zmniejszeniu emisji zanieczyszczeń do atmosfery, to poziom uszkodzenia polskich lasów nadal jest jednym z najwyższych w Europie. Udział drzewostanów o średniej i dużej defoliacji wynosi około 16% (Wawrzoniak i in. 2010). Negatywny wpływ na zdrowotność naszych lasów w ostatnich dwu dekadach wywierała również nadmierna penetracja przez zbieraczy runa leśnego, presja turystyki i rekreacji, nadmierny wyrąb w lasach prywatnych, ciągle duża liczba pożarów. Pomimo wyraźnej poprawy w tym zakresie, polskie lasy są nadal zagrożone zarówno przez silną antropopresję, jak i naturalną degradację.

Kolejnym bardzo istotnym zagadnieniem związanym z infrastrukturalną wartością lasów jest ich udział w rozwoju sieci ekologicznej na wszystkich poziomach organizacji przestrzennej, od skali lokalnej do ponadregionalnej. W Polsce, z uwagi na zaszczości historyczne związane z deforestacją znacznych obszarów kraju, poszukuje się rozwiązań przestrzennych, które umożliwiłyby uzyskanie większej ekologicznej spójności obszarów oraz wzrost potencjału biologicznego. Odbudowanie i utrzymanie ciągłości systemu przyrodniczego stało się jednym z nadrzędnych celów „Koncepcji przestrzennego zagospodarowania kraju do roku 2030” (KPZK) w zakresie funkcjonowania środowiska, poprawy jakości życia człowieka i ochrony najcenniejszych walorów przyrodniczych i krajobrazowych kraju. KPZK jako dokument regulujący planowanie przestrzenne na szczeblu krajowym, którego cele określone zostały w artykułach 46 i 47 ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. 80, poz. 717 z 2003 roku), określa ramowe działania operacyjne. Szczególnie jest to ważne w warunkach ciągłego i obecnie bardzo szybkiego rozwoju gospodarczego kraju, gdyż w wyniku inwestycji infrastrukturalnych o przebiegu liniowym, rozwoju obszarów zurbanizowanych oraz wzrostu liczby ludności w niektórych regionach kraju (ryc. 3) nasilać się będzie dalsza fragmentacja obszarów przyrodniczo cennych, w tym lasów. Dlatego też konieczne jest prowadzenie świadomej polityki przestrzennej, której jednym z zadań będzie odtwarzanie i zachowanie spójności przestrzeni przyrodniczej (ryc. 4).

Ze względu na funkcjonowanie środowiska przyrodniczego, w każdej skali przestrzennej, od lokalnej do ponadregionalnej, dużą rolę odgrywają obszary cenne przyrodniczo (biocentra) oraz korytarze ekologiczne (Degórski 2009b). W Polsce szczególne znaczenie mają dwa podsystemy korytarzy ekologicz-



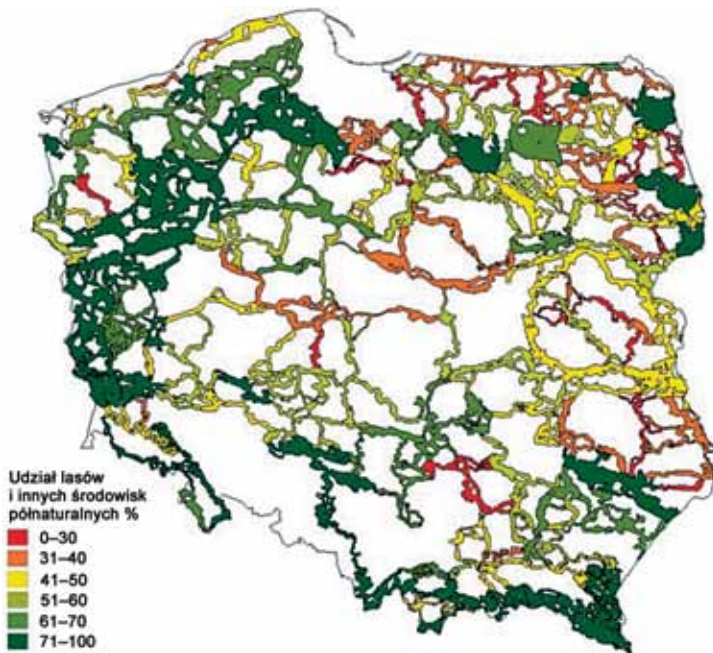
Rycina 3. Zmiany liczby ludności według powiatów w latach 1998–2008; kolor czarny wskazuje obszary podlegające silnej urbanizacji (wg Raport Polska 2011)



Rycina 4. Specjalne obszary ochrony siedlisk Natura 2000 (ciemny odcień) oraz proponowana sieć korytarzy ekologicznych (wg Ministerstwa Środowiska, 2007)

nych: korytarze tworzone przez rzeki (różnej wielkości) i ich doliny oraz łądowe korytarze migracyjne dużych zwierząt, które winny być objęte specjalną regulacją prawną (Degórski 2009a). Ich podstawowym celem jest zapewnienie warunków sprzyjających migracji organizmów (flory i fauny), która może odbywać się na dwa sposoby. Pierwszy z nich polega na powolnym zasiedlaniu obszarów położonych w korytarzu ekologicznym i stopniowym, z pokolenia na pokolenie, przechodzeniu danej populacji do innych regionów. Tym sposobem migrują przeważnie rośliny lub niewielkie zwierzęta. Drugim sposobem jest traktowanie korytarza jak szlaku, którym pojedyncze osobniki lub grupy osobników przechodzą w celu szukania innych korzystnych siedlisk. Poza funkcją migracyjną i funkcją wzbogacania różnorodności biologicznej, korytarze ekologiczne pełnią również wiele innych zadań. Tworzą na przykład ostoje dla wielu gatunków zwierząt, które nie są przystosowane do środowiska otaczającego korytarze. Ponadto wytwarzają barierę dla części szkodników oraz hamują oddziaływanie wiatru, zwiększają wilgotność i zatrzymują zanieczyszczenia powietrza. Korytarze winny obejmować obszary o najmniej przekształconej strukturze środowiska przyrodniczego i zawierać jak najwięcej powierzchni z roślinnością seminaturalną, czyli leśną, torfową, bagienną, itd. Winny również tworzyć spójną całość (sieć ekologiczną), co wymaga zabiegów technicznych w wielu regionach Polski, szczególnie w środkowej części naszego kraju. Polegać one powinny między innymi na zalesianiu lub zadrzewianiu terenów wyznaczonych jako korytarze ekologiczne. W województwach mazowieckim czy łódzkim, w których średnia lesistość jest niższa o blisko 8–9% od średniej krajowej, obszary uznane za korytarze ekologiczne winny być objęte programem zalesiania, gdyż miejscami są to obszary pozbawione lasów lub też charakteryzujące się bardzo niskim wskaźnikiem lesistości (ryc. 5). Podobne problemy występują również w północno-wschodniej Polsce, między innymi w województwie warmińsko-mazurskim, gdzie lesistość wyznaczonych korytarzy jest bardzo niska, poniżej 30%. Najlepsza sytuacja pod tym względem jest w województwach podkarpackim, dolnośląskim, lubuskim i zachodniopomorskim, na obszarze których lesistość większości wyznaczonych korytarzy waha się od 70 do 100%.

Las odgrywa bardzo ważną rolę również w kształtowaniu jakości warunków życia w obszarach zurbanizowanych. W naszym kraju rozwój obszarów miejskich to także wzrost zanieczyszczeń komunikacyjnych, ponieważ przy olbrzymim niedorozwoju infrastruktury i niskiej jakości usług oferowanych przez transport publiczny, dojazdy do pracy opierają się głównie na prywatnym transporcie samochodowym, powodującym znaczny wzrost zanieczyszczeń komunikacyjnych, zwłaszcza w strefie śródmiejskiej dużych miast oraz przy trasach dojazdowych, co pogarsza niemal codzienne zjawisko kongestii. Korytarze transportowe przebiegające przez polskie miasta to często korytarze dymne. Ponadto w niektórych śródmiejskich obszarach, w obrębie części



Rycina 5. Udział lasów i innych środowisk półnaturalnych w powierzchni korytarzy ekologicznych według bazy CORINE Land Cover (wg Pieruzek-Nowak i Mysłajek 2009)

staromiejskiej, funkcjonuje jeszcze ogrzewanie piecowe. Zanieczyszczenia wprowadzają do atmosfery liczne lokalne kotłownie oraz wielki przemysł, towarzyszący niemal każdej wielkiej aglomeracji miejskiej. Oprócz bezpośredniego wpływu na zdrowie, zanieczyszczenie zwłaszcza tlenkami azotu, uważanymi za wskaźnik zanieczyszczeń komunikacyjnych, oraz metanem i lotnymi związkami organicznymi, w warunkach wysokich temperatur emitowanymi ze składowisk odpadów, zwiększają zagrożenia dla zdrowia poprzez wpływ na wzrost stężenia ozonu. Dlatego też tak istotna pozostaje łączność infrastruktury zieleni miast z krajową siecią ekologiczną. Analiza uwarunkowań przyrodniczych i położenia największych miast kraju (powyżej 50 tysięcy mieszkańców) w kontekście przebiegu korytarzy ekologicznych wykazała, iż są one znacznie zróżnicowane. Powtarzalność potencjału przyrodniczego miast i ich usytuowania w systemie przyrodniczym kraju pozwoliła na wydzielenie siedmiu grup charakterystycznych dla określonych typów miast (Degórski 2008a).

Pierwszą grupę stanowią miasta położone w dolinach dużych rzek, będących często odcinkami pradolinnymi, stanowiącymi główne korytarze ekologiczne systemu krajowego i ponadkrajowego. Miasta te stykają się z dużymi kompleksami leśnymi, będącymi również terenami migracji roślin i zwierząt, czę-

sto stanowiącymi obiekty ochrony prawnej, jak rezerwaty, parki narodowe czy też parki krajobrazowe. Do miast tych zaliczono: Warszawę, Gdańsk, Szczecin, Bydgoszcz, Włocławek i Kędzierzyn-Koźle.

Drugą grupę stanowią miasta mające na swym obszarze rzeki o różnym stopniu wykształcenia doliny, będące główną osią systemu przyrodniczego miasta. Miasta te, podobnie jak wyróżnione w pierwszej grupie, stykają się z obszarami leśnymi, często dużymi kompleksami będącymi elementami struktury przestrzennej sieci ekologicznej. Do tej grupy miast zaklasyfikowano: Białystok, Kielce, Olsztyn, Bielsko-Białą, Rybnik, Tychy, Elbląg, Koszalin, Słupsk, Białą Podlaską, Nowy Sącz, Jelenią Górę, Łomżę, Mielec, Ostrołękę, Ostrowiec Świętokrzyski, Piłę, Przemyśl, Starachowice, Tarnowskie Góry, Zawiercie i Tomaszów Mazowiecki.

Grupę trzecią tworzą miasta posiadające na swym obszarze dolinę dużej rzeki, będącej często korytarzem ekologicznym o znaczeniu krajowym lub ponadkrajowym, mające w swoim sąsiedztwie obszary leśne o dużej wartości przyrodniczej, nie posiadające jednak bezpośredniej łączności z nimi. Łączność ta odbywa się poprzez system dolinny oraz system obszarów otwartych. Grupę tą stanowią: Kraków, Wrocław, Poznań, Częstochowa, Toruń, Płock, Opole, Gorzów Wielkopolski, Grudziądz, Głogów, Konin, Stalowa Wola, Tczew.

Grupa czwarta to miasta posiadające na swoim obszarze rzeki mniejsze niż w miastach zaklasyfikowanych do grupy trzeciej, ale o podobnych powiązaniach z obszarami cennymi przyrodniczo, często będących fragmentami korytarzy ekologicznych. Do tej grupy zaliczono: Lublin, Radom, Sosnowiec, Gliwice, Zabrze, Rzeszów, Kalisz, Tarnów, Legnicę, Będzin, Chełm, Ełk, Belchatów, Gniezno, Inowrocław, Jastrzębie Zdrój, Jaworzno, Mysłówice, Ostrów Wielkopolski, Pabianice, Piekary Śląskie, Pruszków, Racibórz, Siedlce, Siemianowice Śląskie, Stargard Szczeciński, Suwałki, Świdnicę, Świętochłowice, Zamość, Zgierz, Żory.

Kolejną grupę miast tworzą organizmy miejskie pozbawione cieków wodnych znaczących z przyrodniczego punktu widzenia, ale mające łączność z dużymi kompleksami leśnymi. Miasta tej grupy to: Gdynia, Dąbrowa Górnicza, Wałbrzych, Zielona Góra, Leszno, Piotrków Trybunalski.

Szóstą grupę stanowią miasta nie posiadające na swoim obszarze znaczących z przyrodniczego punktu widzenia cieków wodnych i mające w swoim otoczeniu lasy charakteryzujące się znaczną fragmentacją. Do grupy tej zaliczono: Łódź, Katowice i Rudę Śląską, Legionowo, Lubin.

Ostatnia grupa to miasta nie posiadające w swoim otoczeniu obszarów cennych przyrodniczo. Są to dwa miasta konurbacji górnośląskiej: Bytom i Chorzów.

Typologię największych miast Polski (ponad 100 tys.) z uwagi na łączność ich infrastruktury zielonej z zewnętrzną siecią ekologiczną przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Typologia największych miast Polski (ponad 100 tys. mieszkańców) z uwagi na łączność ich infrastruktury zielonej z zewnętrzną siecią ekologiczną

Nr	Miasto	Korytarz dolinny, rzeczny	Kompleksy leśne
Miasta z doliną dużej rzeki i bezpośrednim sąsiedztwie kompleksów leśnych			
1	Warszawa	Wisła	Puszcza Kampinoska, Puszcza Stupecka, lasy Mazowieckiego PK, Chojnowskiego PK
2	Gdańsk Wisła, Zatoka Gdańska	Lasy Trójmiejskiego PK	
3	Szczecin	Odra	Puszcza Bukowa, Puszcza Goleniowska, Puszcza Wkszańska
4	Bydgoszcz	Wisła, Brda	Puszcza Bydgoska
5	Włocławek	Wisła, Zgłowiączka	Lasy Gostynińsko-Włocławskiego PK, lasy Kotliny włocławsko-toruńskiej
Miasto z rzeką i w bezpośrednim sąsiedztwie kompleksów leśnych			
6	Białystok	Biała	Lasy PK Puszcza Knyszyńska
7	Kielce	Silnica	Lasy Chęcińsko-Kieleckiego PK, Puszcza Świętokrzyska
8	Olsztyn	Łyna	Lasy Pojezierza Olsztyńskiego
9	Bielsko-Biała	Biała	Lasy Beskidu Małego i Beskidu Śląskiego
10	Rybnik	Ruda	Lasy PK Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich, Lasy Raciborskie,
11	Tychy	Gostyń	Lasy Kobiórskie, Lasy Pszczyńskie
12	Elbląg	Łyna, Zalew Wiślany	Lasy Wysoczyzny Elbląskiej (PK Wysoczyzny Elbląskiej)
13	Koszalin	Dzierżęcinka	Lasy Polanowsko-Bytowskie
14	Słupsk	Słupia	Lasy Doliny Słupi, lasy PK Dolina Słupi
Miasta z doliną dużej rzeki i sąsiedztwem kompleksów leśnych połączonym z miastem przez system dolinny i/lub terenów otwartych			
15	Kraków	Wisła	Puszcza Niepołomnicka
16	Wrocław	Odra	Lasy Stobrawskiego PK
17	Poznań	Warta	Lasy Wielkopolskiego Parku Narodowego, Rogalińskiego PK, PK Puszcza Zielonka
18	Częstochowa	Warta	Lasy nad Górną Liswartą PK, lasy PK Orlich Gniazd

Nr	Miasto	Korytarz dolinny, rzeczny	Kompleksy leśne
19	Toruń	Wisła, Drwęca	Lasy Kotliny Toruńskiej
20	Płock	Wisła	Lasy Włocławsko-Gostynińskiego PK, lasy Brudzeńskiego PK
21	Opole	Odra	Bory Niemodlińskie, Bory Stobrawskie
22	Gorzów Wielkopolski	Warta	Puszcza Notecka, lasy Barlinecko- Gorzowskiego PK
23	Grudziądz	Wisła, Osa	Lasy PK Doliny Dolnej Wisły
Miasta z rzeką i sąsiedztwem kompleksów leśnych połączonym z miastem przez system cieków i/lub terenów otwartych			
24	Lublin	Bystrzyca	Lasy Kozłowieckiego PK
25	Radom	Mleczna	Lasy Kozienickiego PK
26	Sosnowiec	Czarna Przemsza	Lasy Stawkowskie, lasy doliny Białej Przemśy
27	Gliwice	Kłodnica	Lasy Raciborskie
28	Zabrze	Kłodnica, Bytomka	Lasy Katowickie
29	Rzeszów	Wisłok	Lasy Kolbuszowskie
30	Kalisz	Prosna	Lasy Kotliny Grabowskiej
31	Tarnów	Biała, Dunajec	Puszcza Radłowska
32	Legnica	Kaczawa	Bory Dolnośląskie
Miasta z położonymi w ich sąsiedztwie dużymi kompleksami leśnymi			
33	Gdynia	brak	Trójmiejski Park Krajobrazowy
34	Dąbrowa Górnica	brak	Lasy Sławkowsko-Zawierciańskie
35	Wałbrzych	brak	Lasy PK Sudetów Wałbrzyskich
36	Zielona Góra	brak	Bory Zielonogórskie
Miasta z położonymi w ich sąsiedztwie kompleksami leśnymi o znacznej fragmentacji			
37	Łódź	brak	Puszcza Łódzka, Las Łągiewnicki
38	Katowice	brak	Lasy Katowickie
39	Ruda Śląska	brak	Lasy Katowickie
Miasta nie posiadające kontaktu z systemem korytarzy ekologicznych			
40	Bytom	brak	brak
41	Chorzów	brak	brak

W Polsce udział zieleni w ogólnej powierzchni miast poszczególnych województw jest zróżnicowany, niemniej jednak średnio nie przekracza 10% ich ogólnej powierzchni. Najlepsza sytuacja pod względem udziału zieleni miejskiej (parki, zieleńce, zieleń osiedlowa) jest w województwie kujawsko-pomorskim i warmińsko-mazurskim, gdzie udział ten wynosi odpowiednio 3,9% oraz 3,3%. Również w miastach tych dwu województw największy jest odsetek lasów komunalnych w całkowitej powierzchni miast: w miastach województwa warmińsko-mazurskiego – 4,3%, a województwa kujawsko-pomorskiego – 2,6% (tab. 2).

Tabela 2. Udział zieleni miejskiej i lasów komunalnych w ogólnej powierzchni miast poszczególnych województw (wg GUS 2011)

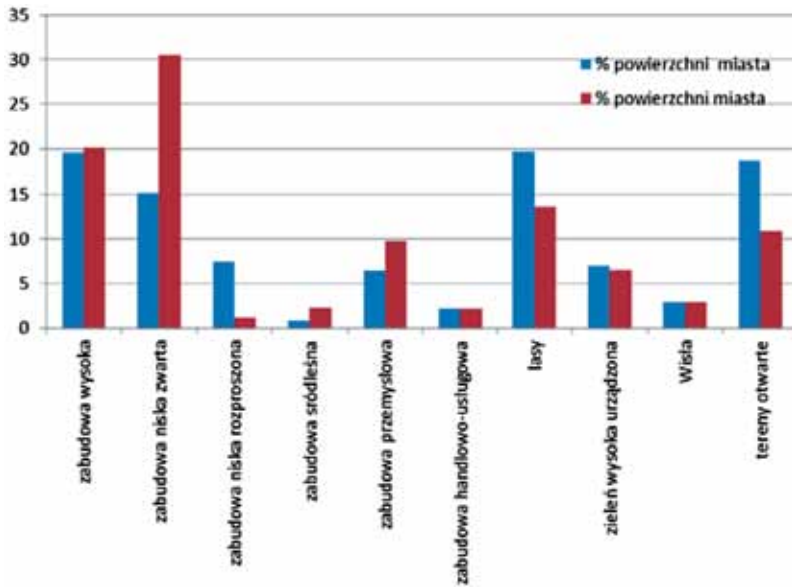
Województwo	Parki, zieleńce zieleń osiedlowa			Lasy komunalne	
	powierzchnia w miastach		na 1 mieszkańca	ha	%
	ha	%	m ²		
Dolnośląskie	4294,1	1,9	21,3	3838,0	1,7
Kujawsko-pomorskie	3246,5	3,9	25,9	2137,3	2,6
Lubelskie	2299,7	2,4	22,9	334,4	0,3
Lubuskie	1349,9	2,1	21,0	1187,1	1,8
Łódzkie	3409,1	3,0	21,0	1922,3	1,7
Małopolskie	3379,4	2,1	20,8	3438,3	2,1
Mazowieckie	5730,8	2,7	16,9	1004,8	0,5
Opolskie	1899,0	2,5	35,3	534,9	0,7
Podkarpackie	1469,9	1,3	16,9	1641,5	1,5
Podlaskie	1071,7	1,1	14,9	447,0	0,5
Pomorskie	2497,1	2,2	16,9	2534,5	2,2
Śląskie	8799,2	2,3	24,3	2597,4	0,7
Świętokrzyskie	973,7	1,5	17,1	422,1	0,7
Warmińsko-mazurskie	1966,9	3,3	23,1	2560,4	4,3
Wielkopolskie	3738,8	2,5	19,6	3255,6	2,2
Zachodniopomorskie	2167,2	1,5	18,6	3556,4	2,5

Należy podkreślić, że w poszczególnych miastach udział terenów zielonych, w tym obszarów leśnych, jest bardziej korzystny zarówno ze względu na funkcje ekologiczne, jak i na uwarunkowania jakości życia człowieka. Przykładowo, w Stalowej Woli, mieście średniej wielkości, udział lasów w ogólnej powierzchni miast wynosi nawet 64% (tab. 3). W stolicy lasy zajmują powierzchnię ok. 7258 ha, co stanowi blisko 19% powierzchni miasta. Czyni to Warszawę jedną z nielicznych stolic europejskich o tak dużym udziale kompleksów leśnych w ogólnej powierzchni miasta.

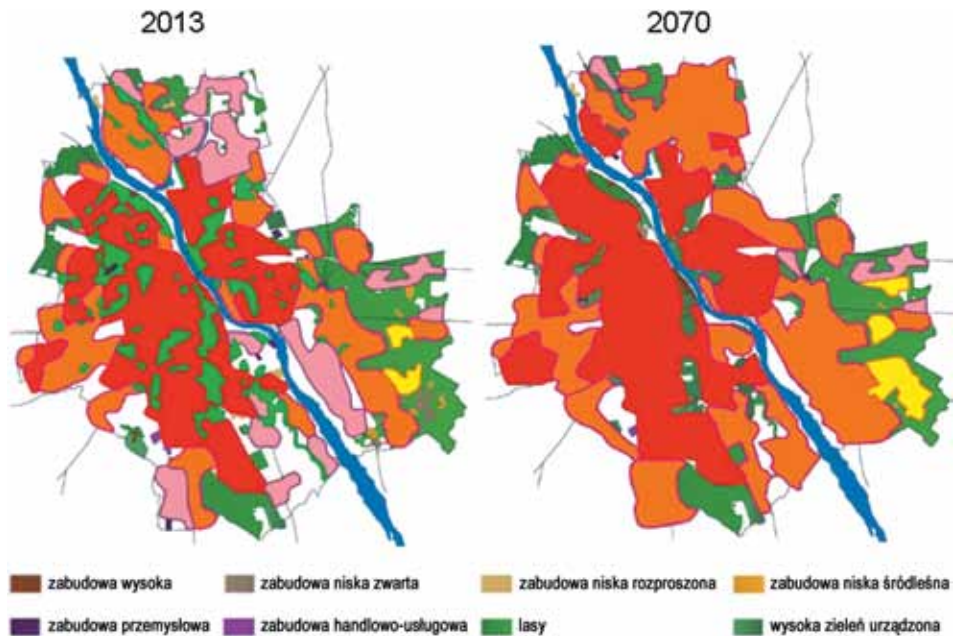
Tabela 3. Udział użytków rolnych i lasów w ogólnej powierzchni wybranych miast o wielkości 50–100 tys. mieszkańców (wg GUS 2011)

Miasto	Użytki rolne	Lasy
	% powierzchni miasta	
Będzin	48,0	5,0
Elk	24,0	3,0
Głogów	36,0	0,4
Gniezno	46,0	0,0
Kędzierzyn-Koźle	23,4	46,1
Lubin	53,0	11,5
Ostrołęka	32,0	6,0
Ostrowiec Świętokrzyski	40,0	10,0
Ostrów Wielkopolski	51,9	9,7
Pabianice	53,0	9,0
Piotrków Trybunalski	52,0	21,0
Racibórz	66,3	5,4
Słupsk	27,5	13,8
Stalowa Wola	17,7	60,4
Starachowice	28,2	24,5
Stargard Szczeciński	29,4	1,3
Świdnica	41,0	1,0
Tarnowskie Góry	36,0	39,0
Tczew	39,4	0,4
Zamość	45,7	2,1
Zgierz	42,0	17,0

Obszary leśne na terenach zurbanizowanych podlegają bardzo silnej presji antropogenicznej, polegającej na zmianie formy użytkowania, najczęściej z przeznaczeniem pod budownictwo mieszkaniowe lub infrastrukturę liniową. Efektem takich działań jest zmniejszanie się powierzchni leśnej w miastach oraz zwiększanie się przestrzeni stanowiącej miejską wyspę ciepła. Według badań przeprowadzonych nad efektem adaptacji Warszawy do zmian klimatu, z uwzględnieniem obecnych i perspektywicznych kierunków rozwoju miasta, wykonanych pod kierunkiem B. Degórskiej (2013), wynika, że do roku 2070 udział lasów w ogólnej powierzchni miasta zmniejszy się z obecnych około 19% do około 14% (ryc. 6). Rezultatem tych zmian będzie powiększenie się zasięgu miejskiej wyspy ciepła na obszary nie objęte obecnie tym zjawiskiem (ryc. 7).



Rycina 6. Zmiany struktury użytkowania ziemi w Warszawie przewidywane w latach 2013-2070 (wg Degórska 2013)



Rycina 7. Miejska wyspa ciepła w Warszawie w roku 2013 i przypuszczalny jej zasięg w roku 2070 (wg Degórska 2013)

Czynnikiem mającym ogromny wpływ na obszary leśne, a wynikającym z rozwoju cywilizacyjnego, jest żywiłowa urbanizacja i rozprzestrzenianie się osadnictwa w terenach otwartych (*urban sprawl*). Spośród obecnych i przewidywanych zmian środowiska przyrodniczego obszaru miejskiego do najistotniejszych (w znaczeniu funkcjonalnym) należą: zanikanie powiązań przyrodniczych w skali regionu miejskiego, odcinanie zieleni miejskiej od jej zaplecza w strefie suburbannej, zmniejszenie powierzchni terenów otwartych, obudowywanie kompleksów leśnych i wód powierzchniowych, wprowadzanie gatunków siedliskowo lub geograficznie obcych, zanikanie stref ekotonowych, zmiany stosunków wodnych, wyłączenie żyznych gleb z użytkowania rolniczego oraz zmniejszanie naturalnego potencjału przyrodniczego terenów objętych prawną ochroną przyrody (Degórska, 2007, 2008). Zmiany te dotyczą głównie dużych miast, ale w związku ze wzrostem zamożności społeczeństwa będą się nasilać również wokół miast średniej wielkości. Efektem procesu rozlewania się urbanizacji na tereny otwarte może być dalsza fragmentacja obszarów leśnych oraz wzrost presji antropogenicznej.

W celu wzmocnienia potencjału przyrodniczego całej sieci ekologicznej oraz ochrony jej zasobów przyrodniczych i potencjału biotycznego, w skali kraju powinno dążyć się do szczególnych działań mających na celu wyznaczenie arealów leśnych mających status leśnych obszarów funkcjonalnych (wielofunkcyjnych) i objęcie ich specjalnym planem zagospodarowania. Celem operacyjnym dla tych obszarów winno być: zwiększanie ich areалу, zapobieganie ich dalszej fragmentacji oraz dbałość o zachowanie łączności przestrzennej pomiędzy nimi (Degórski 2010b). Tylko takie podejście operacyjne pozwoli na zapewnienie względnej stabilności ekosystemów i ich ochrony przed degradacją antropogeniczną. Z punktu widzenia planistycznego bardzo ważna jest zatem delimitacja leśnych obszarów funkcjonalnych, podobnie jak i korytarzy ekologicznych. Wyznaczenie granic wielofunkcyjnych obszarów leśnych ułatwiłoby na pewno zarządzanie ich przestrzenią oraz prowadzenie działań planistycznych i urzędniowych. Osobom odpowiedzialnym za dane jednostki przestrzenne umożliwiłoby również określenie parytetów działań i wypracowanie rozwiązań optymalnych z uwagi na zagospodarowanie terenu, łącznie z rozwojem społeczno-gospodarczym regionu. W ocenie wielu badaczy jest to najtrudniejszy element procesu zarządzania wielofunkcyjnymi obszarami leśnymi (Rykowski 2005), niemniej jednak konieczny z uwagi na zmiany cywilizacyjne, które w przyszłości będą tylko narastać. Koncepcja delimitacji wielofunkcyjnych obszarów leśnych i wzmocnienia ich roli jest również zgodna z myślą przewodnią strategii zrównoważonego rozwoju, obowiązującą w krajach Unii Europejskiej, której zapisy nawiązują do tworzenia wielkoobszarowych struktur przyrodniczych (przyrodniczych obszarów funkcjonalnych).

LASY JAKO ELEMENT KSZTAŁTUJĄCY KRAJOBRAZ

Środowisko geograficzne Polski cechuje się zróżnicowaniem przestrzennym, którego współczesna struktura jest uwarunkowana przez cały kompleks zjawisk i procesów przyrodniczych, zarówno biotycznych, jak i abiotycznych, które zachodziły oraz zachodzą na obszarze Europy środkowej (Degórski 2010c). Na efekt procesów endogenicznych (geologicznych) nałożył się cały szereg zjawisk egzogenicznych, w wyniku których powstała zróżnicowana rzeźba naszego kraju, zasoby naturalne oraz potencjał wodny i biotyczny. Naturalnie zróżnicowany potencjał środowiska przyrodniczego znalazł się następnie w oddziaływaniu człowieka, który poprzez długotrwałe osadnictwo, skutkujące wykorzystaniem zasobów przyrodniczych oraz różną siłą antropopresji, doprowadził do obecnego, silnie spolaryzowanego stanu jego przekształcenia. W efekcie krajobraz naszego kraju charakteryzuje się bardzo dużym zróżnicowaniem poziomu przekształcenia antropogenicznego środowiska, od obszarów bardzo mało zmienionych przez człowieka, z krajobrazem o charakterze prawie pierwotnym (część Puszczy Białowieskiej), poprzez obszary o krajobrazie naturalnym (duże kompleksy leśne, obszary bagienne, itd.), krajobrazie kulturowym (obszary rolnicze i miejskie), aż po obszary o krajobrazie zdewastowanym (tereny pozyskiwania surowców metodą odkrywkową).

Las, tak jak każdy element środowiska, podlega ewolucji, będącej następstwem zmian uwarunkowań przyrodniczych i antropogenicznych zachodzących w krajobrazie (Degórski 2005). W naszym kraju konsekwencją występujących przez lata nadmiernych stężeń wielu zanieczyszczeń powietrza, pomimo obecnego wyraźnego obniżenia ich zawartości w atmosferze, jest wzmiankowany już nadal zły stan zdrowotności części zasobów leśnych. Pomimo iż w ostatnich latach, dzięki ograniczeniu transferu zanieczyszczeń do atmosfery, obserwuje się znaczącą poprawę jej stanu sanitarnego, to nadal jest wiele problemów do rozwiązania w kwestii poprawy jakości powietrza atmosferycznego. Powszechnie występującym zanieczyszczeniem, którego stężenie w powietrzu nadal jest dość wysokie i często przekracza wartości dopuszczalne, szczególnie w miastach, jest pył zawieszony PM10. Wysokie jest również stężenie ozonu. Oba te zanieczyszczenia ciągle stanowią istotny, nierozwiązany problem na większości obszaru kraju. W przypadku innych zanieczyszczeń przekroczenie wartości dopuszczalnych ma charakter głównie lokalny, ograniczony do obszarów narażonych na bezpośrednie oddziaływanie emisji zanieczyszczeń. W przypadku NO₂, CO, a także benzenu i ołowiu, obszarami podwyższonych stężeń (niekiedy przekraczających wartości dopuszczalne) są tereny położone w bezpośrednim sąsiedztwie dróg, w tym głównie miejskich, o dużym natężeniu ruchu, oraz duże aglomeracje miejskie.

Innym czynnikiem mającym wpływ na gospodarkę przestrzenną i funkcjonowanie lasów w Polsce są zasoby wodne. Średni wieloletni zapas wód po-

wierzchniowych kształtuje się na poziomie 54,2 km³ na rok, co w przeliczeniu na jednego mieszkańca daje średnio tylko 1390 m³/rok. W porównaniu z wartością średnią dla państw europejskich (4560 m³/rok) zapasy te są ponad trzykrotnie mniejsze. Racjonalne gospodarowanie wodą jest ponadto utrudnione ze względu na małą pojemność sztucznych zbiorników wodnych (3,8 km³), odpowiadającą tylko około 7% średniego rocznego odpływu. Zasoby wodne w Polsce są rozmieszczone nierównomiernie. Najmniejsze są w całym pasie nizin środkowopolskich, co związane jest głównie z niedostatkami opadów w tym regionie. Ogólną wielkość obszaru o deficycie opadów szacuje się na 38,5% powierzchni kraju. Mimo bardzo małych zasobów wodnych w Polsce, w wyniku silnych opadów i przy niskiej retencji gleb występują liczne powodzie. Ich przyczyn należy szukać również w błędach, jakie zostały popełnione w zagospodarowaniu przestrzennym kraju, między innymi w obniżeniu naturalnej retencyjności zlewni wskutek wylesień, powiększaniu powierzchni terenów zainwestowanych, itd. (Degórski 2010c).

Las jest zatem elementem krajobrazu o charakterze wybitnie interakcyjnym, zależnym od innych czynników kształtujących właściwości środowiska geograficznego, ale również kreującym właściwości pozostałych elementów krajobrazu (klimat, stosunki wodne, potencjał glebowy, itd.). Wspomniana już wielofunkcyjność determinuje szczególną rolę lasów w kreowaniu procesów i zjawisk zarówno przyrodniczych, jak i społecznych czy gospodarczych zachodzących w megasystemie środowiska przyrodniczego (Degórski 2003, 2005). W literaturze przedmiotu można spotkać liczne próby klasyfikacji funkcji lasu. Niektórzy autorzy wskazują ich ponad pięćdziesiąt (Marszałek 1997). Dla celów praktycznych, funkcje te agreguje się w kilka grup, najczęściej są to cztery jednostki. Pierwszą grupę stanowią funkcje gospodarcze, czyli las jest źródłem odnawialnych surowców naturalnych, w tym przede wszystkim drewna, ale również miejscem pracy dla określonej grupy zawodowej liczącej obecnie w Polsce ponad 25 tysięcy ludzi oraz niezliczonej rzeszy społeczeństwa czerpiącej dochody z pozyskania runa leśnego. Druga grupa wiąże się z funkcją społeczną, czyli las jest miejscem rekreacji i turystyki kwalifikowanej, jak również stymulatorem rozwoju turystyki pobytowej. Następną grupę stanowią funkcje środowiskotwórcze związane z tworzeniem określonych ekosystemów i układów ponadekosystemalnych (krajobrazy leśne) w przestrzeni. Ostatnia grupa funkcji związana jest natomiast z naturalną ochroną środowiska, kreowaniem wysokich parametrów jego jakości z punktu widzenia życia organizmów żywych, w tym człowieka, oraz zachowaniem najcenniejszego potencjału biotycznego środowiska, różnorodności biologicznej, a także walorów krajobrazu. Te właściwości lasu są również bardzo istotne w bilansowaniu tlenu i węgla oraz innych makro- i mikroelementów jako czynnika życia na Ziemi.

Z uwagi na tak szerokie spektrum funkcji, jakie pełni las w życiu człowieka i krajobrazie, od lat toczy się dyskusja dotycząca kierunkowego wykorzystania

obszarów leśnych oraz ich umiejscowienia w przestrzeni. Problem ten jest podejmowany na każdym poziomie planowania i zagospodarowania terenu, od lokalnego do ponadregionalnego. Na świecie stosowane są różne rozwiązania, od preferowania lasów monofunkcyjnych, z jednym nadrzędnym celem gospodarczym (plantacje gospodarcze), do obszarów leśnych wielofunkcyjnych, z równorzędnym traktowaniem poszczególnych grup funkcji. Oczywiście to ostatnie podejście jest trudniejsze, gdyż od osób zarządzających wymaga bardzo umiejętnego łączenia rozwiązań, często antagonistycznych. Szczególnie odnosi się to do funkcji gospodarczych i ochronnych, których cele operacyjne w gospodarowaniu są bardzo różne. Niemniej jednak w tradycji europejskiej gospodarki leśnej ten wariant jest przyjęty od wieków i w dalszym ciągu preferowany w rozwiązaniach zarządzania przestrzenią geograficzną. Umożliwia on zachowanie wartości biotycznych ekosystemów leśnych, korzystanie z tych wartości przez społeczeństwo oraz prowadzenie działań gospodarczych.

LAS JAKO ELEMENT PRZESTRZENI SPOŁECZNO-KULTUROWEJ

Społeczno-kulturowe wartości lasu nawiązują przede wszystkim do jego funkcji turystyczno-rekreacyjnej. Od setek lat znane są właściwości zdrowotne i bioterapeutyczne poszczególnych zbiorowisk czy też roślin tworzących las. Część z tych roślin zbierana jest dla celów medycznych. W Polsce obecnie występuje około 400 gatunków dziko rosnących roślin leczniczych, z tego około 120 to gatunki leśne (Mandziuk, Janeczko 2009). Ich pozyskiwanie od lat stanowi trwałe element kulturowy, stanowiący nie tylko tradycję ludową, ale również istotny element tożsamości lokalnej czy też regionalnej.

W polskiej tradycji duży szacunek żywiono dla lasu czy też pojedynczych drzew. Szacunek ten można odnaleźć w pieśniach ludowych i utworach poetyckich. Obecnie w Polsce około 30 000 okazałych drzew objętych jest ochroną prawną jako pomniki przyrody i stanowi bardzo ważny element krajobrazu.

Las stanowił i stanowi bardzo istotny teren dla wypoczynku człowieka. Człowiek w lesie szukał ukojenia, rozrywki czy też doznań piękna. Ten sposób postrzegania lasu przetrwał wieki i do dnia dzisiejszego stanowi bardzo ważny element wartościujący przestrzeń. Jako przykład można przytoczyć wartościowanie przestrzeni dla celów osadniczych, kształtujących między innymi ceny gruntu pod zabudowę mieszkaniową, obliczaną na podstawie modeli ekonomiczno-ekologicznych. Modele zarządzania jakością środowiska zawierają, poza komponentami ekologicznymi i ekonomicznymi, również moduły funkcji celów, jakie stawia się w koncepcjach rozwoju regionu, szczególnie w sytuacji ich mnogości (Degórski 2008b). Modele te wykorzystuje się między innymi do waloryzacji przestrzeni z uwagi na atrakcyjność lokalizacyjną, szczególnie budownictwa mieszkaniowego, zwłaszcza o charakterze willowym i rezydencjo-

nalnym (Łaguna i Witkowska-Dąbrowska, 2005). Waloryzacji wyrażonej wskaźnikiem ekologicznej wartości danej jednostki przestrzennej (VEFP):

$$VEFP = \frac{P_1 m_1 + P_2 m_2 + \dots + P_n m_n}{\sum P}$$

dokonuje się na podstawie rangowania poszczególnych ocenianych elementów przestrzeni przyrodniczej, a następnie obliczenia sumy liczby punktów (m), określonej dla analizowanej powierzchni land (P). Przykładowo, dla poszczególnych kategorii pokrycia terenu stosuje się następującą punktację: stary las – 10 punktów, pastwisko – 4 punkty, grunty orne – 1 punkt. Następnie na podstawie przyjętych przedziałów sumarycznej wartości punktów określa się wartość danego obszaru z uwagi na zakładane inwestycje.

Przedstawione narzędzie ekonomiczno-ekologiczne w sposób dobitny pokazuje wpływ lasu na kształtowanie się wartości przyrodniczej i rynkowej terenów. Szczególnie jest to istotne z punktu widzenia poprawy jakości życia w obszarach zurbanizowanych, w których zalesianie gruntów słabej jakości może w sposób istotny wpłynąć na podniesienie standardu życia. Lasy obszarów zurbanizowanych pełnią dodatkowe funkcje społeczne jako filtr zanieczyszczeń miejskich oraz producent tlenu. Są również bazą rekreacyjno-wypoczynkową dla mieszkańców. Należałoby zatem wskazać jako obszary potencjalnych zalesień: obszar metropolitalny Warszawy, Poznania, Wrocławia, Katowic i Gdańska.

Zbiorowiska leśne, jak i flora lasów stanowią również doskonałe narzędzie diagnostyczne, wykorzystywane w planowaniu przestrzennym. Rośliny są nieocenionymi bioindykatorami, wykorzystywanymi do szybkiej oceny stanu środowiska na potrzeby planowania i kształtowania przestrzeni (Roo-Zielińska i in. 2007). Fitoindykacja jest również bardzo przydatna w określaniu właściwości innych elementów środowiska geograficznego (Degórski 1984, 1985).

PODSUMOWANIE

Przedstawiona analiza problemów przestrzennych Polski związanych z funkcjonowaniem lasów wskazała na: (1) istotną rolę lasów w tworzeniu ładu przestrzennego i wzmacnianiu funkcji ekologicznych środowiska wpływających na kształtowanie potencjału biotycznego, a zarazem na poprawę jakości życia człowieka, (2) zagrożenia, jakie niesie rozwój cywilizacyjny dla prawidłowego funkcjonowania obszarów leśnych oraz ich funkcji siedliskotwórczych, (3) społeczno-gospodarczy wymiar funkcji lasu w zróżnicowanych warunkach regionalnych.

Poruszone w niniejszym artykule problemy nie wyczerpują oczywiście pełnego zakresu tematyki związanej z rolą lasu, jaką odgrywa w gospodarce przestrzennej Polski. Należy jednak podkreślić, że las był, jest i będzie bardzo

istotnym elementem struktury przestrzennej każdego kraju, w którym występuje, gdyż z jednej strony jest bardzo ważny dla funkcjonowania całego systemu przyrodniczego, z drugiej zaś jest niemniej ważny dla systemu społeczno-gospodarczego, w którym każde społeczeństwo i każdy człowiek jest elementem systemu, czerpiącym korzyści o wymiarze ontologicznym, epistemologicznym, czy też estetycznym.

LITERATURA

- Dawidziuk J. 2012. Stan obecny zasobów leśnych oraz prognozy ich rozwoju i użytkowania. Zimowa Szkoła Leśna, Sesja IV. Sękocin Stary, 20–22 marca 2012 r.
- Degórska B. 1996. Zmiany lesistości wschodniej części Kujaw w ostatnim dwustuleciu jako wynik oddziaływania człowieka na środowisko. *Przegląd Geograficzny*, 64, 1–2: 115–136.
- Degórska B. 2007. Rola środowiska przyrodniczego w zagospodarowaniu przestrzeni polskiej a ekologiczna polityka unii europejskiej. *Biuletyn KPZK*, 233, Polska Akademia Nauk, 133–168.
- Degórska B. 2008. Prawidłowości zróżnicowania przestrzennego i zmian struktury poziomej krajobrazu obszaru metropolitarnego Warszawy na przełomie XX i XXI wieku. W: *Zmiany krajobrazu obszaru metropolitarnego Warszawy na przełomie XX i XXI wieku* (red. B. Degórska, A. Deręgowska). *Atlas Warszawy*, 10: 7–87.
- Degórska B. 2013. Adaptacja Warszawy do zmian klimatu, w świetle obecnych i perspektywicznych kierunków rozwoju miasta. Ekspertyza wykonana dla IOŚ PIB, Warszawa, 199 s.
- Degórski M. 1984. Porównanie stopnia kontynentalizmu w Polsce metodą klimatyczną i bioindykacyjną. *Przegląd Geograficzny*, 56, 2–3: 55–73.
- Degórski M. 1985. An investigation into the spatial variability of continentality in West and Central Europe by the Ellenberg method. *Docum. Phytosoc.* 9, Camerino, 337–349.
- Degórski M. 2003. Some aspects of multifunctional landscape character in the interdisciplinary environmental study. W: *Sustainable development of Multifunctional Landscapes* (red. K. Helming, H. Wiggering). Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 53–65.
- Degórski M. 2005. Środowisko przyrodnicze a środowisko geograficzne. W: *Geografia jako nauka o przestrzeni, środowisku i krajobrazie* (red. W. Maik, K. Rembowska, A. Suliborski). *Podstawowe Idee i Koncepcje w Geografii*, 1: 116–129.
- Degórski M. 2008a. Przyrodnicze aspekty zagospodarowania przestrzennego kraju – przesłanki i rekomendacje dla KPZK. W: *Ekspertyzy do Koncepcji*

- Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2008–2033 (red. K. Saganowski, M. Zagrzejewska-Fiedorowicz, P. Żuber). Tom IV, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa, 39–63.
- Degórski M. 2008b. Polityka ekologiczna w zarządzaniu regionem. W: O nowy kształt badań regionalnych w geografii i gospodarce przestrzennej (red. T. Strykiewicz, T. Czyż). Biuletyn KPZK, 237, Polska Akademia Nauk, 237: 50–72.
- Degórski M. 2009a. Fragmentacja versus spójność – nowe wyzwania dla przemian strukturalnych przestrzeni przyrodniczej Polski. W: Współczesne problemy przemian strukturalnych przestrzeni geograficznej (red. W. Florek). Akademia Pomorska, Słupsk, 121–133.
- Degórski M. 2009b. Korytarze ekologiczne w Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju. (red. W: Jędrzejewski W., Ławreszuk D.). Ochrona łączności ekologicznej w Polsce. Zakład Badania Ssaków, Polska Akademia Nauk, Białowieża, 83–89.
- Degórski M. 2010a. Lasy jako element przestrzeni Polski na początku XXI wieku. Materiały Forum Leśne, Ornatus, Poznań, 71–79.
- Degórski M. 2010b. Rola lasów i gospodarki leśnej w Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju. Opracowanie dla Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych, Warszawa, 12 s. (msc.).
- Degórski M. 2010. Ekologiczne problemy polskiej przestrzeni na początku XXI wieku. W: Ekologiczne problemy XXI wieku (red. K. Dyguś, Y. Mediokritski). Monografie Wyższej Szkoły Ekologii i Zarządzania, Warszawa, 11–24.
- GUS, 2011. Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polski, Warszawa.
- Korcelli P., Degórski M., Drzazga D., Komornicki T., Markowski T., Szlachta J. i in. 2010. Ekspertycki projekt Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju do roku 2033. Studia 78. Warszawa, Polska Akademia Nauk, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju.
- Łaguna T., Witkowska-Dąbrowska M. 2005. Ekonomiczne podstawy zarządzania środowiskiem i zasobami naturalnymi. Białystok, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko.
- Mandziuk A., Janeczko K. 2009. Turystyczne i rekreacyjne funkcje lasów w aspekcie marketingowym. W: Turystyka w lasach i na obszarach przyrodniczo cennych (red. Anderwald D., Janeczko E., Janeczko K., Chojnacka-Ożga W., Rutkiewicz A., Skłodowski J.). Studia i Materiały CEPL, Rogów, 4, 23: 65–71.
- Marszałek T. 1997. O dziedzictwie leśnym Polski i świata. Warszawa, Wydawnictwo SGGW.
- Ochrona środowiska. 2012. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa, Główny Urząd Statystyczny.
- Pierużek-Nowak S., Mysłajek R., 2009. Ekologiczne i techniczne uwarunkowania wykorzystania przejść przez wybrane grupy zwierząt. Koszty i korzyści

- rozwiązań środowiskowych w fazie przygotowywania inwestycji infrastrukturalnych. Konferencja 17 XII 2009, Poznań.
- Raport Polska 2011. Gospodarka – Społeczeństwo – Regiony. Warszawa, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego. http://www.mrr.gov.pl/rozwoj_regionalny/Ewaluacja_i_analazy/Raporty_o_rozwoju/Raporty_krajowe/Documents/Raport_Polska_2011.pdf
- Roo-Zielińska E., Solon J., Degórski M. 2007. Ocena stanu i przekształceń środowiska przyrodniczego na podstawie wskaźników geobotanicznych, glebowych i krajobrazowych. Podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań, Warszawa, IGiPZ PAN, Monografie, 9, 318 ss.
- Rykowski K. 2005. O gospodarce leśnej w leśnych kompleksach promocyjnych. Warszawa, Instytut Badawczy Leśnictwa.
- Wawrzyniak J. (red.) 2010. Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2009 roku na podstawie badań monitoringowych. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa, IOŚ.

II.

Ekologiczne aspekty hodowli lasu

Roman Zielony

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Regionalizacja przyrodniczo-leśna wczoraj i dziś – uwarunkowania i potrzeby zmian

WPROWADZENIE

Regionalizacja przyrodniczo-leśna¹ jest jedną z kilku regionalizacji przyrodniczych i przyrodniczo-gospodarczych, jakie opracowano dla obszaru Polski (Gumiński 1948; Romer 1949; Szafer, Pawłowski 1959; Kondracki 2001; Kondracki, Richling 1994; Matuszkiewicz J.M 1994, 2008a; Woś 1994; Fonder i in. 2007). W ujęciu historycznym była jedną z pierwszych. Pierwsze regionalizacje leśne dla ziem polskich wykonano bowiem pod koniec XIX w. oraz w okresie międzywojennym XX wieku (Strzelecki 1894, Jedliński 1926a b, 1927, Włoczewski 1939). Szerokie prace nad zróżnicowaniem przyrodniczych warunków produkcji leśnej prowadzono na przełomie lat 40. i 50. XX w. Wynikiem ich była regionalizacja przyrodniczo-leśna przygotowana przez Mroczkiewicza (1952), która znalazła szybko zastosowanie w praktyce leśnej (Zasady techniczno-hodowlane 1953, Instrukcja urządzania lasu 1957); a z czasem jej znaczenie gospodarcze i naukowe było coraz większe.

Początkowo celem regionalizacji przyrodniczo-leśnej było przedstawienie zróżnicowania środowiska przyrodniczego pod kątem jego przydatności dla gospodarki leśnej. Z czasem, dzięki możliwości wykorzystania nowych aktualnych danych, rozszerzono jej założenia metodyczne, a zastosowanie i wykorzystanie stawało się coraz szersze. Obecnie należy przyjąć, że celem regionalizacji przyrodniczo-leśnej jest przedstawienie zróżnicowania wybranych walorów przyrodniczych i gospodarczo-leśnych na terenie kraju, a wynikiem wyróżnianie obsza-

¹ w roku 1990 zapis z przyrodniczo-leśna zmieniono na przyrodniczo-leśna.

rów o różnej przydatności dla leśnictwa, o różnych walorach i zagrożeniach, dla których wskazywane są odmienne kierunki kształtowania i sposoby wykorzystania lasów oraz w których realizowane są właściwe dla nich cele gospodarki leśnej.

W latach 1952–2010 opracowano pięć wersji regionalizacji przyrodniczo-leśnej, w każdej zachowano te same generalne założenia metodyczne oraz podział Polski na 8 krain, których granice częściowo modyfikowano. Zasadnicze zmiany dotyczyły jednostek wyróżnianych w granicach krain, czyli dzielnic – ich liczba była zmieniana, a w roku 2010 nie wyróżniono ich wcale, oraz mezoregionów – wprowadzono je w roku 1990 i zwiększono liczbę w roku 2010 (Tramplera 1985; Tramplera i in. 1990; Zielony, Kliczkowska 2012).

REGIONALIZACJA W LATACH 1952–1979

Pierwszą wersję regionalizacji przygotował Mroczkiewicz (1952), który na obszarze Polski wyróżnił 8 krain i 36 dzielnic przyrodniczo-leśnych. W opracowaniu swym częściowo wykorzystał propozycje przygotowane przez innych autorów (Steckiego, Czubińskiego, Włoczewskiego, Dreszera i innych). Wyróżnione w regionalizacji jednostki Mroczkiewicz (1952) zdefiniował następująco: „Kraina jest to wielki łączny obszar o wyrównanych granicach, o zbliżonych warunkach fizjograficznych, w ramach którego pewien, zasadniczo tylko dla tej krainy charakterystyczny typ siedliskowy lasu, o jednolitych wytycznych gospodarczych, osiąga optimum produktywności [...] Dzielnice przyrodniczo-leśne są to jednostki drugorzędne, wydzielone w ramach granic krain, a więc jednostki o znacznie szczegółowiej zdefiniowanych różnicach tak fizjograficznych, jak i biotycznych. Czynniki fizjograficzne w ramach krainy rozczłonkują, a w ramach dzielnicy łączą obszar danej jednostki. Różnice między dzielnicami w granicach tej samej krainy są raczej natury ilościowej niż jakościowej. Charakter geologiczny i glebowy, a nawet rzeźba terenu są w ramach dzielnicy prawie jednolite”.

Granice krain zostały wyznaczone przy uwzględnieniu pochodzenia geologicznego podłoża, ukształtowania terenu, warunków klimatycznych oraz zasięgów gospodarczo ważnych gatunków drzew: buka, jodły i świerka, do czego wykorzystano dane z prowizorycznej inwentaryzacji lasów z lat 1948–1949.

W pierwszej po II wojnie światowej „Instrukcji urządzania lasu” (1957) i drugim wydaniu „Zasad hodowlanych...” (1961) zmodyfikowano definicje jednostek regionalizacji, uznając, że: „Kraina jest to większy obszar o zbliżonych warunkach fizjograficznych, o wyrównanych granicach, opartych przede wszystkim na zasięgach gospodarczo ważnych gatunków drzew oraz na rozmieszczeniu siedliskowych typów lasu”, a „Dzielnice przyrodniczo-leśne są to jednostki o jednolitych warunkach glebowych, geologicznych i rzeźby terenu, różniące się między sobą w zasadzie ilościowym występowaniem siedliskowych typów lasu”.

Prace nad drugą wersją regionalizacji podjęto w roku 1962, a wyniki opublikowano w 1969 w „Zasadach hodowli lasu”. Regionalizację uznano wówczas za podstawę planowania hodowlanego. Od opracowania z roku 1952 różniła się ona liczbą dzielnic – wyróżniono ich 59, których granice oparto na granicach ówczesnych nadleśnictw celem dopasowania do podziału administracyjnego Lasów Państwowych.

W roku 1972 zmieniono granice zasięgu nadleśnictw i znacznie zmniejszono ich liczbę, a zmiany te z kolei doprowadziły do zmiany w regionalizacji przyrodniczo-leśnej. W znowelizowanym wydaniu „Zasad hodowli lasu” (1979, 1980) przyjęto kolejną wersję regionalizacji – pozostało 8 krain, liczbę dzielnic zwiększono do 60, a ich granice ponownie oparto na kryteriach przyrodniczych.

REGIONALIZACJA PRZYRODNICZO-LEŚNA 1990

W roku 1990 przedstawiono kolejną wersję regionalizacji, która nosi tytuł „Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych” (Trampler i in. 1990). Od wersji poprzednich różni się rozszerzeniem założeń metodycznych oraz wprowadzeniem kolejnej jednostki – mezoregionu, jednostki wyróżnianej w ramach dzielnic. Jest to trzystopniowy podział Polski na 8 krain, 59 dzielnic i 149 mezoregionów (tab. 1). Za elementarną jednostkę zróżnicowania przyrodniczego, zgodnie z tezą zaproponowaną przez Obmińskiego, uznano fizjocenozę – jednostkę ekologiczno-fizjograficzną, o której charakterystycznych cechach decyduje miejscowy układ stosunków litologicznych, geomorfologicznych, klimatycznych, glebowych, dynamiczno-geochemicznych i biocenotycznych, często silnie modyfikowanych przez człowieka. Z uwagi na możliwość wydzielania dużej liczby takich jednostek przyjęto, iż podstawową jednostką regionalizacji przyrodniczo-leśnej będzie mezoregion, to jest jednostka, która „ma określony charakter ekologiczno-fizjograficzny, wynikający z dominującego na jego obszarze podłoża geologicznego i typu krajobrazu naturalnego, czego wyrazem jest dominacja określonych typów siedlisk, które kształtują potencjalną produktywność lasów i odróżniają go od sąsiadujących mezoregionów” (Trampler i in. 1990). Mezoregiony sąsiadujące łączono w dzielnice według funkcji fizjotaktycznych (ochronnych i społecznych) lasów, które zależą od lesistości, wielkości kompleksów leśnych i ich rozmieszczenia oraz prognozowanej zmiany użytkowania ziemi. Uznano bowiem, że dzielnica ma charakter ekologiczno-fizjograficzny, który wynika z charakteru włączonych do niej mezoregionów, to jest ma określoną strukturę siedlisk i lesistość. Dzielnicę z kolei są grupowane w krainach, które uznano za najwyższą jednostkę regionalizacji. Granice krain (podobnie jak w roku 1952) wyznaczono na podstawie zasięgu występowania świerka, jodły i buka, traktując je jako wyznacznik warunków makroklimatycznych. Przyjęto, że kraina przyrodniczo-leśna ma odmienny od

krain sąsiednich charakter ekologiczno-fizjograficzny, kształtowany przez określony klimat, co wyraża się w różnej roli podstawowych gatunków drzew lasotwórczych i różnej ich przydatności dla produkcji leśnej. Krainy różnią się również występowaniem określonych odmian potencjalnej roślinności naturalnej, szczególnie zespołów leśnych (Trampler i in. 1990).

Tabela 1. Regionalizacja przyrodniczo-leśna, wersja z roku 1990

Kraina		Liczba		
Nazwa	Kod	dzielnic	mezoregionów	dzielnic bez mezoregionów*
Bałtycka	I	8	24	1
Mazursko-Podlaska	II	6	13	3
Wielkopolsko-Pomorska	III	9	20	4
Mazowiecko-Podlaska	IV	7	19	2
Śląska	V	6	20	0
Małopolska	VI	11	25	3
Sudecka	VII	3	12	1
Karpacka	VIII	9	16	5
Razem		69	149^a	19

* jednostki niższego rzędu - mikroregiony: w krainie Bałtyckiej - jedna; w krainie Śląskiej - cztery

Przebieg granic pomiędzy mezoregionami ustalony był na podstawie „Przeładowej mapy geologicznej Polski” w skali 1: 300 000, a następnie został wniesiony na mapę w skali 1: 500 000, na której były także kompleksy leśne. Przyjęto przy tym, że granice jednostek regionalizacji w wielu przypadkach mają charakter strefy o różnej szerokości.

W końcu lat 90. XX wieku podjęto próbę uszczegółowienia tej regionalizacji, wykorzystując doświadczenia geobotaniczne, w szczególności opublikowaną w roku 1995 mapę potencjalnej roślinności naturalnej Polski w skali 1:300 000 (Matuszkiewicz W. i in. 1995). Wynikiem była propozycja wykorzystania 919 podokręgów regionalizacji geobotanicznej do wyróżniania w ramach mezoregionów przyrodniczo-leśnych jednostek niższego rzędu – mikroregionów (Matuszkiewicz J.M. i in. 2001).

REGIONALIZACJA PRZYRODNICZO-LEŚNA 2010

Szerokie wprowadzenie do leśnictwa technologii informatycznych, w szczególności Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP), oraz upowszechnienie leśnej mapy numerycznej (LMN) spowodowało zmiany w sposo-

bie pozyskania, gromadzenia, przetwarzania i udostępniania informacji o lasach. Wymogło także uszczegółowienie przebiegu granic jednostek regionalizacji przyrodniczo-leśnej, w pierwszej kolejności granic mezoregionów. Uszczegółowienie takie, na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych, wykonano na Wydziale Leśnym SGGW przy współpracy z Biurem Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej (BULiGL).

Celem podjętych prac było uszczegółowienie przebiegu granic mezoregionów, dzielnic i krain przyrodniczo-leśnych opisanych w regionalizacji w wersji z roku 1990. W czasie wyznaczania tych granic (rozpoczęto od mezoregionów) dokonano oceny kryteriów i poprawności metodycznej wyróżniania jednostek regionalizacji oraz analizy przydatności tych jednostek dla praktyki leśnej. Okazało się wówczas, że:

- regionalizacja przyrodniczo-leśna z roku 1990 jest podziałem niepełnym, w którym krainy dzielą się na dzielnice – w większości podzielone na mezoregiony, oraz że jest zaledwie kilka mezoregionów, w granicach których wyróżniono mikroregiony (tab. 1);
- część dzielnic obejmuje mezoregiony znacząco różniące się od siebie, w wyniku czego nie oddają one charakteru zgrupowanych w nich mezoregionów; a zatem nie spełniają kryteriów zawartych w definicji tej jednostki;
- dużo informacji o lasach oraz wytycznych w zakresie gospodarki leśnej przygotowywanych jest dla krain i dzielnic, a brak takich informacji i zaleceń dla mezoregionów, którymi nie wykazuje zainteresowania także tereno-wa służba leśna;
- w okresie 1990–2008 powstało dużo nowych opracowań o środowisku przyrodniczym Polski, których wyniki powinny być uwzględnione w regionalizacji przyrodniczo-leśnej;
- dla wszystkich nadleśnictw Lasów Państwowych wykonane są specjalistyczne opracowania siedliskowe, których wyniki powinny być szerzej uwzględnione w regionalizacji;
- wnioski korekty przebiegu granic krain, dzielnic i mezoregionów zgłaszane są przez pracowników Lasów Państwowych oraz Biura Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej (w tym taksatorów siedliskoznawców doskonale znających poszczególne regiony kraju).

Wynikiem podjętych prac, dokonanych analiz i ocen, w tym stwierdzenia nieścisłości metodycznych, jest kolejna wersja regionalizacji przyrodniczo-leśnej. Powstała ona w latach 2007–2010, a w jej opracowaniu – poza pracownikami Wydziału Leśnego SGGW i BULiGL – uczestniczyli jako eksperci przygotowujący opinie i udostępniający dane także pracownicy innych instytucji naukowych oraz gospodarczych². Projekt tej wersji regionalizacji był konsul-

² jedną z osób przygotowujących tą wersję regionalizacji była dr Anna Kliczkowska, która brała także udział w opracowaniu wersji z roku 1990.

towani z przedstawicielami regionalnych dyrekcji LP i niektórych nadleśnictw, a zgłoszone uwagi częściowo uwzględniono. Ostateczne przyjęto, że jest to regionalizacja pełna dwustopniowa, w której podstawową jednostką są mezoregiony, łączone w jednostki wyższego rzędu – krainy przyrodniczo-leśne. W tej regionalizacji zrezygnowano z wyróżniania dzielnic³. Wykonana jest ona według tych samych założeń metodycznych co wersja poprzednia – z roku 1990, z wykorzystaniem wyników badań i opracowań powstałych po roku 1990. Nowością jest natomiast to, że granice mezoregionów i granic pokrywają się generalnie z elementami liniowymi łatwymi do identyfikacji w terenie oraz są zapisane w wersji cyfrowej.

W regionalizacji z roku 2010 dokonano drobnych zmian definicji mezoregionu i krainy, przyjmując następujące:

- **mezoregion przyrodniczo-leśny** – jest podstawową jednostką regionalizacji wyróżnianą na podstawie dominujących na jego obszarze powierzchniowych utworów geologicznych i związanych z nimi typów gleb oraz rodzajów i gatunków krajobrazu naturalnego. Charakter przyrodniczy (także środowiskotwórczy) mezoregionu wynika z jego lesistości, w tym ilości i wielkości kompleksów leśnych, odpowiednich zbiorowisk potencjalnej roślinności naturalnej oraz liczniejszego występowania określonych typów siedliskowych lasu. Charakter gospodarczy i społeczny mezoregionu wynika z jego specyfiki, to jest warunków siedliskowych, składu gatunkowego i wieku drzewostanów, ilości i jakości zasobów drzewnych i nie drzewnych oraz głównych funkcji spełnianych przez lasy, na które istotny wpływ (poza potrzebami społeczeństwa) ma położenie w stosunku do miast i regionów przemysłowych. Mezoregiony różnią się także hydrografią – liczbą cieków oraz liczbą i powierzchnią zbiorników wodnych, sposobami użytkowania ziemi oraz infrastrukturą i stopniem przekształcenia środowiska;
- **kraina przyrodniczo-leśna** – jest wyższą hierarchicznie jednostką regionalizacji, w której przyrodnicze warunki produkcji leśnej są kształtowane przez zróżnicowane na obszarze kraju warunki klimatyczne, czego wyrazem jest różna rola lasotwórcza buka, jodły i świerka oraz ich przydatność do celów hodowli lasu. Przy ustalaniu granic krain, do których włączano mezoregiony w całości, uwzględniono zasięgi zlodowaceń, rzeźbę terenu oraz klasę i rodzaj naturalny krajobrazów.

W regionalizacji przyrodniczo-leśnej z roku 2010 utrzymano podział kraju na 8 krain, jako sprawdzony i powszechnie przyjęty przez praktykę leśną oraz wykorzystywany od wielu lat w pracach naukowych, nie tylko z zakresu leśnictwa. W krainach wyróżniono od 11 do 35 mezoregionów, łącznie 183 (tab. 2).

³ jednocześnie zaproponowano, by charakterystyki i sprawozdawczość leśną sporządzać nie w granicach dzielnic, a w ramach mezoregionów lub grup mezoregionów – obszarów o wyrównanych warunkach dla produkcji leśnej.

Tabela 2. Wybrane informacje o krainach i mezoregionach przyrodniczo-leśnych w regionalizacji w wersji z roku 2010

Kraina przyrodniczo-leśna		Kod	Pow. ogólna krajiny (km ²)	Udział pow. krajiny w pow. krajiny (%)	Liczba mezoregionów	Udział liczby mezoreg. w liczbie ogólnej mezoregionów (%)	Pow. lasów, (km ²)	Lesistość krajiny (%)	Udział pow. leśnej krajiny w pow. ogólnej lasów krajiny (%)
Nazwa									
Bałtycka		I	40 188	12,9	26	14,2	11 490	28,6	12,6
Mazursko-Podlaska		II	27 660	8,8	16	8,7	9 329	33,7	10,3
Wielkopolsko-Pomorska		III	71 483	22,9	35	19,1	23 702	33,2	26,1
Mazowiecko-Podlaska		IV	53 199	17,0	20	10,9	11 530	21,7	12,7
Śląska		V	27 202	8,7	23	12,6	7 688	28,3	8,5
Matopolska		VI	68 522	21,9	34	18,6	17 048	24,9	18,8
Sudecka		VII	5 036	1,6	11	6,0	2 079	41,3	2,3
Karpacka		VIII	19 389	6,2	18	9,8	8 024	41,4	8,8
Polska ogółem			312 679	100,0	183	100,0	90 891	29,1	100,0

Zwiększenie liczby mezoregionów z 149 do 183 wiąże się przede wszystkim z możliwością skorzystania z danych dostępnych w nowych zaktualizowanych opracowaniach, wykorzystania map i opisów dokumentacji siedliskowych nadleśnictw Lasów Państwowych oraz uwzględnienia danych dotyczących większych dolin rzecznych. Uznano, że większa liczba mezoregionów pełniej obrazuje lesistość poszczególnych części kraju oraz pozwala szerzej wykazać różnice warunków siedliskowych, składu gatunkowego i wieku drzewostanów, roli lasotwórczej głównych gatunków i rodzajów drzew. Umożliwia także dokładniejsze scharakteryzowanie obszarów cennych przyrodniczo, w tym o niskiej lesistości, jakimi są między innymi doliny rzeczne pełniące rolę korytarzy ekologicznych.

Podział na krainy przyrodniczo-leśne jest podziałem ogólnym, zbudowanym od góry. Granice krain wyznaczono po analizie dostępnych materiałów kartograficznych i opisowych oraz zebranych opinii. Podział na krainy wynika głównie ze zróżnicowania przyrodniczego kraju, a w szczególności z uwzględnienia:

- zasięgu głównych zlodowaceń,
- warunków klimatycznych wyrażonych przez takie dane jak: suma rocznych opadów, średnia temperatura roczna, długość okresu wegetacyjnego, amplituda temperatur rocznych,
- występowania i rozmieszczenia klas krajobrazów naturalnych,
- zasięgów naturalnego występowania jodły, świerka i buka, wskazujących na zróżnicowanie warunków klimatycznych,
- występowania i rozmieszczenia głównych jednostek potencjalnej roślinności naturalnej i krajobrazów roślinnych,
- obszarów rzeczywistego występowania ważnych gospodarczo gatunków drzew leśnych – świerka, buka i jodły w drzewostanach na gruntach w zarządzie Lasów Państwowych.

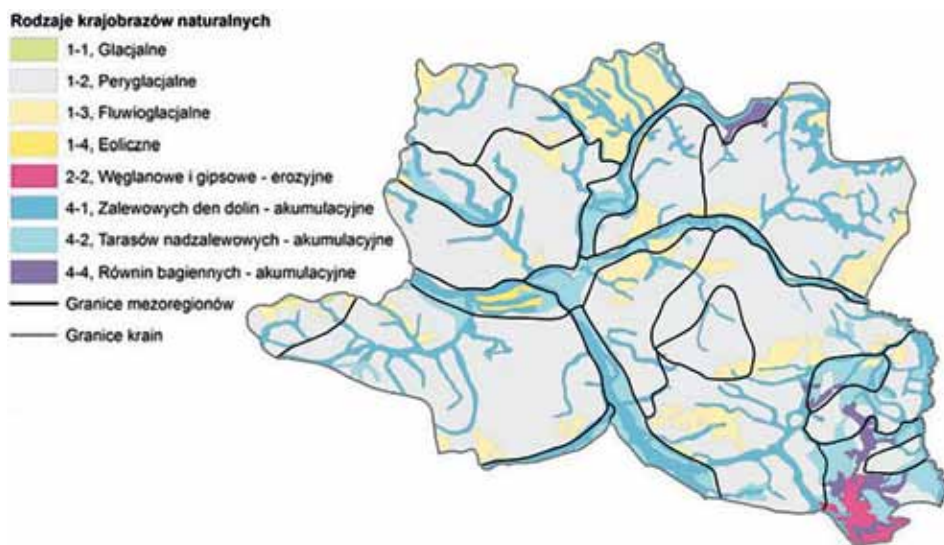
Podział na mezoregiony jest podziałem szczegółowym, zbudowanym od dołu. Granice tych jednostek wyznaczono na poziomie dominujących grup fizjocenoz, traktowanych jako istniejący w terenie układ płatów powierzchniowych utworów geologicznych, rodzajów krajobrazu oraz typów siedlisk leśnych i zbiorowisk roślinnych. Wyznaczono je po analizie materiałów kartograficznych opublikowanych w „Atlasie Rzeczypospolitej Polskiej” (Woś 1994, Matuszkiewicz J.M 1994, Richling, Dąbrowski 1995) oraz w ogólnokrajowych opracowaniach opisowych (Starkel 1991) i kartograficznych (Starkel, brak daty wydania), Lorenc 2005, Marks i in. 2006), a także regionalnych map geologicznych Polski w skali 1:50 000 i w skali 1:200 000, danych cyfrowych regionalizacji geobotanicznej (Matuszkiewicz J.M 2008a) i potencjalnej roślinności naturalnej (Matuszkiewicz J.M 2008b), oraz danych udostępnionych przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych.

Wyznaczając granice mezoregionów uwzględniano także rzeźbę terenu oraz pokrycie terenu (Ciołkosz, Bielecka 2006; Bielecka, Ciołkosz 2009), w tym wy-

stępowanie lasów. Przyjęto przy tym założenie, że granice te powinny być łatwe do zlokalizowania w terenie i w miarę trwałe, ażeby w przyszłości ułatwić porównywanie wyników badań środowiska leśnego i ocenę stanu lasów, wykonywanych z uwzględnieniem jednostek regionalizacji przyrodniczo-leśnej. Wyznaczono zatem granice po drogach, liniach kolejowych, rzekach i ciekach wodnych, a także po liniach podziału powierzchniowego, wyjątkowo po granicach wyłączeń drzewostanowych oraz – w nielicznych przypadkach – po drogach leśnych bądź innych elementach liniowych wewnątrz pododdziałów.

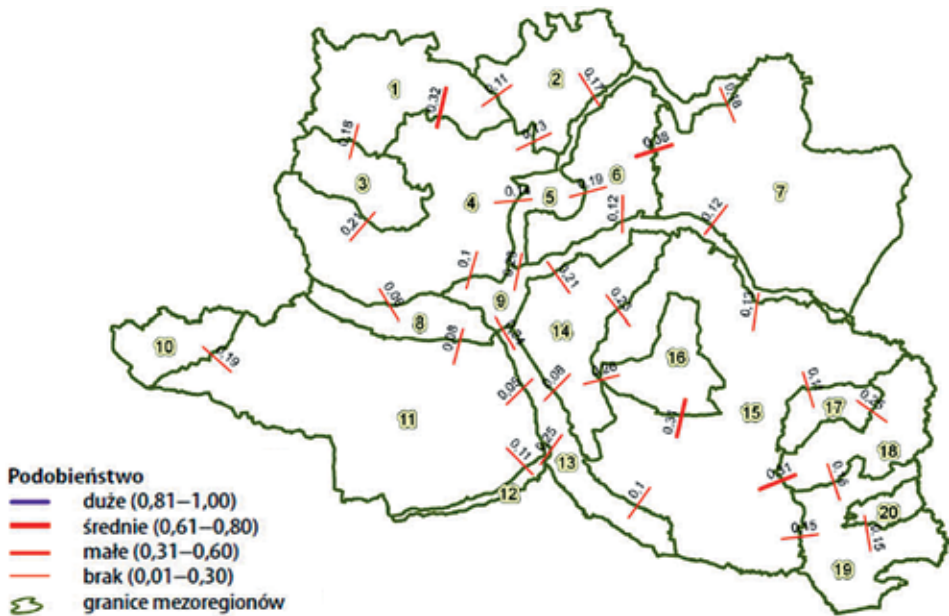
Przyjmując wymienione kryteria oraz wykorzystując mapę wektorową poziomu drugiego (VMapL2), która odpowiada mapie topograficznej w skali 1:50 000, i mapy leśne w skali 1: 5 000, 1: 10 000 oraz 1: 25 000 wniesiono granice⁴ mezoregionów przyrodniczo-leśnych w standard leśnej mapy numerycznej.

Mezoregiony wyodrębnione w regionalizacji z roku 2010 różnią się pod względem geologicznym, geomorfologicznym i krajobrazów naturalnych (ryc. 1) oraz potencjalnej roślinności naturalnej. Szczególnie różnią się mezoregiony sąsiadujące ze sobą. Potwierdzają to wskaźniki podobieństwa całkowitego między sąsiednimi mezoregionami, które we wszystkich krainach zazwyczaj osiągały wartość 0,3 lub 0,6 – co oznacza brak podobieństwa lub małe podobieństwo (ryc. 2).



Rycina 1. Rodzaje krajobrazów naturalnych w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej

⁴ wyznaczona granica mezoregionu jest linią na mapie (jest dokładna dla celów ewidencyjnych i statystycznych); w terenie w wielu przypadkach jest to jednak pas różnej szerokości – czasem nawet szerokości do kilku kilometrów.



Rycina 2. Podobieństwo mezoregionów przyrodniczych pod względem utworów geologicznych, krajobrazów roślinnych i gatunków krajobrazów naturalnych w Krainie Mazowiecko-Podlaskiej

PODSUMOWANIE

Regionalizacja przyrodniczo-leśna zajęła trwale i istotne miejsce w gospodarce leśnej Polski II połowy XX i początku XXI wieku. Szczególnie szerokie zastosowanie znalazła w hodowli i urządzaniu lasu. Wyróżniane w niej jednostki dobrze odzwierciedlają zróżnicowanie warunków przyrodniczych gospodarki leśnej w naszym kraju. W latach 1952–2010 była ona częściowo zmieniana i aktualizowana. Zachowano podział kraju na osiem krain przyrodniczo-leśnych. Nazwy siedmiu z nich pozostały bez zmian, a dwukrotnie zmieniano nazwę jednej krainy VI – z Krainy Wyżów Środkowo-Polskich na Wyżyn Środkowopolskich a następnie na Małopolską. Granice krain były zmieniane i uszczegóławiane nieznacznie (ryc. 3 i 4).

Najmniejsze zmiany nastąpiły w areale krainy VII i VIII (Sudeckiej i Karpackiej). W roku 1990 dość znacznie zmieniono granice i obszar krain I–VI, a w roku 2010 istotniejsze zmiany wprowadzono w granicach i areale krainy I oraz III–VI.

Kolejne zmiany w wersjach regionalizacji, które następowały w granicach krain polegały na: zwiększeniu liczby dzielnic z 36 do 59; wprowadze-



Rycina 3. Regionalizacja przyrodniczo-leśna; granice krain w wersji z roku 1990 na tle krain w wersji z roku 1952



Rycina 4. Regionalizacja przyrodniczo-leśna; granice krain w wersji z roku 2010 na tle krain w wersji z roku 1990

niu jednostek niższej rangi – to jest 149 mezoregionów oraz 5 mikroregionów; rezygnacji z wyróżniania dzielnic i zwiększeniu liczby mezoregionów do 183 (tab. 3). Część mezoregionów wydzielonych w roku 2010, wcześniej miała rangę dzielnicy. Nazwy jednostek regionalizacji (dzielnic i mezoregionów) w wielu przypadkach pozostały bez zmian, chociaż zmieniła się ranga niektórych z nich. W przypadku nielicznych jednostek nie zmienił się istotnie ani areal ani granice.

Zmiany (aktualizacje) w roku 1969 i 1979 miały charakter przyrodniczo-gospodarczy, a zmiany w roku 1990 i 2010 – przyrodniczo-funkcjonalny.

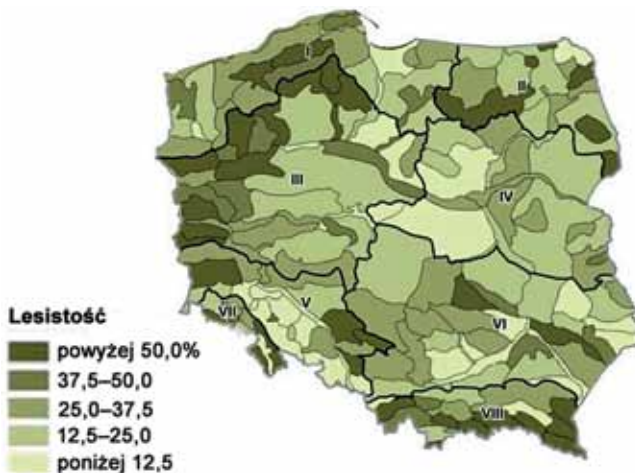
Tabela 3. Regionalizacje przyrodniczo-leśne 1952–2010

Regionalizacja przyrodniczo-leśna z roku	Liczba krain	Liczba dzielnic w krainie		Liczba mezoregionów w krainie	
		od – do	ogółem	od – do	ogółem
1952	8	0–9	36	brak	
1969	8	0–14	59	brak	
1979	8	3–14	60	brak	
1990	8	3–11	59*	11–23	149 (130+19**) oraz 5***
2010	8	brak	brak	11–35	183

* z tego 19 dzielnic bez podziału na mezoregiony, ** które jednocześnie uznano także za dzielnice, *** ponadto wyróżniono tzw. mikroregiony

Regionalizacja z roku 2010 różni się od poprzednich także brakiem dzielnic i sposobem powstania, bowiem jest opracowaniem przygotowanym głównie w wyniku uwag i wniosków zgłaszanych przez pracowników terenowych Lasów Państwowych oraz Biura Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej. Granice mezoregionów – podstawowych jednostek regionalizacji, wyznaczone z udziałem taksatorów siedliskoznawców doskonale znających poszczególne regiony kraju, są możliwe do jednoznacznej identyfikacji w terenie.

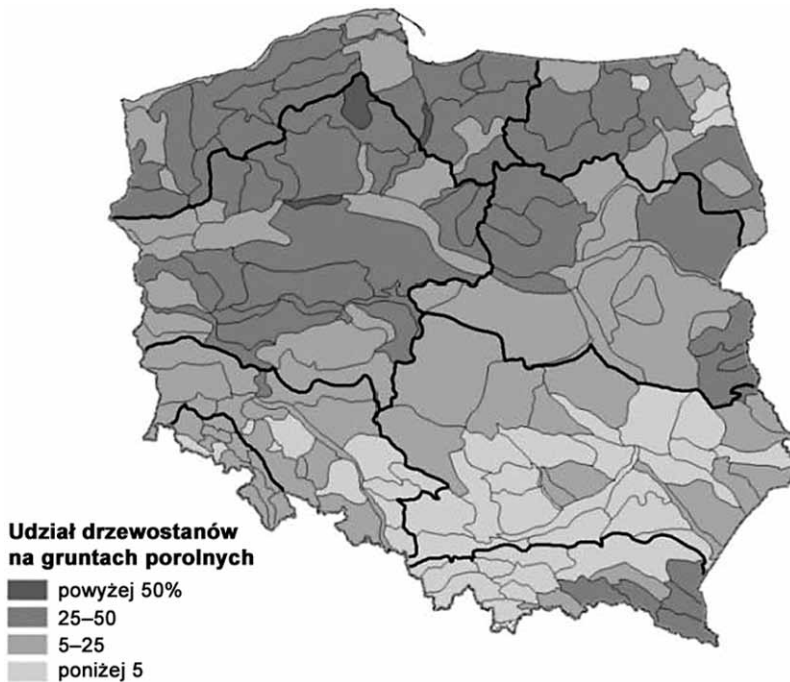
W opracowaniu monograficznym regionalizacji z roku 2010 przedstawiono szereg informacji o lasach Polski na początku XXI wieku, w tym szczególnie będących w zarządzie Lasów Państwowych w układzie mezoregionów przyrodniczo-leśnych (ryc. 5 i 6; Zielony, Kliczkowska 2012).



Rycina 5. Regionalizacja przyrodniczo-leśna, wersja 2010 – lesistość w mezoregionach przyrodniczo-leśnych

Tabela 4. Powierzchnia lasów w krainach przyrodniczo-leśnych z uwzględnieniem form własności (WISL 2011)

Kraina przyrodniczo-leśna		Powierzchnia ogólna km ²	Lasy							
			lesistość %	publiczne				prywatne		
				km ²	w zarządzie PGL LP	pozostałe	km ²	km ²	%	
Nazwa	Kod		km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	
Bałtycka	I	40 188	11 490	10 535	91,7	345	3,0	610	5,3	
Mazursko-Podlaska	II	27 660	9 329	7 637	81,9	439	4,7	1 254	13,4	
Wielkopolsko-Pomorska	III	71 483	23 702	21 393	90,3	436	1,8	1 873	7,9	
Mazowiecko-Podlaska	IV	53 199	11 530	5 949	51,6	503	4,4	5 077	44,0	
Śląska	V	27 202	7 688	7 278	94,7	166	2,2	244	3,2	
Matopolska	VI	68 572	17 048	11 467	67,3	641	3,8	4 940	29,0	
Sudecka	VII	5 036	2 079	1 854	89,1	157	7,6	68	3,3	
Karpacka	VIII	19 389	8 024	4 572	57,0	970	12,1	2 483	30,9	
Polska ogółem		312 679	90 891	70 684	77,8	3 657	4,0	16 550	18,2	



Rycina 6. Regionalizacja przyrodniczo-leśna, wersja 2010 – występowanie drzewostanów na gruntach porolnych na terenach w zarządzie Lasów Państwowych

Wersja ta, rekomendowana do stosowania w Państwowym Gospodarstwie Leśnym Lasy Państwowe Lasach Państwowych i lasach innych form własności decyzją podsekretarza stanu w Ministerstwie Środowiska z listopada 2012 r., szybko znalazła zastosowanie praktyczne przy opracowaniu wyników I cyklu „Wielkoobszarowej inwentaryzacji stanu lasów” (tab. 4; WISL 2010) (Zielony, Kliczkowska 2012) oraz została wykorzystana w projekcie zmian liczby i granic regionów pochodzenia leśnego materiału podstawowego przygotowanym przez Biuro Nasiennictwa Leśnego w latach 2013–2014 <http://www.bnl.gov.pl>.

Przewiduje się, że regionalizacja z roku 2010 będzie podstawą opracowania wytycznych w zakresie planowania hodowlanego obejmującego propozycje typów drzewostanów (typów lasu) dla poszczególnych typów siedliskowych lasu z uwzględnieniem grup mezoregionów przyrodniczo-leśnych.

LITERATURA

Bielecka E., Ciołkosz A. 2009. Baza danych o pokryciu terenu w Polsce CLC-2006. Polski Przegląd Kartograficzny, 41, 3: 227–236.

- Ciołkosz A., Bielecka E. 2006. Pokrycie terenu w Polsce. Bazy danych Corine Land Cover. Biblioteka Monitoringu Środowiska.
- Fonder W., Matras J., Załęski A. 2007. Leśna baza nasienna w Polsce. Warszawa, CILP.
- Gumiński R. 1948. Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce. Przegląd Meteorologiczno-Hydrologiczny, Tom 1.
- Instrukcja zarządzania lasu. 1957. Warszawa, MLiPD, PWRiL.
- Jedliński W. 1926a. Podział Polski na leśne dzielnice siedliskowe. Las Polski, 11: 542–550.
- Jedliński W. 1926b. Podział Polski na leśne dzielnice siedliskowe. Las Polski, 12: 583–592.
- Jedliński W. 1927. Podział Polski na leśne dzielnice siedliskowe. Las Polski, 1: 1–12.
- Kondracki J. 2001. Geografia regionalna Polski. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kondracki J., Richling A. 1994. Regiony fizycznogeograficzne. W: Atlas Rzeczypospolitej Polskiej. Mapa 53. 3. Warszawa, Główny Geodeta Kraju.
- Lorenc H. (red.). 2005. Atlas klimatu Polski. Warszawa, IMGW.
- Marks L., Ber A., Gogołek W., Piotrowska K. (red.). 2006. Mapa Geologiczna Polski 1:500 000. Warszawa, Min. Środ. PiG.
- Matuszkiewicz J. M. 1994. Krajobrazy roślinne i regiony geobotaniczne. W: Atlas Rzeczypospolitej Polskiej. Mapa 42.5. Warszawa, Główny Geodeta Kraju.
- Matuszkiewicz J.M. 2008a. Regionalizacja geobotaniczna Polski [dane cyfrowe]. Warszawa, IGiPK PAN.
- Matuszkiewicz J. M. 2008b. Potencjalna roślinność naturalna [dane cyfrowe]. Warszawa, IGiPZ PAN.
- Matuszkiewicz J. M., Łonkiewicz B., Kliczkowska A., Hildebrant R. 2001. Mikroregionalizacja przyrodniczo-leśna Polski na podstawach geobotanicznych. Prace Geograficzne, 178: 215–229.
- Matuszkiewicz W., Faliński J.B, Kostrowicki A.S., Matuszkiewicz J.M., Olaczek R., Wojterski T. (red.). 1995. Potencjalna roślinność naturalna Polski. Mapa przeglądowa 1:300 000. Warszawa, PAN IGiPZ.
- Mroczkiewicz L. 1952. Podział Polski na krainy i dzielnice przyrodniczo-leśne. Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, 80.
- Richling A., Dąbrowski A. 1995. Typy krajobrazów naturalnych. W: Atlas Rzeczypospolitej Polskiej. Mapa 53.1. Warszawa, Główny Geodeta Kraju.
- Romer E. 1949. Regiony klimatyczne Polski. Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, Ser. B, 16.
- Starkel L. (red.). [brak roku i miejsca wyd.] Mapa przeglądowa geomorfologiczna Polski w skali 1:500 000. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN.

- Starkel L. (red.). 1991. Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze. Warszawa, PWN.
- Strzelecki H. 1894. O przyrodzonym rozsiedleniu drzew leśnych w Galicji. Sylwan, 12: 295–306.
- Szafer W., Pawłowski B. 1959. Geobotaniczny podział Polski. W: Szafer W. (red.) Szata Roślinna Polski. T. II, Warszawa, PWN.
- Trampler T. 1985. Rozwój regionalizacji przyrodniczo-leśnej i typologii leśnej w Polsce. Sylwan, 10–11: 1–10.
- Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska M. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. Warszawa, PWRiL.
- Włoczewski T. 1939. Dzielnice geograficzno-leśne w świetle struktury gatunkowej lasów państwowego gospodarstwa leśnego. Las Polski, 4: 155–171.
- Woś A. 1994. Typy pogody, regiony klimatyczne. W: Atlas Rzeczypospolitej Polskiej. Mapa 31.8. Warszawa, Główny Geodeta Kraju.
- WISL 2010. Wielkoobszarowa inwentaryzacja stanu lasów, wyniki I cyklu (lata 2005–2009). Sękocin Stary, Ministerstwo Środowiska, PGL LP, BULiGL.
- Zasady techniczno-hodowlane obowiązujące w państwowym gospodarstwie leśnym. 1953. Warszawa, PWRiL.
- Zasady hodowlane obowiązujące w państwowym gospodarstwie leśnym. 1961. Wyd. II. Warszawa, MLiPD, NZLP, PWRiL.
- Zasady hodowlane obowiązujące w państwowym gospodarstwie leśnym. 1969. Wyd. III. Warszawa, MLiPD, NZLP, PWRiL.
- Zasady hodowli lasu. 1979. Wyd. IV. Warszawa, NZLP, PWRiL.
- Zasady hodowli lasu. Kryteria rozpoznawania przyrodniczych warunków produkcji leśnej. 1980. Warszawa, NZLP, PWRiL.
- Zielony R., Kliczkowska A. 2012. Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski 2010. Warszawa, CILP.

Stanisław Brożek

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Rozwój metod klasyfikacji siedlisk leśnych szansą dla zrównoważonej gospodarki leśnej

WPROWADZENIE

Według klasycznej definicji siedlisko leśne to zbiorowe pojęcie warunków klimatycznych i odżywczych, które rozstrzygają o bycie rośliny w granicach jej naturalnego zasięgu. Od blisko 80 lat są to więc już redefiniowane czynniki, jak położenie geograficzne ze wzniesieniem nad poziomem morza, podłoże geologiczne, warunki klimatyczne, rzeźba terenu, obieg wody, głębokość gleby, struktura gleby, zawartość próchnicy i jej jakość w glebie, stan procesów humifikacji, roślinność runa, bonitacja drzewostanu, typ gleby (Suchecki 1935).

Współczesna definicja ujmuje siedlisko leśne jako kompleks abiotycznych warunków zewnętrznych (klimat, gleba, położenie), w której funkcjonuje dana biocenoza (fito i zoo) (Puchalski i Prusinkiewicz 1975) lub jeszcze bardziej wąsko, czyli warunki klimatyczne i glebowe biocenozy (Mała encyklopedia leśna 1980). Czarnowski (1978) do definicji siedliska wprowadza zdolność produkcyjną danego obszaru, precyzując, że siedlisko jest to zespół abiotycznych warunków panujących w określonym miejscu ziemi, wpływających na produkcję masy organicznej przez świat ożywiony.

Głównym elementem siedliska jest gleba, która tworzy i różnicuje warunki życia drzew. Gleba przez tysiąclecia powstawała z udziałem zróżnicowanych warunków klimatycznych, geologicznych, hydrologicznych, morfologicznych przy współdziałaniu roślinności. Obecna różnorodność gleb jest więc wypadkową długotrwałego oddziaływania wszystkich tych elementów na trwale w nich zapisanych i zróżnicowanych w czasie i przestrzeni, które dziś definiuje się kompleksowo jako siedlisko. Znaczenie gleby dla różnorodności siedlisk widać

dobrze na małym obszarze, jakim jest nadleśnictwo, a szczególnie na terenach nizinnych. Klimat jako czynnik siedliska wyznacza granice zasięgu drzew leśnych, a gleba tworzy mozaikę ich różnorodności i rozmieszczenia w granicach zasięgu (Sikorska 2006a i b).

Dobrze poznanymi warunkami życia drzew są właściwości gleby, takie jak: uziarnienie, odczyn, kwasowość, próchnica glebowa wraz z procesami jej rozkładu, pojemność sorpcyjna i zawartość kationów, a także wilgotność gleby (Adamczyk i Zarzycki 1963, Alexandrowicz 1972, Brożek 2011, Brożek i in. 2011a, Puchalski i Prusinkiewicz 1975, Sikorska 2006a, 2006b). Właściwości te podlegają wahaniom, często powodowanymi procesami związanymi z życiem drzew, takimi jak opad i rozkład ścióły, zakwaszanie, ługowanie kationów i inne. Warunki glebowe, a zarazem siedliskowe wpływają na zdolność produkcyjną drzew, czyli ich jakość mierzoną wysokością i pierśnicą (Sewerniak 2008), oraz – co ważne dla roślinnej szaty leśnej – stosownym składem gatunkowym.

Relacje zachodzące pomiędzy glebą i roślinnością w lasach były od lat i są przedmiotem wielu badań (Adamczyk i in. 1973, Adamczyk 1962, Prusinkiewicz i Kowalkowski 1964, Jaworski 1995, 2011, Chojnicki i Piotrowska 2010, Konecka-Betley i in. 1994, Sewerniak 2008, Brożek i Zwydak 2003, 2010). Dotyczą one głównie poszukiwań związków typów i podtypów gleb z typami roślinności naturalnej i typami siedlisk.

Siedliskoznawstwo leśne to nauka zajmująca się badaniem elementów tworzących siedlisko, a także określaniem zasad i kryteriów wyróżniania i kartowania jednostek klasyfikacji. Problem ten dotyczy szczególnie lasów w naturalnym lub półnaturalnym systemie hodowli drzewostanów, gdzie nie są praktykowane zabiegi poprawiające warunki życia roślin, takie jak nawożenie czy uprawa gleby. Wykorzystanie naturalnych możliwości gleb jest więc w tym systemie hodowli podstawą funkcjonowania trwałego i zróżnicowanego lasu. Trwałość lasu jest dzisiaj szczególnie doceniana w kontekście zjawisk o charakterze klęsk, które pojawiają się w różnych regionach naszego kraju.

MIEJSCE GLEB W KLASYFIKACJI SIEDLISK

Gleba jako najtrwalszy element lasu może okresowo być pozbawiona roślinności leśnej, a mimo to zachowuje możliwości jej odtwarzania. Ten element wskazuje dobitnie, co jest siedliskiem w lesie. Gleba leśna jako kompleks wskaźnikowy najmniej zmieniony, a równocześnie najbardziej stabilny, jest wykorzystywana do diagnozy siedliskowej w każdym przypadku, nawet tam, gdzie brak jest drzewostanu i typowej roślinności runa leśnego (Szymański 1986).

Prawidłowe rozeznanie siedlisk jest podstawą projektowania poprawnego składu gatunkowego drzewostanu. Jest to jedna z najważniejszych czynności współczesnego leśnictwa. Ustalenie składu gatunkowego drzewostanu, dobrze

dobranego do możliwości gleby, tworzy podstawy trwałego życia lasu. Las trwały to pożytek dla kraju i środowiska przyrodniczego. Człowiek wielokrotnie był świadkiem wielkich kłesk lasów. Przykładowo można tu wymienić obecne zamieranie świerka w Beskidach, a wcześniej w Karkonoszach. Jedną z przyczyn tak masowego wymierania świerka był i jest zbyt duży jego udział w drzewostanach. Oskalpowane z lasów stoki Beskidów są krzyżującym sygnałem o poszanowanie praw przyrody w działaniach gospodarczych, które w sygnalizowanym przypadku determinowane są przez możliwości gleb i siedlisk gór. W minionych dekadach pogoń za kubikami drewna świerkowego i pomijanie kanonów siedliskoznawstwa przyniosło odwrotne od zamierzonych skutki w zasobności drzewostanów. Jest to swoisty syndrom świerka w Beskidach.

Klasyfikacja siedlisk po drugiej wojnie światowej rozwijała się szybko, a fundamenty w tej dziedzinie wraz z podstawowym ujęciem gleb położyli Chodzicki (1947) i Aleksandrowicz (1972). Pionierskie prace Chodzickiego (1947) stworzyły podstawy współczesnej klasyfikacji siedlisk z główną funkcją gleb w zakresie kształtowania warunków życia drzew ujętą w formy siedliskowe. Formy siedliskowe opracowane dla Puszczy Niepołomickiej we współpracy z geologiem i botanikami wykazały konieczność oparcia się przy ich klasyfikacji na typach gleb (Chodzicki 1947). Autor ten uszeregował formy siedliskowe według zasobności i wilgotności typów gleb w 7 grupach, od najuboższych popiołoziemów, przez bielice i buroziemy do czarnoziemów. Ten pogląd, czyli szukanie relacji między typem gleby a typem siedliska i roślinności naturalnej, funkcjonował i był dopracowywany przez całe dziesięciolecie (Klasyfikacja gleb leśnych 1973, 2000, Systematyka gleb Polski 1989). Zapoczątkowany przez Chodzickiego kierunek jest wreszcie podstawą funkcjonującej metody kartowania siedlisk leśnych w Polsce (Mąkosa i in. 1994), ostatnio dopracowanej (Brożek 2011, Brożek i in. 2011a).

Stosowana w Polsce od około 50 lat metoda wyróżniania i inwentaryzacji siedlisk leśnych podlega obecnie dostosowaniu do współczesnych osiągnięć gleboznawstwa i do obecnych potrzeb leśnictwa. Główny kierunek modyfikacji metody diagnozy siedlisk zmierza do czytelnego i mocniejszego uwzględnienia w niej właściwości gleb.

KONCEPCJA I WYKORZYSTANIE INDEKSÓW „JAKOŚCI GLEBY” W DIAGNOZOWANIU SIEDLISK W LASACH

Znaczącym krokiem w kierunku obiektywizacji diagnozy typu siedliska z uwzględnieniem gleby była koncepcja wyrażania właściwości gleby za pomocą indeksów wyliczalnych z jej właściwości (Brożek 2007, Brożek i in. 2008, Brożek i in. 2011a). Pierwszym etapem była koncepcja indeksu trofizmu gleby leśnej (ITGL) (Brożek i Zwydak 2003, 2010). Propozycje wyznaczenia z wie-

lu możliwych właściwości gleby mniejszej ich liczby, ale dobrze wyrażających zmienność gleb w przestrzeni geograficznej są bardzo zróżnicowane. Wypracowane głównie dla obszaru rolnictwa określają od kilku do kilkunastu fizycznych, chemicznych i biologicznych właściwości gleby. Uwzględnianie bardzo wielu cech jest możliwe na ograniczonej i głównie eksperymentalną skalę. W praktyce leśnej właściwości gleb stosowane do waloryzacji siedlisk, ze względu na wielkoobszarowość, muszą być łatwo mierzalne i tanie w uzyskaniu. W badaniach Katedry Gleboznawstwa Leśnego Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie systemem eksperckim wyznaczono 16 cech. Natomiast do analizy dyskryminacji wytypowano 7 cech, a ta wskazała 4 z nich jako te, które posiadają większą siłę rozdzielania siedlisk na grupy troficzne (Brożek 2007).

Kolejnym indeksem wyrażającym liczbowo kilka właściwości gleb jest siedliskowy indeks glebowy (SIG). Metodę jego obliczania zaprezentowano w pracy Brożka i in. (2011a), a także w „Instrukcji urządzania lasu” w części II pt. „Instrukcja wyróżniania i kartowania w Lasach Państwowych typów siedliskowych lasu oraz zbiorowisk roślinnych” (2012). Instrukcja ta zawiera również jego zastosowanie w diagnozowaniu siedlisk w lasach, zarówno diagnozy cząstkowej według gleby, jak i końcowej diagnozy syntetycznej.

ODMIANY TROFICZNE PODTYPÓW GLEB JAKO FUNDAMENT DIAGNOZOWANIA SIEDLISK W LASACH

Troficzność gleb określana jest najczęściej na podstawie wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym, a jej przejawem w warunkach naturalnych lub do nich zbliżonych jest występowanie gatunków roślin o określonych wymaganiach pokarmowych (Klasyfikacja gleb leśnych Polski 2000). Definicje troficzności ujmują najczęściej stan zasobów pokarmowych danego terenu, a także zespół czynników środowiskowych decydujących o żywności. Autor tej pracy przez trofizm gleby rozumie zarówno sumę kationów zasadowych, jak i najistotniejsze składniki gleby wpływające na ich stan, czyli: uziarnienie, kwasowość i zawartość azotu ściśle związaną z rozkładem materii organicznej. Są to składniki gleby niezbędne do tworzenia podstawowych warunków życia roślin. Z tego względu wszystkie te składniki zostały wyselekcjonowane i przyjęte do obliczania siedliskowego indeksu glebowego (SIG) i zweryfikowane za pomocą wskaźnikowej roślinności leśnej rozdzielającej bory (B) od borów mieszanych (BM), bory mieszane (BM) od lasów mieszanych (LM), lasy mieszane (LM) od lasów (L), w tym lasów łągowych (L1) i olsów (O1) (Brożek i in. 2011a). Pojęcie trofizmu znalazło się w jednostkach klasyfikacji gleb leśnych jako troficzna odmiana podtypu gleby.

Troficzne odmiany podtypów gleb obejmują grupę gleb o podobnych właściwościach, które kształtują zbliżone warunki życia roślin. Odmiany te można

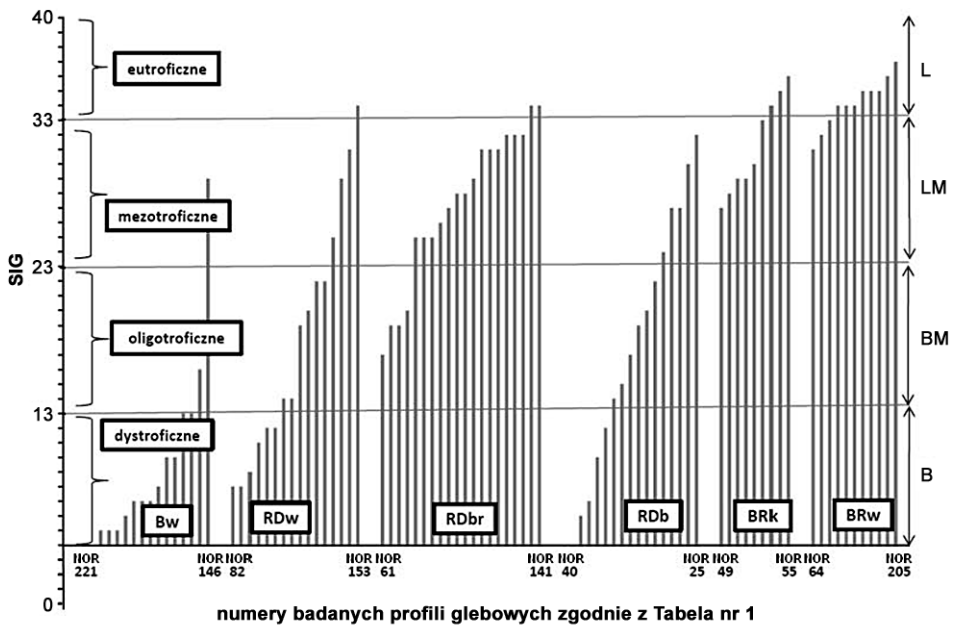
wyróżniać według postępowania przyjętego dla siedliskowego indeksu glebowego – SIG (Brożek i in. 2011b). Wcześniejsze badania wykonane na przykładzie gleb bielcowych i rdzawych w lasach gospodarczych wykazały, że zastosowana metoda obliczania SIG pozwala wyznaczyć następujące troficzne odmiany podtypów: dystroficzne, oligotroficzne, mezotroficzne i eutroficzne (Brożek i in. 2008). Odmiany te ułatwiają poszukiwanie związków gleb z roślinnością naturalną i typami siedlisk leśnych.

W badaniach Katedry Gleboznawstwa Leśnego Wydziału Leśnego w Krakowie przetestowano możliwość zastosowania SIG do obliczania troficznych odmian podtypów gleb występujących w zespołach roślinności leśnej na powierzchniach rezerwatowych i w wybranych fragmentach parków narodowych (Brożek i in. 2011b). Jest to obecnie zmodyfikowana metoda wypracowana we wcześniejszych badaniach (Brożek i in. 2008). Wyniki obliczonych troficznych odmian podtypów gleb uzyskane w niniejszych badaniach w rezerwatach (Brożek i in. 2011b) są zbliżone z podobnymi wynikami z lasów gospodarczych (Brożek i in. 2008). Dokonano jednak korekty wartości granicznych pomiędzy wydzielonymi klasami troficznymi. W badaniach publikowanych w roku 2008 (Brożek i in. 2008) uzyskano graniczne wartości SIG dla B/BM wynoszącym 10, dla BM/LM – 20 i dla LM/L – 30. W późniejszych badaniach, których wyniki publikowano w roku 2011 (Brożek i in. 2011b), przyjęto wyższe wartości SIG jako graniczne dla tych samych typów siedlisk – 13, 23 i 33.

Trofizm gleb bielcowych właściwych (Bw) zlokalizowanych na terenach chronionych mierzony indeksem SIG jest bardzo zbliżony do gleb w lasach gospodarczych. Tylko jeden przypadek w lasach rezerwatów przyrody odbiegał w górę, jest to stanowisko NOR146, gdzie SIG osiągał wartość 29, kwalifikującą ten pedon do odmiany mezotroficznej (ryc. 1). Stanowisko to zlokalizowano w Puszczy Rominckiej, gdzie obserwuje się już znaczny wpływ klimatu borealnego na funkcjonowanie przyrody, w którym gleby o wyraźnie cięższym uziarnieniu ulegają bielcowaniu. Większość jednostek tego typu znalazła się w odmianie dystroficznej.

Gleby rdzawe analizowano w większej liczbie przypadków, które zakwalifikowano do 3 podtypów. Większość badanych jednostek gleb rdzawych właściwych (RDw) i rdzawych bielcowych (RDb) kwalifikowano do 3 odmian dystro- i mezotroficznych. Gleby rdzawe brunatne (RDbr) cechowały się wyraźnie wyższym trofizmem mierzonym SIG, bo znalazły się w odmianie oligo- i mezo-, a w dwóch przypadkach gleba była eutroficzna (ryc. 1).

Na tle troficznych odmian gleb bielcowych i rdzawych interesująco rozkłada się trofizm gleb brunatnych kwaśnych (BRk) i wylugowanych (BRw) (ryc. 1). Na 9 analizowanych przypadków gleb brunatnych kwaśnych, sześć zaliczono do odmian mezotroficznych, a trzy – do odmian eutroficznych. Pod względem trofizmu są one zbliżone do najlepszych gleb rdzawych brunatnych i dość wyraźnie różnią się od pozostałych podtypów gleb rdzawych. Tylko pojedyncze przypadki



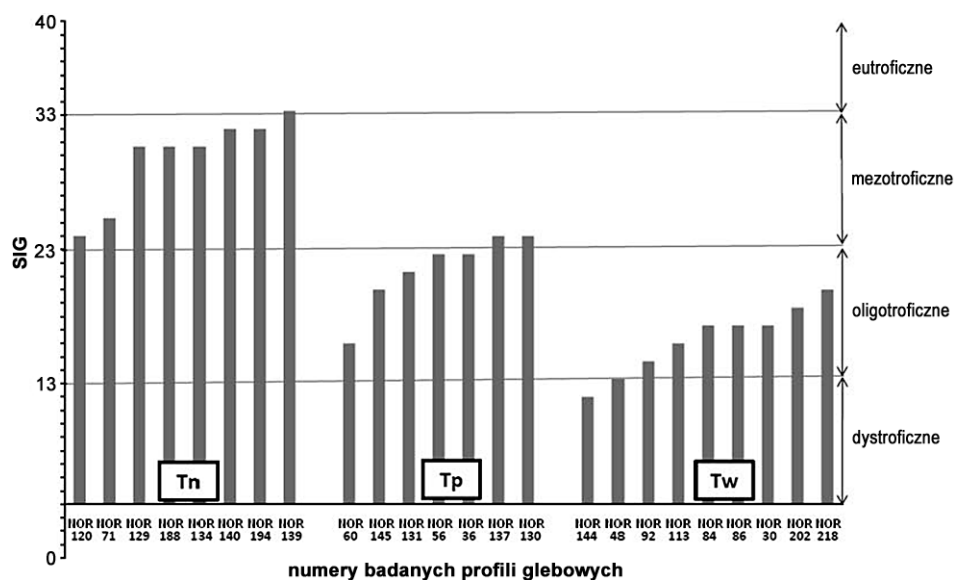
Rycina 1. Numeryczna ocena troficznych odmian podtypów gleb bielcowych właściwych (Bw), rdzawych właściwych (RDw), rdzawych brunatnych (RDbr), rdzawych bielcowych (RDb) oraz brunatnych kwaśnych (BRk) i brunatnych właściwych (BRw) (Brożek i in. 2011b)

gleb rdzawych właściwych i gleb rdzawych bielcowych są zbliżone troficznie do gleb brunatnych kwaśnych (ryc. 1). Natomiast badane gleby brunatne wyługowane pod względem trofizmu dość wyraźnie różnią się od gleb brunatnych kwaśnych.

Gleby rdzawe właściwe (RDw) w typologii leśnej uważane są za wyraźnie bogatsze od gleb bielcowych, co w niniejszych badaniach znalazło tylko częściowe potwierdzenie. W obrębie gleb rdzawych właściwych można spotkać wiele profili dystroficznych porównywalnych z glebami bielcowymi, ale także oligotroficznych, mezotroficznych i sporadycznie eutroficznych (ryc. 1). A zatem są to gleby bardziej zróżnicowane od gleb bielcowych. Tę różnorodność troficzną gleb rdzawych właściwych potwierdza roślinność w badanych rezerwach. Występują na tych glebach zespoły zaliczane do borów (*Leucobryo-Pinetum*), jak i do borów mieszanych (*Quercus roboris-Pinetum typicum*), aż po kwaśne dąbrowy (*Calamagrostis a.-Quercetum*) i ubogie grądy (*Tilio-Carpinetum calamagrostetosum*).

Za pomocą indeksu SIG wykazano również różnorodność troficzną gleb torfowych torfowisk niskich (Tn), przejściowych (Tp) i wysokich (Tw) (ryc. 2). Badane gleby torfowe torfowisk niskich wykazały najwyższy trofizm umożliwiając zaliczenie ich do odmiany mezotroficznej. Gleby torfowe torowisk

przejściowych wykazały wyraźnie niższy trofizm, na większości badanych stanowisk kwalifikowanych do odmian oligotroficznych. Najniższy trofizm stwierdzono w glebach torfowych torfowisk wysokich, większość stanowisk zaliczono również do odmiany oligotroficznej, ale wartość SIG była w nich wyraźnie mniejsza, bliższa odmiany dystroficznej. Trofizm torfowisk niskich, przejściowych i wysokich jest znany z literatury, lecz najczęściej charakteryzowany opisowo na podstawie właściwości gleb lub na podstawie roślinności. W niniejszej pracy podano możliwość obiektywnego wyliczenia wartości SIG, która pomoże zakwalifikować glebę do odmiany troficznej (Brożek i in. 2011b).



Rycina 2. Numeryczna ocena troficznych odmian podtypów gleb torfowych torfowisk niskich (Tn), przejściowych (Tp) i wysokich (Tw) (Brożek i in. 2011b)

Najważniejszym elementem podejścia do nowych jednostek powinny być wymierne, wyliczalne i sprawdzalne kryteria pozwalające uzyskać powtarzalność diagnozy w wykonaniu różnych osób i zespołów. Niezastąpionym elementem kryteriów są ilościowo oznaczone w laboratoriach właściwości gleb, gdyż to one są najlepszą, bo obiektywną informacją o glebie i jej funkcjach w środowisku. W przypadku leśnictwa ma to ogromne znaczenie, gdyż obecnie jest to chyba jedyna branża, gdzie stosuje się kartowanie gleb, jako element rozpoznania siedlisk na dużych obszarach. Dla wielkoobszarowej kartografii gleb ich rozpoznanie powinno bazować na metodach prostych, łatwych i tanich.

Wprowadzenie SIG do diagnozowania troficznych odmian podtypów gleb umożliwia ich wyliczenie w jednolitym systemie we wszystkich typach gleb. Prowadzi to do uproszczenia podziału gleb na grupy o zbliżonych właściwo-

ściach, niezależnie od typu gleby. Właściwości te to warunki życia roślin i ich grupowanie. Jest to zarazem wstęp i fundament diagnozy siedlisk, bo odmiana dystroficzna to bór, odmiana oligotroficzna to bór mieszany, odmiana mezotroficzna to las mieszany, a odmiana eutroficzna to las. Wyliczenie odmiany troficznej gleby to pierwsza diagnoza cząstkowa siedliska, która po uwzględnieniu wskaźnikowej funkcji runa leśnego i drzewostanu staje się diagnozą syntetyczną lub końcową.

Pierwszym krokiem poprawy diagnozowania siedlisk było wdrożenie koncepcji SIG wraz z wydaniem w roku 2012 nowej „Instrukcji kartowania siedlisk w lasach” opracowanej dla nizin i wyżyn. Drugim krokiem są prace nad doprecyzowaniem roli gleby w diagnozowaniu siedlisk w górach, które obecnie są kończone i powinny być wdrożone do kartowania siedliska. Pozwoli to na wprowadzenie do kartografii siedlisk na obszarze całego kraju obiektywnych rozwiązań diagnozowania siedlisk opartych na właściwościach gleby uzyskiwanych w laboratoriach.

TYP DRZEWOSTANU JAKO WYNIK PRAC SIEDLISKOZNAWCÓW SŁUŻĄCY HODOWLI DRZEWOSTANÓW

Wprowadzenie typów lasu w wyróżnianych jednostkach siedliskowych jest ważnym osiągnięciem w syntezie prac glebowo-siedliskowych. Służy to bezpośrednio nadleśnictwu, dla którego skład gatunkowy drzewostanu to główny element kształtowania różnorodności drzewostanu wynikający z rozpoznania siedlisk. Jest to więc cel hodowli lasu na poziomie nadleśnictwa. W czasie realizacji operatu glebowo-siedliskowego danego nadleśnictwa wykonawcy tych prac są najlepszymi znawcami jego siedlisk i to im powinno się powierzyć to odpowiedzialne zadanie, czyli wyznaczenie kierunków kształtowania składu gatunkowego przyszłych drzewostanów. Dobrze się więc stało, że po zdiagnozowaniu siedlisk taksatorzy ustalają propozycje składu gatunkowego odnowień w każdym wyróżnionym typie siedliskowym.

Komisja Założeń Planu (KZP) ustala m.in. typy drzewostanów i orientacyjne składy gatunkowe odnowień dla każdego typu siedliska w nadleśnictwie.

Do KZP wchodzi: przedstawiciel nadleśnictwa (zwykle nadleśniczy), przedstawiciele RDLP, ZOL, GDLP oraz przedstawiciele RDOŚ, PWIŚ.

Procedura ustalania składu gatunkowego odnowień rozpoczyna się od złożenia przez nadleśnictwo (nadleśniczego) propozycji, uwzględniającej informacje z tabeli 3 w „Zasadach hodowli lasu” oraz sugestie zawarte w operacie siedliskowym. Obecnie nadleśniczy ma duże kompetencje w zakresie ustalania procentowego składu gatunkowego odnowień, co czyni to postępowanie subiektywnym. Rodzi to problemy ze względu na brak zaleceń, który z wyżej wymienionych dokumentów ma większą rangę, a także przypadki szczegółowe dla

danego odnawianego fragmentu lasu. Sugeruje to pytanie o potrzebę przygotowania dla nadleśnictwa materiałów pomocniczych do ustalania składów gatunkowych w szczegółowych przypadkach lub zorganizowania doradztwa opartego na wynikach analiz gleby pozyskanych w tym celu. Poprawne dobranie gatunków dla poszczególnych gleb, na których drzewa te będą rosły przez kolejne 100 lat, warte jest tego wysiłku. Ryzyko błędnej diagnozy jest kosztowne.

GLEBY W PŁATACH ROŚLINNOŚCI ZBLIŻONEJ DO NATURALNEJ, ZLOKALIZOWANEJ W LEŚNYCH REZERWATACH PRZYRODY, JAKO DROGOWSKAZ W PROJEKTOWANIU TYPÓW DRZEWOSTANÓW

Pomocnym elementem w zakresie projektowania typów lasu jest zespół roślinny, który przedstawia zbliżony do naturalnego charakter roślinności dla danego siedliska. Traktowanie zespołu roślinnego jako wzorca lub drogowskazu oznacza zbliżenie składu gatunkowego drzewostanów do występujących w warunkach, gdzie ich skład ukształtował się w wyniku wielopokoleniowego naturalnego ich wzrastania bez udziału człowieka. Półnaturalna hodowla lasu to kierunek leśnictwa zmierzający do zmniejszenia ryzyka w hodowli drzewostanów oparty na wykorzystaniu siedliska do hodowli możliwie wielu gatunków drzew – gdy jeden gatunek nie sprawdza się, pozostałe przetrwają i zapewnią trwałą obecność lasu na danym obszarze.

Wykaz zespołów roślinnych występujących w poszczególnych typach siedliskowych lasu:

BORY (B) – grupa zespołów borów sosnowych

1. *Cladonio-Pinetum* Juraszek 1927 – bór sosnowy suchy,
2. *Empetro nigri-Pinetum* (Libb. et Siss. 1939 n.n.) Wojt. 1964 – nadmorski bór bażynowy,
3. *Leucobryo-Pinetum* Mat. (1962) 1973 – subatlantycki bór sosnowy świeży,
4. *Peucedano-Pinetum* Mat. (1962) 1973 – kontynentalny bór sosnowy świeży,
5. *Molinio caeruleae-Pinetum* Mat. 1973 – bór sosnowy wilgotny,
6. *Vaccinio uliginosi-Pinetum* Kleist 1929 – bór sosnowy bagienny,
7. *Sphagno-Betuletum pubescentis* – niżowe torfowiska z brzozą omszoną lub z sosną zwyczajną (*Ledo-Sphagnetum*).

BORY MIESZANE (BM) – grupa zespołów borów mieszanych

8. *Quercu roboris-Pinetum typicum* Mat. 1981 – kontynentalny bór mieszany,
9. *Serratulo – Pinetum* W.Mat. 1981 J.Mat. 1988 – Subborealny bór mieszany,
10. *Abietetum polonicum* Br.-Bl. Et Vlieg. 1939 – wyżynny jodłowy bór mieszany,

11. *Quercus robur*-*Pinetum molinietosum* Mat. 1981 – kontynentalny bór wilgotny,
12. *Quercus-Piceetum* (W. Mat. 1952) W. Mat. et Pol. 1955 – Jegiel,
13. *Sphagnum girgensohnii*-*Piceetum* Polak. 1962 – Borealna świerczyna,
14. *Vaccinium uliginosum*-*Betuletum pubescentis* Libbert 1933 – brzezina bagienna.

LASY MIESZANE (LM) – grupa ubogich lasów liściastych

15. *Luzula pilosae*-*Fagetum* W. Mat et A. Mat. 1973 – kwaśna buczyna niżowa,
16. *Fago-Quercetum* Tx. 1955 – pomorski las bukowo-dębowy (kwaśna dąbrowa),
17. *Calamagrostis arundinacea* – *Quercetum petraeae* (Hartm. 1934) Scam. 1959 – środkowoeuropejski acidofilny las dębowy,
18. *Potentilla albae*-*Quercetum* – Libb. 1933 n. inv. Oberd 1957 em. Müller 1991 – świetlista dąbrowa,
19. *Grądy wysokie* (*Tilio-Carpinetum calamagrostietosum* – uboższy podzespół grądu, *Stellario holostae-Carpinetum deschampsietosum* Oberd. 1957 – grąd subatlatycki,
20. *Tilio-Carpinetum abietetosum* – grąd subkontynentalny w wariacie jodłowym.

LASY (L) – grupa żyznych buczyn i grądów

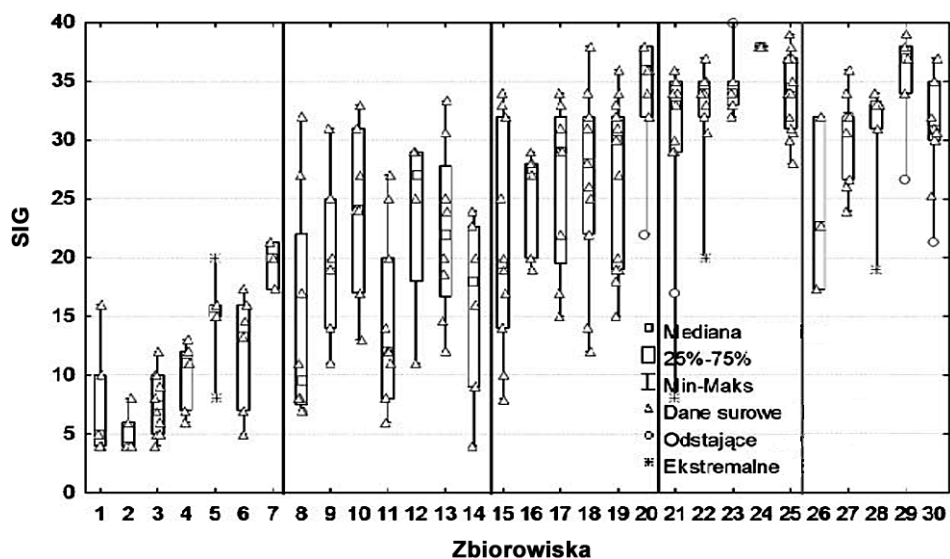
21. *Galio odorati*-*Fagetum typicum* = *Melico-Fagetum* – żyzna buczyna niżowa,
22. *Grądy typowe* (*Galio-Carpinetum typicum* Oberd 1957 – grąd środkowoeuropejski, *Tilio-Carpinetum typicum* Tracz. 1962 – grąd subkontynentalny, *Stellario holostae-Carpinetum typicum* Oberd. 1957 – grąd subatlatycki,
23. *Acer platanoides*-*Tilia cordata* Jutr.-Trzebiat. 1980 – grądy zboczowe,
24. *Fagus sylvatica* – *Mercurialis perennis* Cel. 1962 – buczyna źródłiskowa, *Fagus sylvatica*-*Cypripedium calceolus* – ciepłolubna buczyna kaszubska,
25. *Grądy niskie* (*Galio sylvatici-Carpinetum corydaletosum* Oberd 1957 – grąd środkowoeuropejski, *Tilio-Carpinetum corydaletosum*, *Tilio-Carpinetum stachyetosum* – subkontynentalny grąd niski z kokoryczami i z czyścem leśnym, *Stellario holostae-Carpinetum ficarietosum* Oberd. 1957 – grąd subatlatycki, podzespół z *Ficaria verna*).

ŁĘGI i OLESY (Lł i Ol) – grupa lasów łąkowych i olsów

26. *Sphagnum squarrosum*-*Alnetum* Sol.-Górn. (1975)1987 – ols torfowcowy,
27. *Ribes nigri*-*Alnetum* Sol.-Górn. (1975) 1987 – ols porzeczkowy,
28. *Salici-Populetum* i *Populetum albae* Br.-Bl. 1931 – nadrzeczny łąg wierzbowy i topolowy,
29. *Ficario-Ulmetum minoris* Knapp 1942 em. J. Mat. 1976 – łąg jesionowo-wiązowy,
30. *Fraxino-Alnetum* W. Mat. 1952 – łąg jesionowo-olszowy.

Zmniejszenie ryzyka powoduje wzbogacenie wzorcowego dla zespołu składu gatunkowego hodowanych drzew o gatunki wymagające zbliżonych właściwości gleb. Te zbliżone właściwości gleb dla danego gatunku można już typować na podstawie SIG.

W Katedrze Gleboznawstwa Leśnego wykonano badania nad możliwością zastosowania właściwości gleb ujętych indeksem SIG do projektowania składów gatunkowych odnawianych lasów. Efektem wykonanych badań jest wykazanie różnorodności gleb zbiorowisk borów sosnowych oraz odmienności gleb pozostałych wydzielonych grup troficznych (ryc. 3, zespoły 1–7). Stwierdzenie tych zależności było znacznie ułatwione po zastosowaniu numerycznych metod. Tym sposobem udokumentowano liczbowo dystroficzny charakter gleb borów, który jest następstwem ubóstwa substancji ilastych, kationów zasadowych, rodzaju akumulowanej substancji próchnicznej oraz silnej ich kwasowości. Za miarę żyzności badanych gleb można uznać siedliskowy indeks glebowy (Zwydak i in. 2011).



Rycina 3. Porównanie trofizmu gleb zbiorowisk borów (1-7), borów mieszanych (8-14), lasów mieszanych (15-20) i lasów (21-25) oraz olsów i łęgów (26-30) (Brożek 2011)

Analogicznie interpretowano różnorodność gleb zbiorowisk borów mieszanych – sosnowych, świerkowych, jodłowych, z udziałem dębu i buka (ryc. 3, zespoły 8–14), kwalifikowanych w typologii jako bory mieszane (Lasota i in. 2011a). Wykazano, że zespoły roślinne zaliczone do borów mieszanych rosną na lepszych glebach w porównaniu z glebami borów i wyraźnie gorszych od gleb porastanych przez zespoły zaliczane do lasów mieszanych (ryc. 3). Wymiernym,

sprawdzalnym i powtarzalnym wskaźnikiem tej różnicy w niniejszych badaniach był indeks SIG.

Różnorodność gleb zbiorowisk zaliczonych do lasów mieszanych, grupy ubogich lasów liściastych (ryc. 3, zespoły 15–20) wykazano również, posługując się indeksem SIG, który pomógł określić ich zróżnicowany trofizm, od oligo-, poprzez mezo- do eutroficznego (Lasota i in. 2011b). Trofizm tych gleb był wyraźnie wyższy od gleb borów i borów mieszanych. Różnice te wykazano i zdefiniowano liczbowo miarą SIG.

Różnorodność gleb zbiorowisk zaliczonych do grupy żyznych buczyn i grądów (ryc. 3, zespoły 21–25) wynika z bogatych skał macierzystych, z których tworzą się najczęściej gleby brunatnoziemne, zaś w grądach niskich i wilgotniejszych buczynach źródłiskowych – eutroficzne gleby gruntowoglejowe, czarne ziemie i gleby deluwialne. Wykazanie specyfiki i wysokiej żyzności tych gleb wyraźnie ułatwiło zastosowanie indeksu SIG (Lasota i in. 2011c).

Różnorodność gleb zbiorowisk łągowych i olsów (ryc. 3, zespoły 26–30) może być oceniana z użyciem SIG, ale ocena ta może być utrudniona w przypadku głębokich gleb organicznych lub gleb wykształconych na gruboziarnistym podłożu, co wymaga dalszych badań (Wanic i in. 2011). Stwierdzono, że łągi topolowo-wierzbowe oraz łągi jesionowo-wiązowe zasiedlają gleby mineralne – mady rzeczne powstające w dolinach dużych rzek. Gleby łągów jesionowo-olszowych oraz olsów są zabagniane, należą tu głównie gleby organiczne (torfowe, murszowe, mułowe) lub organiczno-mineralne (gruntowoglejowe torfowe, gruntowoglejowe murszowe).

Prezentowane na rycinie 1 zależności zespołów roślinnych leśnych od warunków glebowych ujętych indeksem SIG stanowią podstawę do analiz zmierzających w kierunku wyznaczenia składów gatunkowych odnawianych drzewostanów w lasach. W tym celu w miejsce zespołów roślinnych można wpisać gatunki drzewiaste tworzące w nich drzewostan. Stanowi to podstawę projektowania składu gatunkowego odnawianego drzewostanu. Takie podejście pozwala zaprojektować odnowienie w każdych warunkach leśnych, nawet tam, gdzie nie ma roślinności (drzewostan niezgodny z siedliskiem do przebudowy, drzewostanu brak, a powierzchnię porastają puste płyty roślinności krzewiastej, wypadające i rozpadające się fragmenty drzewostanów, grunty porolne przeznaczone do zalesień). Skoro w około 70% skład gatunkowy roślinności drzewiastej zależy od właściwości gleby (dane niepublikowane Katedry Gleboznawstwa Leśnego Wydziału Leśnego UR w Krakowie, wyliczone z ryciny 3), to jest to wystarczający argument, aby to wykorzystać w praktyce leśnej.

Dobór gatunków drzew do odnowień lasu na nizinach i wyżynach Polski wykonany na podstawie SIG wyliczony dla gleb zespołów roślinności leśnej w rezerwatach przyrody (ryc. 3):

1. Na płatach świeżych, umiarkowanie wilgotnych i wilgotnych gleb dystroficznych (SIG 4–13) na całym obszarze nizin i wyżyn Polski jedynym doce-

- lowym gatunkiem w hodowli lasów gospodarczych powinna być sosna, a w warunkach bagiennych – sosna z brzozą.
2. Na płatach świeżych, umiarkowanie wilgotnych i wilgotnych gleb oligotroficznych (SIG 14–23) sosna jest gatunkiem głównym i powinna być uzupełniana o domieszkę dębu i buka, a w północno-wschodniej Polsce o domieszkę świerka. Dąb bezszypułkowy powinien być brany pod uwagę na płatach gleb o wartości SIG w dolnych przedziałach odmiany oligotroficznej (bliżej 13), a dąb szypułkowy – w górnych (bliżej 23). W tej grupie troficznej gleb w granicach naturalnego zasięgu powinna być brana pod uwagę domieszka jodły. W warunkach bagiennych gleb oligotroficznych zwiększony udział brzozy powinien być akceptowany. W Polsce północno-wschodniej na glebach oligotroficznych bagiennych oprócz sosny należy uwzględnić też świerk, i to jego duży udział.
 3. Na płatach świeżych, umiarkowanie wilgotnych i wilgotnych gleb mezotroficznych (SIG 24–33) głównymi hodowanymi gatunkami stają się już gatunki liściaste, a sosna występuje w domieszce. Dąb szypułkowy i buk jako gatunki główne, a w domieszce – w dolnych granicach SIG gleb mezotroficznych (bliżej 23) – sosna, jej udział może być duży, nawet w równowadze z liściastymi; im bliżej górnej granicy SIG przyjętej dla gleb mezotroficznych (33) – tym większy powinien być udział domieszek jodły, grabu, lipy, klonu (wszystkie w granicach zasięgu) kosztem sosny. W Polsce północno-wschodniej duży udział w drzewostanach obok sosny powinien mieć świerk. W warunkach bagiennych gleb mezotroficznych gatunkiem panującym powinna już być olsza czarna. Domieszka sosny i brzozy może być nawet maksymalna, przewidziana w tej grupie (do 50%) tylko na stanowiskach bliskich SIG 24. Im żyzniejsze stanowiska, tym udział olszy powinien rosnąć kosztem sosny i brzozy. Na stanowiskach o SIG bliskich 33 obok olszy znaczący udział mógłby mieć jesion.
 4. Na płatach świeżych i wilgotnych gleb eutroficznych (SIG 34–40) głównymi hodowanymi gatunkami stają się już gatunki liściaste, jak: dąb szypułkowy, buk, lipa, jesion, wiąz, jawor, jodła (wszystkie w granicach zasięgu). Sosny i świerka tu nie powinno być wcale. Wyjątek stanowi Polska północno-wschodnia, gdzie domieszkę sosny i świerka na płatach gleb w dolnych zakresach SIG można rozważyć. W warunkach bagiennych tylko pojedyncze płyty gleb osiągały tak wysoki SIG (ponad 33) i były to najżyźniejsze olsy z olszą czarną.
 5. Nadleśnictwo posiadające operat siedliskowy wykonany według Instrukcji (2012), może obliczenia zawarte w tym rozdziale wykonać na podstawie właściwości gleb i uzyskać w ten sposób podstawowy skład gatunkowy odnowień. Wystarczy tylko analizy gleby oraz typy i podtypy gleb do określenia warunków świeżych, umiarkowanie wilgotnych, wilgotnych i bagiennych. Wszystkie te dane nadleśnictwo posiada, potrzebna tylko instrukcja do re-

alizacji propozycji. W szczegółowych przypadkach, gdy brak analizowanej odkrywki na odnawianym płacie lasu, należałoby rozważyć dodatkową analizę. Jej koszt jest niewspółmierny z ryzykiem decyzji podejmowanej bez glebowych analiz. Wzrokowa ocena profilu nie da podstaw do oceny trofizmu opartego na SIG.

SIEDLISSKO PRZYRODNICZE — CO TO JEST?

Tytuł ten wielu czytelników może dziwić, bo pojęcie to wrosło już w wiele prac w lasach, niemniej dla piszącego te słowa jest to pojęcie niejednoznaczne i wymagające szerszego komentarza. Siedliska przyrodnicze są objęte monitorowaniem wspieranym przez zorganizowany system inwentaryzacji cennych płatów roślinności zarówno w lasach, jak i poza nimi. Prace te są wspierane podręcznikami metodycznymi. Jednym z nich jest wydana przez Inspekcję Ochrony Środowiska trzynomowa praca pt. „Monitoring siedlisk przyrodniczych. Przewodnik metodyczny”. Część I, II i III, praca zbiorowa (red. W. Mróz). Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa 2012. W dalszej części tekstu określono tę pracę jako MSP.

Ta trzynomowa publikacja metodyczna wprowadza pojęcie siedliska przyrodniczego do określenia płatów zespołów roślinnych. Termin siedlisko w obszarze leśnictwa posiada ugruntowaną przez dziesięciolecia definicję (patrz część wstępna artykułu). Tymczasem MSP wprowadza termin siedlisko do określania płatu roślinności. Ustawa o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 (Dz.U. nr 92. poz. 880 z dnia 30 kwietnia 2004 r.) wymienia zasoby, twory i składniki przyrody, gdzie rośliny i zwierzęta są wyraźnie oddzielone od siedlisk przyrodniczych i siedlisk zagrożonych rzadkich i chronionych gatunków roślin, zwierząt i grzybów. Także definicje pojęć są jednoznaczne: „siedlisko przyrodnicze – obszar lądowy lub wodny, naturalny, półnaturalny lub antropogeniczny, wyodrębniony w oparciu o cechy geograficzne, abiotyczne i biotyczne”. Słowo „abiotyczne” jest celowo wyeksponowane, bo dla twórców MSP to pojęcie istnieje tylko w definicji.

Według blisko 80-letniej wiedzy z obszaru nauk leśnych siedlisko to zewnętrzne warunki bytowania lasu kształtowane przez klimat i glebę (Suchecki 1935, Chodzicki 1935, Instrukcja Urządzenia lasu 1957, Aleksandrowicz 1972, Puchalski i Prusinkiewicz 1975, Czarnowski 1978, Sikorska E. 2006a,b). To, co autorzy MSP nazywają siedliskiem przyrodniczym wraz z zakresem prac dokumentacyjnych jest stanowiskiem lub obszarem występowania danej rośliny (zespołu), płatem roślinności. Gdyby miało to być siedlisko (przyrodnicze lub inne), to w dokumentacji muszą być uwzględniane abiotyczne elementy wpływające na życie i rozmieszczenie roślin. Wynika to w pierwszej kolejności z de-

finicji podanej przez autorów MSP, jak i z ustawy o ochronie przyrody, na którą powołują się.

Zauważalnym elementem w MSP jest ukrywanie osiągnięć siedliskoznawstwa leśnego i systemu kartowania siedlisk w lasach. W 3 tomach o siedliskoznawstwie, stosowanym od dziesięcioleci w obszarze leśnictwa, wspomniano przywołując „Instrukcję urządzania lasu” i „Siedliskowe podstawy hodowli lasu” bez żadnych danych bibliograficznych. W spisie literatury pozycje te nie figurują. Wspomniano również kilkakrotnie, że można posługiwać się danymi z inwentaryzacji leśnej Lasów Państwowych, z krytycznym zastrzeżeniem, że nie jest ona ani pewna, ani kompletna, a o opracowaniach źródłowych brak informacji, tak w tekście, jak i w spisie literatury.

Jak więc się to stało, że w 3 tomach opracowania „Monitoring siedlisk przyrodniczych” nie wspomniano ani razu o istniejącym od wielu dziesięcioleci systemie kartowania siedlisk w lasach? Nie wspomniano o całym zapleczu podręczników i skryptów akademickich, instrukcji opracowywanych przez naukowców leśników, laboratoriów wraz z podręcznikami analiz chemicznych i geochemicznych. Jakie były powody ukrywania kilkunastu podręczników tego przedmiotu i skryptów akademickich?

Każde nadleśnictwo w Polsce posiada dokument o nazwie operat glebowo-siedliskowy lub operat siedliskowy wykonany przez profesjonalne firmy działające w Polsce od lat 70. ubiegłego wieku. Nie zadano sobie trudu, żeby wspomnieć o tych dokumentach, co zawierają i czy mają one związek z siedliskami przyrodniczymi. Skoro wprowadza się do publicznego obiegu system monitorowania siedlisk, to komu i czemu służy ukrywanie istniejącego od dawna stanu? Stanu zorganizowanego od 50 lat dla lasów całej Polski, a w literaturze akademickiej obecnego od 80 lat.

Autorzy MSP nie uwzględniają faktu, że nawet najcenniejsza roślinność nie może istnieć bez uwarunkowań geologicznych, geomorfologicznych, glebowych, stwarzających odpowiednie warunki termiczne, wilgotnościowe, troficzne (i inne) nazywane siedliskiem, dzięki którym one wyrosły, są i funkcjonują. W przypadku całkowitego usunięcia roślinności z danego miejsca, pozostaje siedlisko, które umożliwi jej odtworzenie bez udziału człowieka. Siedlisko przyrodnicze w tym metodycznym podręczniku jawi się jako niedopracowany twór wymagający uzupełnienia, obserwacji (badań) lub nazwania po imieniu efektów takiej dokumentacji. W prezentowanej w MSP formie nie jest to siedlisko.

Sama idea wyznaczania, diagnozowania i monitorowania płatów cennej roślinności zasługuje na wielkie uznanie i wsparcie wszystkich instytucji i społeczeństwa, ale musi się to odbywać z poszanowaniem dorobku istniejącego. Dublowanie pojęć, rozbieżność z własnymi definicjami i ukrywanie istniejącego systemu kartowania siedlisk w lasach to główne obszary wymagające naprawy.

LITERATURA

- Adamczyk B. 1962. Studia gleboznawczo-fitosocjologiczne w Dolinie Małej Łąki w Tatrach. *Acta Agraria et Silvestria*, ser. Leśnictwo, 2.
- Adamczyk B., Maciaszek W., Januszek K. 1973. Gleby gromady Szymbark i ich wartość użytkowa. *Dokum. geograf.*, 1: 15–68.
- Adamczyk B., Zarzycki K. 1963. Gleby bieszczadzkich zbiorowisk leśnych. *Acta Agraria et Silvestria*, ser. Silvestris, 3: 133–175.
- Alexandrowicz B.W. 1972. Typologiczna analiza lasu. PWRiL, Warszawa.
- Brożek S., Zwydak M. 2003, 2010. Atlas gleb leśnych Polski. CILP.
- Brożek S. 2007. Liczbowa wycena jakości gleb – narzędzie w diagnozowaniu siedlisk leśnych. *Sylwan*, 151(2): 35–42.
- Brożek S., Zwydak M., Lasota J., 2008. Liczbowy indeks troficznych odmian podtypów gleb bielcowych i rdzawych. *Roczniki Gleboznawstwa*, 59(1): 7–17.
- Brożek S. 2011. Gleby siedlisk leśnych terenów chronionych nizin i wyżyn Polski – synteza badań. *Roczniki Gleboznawstwa*, 62: 190–198.
- Brożek S., Zwydak M., Lasota J., Różański W. 2011a. Założenia metodyczne badań związków między glebą a zespołami roślinnymi w lasach. *Roczniki Gleboznawstwa*, 62(4): 16–38.
- Brożek S., Zwydak M., Pacanowski P. 2011b. Odmiany troficzne podtypów gleb jako jednostki niższego rzędu w systematyce gleb w lasach. *Roczniki Gleboznawstwa*, 62(4): 124–132.
- Chodzicki E. 1935. Zagadnienie trwałości siedlisk leśnych. *Prace I Polskiego Naukowego Zjazdu Leśniczego*, Poznań, 168–190.
- Chodzicki E. 1947. Krainy, dzielnice i obwody leśno-fizjograficzne południowo-zachodniej Polski. *Sylwan*, 91: 1–4.
- Chojnicki J., Piotrowska J. 2010. Właściwości morfologiczne i fizykochemiczne gleb rezerwatu „Rybitew” Kampinoskiego Parku Narodowego. *Roczniki Gleboznawstwa*, 61(2): 21–28.
- Czarnowski M., S. 1978. *Zarys ekologii roślin lądowych*. PWN, Warszawa.
- Instrukcja Urządzania Lasu. 2012. cz. II. Instrukcja wyróżniania i kartowania w Lasach Państwowych typów siedliskowych lasu oraz zbiorowisk roślinnych. PGLLP CILP, Warszawa.
- Instrukcja Urządzania lasu. 1957. *Prace gleboznawcze dla opracowania mapy glebowej*. Ministerstwo Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego. PWRiL, Warszawa, 11–29.
- Jaworski A. 1995. Charakterystyka hodowlana drzew leśnych. Gutenberg, Kraków.
- Jaworski A. 2011. *Hodowla lasu. T. I. Sposoby zagospodarowania, odnawianie, przebudowa i przemiana drzewostanów*. PWRiL, Warszawa.
- Klasyfikacja gleb leśnych. 1973. Praca zbiorowa. Wydanie II. PTG. Warszawa.

- Klasyfikacja gleb leśnych Polski. 2000. Praca zbiorowa. Wydanie III PTG. CILP, Warszawa.
- Konecka-Betley K., Czępińska-Kamińska D., Janowska E. 1994. Właściwości fizykochemiczne i chemiczne gleb w Kampinoskim Parku Narodowym (stan na 1991). Prognozowanie przemian właściwości chemicznych gleb Kampinoskiego Parku Narodowego na tle innych komponentów środowiska przyrodniczego (red. K. Konecka-Betley), Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa, 17–70.
- Lasota J., Zwydak M., Wanic T., Brożek S. 2011a. Różnorodność gleb zespołów borów mieszanych. *Roczniki Gleboznawstwa*, 62(4): 54–72.
- Lasota J., Brożek S., Zwydak M., Wanic T. 2011b. Różnorodność gleb acydofilnych lasów liściastych, świetlistej dąbrowy subkontynentalnej oraz ubogich postaci grądów. *Roczniki Gleboznawstwa*, 62(4): 73–92.
- Lasota J., Brożek S., Zwydak M., Wanic T. 2011c. Różnorodność gleb żyznych buczyn i grądów. *Roczniki Gleboznawstwa*, 62(4): 93–108.
- Mała encyklopedia leśna. 1980. Praca zbiorowa. PTL – PWN.
- Mąkosa K., Dzierzbicki J., Gromadzki A., Kliczkowska A., Krzyżanowski A. 1994. Zasady kartowania siedlisk leśnych. Wydawnictwa Instytutu Badawczego Leśnictwa, Warszawa.
- Prusinkiewicz Z., Kowalkowski A. 1964. Studia gleboznawcze w Białowieskim Parku Narodowym. *Roczniki Gleboznawstwa*, 14(2): 162–305.
- Puchalski T., Prusinkiewicz Z. 1975. Ekologiczne podstawy siedliskoznawstwa leśnego. PWRiL, Warszawa.
- Sewerniak P. 2008. Wstępne wyniki badań nad wpływem uziarnienia gleby na bonitację drzewostanów sosnowych w południowo-wschodniej Polsce. *Roczniki Gleboznawstwa*, 59(3/4): 256–262.
- Sikorska E. 2006,a. Siedliska leśne. Cz. I. Siedliska obszarów niżowych. Wyd. 4 poprawione i uaktualnione. Wyd. AR w Krakowie, Kraków.
- Sikorska E. 2006,b. Siedliska leśne. Cz. II. Siedliska obszarów wyżynnych i gór. Wyd. 3 poprawione i uaktualnione. Wyd. AR w Krakowie, Kraków.
- Suchecki K. 1935. Wykład nauki o siedlisku leśnym. Nakładem Koła Studentów Inżynierji Lasowej. Lwów, 218 s.
- Systematyka gleb Polski. 1989. Komisja V genezy, klasyfikacji i kartografii PTG. Wyd. 4. *Roczniki Gleboznawstwa*, 40(3/4): 1–150.
- Szymański S., 1986. Ekologiczne podstawy hodowli lasu: podręcznik dla studentów wydziałów leśnych. PWRiL, 460 s.
- Wanic T., Brożek S., Lasota J., Zwydak M. 2011. Różnorodność gleb olsów i łąg. *Roczniki Gleboznawstwa*, 62(4): 109–123.
- Zwydak M., Lasota J., Brożek S., Wanic T. 2011. Różnorodność gleb zespołów borów sosnowych. *Roczniki Gleboznawstwa*, 62(4): 39–53.

Marc Hanewinkel

Federalny Instytut Badawczy Lasu, Śniegu i Krajobrazu w Birmensdorf,
Szwajcaria

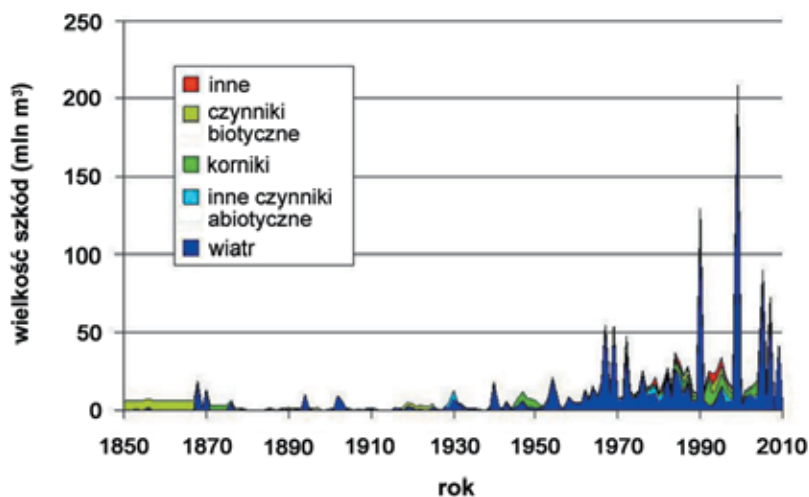
Ryzyko hodowlane w zmieniającym się klimacie¹

POTENCJALNY WPŁYW ZMIAN KLIMATU NA LASY

Lasy w Unii Europejskiej pokrywają powierzchnię ok. 200 mln ha. Należą one do blisko 16 mln właścicieli i pełnią wiele funkcji produkcyjnych i pozaprodukcyjnych. Należy mieć na uwadze to, że zmiany klimatu mają bardzo zróżnicowany wpływ na lasy w Europie. Na przykład, w południowej części kontynentu i w basenie Morza Śródziemnego wiążą się ze wzrastającym ryzykiem pożarów leśnych. W skali całego kontynentu w ostatnich dekadach rośnie ryzyko szkód od wiatru, a także – będące często następstwem huraganów – zagrożenie ze strony owadów i chorób. Stajemy w obliczu problemów wcześniej nieznanych, na przykład gradacji korników w wysokich położeniach górskich. Ponadto lasy, szczególnie w północnej części Europy, coraz szybciej przyrastają, co w następstwie prowadzi do zmiany ich struktury.

Na rycinie 1 przedstawiono wielkość szkód w lasach w Europie (wyrażoną w miąższości uszkodzonego drewna) w ciągu ostatnich 160 lat, z uwzględnieniem różnych czynników szkodotwórczych. W ostatnich dekadach nastąpił gwałtowny wzrost szkód od wiatru, a „piki” na wykresie ukazują skutki największych huraganów (np. Lothar w 1999 r.). Na podstawie tego wykresu można wyciągnąć dwa ważne wnioski: po pierwsze – największe szkody powodowane są przez wiatr, po drugie – wielkość szkód nie wynika jedynie ze zmiany warunków środowiskowych, ale także ze zmiany struktury lasów i wzrostu zapasu drewna na pniu w europejskich lasach w ostatnich dekadach.

¹ Materiał, na podstawie prezentacji autora, opracował Adam Kaliszewski



Rycina 1. Rodzaje i wielkość szkód w europejskich lasach w okresie od 1850 do 2010 r. (za Schelhaasem et al. 2008)

POTENCJALNE ZMIANY ZASIĘGÓW NAJWAŻNIEJSZYCH GATUNKÓW DRZEW

W Europie następuje bardzo poważna przemiana szaty roślinnej, wynikająca ze zmian w rozkładzie temperatur i opadów. Jednym z zagadnień, jakie były badane w ramach projektu MOTIVE (*MOdels for AdapTIVE Forest Management*), zrealizowanego w latach 2009–2013 w ramach 7. Programu Ramowego Unii Europejskiej, były potencjalne zmiany w zasięgach drzew leśnych w Europie w związku z postępującymi zmianami klimatycznymi, a także ich konsekwencje ekonomiczne.

Badania zostały przeprowadzone dla różnych scenariuszy zmian klimatu, zakładających wzrost średniej temperatury powietrza od ok. 1,5°C do 5,8°C (scenariusz ekstremalny) do roku 2100. Do zbudowania modelu potrzebne były dane dotyczące rozmieszczenia gatunków drzew w Europie, a także dane o obecnych i przyszłych (prognozy) warunkach klimatycznych o wysokiej rozdzielczości, tzn. 1 km. Wykorzystano tu informacje o stanie lasów, zbierane w ramach monitoringu na powierzchniach badawczych rozmieszczonych w sieci 16 km × 16 km (sieć powierzchni obserwacyjnych I rzędu europejskiej sieci ICP Forests). W całej Europie sieć obejmuje ponad 6 tys. powierzchni badawczych i niemal 140 gatunków drzew. Na podstawie uzyskanych informacji możliwe było przeanalizowanie szerokiego zakresu warunków klimatycznych, od południowych krańców Europy (Hiszpania, Portugalia), gdzie panują wysokie temperatury i występuje deficyt wody, do obszarów Europy Północnej, cechujących się niskimi temperaturami i dużą wilgotnością.

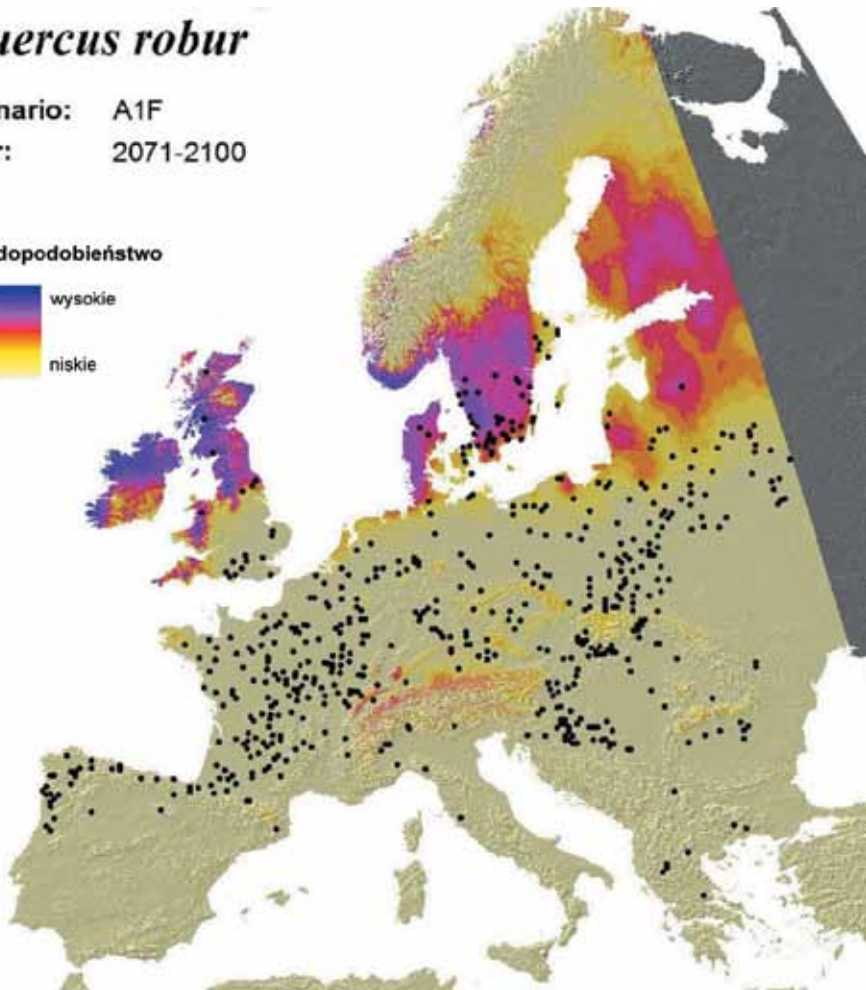
Do oceny wpływu zmian klimatu na poszczególne gatunki drzew wykorzystano model rozmieszczenia gatunków (*Species Distribution Model*) oraz model zmiany biomów (*Biome Shift Model*).

Na rycinie 2 przedstawiono potencjalny przyszły zasięg dębu szypułkowego (*Quercus robur*). Obecnie gatunek ten występuje od wybrzeży Oceanu Atlantyckiego i Zatoki Biskajskiej w Hiszpanii, przez Francję i Nizinę Środkowoeuropejską po Nizinę Wschodnioeuropejską. Przy uwzględnieniu ekstremalnego scenariusza A1F według IPCC, zakładającego wzrost średniej temperatury o 5,8°C do 2100 r., w latach 2071–2100 warunki klimatyczne sprzyjające dębowi występować będą przede wszystkim w Irlandii i północnej części Wielkiej Brytanii, Danii oraz w południowej części Szwecji i Finlandii.

Quercus robur

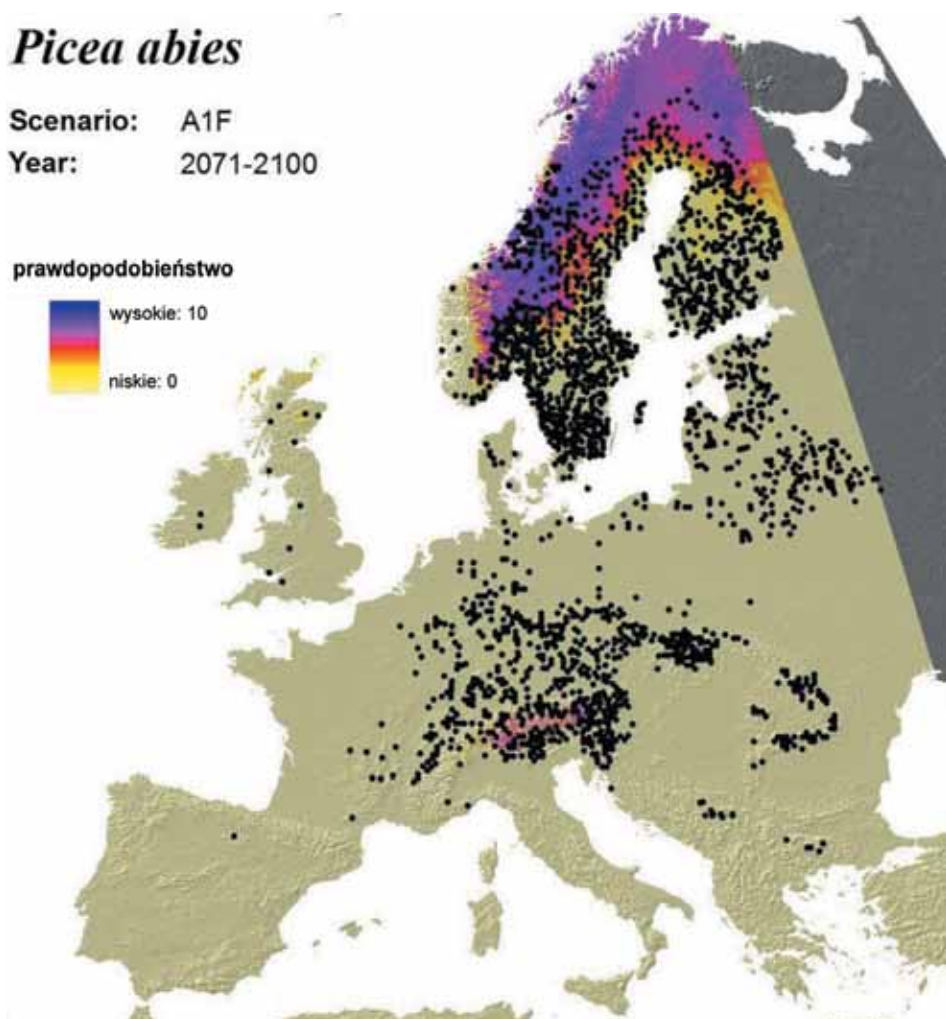
Scenario: A1F
Year: 2071-2100

prawdopodobieństwo



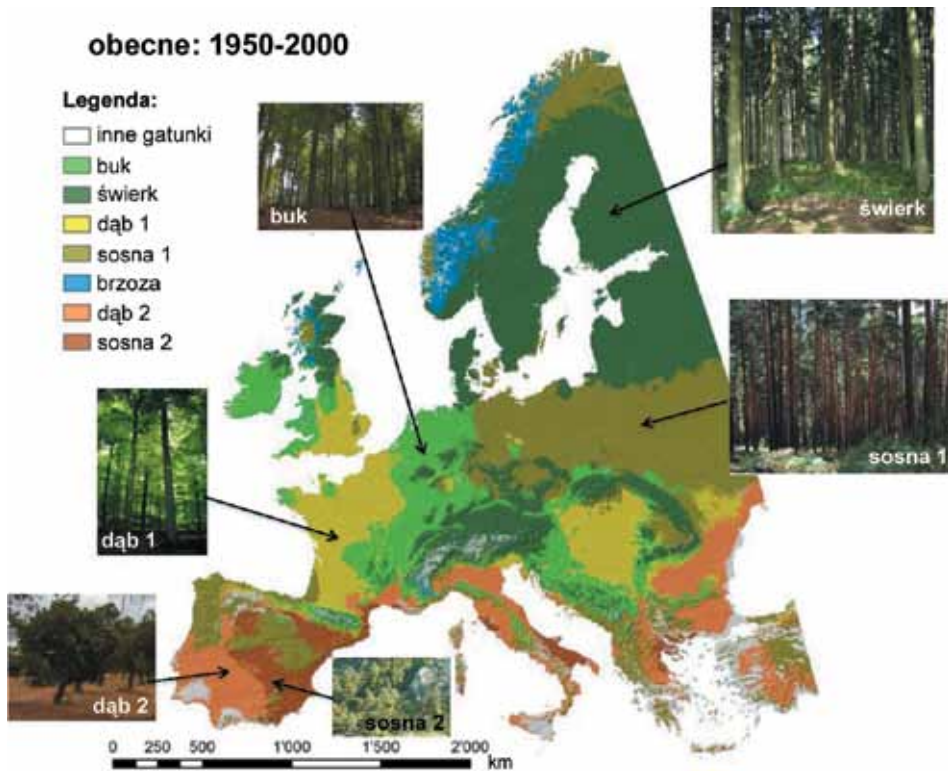
Rycina 2. Prognozowane potencjalne rozmieszczenie dębu szypułkowego (*Quercus robur*) w latach 2071–2100 w warunkach klimatycznych scenariusza A1F IPCC

Innym gatunkiem, w odniesieniu do którego wykorzystano ten model, jest świerk pospolity (*Picea abies*). Jest to jeden z najważniejszych z gospodarczego punktu widzenia gatunków w Europie. W obecnych warunkach klimatycznych świerk jest rozmieszczony przede wszystkim w Skandynawii, północno-wschodniej części Europy oraz w wyższych położeniach w Europie Środkowej. W warunkach określonych w scenariuszu A1F IPCC pod koniec obecnego stulecia gatunek ten potencjalnie będzie występował jedynie na północnych krańcach Europy oraz w wysokich położeniach alpejskich (ryc. 3).



Rycina 3. Prognozowane potencjalne rozmieszczenie świerka pospolitego (*Picea abies*) w latach 2071–2100 w warunkach klimatycznych scenariusza A1F IPCC

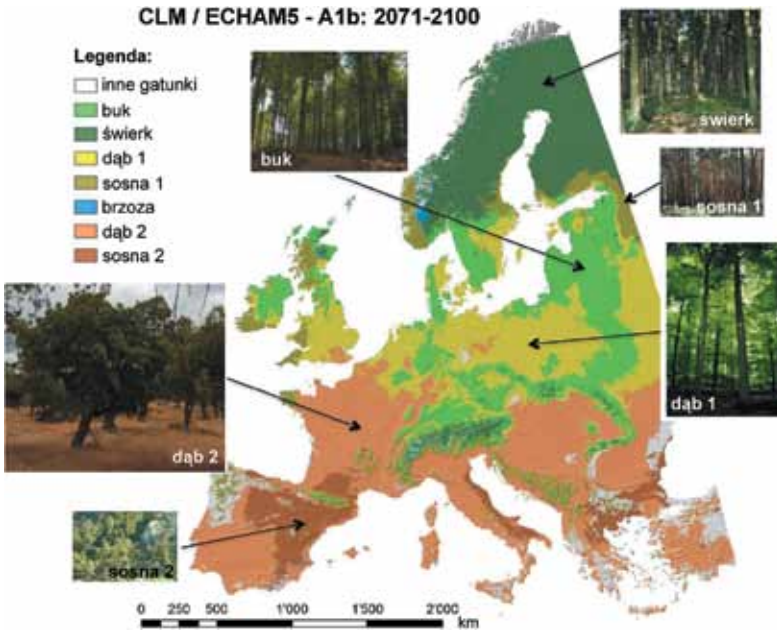
Poza przedstawionymi powyżej prognozami dotyczącymi wybranych poszczególnych gatunków istotną kwestią jest rozmieszczenie różnych gatunków na obszarze całego kontynentu. Gatunki pogrupowane zostały w 7 grup, dla których zbudowano model zasięgów w warunkach zmieniającego się klimatu. Również tutaj posłużono się, wspomnianymi wcześniej, scenariuszami zmian według IPCC. Stan obecny i prognozowane zmiany przedstawiono na rycinach 4–6.



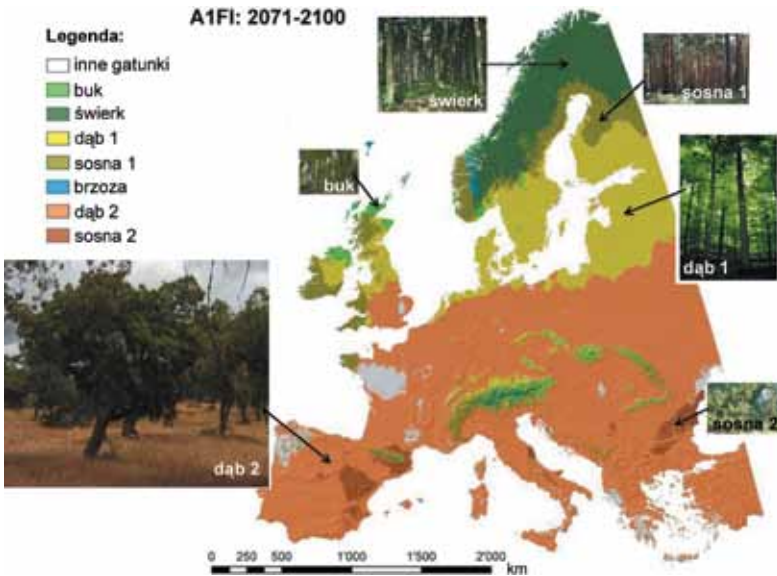
Rycina 4. Obecne potencjalne rozmieszczenie gatunków drzew w Europie

W miarę ocieplania się klimatu potencjalne zasięgi gatunków drzew będą przesuwac się na północ. W scenariuszu umiarkowanym dominująca dziś w Europie Środkowej i Wschodniej (Polska) sosna zostanie wyparta przez dąb i buk. Według scenariusza skrajnego na przeważającym obszarze Polski panować będą natomiast dogodne warunki dla południowych, zimozielonych gatunków dębów (jak dąb korkowy – *Quercus suber*, czy dąb drobnolistny – *Quercus ilex*).

W scenariuszu A1F w skali całego kontynentu do końca obecnego stulecia udział powierzchniowy świerka zmniejszy się z ok. 30 do ok. 15%, a sosny z ok. 25 do poniżej 10%. Zwiększeniu ulegnie natomiast udział powierzchni gatunków dębów strefy umiarkowanej (dąb I; z ok. 10 do ok. 20%), a przede wszyst-

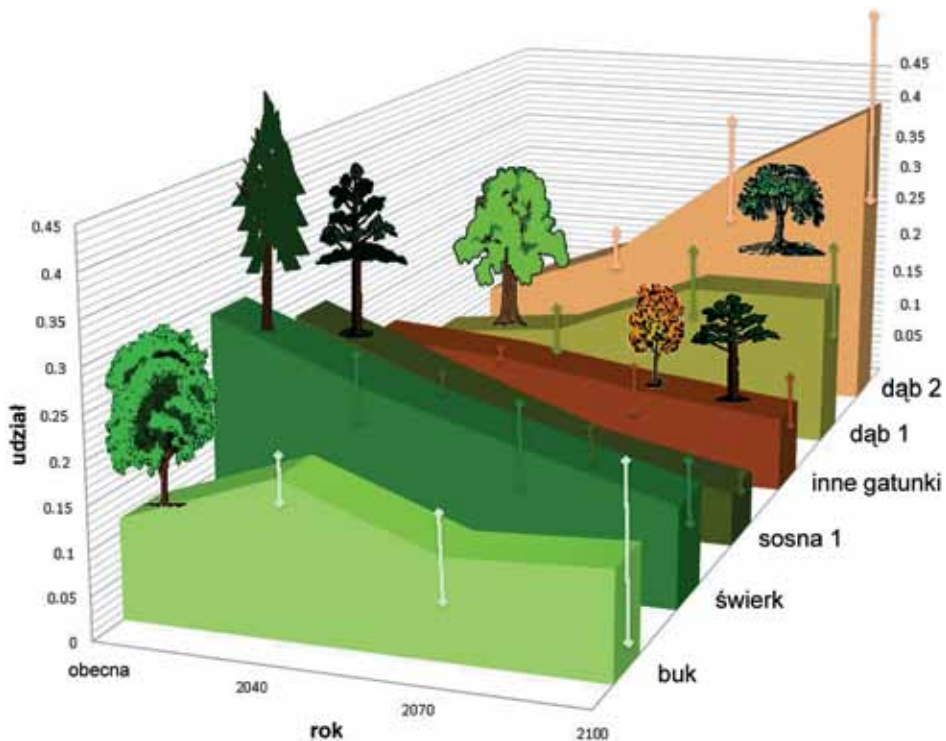


Rycina 5. Potencjalne rozmieszczenie gatunków drzew w Europie w latach 2071–2100 w warunkach scenariusza A1b IPCC (scenariusz umiarkowany, ocieplenie o ok. 3°C do 2100 r.)



Rycina 6. Potencjalne rozmieszczenie gatunków drzew w Europie w latach 2071–2100 w warunkach scenariusza A1FI IPCC (scenariusz ekstremalny, ocieplenie o 5,8°C do 2100 r.)

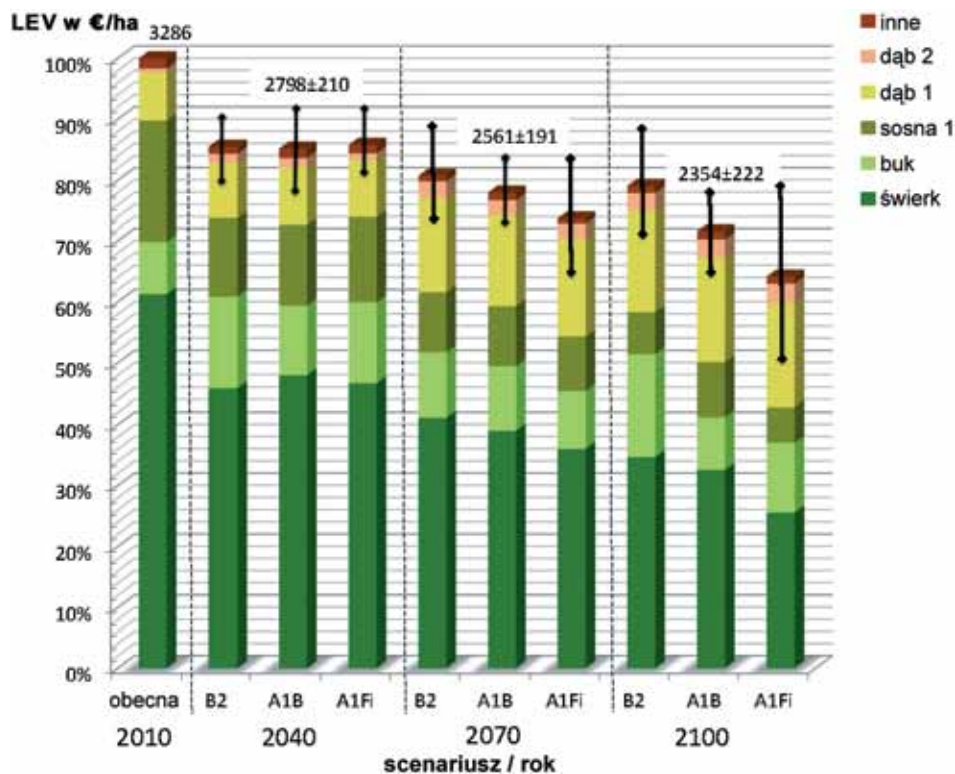
kim gatunków dębów zimozielonych (dąb II) – z ok 15 do blisko 50% (ryc. 7). Jest to wprawdzie skrajny scenariusz obarczony bardzo dużą niepewnością, niemniej jednak ważny jest trend: w miarę ocieplania się klimatu zmniejszać się będzie zasięg ważnych gospodarczo gatunków – świerka, sosny, buka, a ich miejsce zajmować będą głównie gatunki śródziemnomorskie.



Rycina 7. Zmiana udziału powierzchniowego głównych gatunków drzew do roku 2100 w warunkach scenariusza A1FI IPCC (scenariusz ekstremalny, ocieplenie o 5,8°C do 2100 r.)

Zachodzące zmiany będą miały istotny wpływ na gospodarkę. Dla przykładu na rycinie 8 przedstawiono zmiany w oczekiwanej wartości gruntu (*land expectation value*, LEV), będącej popularnym wskaźnikiem stosowanym w ekonomice leśnictwa, określającym gotowość do zapłacenia przez inwestora za grunt leśny. Obecnie duży udział w tej wartości gruntu ma świerk (60%) oraz sosna zwyczajna (ok. 15%). W miarę upływu czasu i postępowania zmian klimatycznych udział świerka w wartości LEV spadnie do około 25–30%, a sosny do ok. 10% w 2100 r., w zależności od scenariusza. Zmniejszeniu ulegnie również całkowita średnia oczekiwana wartość gruntu: z ok. 3,3 tys. €/ha w 2010 r. do ok. 2,3 tys. €/ha pod koniec obecnego wieku. Spadek wartości gruntów leśnych

o 1 tys. €/ha oznacza w skali całej Unii Europejskiej zmniejszenie się wartości gruntów leśnych o 200 mld €.



Rycina 8. Zmiana oczekiwanej wartości gruntów leśnych (LEV) do roku 2100 w różnych scenariuszach klimatycznych

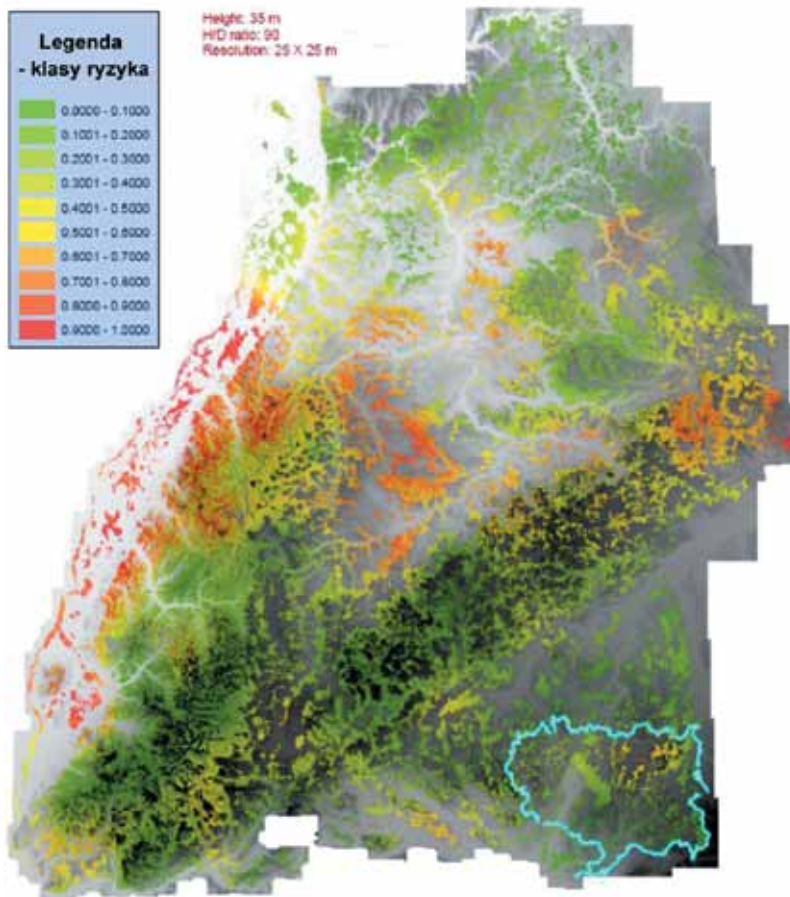
MODELOWANIE ZAGROŻENIA LASÓW ZE STRONY WIATRU

Gdy przyjrzymy się stratom powodowanym w lasach przez wiatr, zauważymy, że najbardziej dotknięte są jednowiekowe monokultury. Takie drzewostany występują w wielu regionach Europy i stanowią tzw. „zapas narażony” (*volume at risk*) – tj. duże obszary lasu podatne jednocześnie na szkody od wiatru.

Jak już zostało powiedziane na wstępie, w ostatnich dekadach nastąpił gwałtowny wzrost szkód od wiatru w lasach. Szkody zależą od wielu zmiennych: związanych z drzewostanem (gatunek, wiek, wysokość, stosunek wysokości do pierśnicy, zasobność, struktura drzewostanu, sposób zagospodarowania), jak i siedliskiem (ekspozycja, rodzaj gleby, ukształtowanie terenu, prędkość wiatru). Na podstawie tych informacji budowane są różne modele służące określeniu szkód od wiatru.

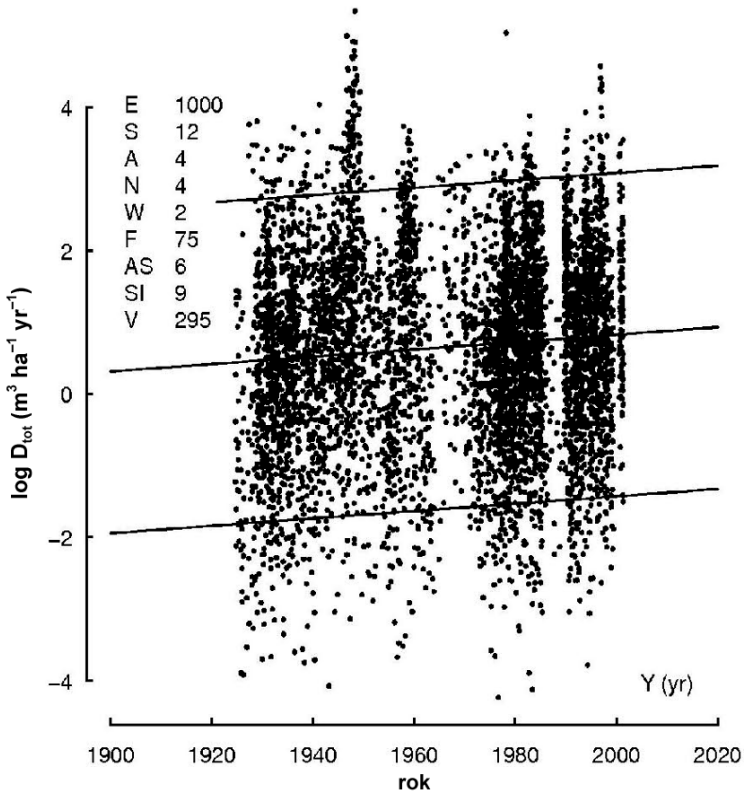
Do budowy modeli uszkodzeń drzewostanów wykorzystywane są różne bazy danych obejmujące informacje z: a) inwentaryzacji wielkoobszarowej, b) stałych powierzchni badawczych, prowadzonych przez instytuty naukowe, c) inwentaryzacji lokalnych i regionalnych (dane dotyczące gospodarki leśnej), d) zapisów księgowych.

Na rycinie 9 przedstawiono mapę ryzyka uszkodzeń świerczyn w Badenii-Wirtembergii, wykonaną w oparciu o model zbudowany na podstawie danych z krajowej (wielkoobszarowej) inwentaryzacji lasu. Przedstawia ona prawdopodobieństwo zniszczenia przez huragan o sile podobnej do huraganu Lothar w 1999 r. drzewostanów świerkowych o wysokości 35 m. Widać tu dobrze drogę, jaką przemieszczał się huragan, bowiem tam odnotowano największe szkody w terenie (na powierzchniach badawczych).



Rycina 9. Mapa zagrożenia ze strony wiatru drzewostanów świerkowych w Badenii-Wirtembergii, wykonana na podstawie modelu zbudowanego w oparciu o dane z krajowej inwentaryzacji lasu

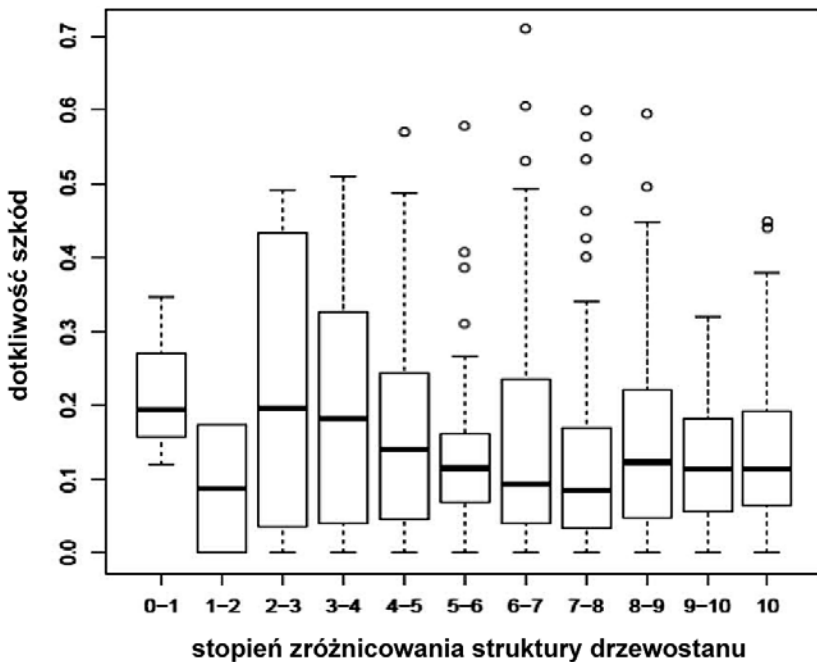
Innym przykładem jest wykorzystanie długich szeregów czasowych dotyczących gospodarki leśnej (ryc. 10). Do stworzenia modelu wykorzystano dane z 1920–2000. Wyniki pokazują, że wielkość szkód wzrasta wraz z wysokością terenu (najważniejszy czynnik), zwiększeniem zapasu na pniu, większym udziałem świerka w drzewostanie oraz wilgotnością siedliska. Warto zauważyć, że analiza wieloletnich danych ukazuje stopniowy wzrost szkód od wiatru w badanym okresie.



Rycina 10. Przykład wykorzystania danych z inwentaryzacji lokalnej do analizy długich szeregów czasowych dotyczących szkód od wiatru, śniegu i owadów w południowo-zachodnich Niemczech

Kolejny przykład pochodzi z zachodniej Szwajcarii, z rejonu Jury, na północny wschód od Jeziora Neuchâtel. Jest to rejon występowania wielu lasów różnowiekowych, o złożonej strukturze. Badaniami objęto 16 tys. ha drzewostanów, zagospodarowanych od ponad 100 lat rębnią przerębową jednostkową. Dane z pełnej okresowej inwentaryzacji tych lasów dostępne są od 1920 r.

Rycina 11 przedstawia dotkliwość szkód w zależności od stopnia zróżnicowania (niejednorodności) struktury drzewostanu. Wynika z niego, że wraz ze wzrostem złożoności struktury maleją szkody od wiatru.



Rycina 11. Wpływ zróżnicowania struktury drzewostanów różnowiekowych na wielkość szkód od wiatru na przykładzie drzewostanów zagospodarowanych rębnią przerębową jednostkową (Szwajcaria, Jura)

Wszystkie omówione tu rodzaje baz danych wykorzystywanych do modelowania szkód mają swoje mocne i słabe strony. Dane z inwentaryzacji wielkoobszarowych pozwalają na objęcie badaniami dużych obszarów, ale problemem staje zmniejszanie skali i uszczegółowienie oraz badanie wpływu zagospodarowania lasu na wielkość szkód. Dane ze stałych powierzchni badawczych pozwalają na określenie wpływu zagospodarowania lasu i dostarczają informacji o pojedynczych drzewach, ale rzadko uzyskane dane są reprezentatywne dla większych obszarów. Informacje z inwentaryzacji regionalnych i lokalnych (dane księgowe) pozwalają na uzyskanie pełnych informacji o danym obszarze, a także często pozwalają na uzyskanie długich szeregów czasowych, jednak zazwyczaj danym tym brakuje precyzji.

ADAPTACJA LASÓW DO ZMIAN KLIMATU

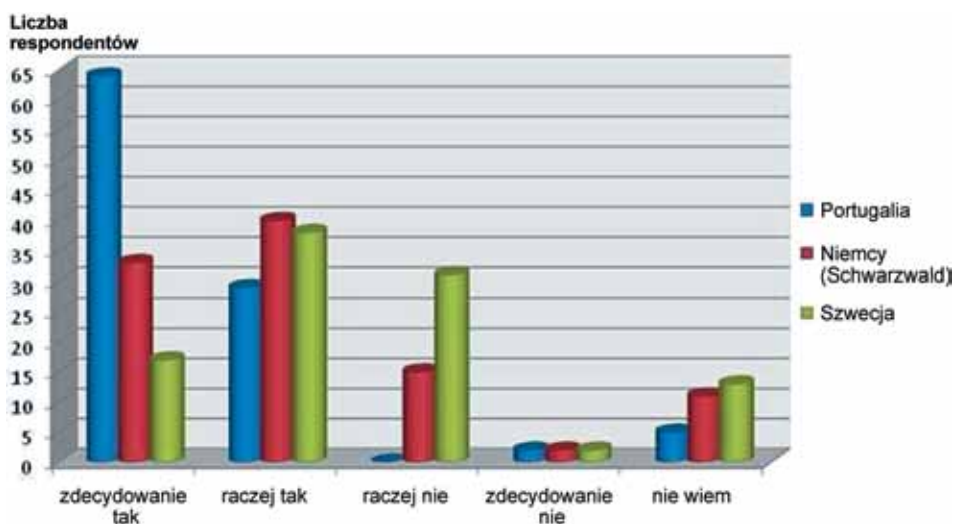
Istnieją trzy ogólne strategie adaptacji lasów do zmian klimatu:

- 1) ochrona struktur lasu („reagująca”, „bez zmian”). Stosowana jest ona przy niskim niekorzystnym wpływie lub wysokiej odporności drzewostanu na zmiany klimatu, gdy istnieje wysokie prawdopodobieństwo poprawy stabil-

ności przez środki hodowli lasu. Nie chroni ona jednak przed ryzykiem katastrofalnych szkód.

- 2) aktywna adaptacja („proaktywna”, „postępowa”). Strategia ta polega na wprowadzeniu nowych gatunków lub proveniencji („wspierana migracja”), zmianie kolei rębny i struktury drzewostanów (np. zagęszczenia). Wymaga wielu działań i jest kosztowna.
- 3) adaptacja pasywna („nierobienie niczego”). Strategia ta wyklucza aktywną interwencję. Polega na wykorzystywaniu spontanicznych procesów adaptacyjnych (sukcesja) i sprawdza się w przypadku lasów o niewielkim znaczeniu gospodarczym (i/lub ekologicznym). Nie wymaga nakładów finansowych.

W związku z przystosowywaniem drzewostanów do zmian klimatu pojawia się pytanie, czy ludzie naprawdę są gotowi na tę adaptację. W ramach jednego z projektów europejskich w Szwecji, północno-zachodnich Niemczech i Portugalii przeprowadzono badanie ankietowe, mające na celu określenie zakresu działań podejmowanych przez właścicieli lasów w związku ze zmianami klimatu. Jedno z pytań służyło ustaleniu, czy właściciele naprawdę wierzą w zmianę klimatu i widzą jej wpływ. Odpowiedź twierdząca z założenia świadczyłaby, że są oni bardziej skłonni podejmować środki adaptacyjne w swoich lasach. W Portugalii około 2/3 respondentów odpowiedziało na to pytanie zdecydowanie twierdząco, z kolei 1/3 Szwedów udzieliła odpowiedzi „raczej nie”, odpowiedzi z Niemiec plasowały się pomiędzy nimi. Działania adaptacyjne podjęło jedynie ok. 20% ankietowanych właścicieli lasów w Szwecji, ok. 50% w Niemczech i powyżej 50% w Portugalii (ryc. 12).



Rycina 12. Wyniki odpowiedzi na pytanie o przekonanie właścicieli lasów co do zachodzących zmian klimatu i dostrzeganie ich wpływu w Portugalii, Niemczech i Szwecji (badanie ankietowe przeprowadzone w ramach projektu MOTIVE)

WNIOSKI

Przedstawione analizy pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Przewidywane są gwałtowne, ale zróżnicowane oddziaływania zmian klimatu na europejskie lasy.
2. Głównym trendem jest wzrost liczby i częstotliwości zaburzeń (wiatr, gradacje owadów, pożary).
3. Poważną zmianą o istotnym wpływie gospodarczym będzie przesuwanie się zasięgów występowania gatunków drzew.
4. Opanowywanie szkód od wiatru wymaga dobrych danych i odpowiedniego modelowania.
5. W sytuacji zagrożenia funkcji lasu konieczna jest aktywna adaptacja drzewostanów do zmian klimatu.
6. Środki adaptacyjne zależą od ich postrzegania przez interesariuszy.

Janusz Mikoś*, Zbigniew Borowski**

* Nadleśnictwo Wejcherowo

** Instytut Badawczy Leśnictwa w Sękocinie Starym

Koegzystencja czy konflikt hodowli lasu oraz łowiectwa

Ekosystemy leśne są i zawsze były naturalnym miejscem bytowania zwierzyzny, dlatego postrzegane są jako podstawowe tereny łowieckie, a żyjące tam zwierzęta jako naturalny ich komponent. Zwierzyna bytująca w lesie w zależności od swojej liczebności wywierała większy lub mniejszy wpływ na ten ekosystem oraz prowadzoną tam gospodarkę leśną. Nie trzeba więc tłumaczyć, że stanowi ona nierozłączny składnik ekosystemu leśnego silnie powiązany z procesami jego regeneracji. W opozycji do faktów przytoczonych powyżej, w Polsce współczesne zarządzanie łowieckie jest oddzielone od leśnictwa. Jest to tym bardziej zastanawiające, iż wpływ jaki wywiera zwierzyna na regenerację lasu uniemożliwia często prowadzenie prawidłowej gospodarki leśnej. Wzrost liczby jeleniowatych skutkuje wzrostem presji tych zwierząt na ekosystem na wielu płaszczyznach. Najbardziej oczywisty jest negatywny wpływ na regenerację lasu i spadek liczby gatunków preferowanych przez jeleniowate. To z kolei skutkuje zmniejszeniem zróżnicowania gatunkowego roślin drzewiastych i zielnych oraz spadkiem różnorodności zgrupowań ptaków śpiewających i drobnych ssaków. W skrajnych przypadkach bezpośrednie i pośrednie następstwa długotrwałej presji jeleniowatych mogą prowadzić do zmniejszenia tempa wzrostu drzew, pogorszenia jakości drzewostanów, a w konsekwencji utraty stabilności drzewostanów.

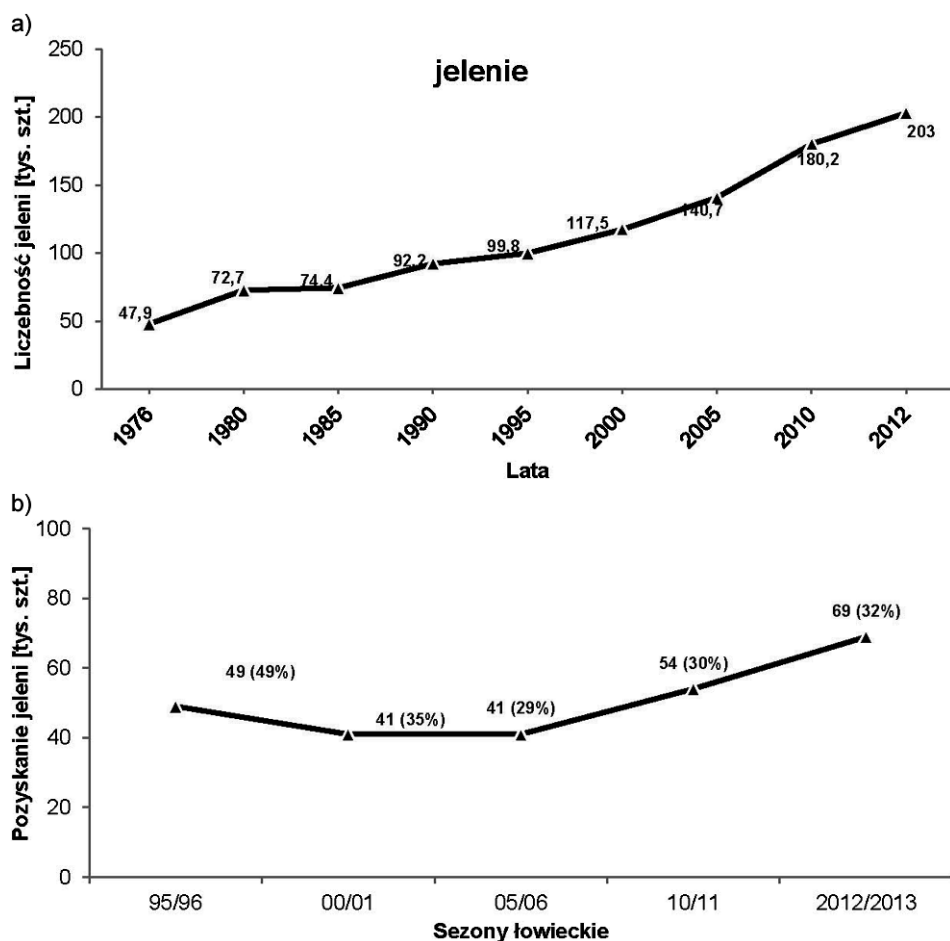
W ujęciu historycznym problem szkód wyrządzanych przez dziko żyjące zwierzęta pojawił się w XVIII wieku wraz z rozwojem rolnictwa, przemysłu i urbanizacją. Zmiany w krajobrazie leśnym i rolnym pociągały za sobą także zmiany zachowań dzikich zwierząt. Dodatkowo, na początku XIX wieku nastąpiła intensyfikacja gospodarki leśnej, polegająca na czasowym i przestrzennym ujednoliceniu ekosystemu leśnego, w którym poszczególne klasy wieku drzewo-

stanu występowały rozłącznie. To spowodowało ograniczenie niszy pokarmowej jeleniowatych o ponad 60%, w wyniku czego zwiększyła się presja tych zwierząt na młode klasy wieku drzewostanu (uprawy i młodniki).

Kolejną przyczyną obserwowanego wzrostu szkód od jeleniowatych w lasach było zwiększenie się liczebności tych zwierząt w skali globalnej. W ostatnich trzech dekadach liczebność kopytnych bardzo wzrosła zarówno w Europie, Ameryce Północnej, jak i Nowej Zelandii, niestety jak dotąd nie poznano przyczyn takiego stanu rzeczy. Jako potencjalne czynniki zwiększenia się liczebności kopytnych wskazywane są: coraz częściej występujące łagodne zimy, zmiany w zasadach zarządzania łowieckiego, zmiany w gospodarce leśnej czy też zmiany w krajobrazie rolniczym. Pomimo iż globalne trendy obserwowane w populacjach jeleniowatych są trudne do wyjaśnienia, to jednak można założyć, że istnieje związek przyczynowo-skutkowy pomiędzy rozmiarem szkód wyrządzanych przez jeleniowate w lasach a liczebnością ich populacji. Jednakże tutaj także czeka niespodzianka, gdyż z uwagi na ogromny wpływ środowiska związek pomiędzy rozmiarem szkód a liczebnością zwierzyny często jest nieliniowy. Co znaczy, że w niektórych ekosystemach leśnych wysokie zagęszczenie jeleniowatych nie powoduje istotnych gospodarczo szkód, podczas gdy w innych znacznie niższe stany liczebne uniemożliwiają prowadzenie prawidłowej gospodarki leśnej.

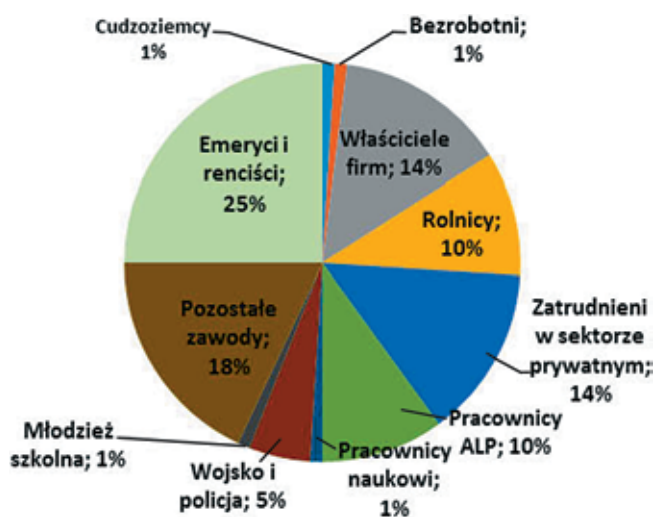
Niezależnie od uwarunkowań jednym z podstawowych mechanizmów mających wpływ na rozmiar i natężenie szkód łowieckich jest zapotrzebowanie energetyczne dzikich zwierząt i czynniki wpływające na jego zaspokojenie w różnych porach roku. Wydaje się, iż przyczyną wzrastania szkód w Lasach Państwowych (LP) jest nie tyle dynamiczny wzrost liczebności jeleniowatych, co brak właściwej gospodarki łowieckiej. Najważniejszym błędem jest wieloletnie niedoszacowanie liczebności zwierzyny, skutkujące zbyt niskim pozyskaniem nieosiągającym przyrostu zrealizowanego. Od dawna bowiem w kołach łowieckich inwentaryzacja zwierzyny prowadzona jest, w najlepszym przypadku, przy zastosowaniu całorocznych obserwacji, które co najmniej dwukrotnie zaniżają liczebność w porównaniu do bardziej dokładnej metody tzw. „pędzeń próbnych”. Ponadto, bardzo często zdarza się, że inwentaryzacja zwierzyny grubej w kołach łowieckich odbywa się za biurkiem, gdzie stan zwierzyny dopasowywany jest do wygodnych i możliwych do realizacji przez koła łowieckie planów odstrzału. W konsekwencji rzeczywista liczebność populacji jeleniowatych była systematycznie zaniżana, co w rezultacie spowodowało niekontrolowany jej wzrost. Na przykład według oficjalnych statystyk łowieckich populacja jelenia w ostatnich 10 latach wzrosła o prawie 100% i liczy obecnie 217 tys. osobników, podczas gdy odstrzał jeleni utrzymywany był wciąż na poziomie od 40 do 60 tys. osobników rocznie. Jak widać dane dotyczące liczebności zwierząt łownych to produkt subiektywnych szacunków myśliwych opartych na błędnej metodzie całorocznych obserwacji. Opierając się na porównaniach liczebności

zwierzyny bytującej w lasach określonej przy użyciu metody tzw. „pędeń próbnych” i całorocznych obserwacji, wyraźnie widać, że ta ostatnia zaniża liczebność o co najmniej 100%. Dodatkowo, analizując trendy liczebności jeleniowatych i ich pozyskania w ostatnich dziesięciu latach (ryc. 1), można zaryzykować twierdzenie, że rzeczywista liczebność jelenia w Polsce jest dwukrotnie wyższa od oficjalnie podawanych statystyk i wynosi około 400 tys. osobników. Znacznie wyższą liczebność jelenia potwierdza także pobieżna analiza oficjalnych statystyk łowieckich, a w szczególności realizacji planów odstrzału. Jeżeli w dłuższej perspektywie czasowej pozyskuje się od 30 do 35% stanu populacji, przy zakładanym przyroście zrealizowanym na poziomie 20–25%, a liczebność populacji wciąż rośnie, to jest to wyraźny sygnał, że w Polsce żyje znacznie więcej jeleni niż wynika z oficjalnych statystyk.



Rycina 1. Liczebność (a) i pozyskanie (b) jelenia szlachetnego w Polsce (wg oficjalnych statystyk łowieckich)

Przede wszystkim należałoby się zastanowić nad mechanizmem takiego stanu rzeczy. Wydaje się, że zaniżanie liczebności jeleniowatych przez myśliwych może wynikać z obawy, że zwiększone plany pozyskania nie zostaną zrealizowane, za co grożą niewielkie sankcje finansowe (do 10% przychodów ze sprzedaży tusz jeleniowatych – Art. 30.1. ust. 3 ustawy Prawo Łowieckie). Ważniejsze jednak niż sankcje finansowe wydają się być fizyczne możliwości wykonywania przez myśliwych zwiększonych planów odstrzału zwierzyny płowej, a szczególnie samic i młodzięży. Jeżeli przyjrzeć się zaangażowaniu łowieckiemu polskich myśliwych, to okazuje się, że na 116 tys. myśliwych aktywnie poluje około 15–20%. Jeżeli jeszcze pokusić się o analizę ich struktury wiekowej można zauważyć, że najbardziej liczną grupę (25%) stanowią emeryci i renciści, a średnia wieku myśliwych wynosi prawie 58 lat (ryc. 2). Podane fakty wskazują wyraźnie na ograniczone możliwości efektywnego realizowania zwiększonych planów odstrzału. Zaangażowanie administracji leśnej niestety niewiele może tutaj pomóc, gdyż leśnicy stanowią jedynie niewielki odsetek (10%) wszystkich polujących.

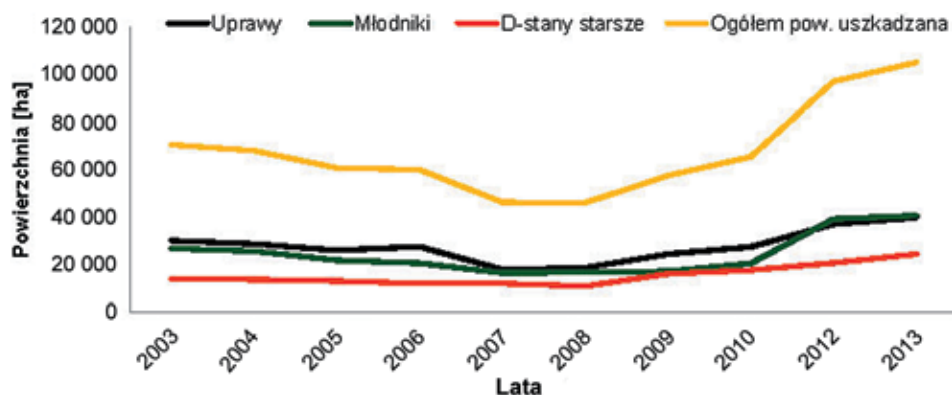


Rycina 2. Udział członków Polskiego Związku Łowieckiego według grup zawodowych

Wszystko to wskazuje na fakt, iż bardzo często nadleśnictwa nie są w stanie wyegzekwować wiarygodnych szacunków łowieckich oraz odstrzałów redukcyjnych. W związku z tym zmuszone są ponosić wysokie koszty związane z zabezpieczeniem upraw leśnych i młodników przed zwierzyną. Obecnie jedną z dość powszechnie stosowanych metod ochrony lasu przed zwierzyną są gradzenia upraw. Jest to jednak metoda dość kontrowersyjna, zwiększa bowiem presję zwierzyny na nieogrodzone tereny i w konsekwencji zmusza do gradzenia

większości z zakładanych upraw. Profilaktyczne zabezpieczanie przed zwierzyną ogromnej powierzchni upraw i młodników staje się więc smutną koniecznością. Jak już wspomniano, metoda ta poważnie ogranicza przestrzeń życiową jeleniowatych, a ciągnące się kilometrami ogrodzenia są obcym i mało estetycznym elementem w środowisku leśnym. Jednak rezygnacja z grodzień, jako metody ochrony lasu przed zwierzyną, musiałaby być poprzedzona zdecydowaną redukcją jeleniowatych i jednoczesnym rozgrodzeniem większości powierzchni. Działanie to powinno być wcześniej poprzedzone analizą presji jeleniowatych na odnowienia lasu w kompleksach leśnych pozbawionych tego rodzaju barier i ograniczeń. Taka akcja musiałaby być powiązana z wiarygodną inwentaryzacją zwierzyny. Dysponując informacjami odnośnie do liczebności zwierzyny oraz jej presji na odnowienia, można wnioskować do jakiego poziomu należałoby zredukować populację jeleniowatych przed całkowitym rozgrodzeniem upraw.

Porównując wieloletnie nakłady finansowe ponoszone przez Lasy Państwowe na zadania związane z zabezpieczaniem upraw leśnych przed zwierzyną, wyraźnie widać zwiększający się trend. I tak w porównaniu do roku 2003, w którym nakłady finansowe LP wyniosły 60 mln zł, w latach 2012 i 2013 wydały one odpowiednio 150 i 144 mln zł. W ciągu ostatnich 10 lat nastąpił 2,5-krotny wzrost nakładów ponoszonych przez LP na ochronę lasu przed zwierzyną. Niepokojący jednak jest fakt, że rosnące z roku na rok nakłady na ochronę lasu przed zwierzyną nie zahamowały rozmiaru szkód, które w ostatnich latach znacznie wzrosły (ryc. 3).



Rycina 3. Powierzchnia drzewostanów uszkodzonych przez zwierzynę w Lasach Państwowych w latach 2003-2013, z podziałem na fazy rozwojowe drzewostanu

Warto przyjrzeć się udziałowi powierzchniowemu grodzień w LP. I tak w drzewostanach pierwszej klasy wieku w 2013 roku wyniósł on ponad 30%. Jak należałoby się spodziewać, wskaźnik ten wykazuje duże zróżnicowanie w zależności od lokalizacji zarówno w makro- (regionalna dysekcja), jak i mikroskali (nadleśnictwo). O ile przestrzenne zróżnicowanie w presji zwierzyny skutkuje

zróżnicowaniem powierzchni grodzonych upraw jest zrozumiałe, o tyle zastanawia brak związku pomiędzy zagęszczeniem jeleniowatych a udziałem grodzień. Co prawda czynników za to odpowiedzialnych może być wiele, należy jednak zaznaczyć trzy główne, które zdaniem autorów mają największe znaczenie. Przede wszystkim wskazywać to może na błędy w statystykach łowieckich (zaniżanie liczebności zwierzyny), jak również na nieliniową zależność pomiędzy liczebnością jeleniowatych a poziomem szkód przez nie powodowanych oraz na prewencyjne grodzenie upraw leśnych. Wydawałoby się, że trudno jest wskazać spośród ww. najważniejszy czynnik, jednakże analiza rozmiaru grodzień w nadleśnictwach usytuowanych w tym samym kompleksie leśnym i łowieckim rejonie hodowlanym jest bardzo pomocnym narzędziem. Przede wszystkim dlatego, że warunki przyrodnicze (baza pokarmowa, schronienie) i liczebność jeleniowatych będą bardzo zbliżone, natomiast zróżnicowanie w proporcji grodzonych upraw wynika przede wszystkim z decyzji administracyjnych prezentujących odmienne podejście do zabezpieczania upraw przed zwierzyną. Dlatego też w tabeli 1 zestawiono nadleśnictwa leżące w tym samym kompleksie leśnym i łowieckim rejonie hodowlanym i porównano proporcje grodzonych tam upraw. Jak widać występuje tutaj ogromne zróżnicowanie, na przykład Nadleśnictwo Kościerzyna grodzi zaledwie 11% swoich upraw, podczas gdy Nadleśnictwo Kaliska grodzi aż 73% upraw. Tym bardziej jest to zastanawiające, że działalność ta stoi w jawnej sprzeczności z oficjalnymi zagęszczeniami zwierzyny płowej bytującej w tych nadleśnictwach.

Tabela 1. Porównanie proporcji upraw grodzonych do powierzchni wszystkich upraw leśnych oraz zagęszczeń jeleniowatych w RDLP Gdańsk w latach 2002–2012

Nadleśnictwo	Pow. odnowień sztucznych (ha)	Pow. upraw grodzonych (ha)	(%)	Zagęszczenie jeleniowatych / 1000 ha			
				łoś	jeleń	daniel	sarna
Choczewo	835,79	188,68	23%		50,1	0,12	87,8
Elbląg	1 097,50	369,00	34%	2,9	11,4	10,8	346,0
Gdańsk	911,26	377,27	41%		14,8	2,4	61,2
Kaliska	780,81	570,18	73%		18,5	0,5	48,2
Kartuzy	719,16	160,21	22%		26,0	1,3	107,8
Kolbudy	1 317,19	376,25	29%	0,4	44,5		176,2
Kościerzyna	1 629,20	187,03	11%		23,1	0,9	89,6
Kwidzyn	1 880,02	512,06	27%	2,9	21,7	12,2	194,3
Lębork	1 935,21	521,00	27%		54,8	1,3	106,8
Lipusz	1 250,35	234,88	19%		20,1	1,1	62,6
Lubichowo	2 123,31	472,91	22%		23,3	7,6	47,6

Nadleśnictwo	Pow. odnowień sztucznych (ha)	Pow. upraw grodzonych (ha)	(%)	Zagęszczenie jeleniowatych / 1000 ha			
				łoś	jeleń	daniel	sarna
Starogard	1 681,42	579,02	34%	0,5	50,1	5,3	223,9
Strzebielino	1 325,61	385,16	29%		32,6	1,1	69,1
Wejherowo	949,94	408,06	43%		45,3	9,2	222,3
Cewice	1 452,14	408,62	28%		30,0		64,8
Razem	19 889,00	5 750,33	29%	0,5	30,8	3,9	127,7

Można by się zapytać, dlaczego problemy z obecnością zwierzyny w lasach obserwuje się szczególnie dzisiaj. Otóż problem szkód od jeleniowatych przeżywał się w gospodarce leśnej przez wiele lat jako jeden z głównych tematów dotyczących ochrony upraw i młodników, nie jest więc to temat nowy. Zastanawia jednak fakt, iż pomimo olbrzymich nakładów finansowych ponoszonych na ochronę upraw przed zwierzyną, rozmiar i nasilenie szkód nie tylko pozostaje niezmiennione lecz wciąż rośnie. Z całą pewnością decydująca jest tutaj dynamika liczebności jeleniowatych, których zagęszczenie wyraźnie wzrasta. Przy wysokich zagęszczeniach jeleniowatych prowadzona gospodarka łowiecka jest nieskuteczna, nie jest więc w stanie zredukować przyrostu zrealizowanego, nie wspominając już o redukcji populacji. Aby osiągnąć podstawowe cele gospodarki leśnej liczebność populacji jeleniowatych musi być dostosowana do wyżywniowej możliwości siedlisk.

Jednym z mechanizmów umożliwiających utrzymanie normalnych relacji pomiędzy gospodarką łowiecką i leśną jest partycypowanie przez myśliwych w kosztach ochrony lasu przed zwierzyną. Niestety ustawowo ograniczono poziom i możliwość tej partycypacji, może ona mieć miejsce jedynie w przypadku niewykonania planu odstrzału jeleniowatych. A dodatkowo wysokość tenuty dzierżawnej nie może być wyższa niż równowartość pieniężna 0,07 q żyta za 1 ha (Art. 30.1, ust. 2a i 3 ustawy Prawo Łowieckie). Polska jest jedynym krajem w Europie, który ustawowo ograniczył wysokość opłaty za dzierżawę obwodu łowieckiego. Na dodatek stworzono przepisy umożliwiające wycenę wartości obwodu łowieckiego na minimalnym poziomie. W konsekwencji aż 83% obwodów w Polsce jest słabych i bardzo słabych, co bezpośrednio przekłada się na wysokość tenuty dzierżawnej. Na przykład w RDLP w Gdańsku wysokość tenuty dzierżawnej wynosi średnio 55 groszy za 1ha powierzchni leśnej.

Przykłady pochodzące z wielu europejskich krajów wskazują, że problemy związane z funkcjonowaniem gospodarki leśnej i łowieckiej można rozwiązać we właściwy sposób. Na przykład ciekawe rozwiązania wypracowano w Bawarii, gdzie uchwalono ustawę leśną regulującą zależności pomiędzy gospodarką leśną i łowiecką. Jej podstawą jest zasada „las przed zwierzyną”, co oznacza, iż uprawa leśna powinna być wyhodowana bez stosowania dodatkowych zabez-

pieczeń przed zwierzyną. Aby to osiągnąć, stany liczebne jelenia i sarny zostały poważnie zredukowane, a w umowach dzierżawnych ustalono warunki, na jakich szkody w uprawach leśnych pokrywane będą przez koła łowieckie. Plany odstrzału ustalane są na podstawie prowadzonego przez leśników, w trzyletnich odstępach czasu, monitoringu odnowień leśnych. Wyniki monitoringu udostępniane są myśliwym i właścicielom gruntów. W zależności od stanu odnowień leśnych plany odstrzału są zwiększane lub zmniejszane, albo utrzymywane na tym samym poziomie.

Celem zminimalizowania konfliktów pomiędzy hodowlą lasu i łowiectwem należy przede wszystkim uzyskać równowagę pomiędzy możliwością wyżywieniową biotopów leśnych a zagęszczeniem jeleniowatych. W związku z powyższym Lasy Państwowe we współpracy z Polskim Związkiem Łowieckim (PZŁ) powinny podjąć szereg rozłożonych na lata działań, do których zalicza się:

1. Wypracowanie oficjalnie obowiązujących obiektywnych metod inwentaryzacji zwierzyny i zrezygnowanie z szacunków opartych na całorocznych obserwacjach. Do określenia przyrostu zrealizowanego, struktury płci i wieku należy wprowadzić obserwacje okresowe (sierpień – grudzień).
2. Powołanie przez dyrektorów rdLP w porozumieniu z PZŁ koordynatorów rejonów hodowlanych. Gospodarka łowiecka powinna być prowadzona wspólnie dla łowieckiego rejonu hodowlanego, a inwentaryzacja zwierzyny według jednolitej i obiektywnej metodyki. Ze względu na pracochłonność metod opartych na statystyce (pędzenie próbne, termowizja itp.) inwentaryzacja taka mogłaby być zarządzana przez koordynatora rejonu co 3–5 lat, a dodatkowymi elementami mającymi wpływ na poziom odstrzałów byłyby wskaźniki wynikające z poziomu szkód w uprawach leśnych i rolnych.
3. Opracowanie programu rozłożonej na lata regulacji liczebności jeleniowatych, tak by urealnione stany docelowe były możliwe do osiągnięcia w najbliższej przyszłości. W przypadku jelenia, ze względu na niewłaściwą strukturę płci, pozyskanie samic powinno być zwiększone o 20–25% w stosunku do samców. Wraz z redukcją jeleniowatych należy stopniowo zaniechać zakładania nowych wielkopowierzchniowych grodzień. W tym czasie wskaźnik szkód gospodarczo znośnych mógłby być podniesiony do poziomu 25%.
4. Zaprzestanie dokarmiania zwierzyny w lasach karmą pochodzenia rolniczego. Koła łowieckie i nadleśnictwa powinny skupić się na wzbogacaniu i udostępnianiu naturalnej bazy żerowej oraz podnoszeniu możliwości wyżywieniowej siedlisk leśnych.
5. Przeprowadzenie ponownej waloryzacji obwodów łowieckich na podstawie rzeczywistej liczebności zwierzyny łownej. Pojemność wyżywieniowa biotopów leśnych, liczebność dużych drapieżników (wilka i rysia) oraz obecność siedlisk podlegających ochronie powinny być podstawowymi kryteriami określania docelowych zagęszczeń jeleniowatych.

6. Promowanie naturalnych odnowień lasu, przesunięcie okresu ostatecznej oceny udatności upraw oraz zmodyfikowanie jej kryteriów.
7. Pełne wykorzystanie metod pośrednich ochrony lasu przed zwierzyną i podjęcie we współpracy z kołami łowieckimi szeregu działań nastawionych na poprawę naturalnych warunków bytowania zwierzyny i łagodzenia skutków nadmiernych grodzień.

Wprowadzenie odpowiedzialności finansowej dzierżawców obwodów łowieckich za szkody wyrządzone przez zwierzęta łowne w lasach, zakładając podniesienie wskaźnika szkód gospodarczo znośnych do poziomu 25%.

III.

Las jako przedmiot gospodarki

***Jerzy Skrzyszewski, Jarosław Paluch, Maciej Pach,
Jan Karczmarski, Anna Kożuch, Marcin Piszczek,
Zbigniew Kołodziej***

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Szczególne cele i metody hodowli lasów górskich

CELE W HODOWLI LASÓW GÓRSKICH

Cele hodowli lasów górskich wymagają kompromisu między produkcją drewna, potrzebami społecznymi i ochroną przyrody. Wszystkim lasom górskim nadano status lasów ochronnych. Specyfiką gór są wysokie opady, które w terenach źródłiskowych mogą zasilać zasoby wód podziemnych, ale mogą być również przyczyną niebezpiecznych wezbrań i procesów erozyjnych. Stąd wodochronna i glebochronna funkcja lasu ma priorytetowe znaczenie. Tereny górskie są atrakcyjne turystycznie, co stanowi szansę rozwoju dla lokalnych społeczności. O atrakcyjności doznań estetycznych związanych z percepcją krajobrazu decydują cele hodowlane realizowane w bardzo różnych skalach przestrzennych od obrębu (funkcja krajobrazowa kształtowana przez sposoby zagospodarowania) do wydzielenia – modelowanie estetyki lasu w ramach np. rębni stopniowej krajobrazowej (Jaworski 2000). Nie bez znaczenia są również działania na styku kultury i edukacji (funkcja kulturotwórcza lasu).

Unikalność siedliskowa oraz różnorodność i specyfika nisz ekologicznych nakłada na gospodarzy lasów górskich bardzo duże obowiązki w zakresie ochrony przyrody. Z danych zamieszczonych w raporcie „Europe’s ecological backbone: recognising the true value of our mountains” wynika, że 50,4% powierzchni obszarów tworzących sieć Natura 2000 w EU-27 to obszary górskie. W górach zagęszczenie sieci Natura 2000 jest zatem prawie dwukrotnie większe niż to by wynikało z udziału gór (29,5%) w ogólnej powierzchni EU-27. W Polsce obszary górskie, według wspomnianego opracowania, stanowią ponad

5,2% (16 308 km²) powierzchni kraju, a w ich obrębie zlokalizowane jest 12,4% (6 419 km²) krajowej powierzchni obszarów Natura 2000. Oznacza to, że 39,4% powierzchni polskich gór jest chronionych w sieci Natura 2000, dla porównania średnia dla EU-27 wynosi 28,0 %. Średnia lesistość polskich obszarów sieci Natura 2000 w górach wynosi ponad 70% (4 602 km²). Sieć tą tworzą specjalne obszary ochrony siedlisk (SOOS) wyznaczone na powierzchni 4 163 km² celem ochrony między innymi leśnych siedlisk przyrodniczych na obszarze 2 103 km² oraz obszary specjalnej ochrony (OSO) wyznaczone na powierzchni 3 968 km², których powierzchnia w 43,2% pokrywa się z powierzchnią obszarów siedliskowych.

Niezależnie od funkcji ochronnych, dominującym typem siedliskowym w Krainie Karpackiej jest las górski, stanowiący 59,2% udziału powierzchniowego i las mieszany górski o udziale 10,8% (SPHL 2004). Są to bardzo żyzne siedliska i tu produkcyjna funkcja lasu powinna być realizowana na wysokim poziomie.

Reasumując, cele hodowlane muszą uwzględniać bardzo szerokie spektrum interesariuszy wewnętrznych i zewnętrznych o silnie zindywidualizowanych oczekiwaniach. Idea lasu wielofunkcyjnego wymaga zachowania jego trwałości i ten cel należy traktować jako nadrzędny.

Zachowaniu trwałości służy zasada rozproszenia ryzyka hodowlanego (Bernadzki 1994) na wiele gatunków oraz faz rozwojowych drzewostanu. Promowanie naturalnego odnowienia z wykorzystaniem wielu lat nasiennych jest formą realizacji zasady zmniejszania ryzyka (Bernadzki 1994) mającej na celu uzyskanie zróżnicowania genetycznego populacji potomnej na poziomie nie mniejszym niż obserwowana w drzewostanie macierzystym. Przyjmuje się założenie, że im większy stopień urozmaicenia składu gatunkowego, zróżnicowania genetycznego, wiekowego, pierśnic i wysokości drzewostanu, tym większa jego stabilność ekologiczna, odporność na czynniki szkodliwe, zdolność do przystosowywania się do zmian zachodzących w środowisku oraz bogactwo potencjalnych nisz ekologicznych (Brzeziecki i in. 2013). Przy trwale wielopiętrowej, grupowo-kępowej lub przerębowej budowie, amplituda wahań zasobności w cyklu rozwojowym zmniejsza się, w drzewostanie występują zawsze drzewa dojrzałe, a obraz lasu jest mało zmienny w czasie.

Przykładem efektu rozproszenia ryzyka hodowlanego na różne gatunki jest związek między składem gatunkowym drzewostanu a pokryciem przez odnowienie w drzewostanach, które uległy samoprzebudowie po rozpadzie świerka w nadleśnictwach Beskidu Śląskiego i Żywieckiego. Na podstawie analizy składu gatunkowego 78 drzewostanów stwierdzono (Jaworski i Skrzyszewski 2013), że niewielka domieszka jodły i buka w drzewostanie świerkowym może zapewnić wystarczający udział tych gatunków w składzie odnowienia. W przypadku jodły już 10% udział tego gatunku w drzewostanie dał realną szansę na uzyskanie częściowego pokrycia (20%) przez odnowienie naturalne, ale pod wa-

runkiem zabezpieczenia nalotów przed zgryzaniem. Znacznie większą dynamiką odnowienia charakteryzował się buk. Gatunek ten już przy 5% udziale w drzewostanie (pojedynczo, miejscami) był w stanie uzyskać nawet dominujące pokrycie (60–70%) w odnowieniu. Innym przykładem mogą być znaczne obszary powierzchni pokłeskowych (ponad hektar) pokryte przez naloty i młodniki jarzębu czy brzozy przy posztucznym (jedno drzewo) udziale tych gatunków w rozpadającym się drzewostanie świerkowym. Pozwala to przesunąć w czasie zadania przebudowy, a w przyszłości wykorzystać te spontaniczne przedplony do uzyskania drzewostanów zróżnicowanych wiekowo. Podobny efekt (rozproszenia ryzyka hodowlanego na różne fazy rozwojowe) można zaobserwować porównując fragmenty drzewostanów świerkowych (nawet w obrębie tego samego oddziału) o budowie jednopiętrowej, dwupiętrowej i wielopiętrowej. Całkowitemu rozpadowi uległy tylko drzewostany jednopiętrowe. Nie można natomiast stwierdzić, że zróżnicowany skład gatunkowy drzewostanu zapewni przeżycie gatunkowi zagrożonemu, w tym przypadku świerkowi. Porównano składy gatunkowe drzewostanów, w których świerk uległ całkowitemu rozpadowi z tymi, w których nadal występuje. Świerk wydzielił się całkowicie z drzewostanów o uśrednionym składzie 78% Św, 14% Bk, 8% Jd, a częściowo zachował swój udział przy udziale gatunków: 77% Św, 13% Bk, 8% Jd.

SIEDLISKA LEŚNE I DOBÓR SKŁADU GATUNKOWEGO

W kształtowaniu siedlisk leśnych w górach duże znaczenie ma gradient wysokościowy. W miarę wzrostu wysokości klimat staje się bardziej surowy, chłodniejszy i wilgotniejszy. Ze wzrostem wzniesienia o 100 m n.p.m.: średnia roczna temperatura obniża się o około 0,5 °C, suma opadów rocznych wzrasta o 60–75 mm, okres wegetacyjny skraca się o 8 dni, długość zalegania pokrywy śnieżnej wydłuża się o 10–13 dni (Sikorska 1999). Przejście z pogórza do regla dolnego, a następnie do regla górnego, może wystąpić na odległości poziomej rzędu kilkunastu kilometrów. Radykalnie zmieniają się warunki środowiska, a wraz z nimi rola lasotwórcza gatunków i stopień zagrożeń od szkód abiotycznych i biotycznych. Na niewielkiej przestrzeni zmienia się skład gatunkowy, a czasem również preferowane postaci lasu i metody hodowlane (np. jednopiętrowe świerczyny w reglu dolnym i przerębowe w górnym).

Piętro klimatyczne pogórza (w zależności od pasma górskiego) może sięgać w Karpatach do wysokości 670–750 m n.p.m. (Hess 1965), według Matuszkiewicza (2001) górna granica pogórza, będąca zarazem dolną granicą regla dolnego, położona jest na wysokości 500–550, rzadko ponad 600 m n.p.m. (np. 641 m n.p.m. na Mikołej Górze w Beskidzie Sądeckim czy 677 m n.p.m. na Otrycie w Bieszczadach). W strefie tej występuje zespół grądu subkontynentalnego (*Tilio-Carpinetum typicum*), niekiedy żyzna buczyna karpacka w formie podgór-

skiej *Dentario glandulosae* – *Fagetum* (*Fagetum carpaticum collinum*). Do gatunków drzew, które należy uznać za charakterystyczne dla grądu w tym piętrze roślinnym należą grab i lipa drobnolistna. Znany jest kompleks drzewostanu lipowego w Obrożyskach koło Muszyny. Zasobności stwierdzone w tych drzewostanach wynoszą ok. 800 m³/ha przy udziale lipy drobnolistnej ok. 90% (Jaworski i in. 2005). Wyżynne siedliskowe typy lasu występują w Krainie Karpackiej do 400–500 m (SPHL 2004) a więc 100–200 m niżej od piętra wyróżnionego przez geobotaników. W tej strefie przejściowej cele długoterminowe – wyrażone typem drzewostanu – planuje się dla górskich typów siedliskowych lasu, gdzie gatunkami głównymi są jodła, buk i świerk. Obniżenie przebiegu granicy między regłem dolnym a pogórzem powoduje nieuwzględnianie w składzie drzewostanu gatunków drzew lasotwórczych charakterystycznych dla lasu wyżynnego, takich jak lipa drobnolistna, grab, a niekiedy dąb szypułkowy. Szczególnie udział grabu został bardzo radykalnie zmniejszony w związku z jego powszechnym usuwaniem podczas zabiegów pielęgnacyjnych i odnowieniowych. Uwzględnienie w planowaniu hodowlanym proponowanych gatunków wiąże się przede wszystkim z przywróceniem zbliżonego do naturalnego składu lasów podgórskich i związanej z tym ich stabilności (Jaworski i in. 2005).

Regiel dolny sięga w Karpatach do wysokości 1100–1150 m n.p.m. (Staszkievicz, Witkowski 1976), a niekiedy do wysokości 1050 m n.p.m. (Matuszkiewicz 2001). W „Zasadach hodowli lasu” (2012) proponuje się dla siedlisk następujące typy drzewostanu: Bk-Jd, Jd-Bk, Bk, Św-Jd i Jd (LG) oraz Bk-Jd, Bk-Św, Św-Jd i Jd-Św (LMG). Większość propozycji to lasy wielogatunkowe. Wyjątkiem jest bukowy i jodłowy typ drzewostanu, tam jednak udział gatunków domieszkowych nie powinien być mniejszy niż 20–30%. Gatunkiem, którego udział powinien zyskiwać na znaczeniu jest jawor (Jaworski i in. 1995). Na siedliskach lasu górskiego wszystkie wymienione gatunki mogą osiągać bonitację I–II, na siedlisku lasu mieszanego górskiego bonitacja może być porównywalna, ewentualnie o jedną klasę niższą.

Piętro regła górnego rozciąga się od wysokości 1100–1150 m. Granica między regłem dolnym a górnym jest związana z siedliskiem boru wysokogórskiego lub boru mieszanego wysokogórskiego. Bór wysokogórski tworzy świerk (III–V bonitacji) z domieszką jarzębu, jaworu i modrzewia. Wyjątkowe znaczenie borów wysokogórskich ze względu na ich rolę ochronną wymaga specjalnego postępowania hodowlanego. W dolnej części regła górnego naturalnie występującą formacją jest pas boru zwartego o budowie jednopiętrowej, mimo kilkugeneracyjnej struktury wieku. Takie drzewostany są podatne na rozpad wielkopowierzchniowy (Jaworski 2011b). Celem postępowania hodowlanego jest różnicowanie budowy i prowadzenie rębni przerębowej górskiej (Jaworski 2011b). Takie postępowanie zapewni im stabilność przez zwiększenie odporności na śnieg i wiatr oraz ciągłość procesu odnowienia. Na powierzchniach po katastrofalnym rozpadzie, jak już wspomniano, pojawia się przedplon, najczęściej

złożony z jarzębu, następnie las przejściowy i dopiero klimaksowa świerczy-
na. Można ten proces skrócić przez odnowienie sztuczne. Preferowaną metodą
w tych warunkach jest grupowa forma sadzenia w formie rot (Jaworski 2011b).
Godnymi polecenia są warianty z pozostawieniem luk do odnowienia naturalne-
go oraz mieszane świerkowo (iglasto) – liściaste.

GŁÓWNE GATUNKI LASOTWÓRCZE

Szczególne znaczenie w Krainie Karpackiej ma jodła zajmująca 21,6% po-
wierzchni (na drugim miejscu znajduje się Kraina Małopolska z udziałem wy-
noszącym 3,2%). Jest to jednocześnie najbardziej produkcyjny gatunek naszej
strefy klimatycznej (Szymkiewicz 2001). Z oszacowań Palucha (dane niepubli-
kowane) wynika, że sumaryczna wartość produkcji w drzewostanach różnych
gatunków (zł/ha/120lat) daje wyraźną przewagę cenową surowca jodłowego
pozyskanego zarówno w drzewostanach dobrej, jak i złej jakości w stosunku do
świerka, a zwłaszcza buka. Jeżeli przyjąć wartość produkcji jodły za 100%, to
w I klasie bonitacji i przy korzystnej strukturze sortymentowej świerk uzyska
86%, a buk – 41%. Natomiast surowiec świerkowy cieszy się szerszym zasto-
sowaniem i większym popytem. Znaczenie jodły potęgują jej wyjątkowe walory
w kształtowaniu wodo- i glebochronnej funkcji lasu. Gatunek ten rozwija silny
system korzeniowy z długo trwającą dominacją korzenia palowego, a później
ukośnych (Jaworski 2011b). Cechą szczególną jest większa niż u innych gatun-
ków zdolność czasowego przeżywania korzeni w warunkach strefy beztlenowej
i przenikania przez warstwy nieprzepuszczalne, co w konsekwencji umożliwia
przenikanie wody opadowej do głębszych warstw gleby. Warunkiem pełnienia
tej funkcji jest trwałe występowanie w drzewostanie drzew dojrzałych, a taką
cechę posiadają lasy przerębne oraz prowadzone rębnią stopniową gniazdo-
wą udoskonaloną z bardzo długim okresem odnowienia. Najwyższa spośród
gatunków lasotwórczych cienoznośność sprawia, że porównywalność produk-
cyjności lasów o budowie przerębnej z jednopiętrowymi nie budzi wątpliwo-
ści. Zamieranie jodły w latach 80., a aktualnie świerczyn, wskazuje że wielo-
gatunkowe drzewostany stwarzają mniejsze ryzyko całkowitych wylesień na
dużych powierzchniach. Różnicowanie składu gatunkowego jedlin na siedlisku
lasu górskiego (na glebach ciężkich, słabo przepuszczalnych, stale wilgotnych,
oglejonych) może ograniczać produktywność. Z badań prowadzonych przez Pa-
cha (2010) wynika, że na siedlisku lasu górskiego zasobność litych drzewosta-
nów jodłowych przewyższa wartości osiągnięte w drzewostanach z domieszkami.
Im większy sumaryczny udział świerka lub buka, tym mniejszą obserwowano
zasobność drzewostanu. Obliczenia oparto na danych pochodzących z bazy
SILP i regionalnych dyrekcji LP: w Katowicach, Krakowie i Krośnie w grani-
cach Krainy Karpackiej. Sumaryczna liczba wydzieleń, dla których wykonano

obliczenia wynosiła 3358. Z drugiej strony drzewostany z dominacją jodły na żyznych siedliskach charakteryzują się wyraźnym zahamowaniem procesów odnowieniowych (Paluch i Jastrzębski 2013). Natomiast dynamiczne odnawianie się jodły w drzewostanach mieszanych ze świerkiem i bukiem było sygnalizowane przez wielu autorów (Paluch i Jastrzębski 2013). W cytowanej już publikacji Pach (2010) stwierdził, że na siedlisku lasu mieszanego górskiego udział świerka w wysokości 10, 30 i 40% wpływał na wzrost zasobności drzewostanów jodłowych.

W górnym pasie regla dolnego (powyżej 900 m) zmniejsza się udział jodły, nad którą biologiczną przewagę uzyskuje buk (większy udział i intensywne odnawianie), a świerk jest mniej narażony na choroby i szkodniki (Sikorska 1999). Buk preferuje zwietrzliny skalne z zawartością węgla wapnia, przepuszczalne, przewiewne, niezbyt wilgotne. W warunkach stagnującej wody i oglejenia wykształca płytki system korzeniowy i jest podatny na wiatrowały. Aktualnie jest to jeden z najbardziej ekspansywnych gatunków w lasach górskich, gdyż sprzyjają mu zachodzące zmiany klimatyczne. Wysokie bonitacje drzewostanów karpaccich umożliwiają i uzasadniają wdrażanie alternatywnych programów pielęgnacyjnych. Duża plastyczność rozwojowa buka pozwala na przyjęcie różnych metod hodowlanych w zależności od przyjętej strategii zwiększania produkcji wartości drzewostanu. Strategia może polegać na: uzyskaniu maksymalnej sumarycznej produkcji, podniesieniu jakości pozyskiwanych sortymentów, przesunięciu pozyskania do atrakcyjniejszych cenowo klas wymiarowych. Buk bardzo silnie zwiększa przyrost grubości w reakcji na uwolnienie koron, co pozwala skrócić cykl produkcyjny na żyznych siedliskach o 15–20 lat (Paluch 2012). Skrócenie cyklu zmniejsza prawdopodobieństwo powstania fałszywej twardzeli, a wada ta znacząco obniża udział sortymentów cennych (Skrzyszewski 2012). Wybór metod pielęgnacji w przypadku tego gatunku jest bardzo duży. Począwszy od trzech kategorii czyszczeń, przez trzebienie o różnym nasileniu (od trwale umiarkowanego do metody Altherra) z wyborem różnej liczby drzew popieranych i ich rozmieszczeniem, a skończywszy na cięciach rębnych (częściowych lub metodą drzew docelowych). Pełną charakterystykę gatunku zamieszczono w opracowaniu „Buk” (Skrzyszewski 2012).

W Europie Środkowej świerk występuje licznie we wszystkich lasach górskich i wysokogórskich. Jest gatunkiem umiarkowanie cienioznośnym, ale w gorszych warunkach siedliskowych i wraz z wiekiem jego światłożądność wyraźnie wzrasta. Posiada płaski system korzeniowy przenikający glebę na niewielką głębokość, z wyjątkiem pionowych korzeni kotwiczących. Jest gatunkiem wymagającym stabilnych warunków wilgotnościowych, wrażliwym na susze. Świerk jest szczególnie podatny na szkody od śniegu i wiatru, posiada również szereg szkodników owadziej o dużym potencjale gradacyjnym i patogenów grzybowych. Jego igliwie zakwasza wierzchnie warstwy gleby. Lite świerczyny negatywnie wpływają na jakość wód źródłanych (Małek i in. 2010).

Aktualnie największe obawy budzi stabilność, a co za tym idzie możliwość wypełniania funkcji produkcyjnych i pozaprodukcyjnych przez świerk. Dramatycznym przykładem regresji tego cennego gatunku są lasy Beskidu Śląskiego i Żywieckiego. Przyczyny kłęskowego zamierania świerczyn są znane (Starzyk 2009, Szabla 2009). Proces ten występuje w większości drzewostanów całych Karpat polskich niezależnie od udziału świerka w składzie gatunkowym drzewostanu. Jednak np. w rezerwacie Oszast w Beskidzie Żywieckim proces jest niemalże odwrotny. W tym wielogatunkowym drzewostanie złożonym z jodły, buka i świerka ten ostatni nie wykazuje symptomów obumierania, a nawet zwiększył swój udział miąższościowy kosztem jodły (Jaworski i Pach 2014). Symptomy osłabienia drzewostanów świerkowych były sygnalizowane ze znacznym wyprzedzeniem (Fabijanowski i Oleksy 1959, Skrzyszewski 2002).

W reakcji na te doniesienia podejmowano kroki zmierzające do zwiększenia skali przebudowy litych świerczyn (Fabijanowski i Oleksy 1959, Jaworski 2000, Skrzyszewski i Skrzyszewska 2004), natomiast skala zjawiska po 2006 roku nie pozwoliła na podjęcie radykalnych kroków zapobiegawczych. Badania, których przedmiotem była ocena efektów przebudowy (Jaworski i Skrzyszewski 2012), wykazały, że planową przebudową objęte były na ogół drzewostany rębne. Rozpad drzewostanów zapoczątkowany w 2006 r. skrócił okres przebudowy do kilku lat. Pojawiające się spontanicznie odnowienie buka, jodły i świerka, wsparte uzupełnieniami, pozwoli na niewielkie zróżnicowanie wysokości i wieku (w granicach jednej klasy). Dlatego w wyniku przebudowy powstaną drzewostany wielogatunkowe, ale jednogeneracyjne (jednowiekowe) i jednopiętrowe. W młodszych (I–II) i w średnich (III–IV) klasach wieku wprowadzanie jodły i buka było wymuszone rozpadem świerczyn. Jeżeli aktualny stopień pokrycia drzewostanu świerkowego wynosi około 30–40% i zostanie on stopniowo zastąpiony uprawami podokapowymi (jodły i buka), jest szansa na uzyskanie kilkugeneracyjnej struktury wieku. W wielu drzewostanach przebudowa trwała lub będzie trwała ponad 40 lat.

Obserwowane procesy narzucają technikę przebudowy, która w praktyce sprowadza się do wykonywania cięć sanitarnych i przygodnych oraz wprowadzania odnowienia jodły i buka. Zalecono, aby nawet podrosty świerkowe pokrywające ponad 50% powierzchni drzewostanu objąć przebudową. Świerki należy włączać do przebudowy, gdy charakteryzują się dobrą żywotnością i w ilości przewidzianej w składzie gatunkowym drzewostanu docelowego. Dla świerka należy stosować zasady pielęgnacji zwiększające stabilność, z redukcją zagęszczenia do 2000–3000 szt./ha do wieku 10–20 lat (Jaworski 2011a). W ramach regulacji formy zmieszania należy tworzyć jednogatunkowe płyty, grupy i kępy odnowienia. Podczas zabiegów należy popierać jodłę i inne gatunki, uwalniając nawet pojedynczo rosnące osobniki. W świerczynach z udziałem buka często gatunek ten odnowił się na całej powierzchni wydzielania. W drze-

wostanach tych konieczne będzie popieranie wszystkich domieszek oraz wprowadzanie w ramach uzupełnień jodły, jawora i świerka.

ZNACZENIE RĘBNI STOPNIOWEJ GNIAZDOWEJ UDOSKONALONEJ W HODOWLI LASÓW GÓRSKICH

Zadania rębni stopniowej gniazdowej udoskonalonej polegają na kształtowaniu lasu wielogatunkowego o zróżnicowanej teksturze i strukturze wieku, który doskonale wypełnia rolę ochronną i krajobrazową. Pielęgnacja zapasu pozwala na wykorzystanie przyrostu wartości pojedynczych drzew. Przy długim okresie odnowienia (ponad 50 lat) postępowanie to prowadzi do przemiany drzewostanów jednopiętrowych na grupowo i jednostkowo przerębowe, zależnie od gatunku. Wykorzystanie wielu lat nasiennych zwiększa zróżnicowanie genetyczne odnowienia.

Rębni stopniowa udoskonalona opiera się na zasadach (Jaworski 2011a): wychowywania, pielęgnacji zapasu i ładu przestrzennego. Cechą wyróżniającą tego postępowania jest elastyczność cięć, oznaczająca dowolność doboru sposobu cięć odnowieniowych do lokalnych warunków siedliskowych oraz składu gatunkowego i struktury drzewostanu.

Ład przestrzenny oznacza prowadzenie cięć (inicjowanie odnowienia) od granicy transportowej (np. grzbietu góry), czyli linii najbardziej odległej od drogi wywozowej (np. drogi dolinowej). Ideą tej zasady jest ograniczenie do minimum zrywki drewna przez drzewostan, w którym występuje odnowienie. Możliwość realizacji tej zasady napotyka na szereg ograniczeń. Jak wynika z badań Palucha (2005b) w jedlinach karpackich wzrastających na żyznych siedliskach odnowienie jodły uzyskuje zadowalający stopień pokrycia w bardzo długiej perspektywie czasowej i cechuje je nieregularny wzorzec zagęszczenia. Paluch i Stępniewska (2012) stwierdzili, że w mikrosiedliskach niewielkich luk między koronami drzew (tożsame z miejscami inicjowania odnowienia w ramach cięć), cechującymi się z punktu widzenia odnowienia generalnie korzystniejszymi warunkami wzrostu (szczególnie z uwagi na większą dostępność wody), silnie wzrasta zagrożenie ze strony patogenów grzybowych (*Cylindrocarpon destructans*, *Pythium* spp., *Sydowia polyspora*, *Pseudaegerita* sp.), powodujących zamieranie najmłodszych odnowień jodły. Paluch i Gruba (2011) ustalili, że zagęszczenie odnowienia jodły wykazuje istotny związek ze zmiennością mikrosiedliskową i wzrasta w mikrosiedliskach cechujących się grubszą warstwą próchnicy nadkładowej, niższym pH, a przede wszystkim mniejszą wilgotnością gleby, to jest przede wszystkim w sąsiedztwie nasady pni dojrzałych drzew. Zasada inicjowania odnowienia w rębni stopniowej opiera się na przekonaniu, że czynnikiem minimum, tu ograniczającym przeżywanie siewek do nalotu, jest brak światła. Przedstawione wyniki badań sugerują, że inicjowanie odnowienia

w ramach cięć, w miejscach arbitralnie wybranych jako bezpieczne z punktu widzenia prac pozyskania, może skutkować zahamowaniem postępu odnowienia. Bezpieczniejszą strategią jest odsłanianie już istniejących odnowień, co nie musi być zbieżne z planowanym porządkiem cięć. W drzewostanie rosnącym na zboczu często najkorzystniejsze warunki do odnowienia panują w jego dolnej części dzięki potencjalnie głębszym glebom, większemu udziałowi części spławialnych, silniejszemu uwilgotnieniu i większemu pokryciu przez nasiona. Na wymienione czynniki może nakładać się historia danej jednostki podziału przestrzennego. W drzewostanie, który w przeszłości był użytkowany od dna doliny (miejsca bardziej dostępne) w kierunku wierzchołka, najstarsze drzewa będą rosły w miejscach najbardziej odległych od granicy transportowej. Wymienione uwarunkowania sprawiają, że dominuje forma nieuporządkowana tej rębni, a warunkiem ograniczenia szkód od pozyskania jest gęsta sieć szlaków zrywkowych (co 50–80 m) i dróg stokowych, zapewniających odległość zrywki w granicach 100–200 m (Jaworski 2011a).

Idea pielęgnacji zapasu w rębni stopniowej gniazdowej udoskonalonej (i przerębowej) zasadniczo odróżnia te metody od pozostałych rębni złożonych. W rębniach częściowych i stopniowych schematycznych priorytetem jest odnowienie. Potrzeby świetlne odnowienia decydują o intensywności cięć rębnych, a pielęgnacja zapasu jest działaniem drugoplanowym. W rębni stopniowej udoskonalonej (i przerębowej) dążymy do wykorzystania pełnego potencjału przyrostowego każdego drzewa w drzewostanie. Usuwamy te drzewa, dla których wartość 1 m³ pozyskanego surowca będzie największa. Następuje to przy określonej pierśnicy nazywanej pierśnicą docelową. Drzew cieńszych nie powinno się usuwać, ale poczekać, aż wartość ich sprzedaży osiągnie maksymalny możliwy pułap. Aby to postępowanie było efektywne, pozostawione na pniu drzewa muszą dobrze przyrastać. Niezbędne jest indywidualne wyważenie tego celu, gdyż ceną pielęgnacji zapasu będzie opóźnienie wzrostu odnowienia (późniejsze osiągnięcie dojrzałości). Ryzykowne byłoby doprowadzenie do zaniku odnowienia i oczekiwanie na jego powtórne pojawienie się w drzewostanie o zaawansowanym wieku potencjalnych nasienników.

Paluch (2006b) proponuje traktowanie drzewa (o określonej wartości) jako inwestycji, która powinna przynieść założony zysk (przyrost wartości). W miarę wzrostu pierśnicy zwiększa się teoretyczna wartość jednego m³. Aby rentowność pozostawienia drzewa utrzymała się na przyjętym poziomie, drzewa grubsze powinny więcej przyrastać, gdyż mają większą wartość. Relacja między wartością drzewa o danej pierśnicy a zmianą tej wartości na skutek przyrostu pozwala na oszacowanie rentowności inwestycji. Przyjęcie prognozy oczekiwanej rentowności wyznacza pierśnicę docelową (Paluch 2006b). Będzie to taka pierśnica (i jej przyrost), przy której jest realizowana założona rentowność. Im wyższą przyjmujemy rentowność (przy tym samym przyroście radialnym drzewa), tym mniejsza będzie pierśnica docelowa. Przyjęcie mniejszej pierśnicy doce-

lowej ogranicza wykorzystanie rębni stopniowej udoskonalonej jako narzędzia przemiany (przebudowy struktury), gdyż oznacza skrócenie okresu odnowienia i w efekcie zmniejszenie zróżnicowania wieku następnej generacji. W praktyce przy ustalaniu pierśnicy docelowej należy uwzględnić możliwość zbytu surowca o określonych wymiarach, rentowność inwestycji alternatywnych i innych uwarunkowań, które autor cytowanego artykułu omawia w dyskusji. Te dodatkowe uwarunkowania mogą wymuszać obniżenie pierśnicy docelowej określonej na podstawie rozważań teoretycznych. Bardzo ważną konkluzją jest wpływ przyjmowanego poziomu rentowności na postać lasu. Wysokie progi rentowności wymuszają skrócenie okresów odnowienia, szybkie uprzątanie starodrzewi i kształtowanie drzewostanów jednopiętrowych (Paluch 2006b). Wynika stąd, że kształtowanie postaci lasu o zróżnicowanej teksturze i wielopiętrowej budowie oraz złożonej strukturze wieku, pełniące funkcje pozaprodukcyjne może wymagać rezygnacji z wysokiego poziomu przychodu od kapitału, jakim jest aktualna wartość drzewa.

Interesującym przykładem zastosowania rębni stopniowej gniazdowej udoskonalonej jest drzewostan w jednostce kontrolnej 22 na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy. Drzewostan znajduje się w sąsiedztwie uzdrowska Krynica Zdrój. Jako obiekt penetrowany przez turystów powinien charakteryzować się urozmaiconą teksturą (obraz lasu zmienia się w trakcie wędrówki). Powinny w nim rosnać drzewa w zaawansowanym wieku o znacznych pierśnicach. Oddział jest widoczny z drogi dojazdowej do Krynicy, a więc sposób cięcia nie powinien wprowadzać kontrastowych zmian w krajobrazie w perspektywie wielu lat. Położony jest na zboczu górskim w okolicy, której bogactwem są źródła wód mineralnych, stąd funkcje pozaprodukcyjne w tym obiekcie należy uznać za pierwszoplanowe. Dodatkowo pełni on rolę obiektu dydaktycznego. W lesie tym odbywa się planowe pozyskanie w ramach cięć rębnych i trzebieży, a więc wypełnia on również funkcje gospodarcze. Cięcia rębne wykonywane są w tym drzewostanie od 1952 roku, początkowo z wykorzystaniem rębni stopniowej gniazdowej. Cięcia uprzątające w sąsiednim fragmencie drzewostanu wykonano ok. 1970 roku i aktualnie rośnie w tym miejscu jednopiętrowa jedlina. Od 1972 roku w pozostałej części drzewostanu prowadzona jest rębnia stopniowa gniazdowa udoskonalona. Okres odnowienia trwa już ponad 60 lat. Struktura pierśnic od 1971 roku ewoluuje w kierunku rozkładu opisywanego przez krzywą jednoramienną, charakterystycznego dla lasu przerębowego. Mała jednorazowa koncentracja cięć rębnych powoduje nieznaczne szkody od zrywki przy niewielkim zagęszczeniu szlaków zrywkowych i dróg wywozowych.

Drzewostan cechuje wielopiętrowa, grupowo kępowa budowa, a las posiada atrakcyjną z krajobrazowego punktu widzenia teksturę. Średnia pierśnica drzew górnego piętra wynosiła w 2004 roku 65 cm, a maksymalna 98,5 cm. Pomimo zaawansowanego wieku (wiek pierśnicowy od 90–140 lat) jodły bardzo dobrze przyrastają, a przyrost pola powierzchni przekroju pierśnicowego jest przecięt-

nie tym większy im grubsze drzewo. W dziesięcioleciu 1991–2000 średni przyrost grubości (radialny) przekroczył 8 cm, a maksymalny – 16 cm. Rentowność ok. 30% jodeł przekracza 3% i dotyczy jodeł o pierśnicach od 50 do 85 cm. Tylko 10% drzew górnego piętra znajduje się poniżej progu 1,5% i nie są to drzewa najgrubsze.

Wydaje się, że taki model postępowania stanowi możliwy do przyjęcia kompromis między produkcyjną i pozaprodukcyjną funkcją lasu. Podkreślić należy znaczenie w tym obiekcie właśnie tej drugiej, pozaprodukcyjnej funkcji lasu, gdyż w obecnej sytuacji rynkowej zbyt drzew o pierśnicach przekraczających 60 cm napotyka na trudności.

W innym drzewostanie, w oddziale 15 Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy również przyrost pierśnicowego pola przekroju jodeł zwiększał się wraz ich grubością. W dziesięcioleciu 1999–2008 średni przyrost grubości wyniósł 6 cm, a maksymalny – 14 cm. Potencjał przyrostowy dający rentowność powyżej 3% reprezentują jednak jodły o pierśnicy poniżej 60 cm. Wydłużenie okresu odnowienia (przez zachowanie na pniu jodeł powyżej 60 cm) w tym drzewostanie wymagałoby obniżenia stopy zwrotu poniżej 3%, a nawet 1,5%. Z produkcyjnego punktu widzenia, przyjmując rentowność 3% i pierśnicę docelową na poziomie 60 cm, w ramach pielęgnacji zapasu należy utrzymać na pniu jodły cieńsze (nie usuwać ich na korzyść odnowienia).

W przypadku omawianych drzewostanów jodłowych poziom deprecjacji surowca w części odziomkowej z racji zaawansowanego wieku nie miał istotnego znaczenia. W drzewostanach bukowych podlegających przemianie z wykorzystaniem rębni stopniowej gniazdowej udoskonalonej lub innych metod (Skrzyszewski 2012) udział fałszywej twardzieli w zbyt długo przetrzymanych na pniu drzewach będzie znaczący.

ZNACZENIE RĘBNI PRZERĘBOWEJ W HODOWLI LASÓW GÓRSKICH

Klasyczny las jednostkowo-przerębowy cechuje się wszechgeneracyjną strukturą wieku, wielopiętrową budową ze zwarciem pionowym oraz stopniowo zmniejszającą się frekwencją drzew w miarę przechodzenia od najniższych do najwyższych stopni grubości. Trwałe utrzymanie takiej postaci lasu wymaga wykonywania cięć, przy czym najistotniejszą rolę w tym względzie odgrywają cięcia prowadzone w środkowej i górnej warstwie drzewostanu, które utrudniają wykształcenie zwartego pułapu koron oraz pozwalają na ciągłą rekrutację drzew z warstwy odnowienia (Schütz 2001). W naszych warunkach drzewostany przerębowe tworzy przede wszystkim jodła, rzadziej świerk czy buk (Jaworski 2000).

Przyrodnicze zalety struktury przerębowej, związane z dużą stabilnością i żywotnością drzew oraz dużym stopniem naturalności drzewostanów, zostały

dawno rozpoznane (Schütz 2001). W ostatnich latach, szczególnie w krajach wysoko rozwiniętych, charakteryzujących się wysokimi i stale rosnącymi kosztami osobowymi, zwraca się również uwagę na produkcyjno-ekonomiczne walory lasów o złożonej postaci, w których zapewnienie trwałości oraz wysokiej jakości produkcji jest możliwe przy stosunkowo niewielkiej liczbie drzew odnowienia oraz mniej pracochłonnych zabiegach pielęgnacyjnych (Knoke 1998, Mohr i Schori 1999, Hanewinkel 2001a i b, Nord-Larsen i in. 2003). W tym kontekście opanowanie oraz dalsze doskonalenie metod hodowlanych pozwalających na kształtowanie takich drzewostanów wydaje się być szczególnie uzasadnione (Buongiorno 2001).

Lasy przerębowe wzrastające w tych samych warunkach siedliskowych, ale kształtowane według różnych koncepcji hodowlanych, będą istotnie różnić się strukturą pierśnic, wielkością zapasu, przyrostem miąższości oraz wartością produkcji (Schütz 1975). W zależności od dominującej funkcji lasu, cech jakościowych drzew, czy struktury popytu na określone sortymenty, hodowca może decydować o zasobności drzewostanu, docelowej pierśnicy drzew uznawanych za plon, czy intensywności cięć prowadzonych w poszczególnych warstwach drzewostanu (Paluch 2005a, 2006a, b). W wielu przypadkach aktualna, intuicyjna koncepcja może nie gwarantować wykorzystania możliwości produkcyjnych siedliska, a w przypadkach skrajnych może w ogóle prowadzić do zaniku struktury przerębowej. Z tego względu struktura pierśnic drzewostanu wymaga optymalizacji, to znaczy wyznaczenia oraz późniejszego świadomego dążenia do pewnego rozkładu modelowego, który po pierwsze, w maksymalnym stopniu odpowiada produkcyjnym lub pozaprodukcyjnym założeniom, po drugie, gwarantuje utrzymanie przerębowego charakteru drzewostanu, oraz po trzecie, zapewnia wykorzystanie możliwości produkcyjnych siedliska.

PUNKTY RÓWNOWAGI LASU PRZERĘBOWEGO

Struktura pierśnic nie zmienia się, gdy w danym okresie kontrolnym t dla każdego stopnia grubości i liczba drzew przechodzących z niższego stopnia grubości $n_{i-1}d_{i-1}$ odpowiada sumie liczby drzew usuwanych niui oraz drzew przechodzących do wyższego stopnia grubości $n_i d_i$:

$$n_{i-1}d_{i-1} = n_i u_i + n_i d_i, \quad (1)$$

gdzie u_i oznacza frakcję drzew usuwanych (lub naturalnie wydzielających się) ze stopnia grubości i , a d_i – frakcję drzew przemieszczających się ze stopnia grubości i do stopnia $i+1$.

W odniesieniu do pierwszego (najcieńszego) stopnia grubości warunek ten oznacza, że liczba drzew dorostu $n_0 d_0$ (tj. drzew przechodzących z warstwy od-

nowienia do pierwszego stopnia grubości) powinna odpowiadać sumie liczby drzew usuwanych i wydzielających się w pierwszym stopniu grubości $n_1 d_1$ oraz drzew przechodzących z pierwszego do drugiego stopnia grubości $n_1 d_1$:

$$n_0 d_0 = n_1 u_1 + n_1 d_1, \quad (1)$$

gdzie d_0 oznacza frakcję drzew przechodzących w okresie kontrolnym t z odnowienia do warstwy drzewostanu. Z wzorów nr 1 oraz 2 wynika, że przy zrównoważonej strukturze pierśnic przyrost wyrażony w jednostkach pola przekroju pierśnicowego ZG równa się ubytkowi U (cięcia oraz naturalne wydzielanie się drzew), a zasobność drzewostanu, z wyjątkiem krótkookresowych fluktuacji, nie ulega zmianie:

$$ZG = \sum_{i=1}^{n+1} (n_{i-1} d_{i-1} - n_i d_i) g_i, \quad (3)$$

$$U = \sum_{i=1}^{n+1} n_i u_i g_i,$$

a ponieważ $n_i u_i = n_{i-1} d_{i-1} - n_i d_i$, stąd $ZG = U$

Odzwierciedleniem przyjętej koncepcji hodowlanej jest intensywność cięć w poszczególnych stopniach grubości u_i w okresie kontrolnym t . Wynika ona z ciągłej selekcji dążącej do uzyskania zamierzonej jakości drzewostanu (stąd można mówić o intensywności presji selekcyjnej) oraz z konieczności ciągłego kształtowania jego przerębowej struktury. Intensywność cięć w najwyższym stopniu grubości określa jednocześnie maksymalną (docelową) pierśnicę drzew w lesie przerębowym.

Do głównych zalet gospodarstwa przerębowego zaliczyć należy:

- 1) stabilność i odporność drzewostanów przeciwko różnego rodzaju czynnikom szkodliwym; zapewnienie trwałej osłony gleby przez drzewostan, co decyduje o wysokich walorach glebo- oraz wodochronnych takiego sposobu zagospodarowania; utrzymanie wysokiej bioróżnorodności wynikające z występowania w drzewostanach o złożonej postaci bogactwa nisz ekologicznych; duże walory estetyczne i krajobrazowe drzewostanów związane z ich naturalnym wyglądem i trwałą obecnością dojrzałych drzew;
- 2) mniejszą koncentrację surowca (w jednorazowym cięciu pozyskuje się około 100 m³/ha), co zabezpiecza w terenach górskich przed wystąpieniem zjawisk erozyjnych oraz ogranicza ryzyko przeciążenia szlaków zrywkowych;
- 3) rozproszenie ryzyka hodowlanego, wynikające z występowania w obrębie małych powierzchni (wielkości 0,3–0,5 ha) drzew wszystkich faz rozwojowych oraz niewielkiej liczby odnowienia gwarantującej trwałość wielopiętrowej budowy drzewostanu; rozproszenie ryzyka niepowodzenia przy

- pracach odnowieniowych lasu na bardzo długi okres czasu oraz płyty drzewostanów o małej powierzchni;
- 4) biologiczną racjonalizację przejawiającą się mniejszą kosztocłonnością ekonomicznie nieatrakcyjnych zabiegów prowadzonych wśród drzew najmłodszych faz rozwojowych (podrost, żerdziowina, drągowina);
 - 5) korzystne oddziaływanie zwarcia pionowego na cechy jakościowe i biomorfologiczne drzew (możliwość utrzymywania długich koron o delikatnym ugałęzieniu, pozwalającym z jednej strony na zachowanie wysokiej żywotności, a z drugiej – na uzyskanie w przyszłości bezszęcnego surowca o równomiernym usłojeniu, gdyż okres wzmożonego przyrostu grubości następuje po okresie kształtowania cech jakościowych – stąd największy przyrost odkłada się na bezszęcnych pniach);
 - 6) większa efektywność prac zrywkowych i pozyskaniowych wynikająca z większych wymiarów pozyskiwanych drzew. Większa rentowność w porównaniu z drzewostanami jedno- i kilkugeneracyjnymi, przy czym dysproporcja ta powiększa się tym bardziej im bardziej znaczący w ogólnym bilansie kosztów jest udział kosztów ponoszonych na odnowienia i cięcia pielęgnacyjne.
- Do wad gospodarstwa przerębowego zaliczyć można:
- 1) możliwość bezpośredniego zastosowania cięć przerębowych tylko w obiektach o budowie zbliżonej do przerębowej, w drzewostanach o prostszej postaci wymaga okresu przemiany. Wdrożenie rębni ciągłej wymaga okresowego zmniejszenia etatu pozyskania w drzewostanach w klasie odnowienia (ograniczenia rozmiaru cięć odsłaniających i uprzątających), który jest rekompensowany przez większą intensywność cięć w drzewostanach średnio-wiekowych (związanych z prowadzeniem w nich przemiany);
 - 2) ograniczone możliwości wprowadzania gatunków światłożądnych.

WYNIK FINANSOWY GOSPODARKI LEŚNEJ I RENTOWNOŚĆ NADLEŚNICTW GÓRSKICH

Wymieniony wcześniej udział żywnych siedlisk w górach, składy gatunkowe opierające się na wysokoprodukcyjnych gatunkach oraz dominujące znaczenie bezkosztowych odnowień naturalnych sugeruje, że należałoby się spodziewać wysokiej rentowności nadleśnictw górskich. Nadleśnictwa prowadzące gospodarkę leśną na obszarach górskich i podgórskich wypracowują jednak znacznie niższe zyski z działalności gospodarczej od nadleśnictw gospodarujących na niżu.

Potwierdzają to badania przeprowadzone w nadleśnictwach Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Katowicach (RDLP w Katowicach), w latach 1999–2002, z których wynika, że zarówno koszty jednostkowe: odnowienia lasu, poprawek, pielęgnacji, ochrony lasu, a zwłaszcza ochrony lasu przed zwierzyną oraz pozyskania i zrywki drewna, były wyższe w nadleśnictwach górskich,

zróznicowanych przyrodniczo, niż w nadleśnictwach nizinnych, słabo zróżnicowanych (Piszczek i Lysik 2010). Jedynie jednostkowe koszty ochrony lasu przed owadami oraz koszty ochrony przeciwpożarowej lasu były niższe w nadleśnictwach górskich. Przy czym nadleśnictwa nizinne mało zróżnicowane charakteryzowały się przewagą siedlisk borowych, natomiast w nadleśnictwach górskich przeważał udział siedlisk lasowych. Ponadto nadleśnictwa nizinne cechowały się dominacją sosny w składzie gatunkowym (88,5–93,2%), natomiast nadleśnictwa górskie charakteryzowały się wysokim udziałem gatunków liściastych oraz wysoką sumaryczną liczbą gatunków lasotwórczych, wynoszącą od 8 do 10 (Piszczek i Lysik 2010). Nadleśnictwa górskie, silnie zróżnicowane przyrodniczo: Andrychów, Bielsko, Sucha Beskidzka, Ustroń uzyskiwały znacznie wyższe przeciętne ceny ze sprzedaży surowca drzewnego niż nadleśnictwa nizinne (Kłobuck, Krasiejów, Lubliniec, Olesno, Zawadzkie). Nadleśnictwa górskie dysponowały również znacznie bogatszą ofertą sprzedaży, zarówno w zakresie liczby gatunków, jak i liczby sortymentów, co pozwalało na obsługę większej ilości segmentów nabywców i mniejsze negatywne konsekwencje ewentualnej dekonjunkury na rynku drzewnym. Analizując wynik finansowy nadleśnictw bez uwzględnienia odpisów i dopłat z funduszu leśnego uwagę zwraca znacznie większa dysproporcja pomiędzy nadleśnictwami górskimi (przeciętny wynik finansowy wyniósł -149,07 tys. zł/rok) i nizinnymi (965,74 tys. zł/rok). Mimo osiągnięcia wyższych cen średnich nadleśnictwa górskie uzyskały znacznie gorszy wynik finansowy, wynikający z wysokich kosztów działalności podstawowej i wymagały wspomagania ze środków funduszu leśnego (Piszczek i Lysik 2010).

Istotny wpływ na wynik finansowy uzyskiwany przez nadleśnictwa górskie mają także zjawiska kłęskowe. W RDLP w Katowicach, w latach 2005–2009, w nadleśnictwach górskich: Bielsko, Jeleśnia, Ujsoły, Ustroń, Węgierska Górka, Wisła, wystąpiło wielkopowierzchniowe zamieranie drzewostanów świerkowych spowodowane masowym występowaniem kornika drukarza. Na skutek gradacji pozyskanie drewna zwiększyło się trzykrotnie, i wzrost ten dotyczył przede wszystkim sortymentów wielkowymiarowych. Następstwem zwiększonego pozyskania był bardzo znaczący wzrost przychodów ze sprzedaży drewna, który był jednak ograniczony czasowo i trwał od 2–5 lat (Piszczek 2013). Należy jednak zwrócić uwagę, że koszty jednostkowe prac leśnych: ochrony lasu, hodowli lasu, pozyskania i zrywki drewna oraz koszty utrzymania dróg leśnych również bardzo znacząco wzrosły.

W latach 2005–2009 wszystkie nadleśnictwa z wyjątkiem Nadleśnictwa Bielsko były rentowne. W jednostkach najbardziej dotkniętych kłęską wartość wyniku finansowego była dodatnia, mimo, że poniesione przez nie koszty były również wysokie. Było to spowodowane wysokimi cenami uzyskiwanymi przez poszukiwane na rynku drewno świerkowe i związane z tym wysokie przychody z jego sprzedaży. Do kosztów tych zaliczono także odpis podstawowy odprowadzony do funduszu leśnego. Należy jednak przypuszczać, że w kolejnych latach,

po znaczącym zmniejszeniu pozyskania, a co za tym idzie przychodów ze sprzedaży drewna oraz utrzymującymi się wysokimi kosztami prac leśnych, nadleśnictwa te nie będą rentowne i będą miały ujemne saldo rozliczeń z funduszem leśnym (Piszczek 2013).

W RDLP w Krakowie w latach 2005–2009 większość nadleśnictw uzyskała ujemny wynik finansowy. Jednostki gospodarujące na terenach nizinnych, w zasięgu których dominują siedliska borowe, z przewagą sosny w składzie gatunkowym, osiągały dodatni wynik finansowy. Najwyższe zyski w analizowanym okresie uzyskano w nadleśnictwach: Dąbrowa Tarnowska (przeciętnie 190,17 zł/ha/rok), Dębica (około 152,30 zł/ha/rok), Gromnik (122,82 zł/ha/rok), Niepołomice (108,92 zł/ha/rok). Znacznie niższe wartości wyniku finansowego wypracowywały nadleśnictwa gospodarujące na terenach wyżynnych i górskich. Przy czym najwyższe straty stwierdzono w nadleśnictwach górskich, ze względu na wysokie koszty prowadzenia gospodarki leśnej. Najbardziej deficytowe okazały się nadleśnictwa: Krościenko (-172,90 zł/ha/rok) oraz Piwniczna (-133,59 zł/ha/rok) (Janusz 2010).

Również z badań przeprowadzonych przez Marzędę (2013) w zasięgu regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych w Białymstoku, Lublinie i Krośnie wynika, że największą rentowność sprzedaży posiadają nadleśnictwa gospodarujące na ubogich, nizinnych siedliskach (przeważnie borów i borów mieszanych), na których występują drzewostany sosnowe, lub z przewagą sosny. Ponadto, mimo iż gatunek ten występował na siedliskach dla siebie nieodpowiednich (drzewostany częściowo zgodne), nie wpływało to znacząco na rentowność sprzedaży pozyskiwanego surowca drzewnego. Rentowność sprzedaży zmniejsza się natomiast wraz ze zwiększaniem się żyzności siedlisk leśnych (najniższa w nadleśnictwach bardzo żyznych), ze wzrostem udziału siedlisk wyżynnych i górskich oraz wzrostem udziału w drzewostanach, kolejno, świerka, dębu, a następnie jodły i buka.

Podsumowując należy stwierdzić, że koszty działalności podstawowej oraz koszty jednostkowe większości prac leśnych są w lasach górskich znacznie wyższe niż w lasach nizinnych. Pomimo, że nadleśnictwa górskie mają na ogół bogatą ofertę asortymentową oraz osiągają wysokie ceny jednostkowe za sprzedawane drewno, nie rekompensuje to ponoszonych wyższych kosztów. Wynik finansowy w nadleśnictwach górskich jest w związku z tym na ogół ujemny i wymagają one dopłat z funduszu leśnego.

LASY O CHARAKTERZE NATURALNYM, FUNKCJA WZORCA DLA HODOWLI LASU BLISKIEJ NATURZE

Według Branga (2005) resztki lasów pierwotnych w Europie zajmują za małe powierzchnie, aby można było z wystarczającą pewnością określić typy i kierunki zaburzeń, decydujących o kierunku ich rozwoju w najbliższych kilku

dekadach. Jednak obserwacja lasów o charakterze pierwotnym może dostarczać pewnych informacji, które mogą być wykorzystane w hodowli lasu, choć ekstrapolacja wniosków na większe powierzchnie lasów zagospodarowanych może być problematyczna (Brang i in. 2004).

Powierzchnie badawcze zakładane w lasach o charakterze pierwotnym dostarczają ważnych informacji o długoterminowych interakcjach pomiędzy reprezentowanymi w danych lokalizacjach gatunkami drzew (Brang 2005). Jako przykłady można podać tutaj trudności w odnawianiu się innych gatunków w naturalnych drzewostanach zdominowanych przez buka (Korpel 1989, Meyer i in. 2002 cyt za Brang 2005, Commarmot i in. 2005), ustępowanie jodły z dolnoreglowych drzewostanów karpaccich (Jaworski i Karczmarski 1991, Jaworski i in. 1994, 2001, 2006, Saniga 1999, Jaworski i Jakubowska 2011, Saniga i in. 2011) oraz z drzewostanów w Górach Świętokrzyskich (Jaworski i Podlaski 2006), lub przewagi konkurencyjnej jednego z gatunków występujących w drzewostanie (Schütz 2004).

Obserwacja sposobu odnawiania się gatunków w warunkach naturalnych (w lasach pierwotnych) dostarcza informacji między innymi o najkorzystniejszych warunkach świetlnych, a zatem pożądanym stopniu zwarcia drzewostanu osłonowego w lasach zagospodarowanych (Brang 2005), o wielkościach i kształcie powierzchni, na których powstaje odnowienie (Korpel 1989, Karczmarski 2000) lub o najkorzystniejszych mikrosiedliskach, sprzyjających efektywnemu powstawaniu odnowień naturalnych, na przykład na rozkładającym się drewnie przewróconych drzew lub wzniesieniach powstających po wykrotach w borach świerkowych (Holeksa 1998).

Lasy pierwotne dostarczają informacji o maksymalnym biologicznym wieku drzew, długości ich naturalnego cyklu rozwojowego oraz powierzchni zajmowanej przez poszczególne stadia lub fazy rozwojowe (Korpel 1989, Remmert 1991, Schulze i in. 2005). Choć trudno bezpośrednio wykorzystywać tę wiedzę w znacznej części lasów zagospodarowanych ze względu na stosowane koleje rębności i narzucony porządek przestrzenny, to może ona dostarczać cennych informacji dotyczących lasów objętych ochroną w rezerwach, w tym informuje o minimalnej powierzchni rezerwatu zapewniającej stabilność i trwałość ekosystemu leśnego objętego ochroną ścisłą (Parviainen 2005).

LITERATURA

- Bernadzki E. 1994. Półnaturalna hodowla lasu jest nadal aktualna. *Las Polski*, 4.
- Brang P., Schönerberger W., Fischer A. 2004. Reforestation in central Europe: lessons from inter-disciplinary field experiments. *For. Snow Landsc. Res.*, 78, ½: 53–70.
- Brang P. 2005. Virgin forests as a knowledge source for central European silviculture: reality or myth? *For. Snow Landsc. Res.* 79, ½: 19–32.

- Brzeziecki B., Drozdowski S., Bielak K., Gawron L., Buraczyk W. 2013. Kształtowanie się zróżnicowanej struktury drzewostanów w warunkach nizinnych. *Sylvan*, 8: 597–606.
- Buongiorno J. 2001. Quantifying the implications of transformation from even to uneven-aged forest stands. *For. Ecol. Manage.*, 151: 121–132.
- Commarmot B., Bachofen H., Bundziak Y., Bürgi A., Ramp B., Shparyk Y., Sukhariuk D., Viter R., Zingg A. 2005. Structures of virgin and managed beech forests in Uholka (Ukraine) and Sihlwald (Switzerland): a comparative study. *For. Snow Landsc. Res.*, 79, ½: 45–56.
- Fabijanowski J., Oleksy B. 1959. Metody przebudowy niektórych drzewostanów dolnoreglowych w Tatrzańskim Parku Narodowym. *Ochrona Przyrody*, 26.
- Hanewinkel M. 2001a. Economic aspects of the transformation from even-aged pure stands of Norway spruce to uneven-aged mixed stands of Norway spruce and beech. *For. Ecol. Manage.*, 151: 181–193.
- Hanewinkel M. 2001b. Financial results of selection forest enterprises with high proportions of valuable timber – results of an empirical study and their Application. *Schweiz. Z. Forstwes.*, 152: 343–349.
- Hess M. 1965. Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich. *Zeszyty Naukowe UJ nr 115, Prace Geograficzne*, 11.
- Holeksa J. 1998. Rozpad drzewostanu i odnowienie świerka a struktura i dynamika karpackiego boru górnoreglowego. *Monogr. Bot.*, 82: 1–208.
- Janusz A. 2010. Wartościowanie wybranych działań Lasów Państwowych w realizacji pozaprodukcyjnych funkcji lasu na przykładzie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Krakowie. *Praca doktorska-maszynopis, UR Kraków*.
- Jaworski A., Karczmarski J. 1991. Struktura i dynamika drzewostanów o charakterze pierwotnym w Pienińskim Parku Narodowym (na przykładzie czterech powierzchni doświadczalnych). *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie 254, Leśnictwo*, 20: 45–83.
- Jaworski A., Karczmarski J., Skrzyszewski J. 1994. Dynamika, budowa i struktura drzewostanów w rezerwacie Łabowiec. *Acta Agraria et Silvestria series Silvestris*, 32: 3–26.
- Jaworski A. 2000. Zasady hodowli lasów górskich na podstawach ekologicznych. W: *Nowoczesne metody zagospodarowania w lasach górskich* (red. R. Poznański, A. Jaworski). CILP, Warszawa, 80–228.
- Jaworski A., Pach M., Skrzyszewski J. 1995. Budowa i struktura drzewostanów z udziałem buka i jawora w kompleksie leśnym Moczarnie oraz pod Rabią Skałą (Bieszczady). *Acta Agraria et Silvestria, Series Silvestris*, 33: 39–73.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Pach M. 2001. Skład gatunkowy, budowa i struktura drzewostanów w rezerwacie „Śrubita”. *Sylvan*, 145(6): 21–47.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Bartkiewicz L. 2005. Structure and dynamics of stands of primeval character composed of the little-leaf linden (*Tilia cordata* Mill.)

- in the “Las lipowy Obrożyńska” reserve (southern Poland). *Journal of Forest Science*, 51(7): 283–304.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Łapka M., Bartkiewicz L. 2006. Budowa, struktura i dynamika drzewostanów o charakterze pierwotnym w rezerwacie „Dolina Łopusznej” (Gorczański Park Narodowy). *Leśne Prace Badawcze*, 4: 35–59.
- Jaworski A., Podlaski R. 2006. Budowa, struktura i dynamika drzewostanów naturalnych w rezerwacie Święty Krzyż (Świętokrzyski Park Narodowy). *Acta Agraria et Silvestria, Series Silvestris*, 44: 9–38.
- Jaworski A. 2011a. Hodowla lasu. Tom I. Sposoby zagospodarowania, odnawianie lasu, przebudowa i przemiana drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
- Jaworski A. 2011b. Hodowla lasu. Tom III. Charakterystyka hodowlana drzew i krzewów leśnych. PWRiL, Warszawa.
- Jaworski A., Jakubowska D. 2011c. Dynamika zmian budowy, struktury i składu gatunkowego drzewostanów o charakterze pierwotnym na wybranych powierzchniach w Pienińskim Parku Narodowym. *Leśne Prace Badawcze*, 72 (4): 339–356.
- Jaworski A., Skrzyszewski J. 2013. Ocena hodowlanych efektów dotychczasowej przebudowy świerczyn w różnych klasach wieku i warunkach siedliskowych oraz postępowanie hodowlane na powierzchniach z odnowieniem naturalnym. Barszcz J (red.) *Doskonalenie metod przebudowy zagrożonych świerczyn w Beskidach: Śląskim i Żywieckim w oparciu o hodowlę lasu bliską naturze i wzmoczoną różnorodność biologiczną*. Msk. Sprawozdanie z tematu badawczego finansowanego przez DGLP.
- Jaworski A., Pach M. 2014. Stan wielogatunkowego lasu naturalnego (*Abies*, *Fagus*, *Picea*) regla dolnego w rezerwacie Oszast na tle stanu monokultur świerkowych w Beskidzie Żywieckim i Beskidzie Śląskim. *Leśne Prace Badawcze*, 75(1): 13–23.
- Karczmarski J. 2000. Kształtowanie się zależności pomiędzy budową i strukturą drzewostanów a wielkością przyrostu grubości, wybranymi cechami biomorfologicznymi oraz intensywnością procesu wydzielania się drzew w górno-regłowych borach świerkowych o charakterze pierwotnym w Karpatach Zachodnich. Praca doktorska. Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu, AR Kraków.
- Knoke, Th. 1998. Analyse und Optimierung der Holzproduktion in einem Plenterwald – zur Forstbetriebsplanung in ungleichaltrigen Wäldern. *Forstliche Forschungsberichte* 100.
- Korpel S. 1989. *Pralesy Slovenska*. Veda, Bratislava.
- Małek S., Astel A., Krakowian K., Opałacz J. 2010. Ocena jakości wód źródłanych w rejonie Skrzycznego i Baraniej Góry. *Sylwan*, 154(7): 499–505.
- Marzęda A. 2013. Wpływ warunków przyrodniczych, sposobów gospodarowania i wybranych czynników ekonomicznych na sytuację finansową nadleśnictw na przykładzie Regionalnych Dyrekcji Lasów Państwowych w Białymstoku, Krośnie i Lublinie. Autoreferat pracy doktorskiej, UR Kraków.

- Matuszkiewicz J. M. 2001. Zespoły leśne Polski. PWN, Warszawa.
- Mohr C., Schori Ch. 1999. Femelschlag oder Plenterung – Ein Vergleich aus betriebswirtschaftlicher Sicht. Schweiz. Z. Forstwes., 150: 49–55.
- Nord-Larsen Th., Bechsgaard A., Holm M., Holten-Andersen P. 2003. Economic analysis of near-natural beech stand management in Northern Germany. For. Ecol. Manage., 184: 149–165.
- Pach M. 2010. Wpływ gatunków domieszkowych i współpanujących na wysokość i pierśnicę jodły (*Abies alba* Mill.) oraz zasobność drzewostanów jodłowych w Karpackiej Krainie Przyrodniczo-Leśnej. Leśne Prace Badawcze, 71(3): 257–266.
- Paluch J. 2005a. Optymalizacja pierśnic w lesie przerębowym. Sylwan, 149(2): 12–24.
- Paluch J. 2005b. Spatial distribution of regeneration in West-Carpathian uneven-aged silver fir forests. European Journal of Forest Research, 124: 47–54.
- Paluch J. 2006a. Rębnia przerębowa jako nowoczesna metoda biologicznej racjonalizacji. Sylwan, 150(10): 20–29.
- Paluch J. 2006b. Przyrost wartości drzewa jako kryterium regulacji cięć w rėbniach złoonych. Sylwan, 150(12): 54–63.
- Paluch J. 2012. Wzrost i produktywność. W: Buk zwyczajny (red. J. Skrzyszewski), PWRiL Warszawa, 183–243.
- Paluch J., Gruba P. 2011. Inter-crown versus under-crown area: contribution of local configuration of trees to variation in topsoil morphology, pH and moisture *Abies alba* Mill. forests. European Journal of Forest Research, 131: 852–870.
- Paluch J., Jastrzębski R. 2013. Natural regeneration of shade-tolerant *Abies alba* Mill. in gradients of stand species compositions: Limitation by seed availability or safe microsites? Forest Ecology and Management, 307: 322–332.
- Paluch J., Stępniewska H. 2012. Effect of microsites on the survival, density, and ectomycorrhizal status of shade-tolerant *Abies alba* Mill. regeneration attacked by fungal pathogens. Canadian Journal of Forest Research, 42: 720–732.
- Parviainen J. 2005. Virgin and natural forests in the temperate zone of Europe. For. Snow Landsc. Res., 79, ½: 9–18.
- Piszczek M., Lysik K. 2010. Analiza porównawcza wybranych kosztów, struktury sprzedaży drewna, uzyskanych cen średnich oraz wyniku finansowego w dwunastu nadleśnictwach silnie i słabo zróżnicowanych przyrodniczo w RDLP Katowice. W: Zarządzanie ochroną przyrody w lasach, Tom IV, WSZŚ w Tucholi, 293–305.
- Piszczek M. 2013. Wpływ gradacji kornika drukarza *Ips typographus* (L.) na realizację zadań gospodarczych i sytuację finansową wybranych nadleśnictw w Beskidzie Śląskim i Żywieckim (RDLP Katowice). Zeszyty Naukowe UR Kraków, 384.

- Remmert H. 1991. The Mosaic-Cycle Concept of Ecosystems – An Overview. W: The Mosaic-Cycle Concept of Ecosystems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York – London – Paris – Tokyo – Hong Kong – Barcelona, 1–21.
- Saniga M. 1999. Štruktúra, produkčné a regeneračné procesy badinskeho pralesa. *Journal of Forest Science*, 45(3): 121–130.
- Saniga M., Kucbel S., Anič S., Mikac S., Prebeg M. 2011. Structure, growing stock, coarse woody debris and regeneration processes in virgin forests Dobroč (Slovakia) and Čorkova Uvala (Croatia). *Beskydy*, 4(1): 39–50
- Schulze E. D., Wirth C., Mollicone D., Ziegler W. 2005. Succession after stand replacing disturbances by fire, wind throw, and insects in the dark Taiga of Central Siberia. *Oecologia*, 146: 77–88.
- Schütz J. P. 2001. Der Plenterwald – und weitere Formen strukturierter und gemischten Wälder. Parey Buchverlag, Berlin.
- Schütz, J. P. 1975. Dynamique et conditions d'équilibre de peuplements jardinés sur les stations de la hêtre à sapin. *Schweiz. Z. Forstwes.*, 126: 637–671.
- Schütz, J. P. 2004. Opportunistic methods of controlling vegetation, inspired by natural plant succession dynamics with special reference to natural outmixing tendencies in a gap regeneration. *Ann. For. Sci.*, 61: 149–156.
- Sikorska E. 1999. Siedliska leśne. Wydawnictwo AR, Kraków.
- Skrzyszewski J. 2002. Porównanie dynamiki przyrostu pierśnicy jodły, świerka i sosny w terenach górskich. *Sylvan*, 146(7): 49–56.
- Skrzyszewski J. 2012. Pielęgnacja. W: Buk zwyczajny. (red. J. Skrzyszewski), PWRiL Warszawa, 295–354.
- Skrzyszewski J., Skrzyszewska K. 2004. Species conversion of spruce stands in the Wisła Forest District. *Dendrobiology*, 51: 91–95.
- SPHL 2004. Siedliskowe Podstawy Hodowli Lasu. ORWLP w Bedoniu.
- Starzyk J. 2009. Wprowadzenie. Problem zamierania drzewostanów świerkowych w Beskidzie Śląskim i Żywieckim. *Prace Komisji NRiL PAU*, 11: 7–12.
- Staszkiwicz J., Witkowski Z. 1976. Ziemia Sądecka. Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Szabla K. 2009. Aktualny stan drzewostanów świerkowych w Beskidach i ich geneza. *Prace Komisji NRiL PAU*, 11: 13–44.
- Szymkiewicz B. 2001. Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
- Zasady Hodowli Lasu. 2012. CILP, Warszawa.

**Paweł Rutkowski*, Jacek Zientarski*,
Monika Konatowska****

* Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

** Zespół Parków Krajobrazowych Województwa Wielkopolskiego w Poznaniu

Cele i metody hodowlanego zagospodarowania lasów o różnym statusie ochronnym

WSTĘP

„Mało jest dziedzin gospodarki społecznej, w których by można znaleźć tyle niewyjaśnionych i mylnych pojęć, jak w leśnictwie. Co krok spotyka się tu zjawiska dziwne w zapatrywaniach na metody i cele gospodarki, w pojęciach prawnych, w zakresie własności, w polityce leśnej, ustawodawstwie itd.” Wydaje się, że zacytowane słowa Adama Kozłowieckiego, które autor zawarł w wydanej w 1933 r. książce pod tytułem „Gawędy leśne”, niewiele straciły na aktualności. Wystarczy je odnieść do tytułu niniejszej publikacji. Intuicyjnie wydaje się on jednoznaczny. W szczegółach można się w nim spierać niemal o każde słowo. Czy chodzi w nim o las, który ma coś chronić, czy to las ma podlegać ochronie? Czy można mówić o zagospodarowaniu, rozumianym jako „racjonalna, planowa gospodarka” (Sobol 2002) w odniesieniu do układu, o którym Rykowski (2007) pisał następująco: „Do badania wielkich systemów złożonych, jak las, potrzebne są metodologie kierunkowe, probabilistyczne, integrujące wielkie ilości danych w warunkach niepewności”? Czy można sformułować cele i określić metody, które zachowają ważność przez czas mierzony długością życia drzewostanu, a więc często dłużej niż 100 lat? Czy hodowlę lasu rozumieć w tym zdaniu jako naukę „która bada prawa powstawania i rozwoju zbiorowisk roślinnych, zwanych drzewostanami, zależności między drzewostanami i czynnikami środowiska leśnego oraz oddziaływania zabiegów hodowlanych na dynamikę wzrostu drzew” (Włoczewski 1968), czy też jako wiedzę stosowaną, której ce-

lem jest dążenie „do zachowania ciągłości produkcji drewna przez natychmiastowe uzupełnienie drzew i drzewostanów ubywających z lasu wskutek użytkowania” (Włoczewski, loc. cit.)? Czy w odniesieniu do drzewostanu o statusie lasu ochronnego w ogóle można mówić o hodowli lasu? Pytań można byłoby mnożyć, ale tytuł pracy sugeruje, że przynajmniej na ostatnie z postawionych należy odpowiedzieć twierdząco. Wynika to choćby z tego, że zgodnie z zapisem zawartym w „Zasadach hodowli lasu” (2012) chronione są wszystkie lasy z tym, że lasy gospodarcze opisano jako ogólnie chronione (z mocy ustawy o lasach), w odróżnieniu od lasów ochronnych, jako lasów szczególnie chronionych (z mocy innych ustaw). Jeśli zatem w myśl przytoczonych „Zasad” każdy las podlega ochronie, to – wzięwszy jednocześnie pod uwagę, że użytkowe właściwości drewna są głęboko osadzone w ludzkiej świadomości i trudno (przynajmniej dotychczas) byłoby się bez drewna obyć – nie sposób uciec od dyskusji o użytkowym zagospodarowaniu lasów o różnym statusie ochronnym. A ramy tego zagospodarowania wyznacza hodowla lasu. Można jednak przyjąć, że istotą problemu postawionego w tytule jest poszukiwanie równowagi pomiędzy podstawową funkcją lasu, jaką jest jego rola ekosystemowa, a możliwością czerpania z lasu różnorodnych korzyści. Przy tak szeroko ujętym problemie autorzy zdają sobie sprawę, że niniejszy artykuł może być tylko głosem w dyskusji, a nie jego rozwiązaniem.

LASY OCHRONNE W UJĘCIU PRAWNYM

Status lasu ochronnego ma zarówno las stanowiący część lub całość obszaru podlegającego ochronie, jak też las, który sam pełni funkcję ochronną wobec innych elementów przyrody. Ustawa o ochronie przyrody (Dz.U. 2004) wymienia 10 form ochrony. Są to:

- a) parki narodowe;
- b) rezerваты przyrody;
- c) parki krajobrazowe;
- d) obszary chronionego krajobrazu;
- e) obszary Natura 2000;
- f) pomniki przyrody;
- g) stanowiska dokumentacyjne;
- h) użytki ekologiczne;
- i) zespoły przyrodniczo-krajobrazowe;
- j) ochrona gatunkowa roślin, zwierząt i grzybów.

Dla parków narodowych, rezerwatów przyrody i parków krajobrazowych sporządza się i realizuje plan ochrony, który wyznacza cele ochrony i metody ich realizacji. Można przyjąć, że w parkach narodowych oraz rezerwach przyrody, nawet jeśli obejmują one tereny leśne, gospodarki leśnej się nie pro-

wadzi, co nie oznacza, że lasy te w całości pozostawione są spontanicznym procesom naturalnym.

Plan ochrony dla parku krajobrazowego wskazuje miejsca udostępnione dla różnych form gospodarowania, w tym także może wskazać obszary, w których dopuszcza się prowadzenie gospodarki leśnej. Z ustawy o ochronie przyrody nie wynika jednoznacznie, że takie obszary w parku krajobrazowym muszą się znaleźć.

Przytaczana „Ustawa o ochronie przyrody” jednoznacznie dopuszcza natomiast użytkowanie lasu w obszarach chronionego krajobrazu poprzez stwierdzenie, że „Na obszarze chronionego krajobrazu mogą być wprowadzone następujące zakazy [...] z wyjątkiem [...] czynności związanych z racjonalną gospodarką [...] leśną” (art. 24, ustęp 1, punkt 1).

W ustawie o ochronie przyrody (Dz.U. 2004, zaktualizowanej wg stanu na 2013 r.) nie ma natomiast jednoznacznego przyzwolenia na prowadzenie gospodarki leśnej w obszarach Natura 2000. W tym względzie Ustawa, mówiąc o tym co powinien zawierać plan zadań ochronnych, zwraca uwagę tylko na cele ochronne. Jeśli nawet w art. 28, ustęp 11 ustawa stanowi, że „Planu zadań ochronnych nie sporządza się dla obszaru Natura 2000 lub jego części [...] pokrywającego się w całości lub w części z obszarem będącym w zarządzie nadleśnictwa, dla którego ustanowiony plan urządzenia lasu uwzględnia zakres przewidziany dla planu zadań ochronnych”, to oznacza to jedynie tyle, że brane pod uwagę są tylko cele ochronne. Do prowadzenia gospodarki leśnej nie nawiązuje też rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 17 lutego 2010 r. w sprawie sporządzania projektu planu zadań ochronnych dla obszaru Natura 2000. Podstawą do dyskusji może być jedynie rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 marca 2010 r. w sprawie sporządzania projektu planu ochrony dla obszaru Natura 2000, w którym zapisano, że: „zakres prac koniecznych do sporządzenia projektu planu ochrony dla obszaru obejmuje: [...] ustalenie działań, które należy podjąć w ramach gospodarki prowadzonej w obszarze, zwłaszcza z zakresu [...] gospodarki [...] leśnej.” Z tego zapisu nie wynika jednak czy gospodarkę leśną można prowadzić, czy też „ustalenie działań” ma prowadzić do jej ograniczenia.

W takich formach ochrony jak: pomniki przyrody, stanowiska dokumentacyjne oraz użytki ekologiczne, gospodarki leśnej zazwyczaj się już nie prowadzi. Bardziej złożonym zagadnieniem jest natomiast relacja pomiędzy gospodarką leśną a ochroną gatunkową roślin, zwierząt i grzybów. W tym przypadku zakres działań zależeć będzie od gatunku podlegającego ochronie. W odniesieniu do stanowisk niektórych gatunków tworzone są strefy ochronne, w których nie wykonuje się żadnych działań gospodarczych, w odniesieniu do innych (np. gatunków roślin podlegających ochronie częściowej) nie ma ograniczeń dotyczących prac typowo leśnych.

Ustawa o ochronie przyrody nie wprowadza ograniczeń rzutuujących na prace związane z leśnictwem w zespołach przyrodniczo-krajobrazowych. Dopuszcza tym samym różnorodne cele oraz metody ich realizacji, o ile są zgodne z szeroko rozumianą racjonalną gospodarką leśną.

Podsumowując formalną stronę możliwości prowadzenia gospodarki leśnej na obszarach objętych różnymi formami ochrony przyrody, należy podkreślić rzecz oczywistą, że nadrzędnym celem zawsze będzie ochrona tego przedmiotu, dla którego dana forma została ustanowiona. Możliwość prowadzenia gospodarki leśnej może być jedynie dopuszczalna (w szerszym lub węższym zakresie) lub niedopuszczalna w zależności od formy ochrony.

Odębne znaczenie mają lasy, które same pełnią funkcje ochronne. Podział lasów ochronnych na poszczególne kategorie nie jest przy tym stały i zmienia się wraz z kolejnymi wydaniami „Zasad hodowli lasu” (1988, 2003, 2012). W ostatniej edycji lasom ochronnym poświęcono ledwie kilka akapitów, puentując że „szczegółowe zasady zagospodarowania lasów ochronnych ustala się w procesie tworzenia planu urządzenia lasu”. Można przy tym uznać, że zapis ten jest wystarczający. Zwłaszcza w kontekście trafnej uwagi Rykowskiego (2007), że instrukcje coraz częściej powinny być zastępowane „indywidualnymi decyzjami w oparciu o analizę rzeczywistego stanu lasu w danym miejscu i czasie”. Dokumentacją takiego sposobu myślenia mogą być dwa przykłady przytoczone poniżej.

Przykład 1. Indywidualne podejście w zakresie wyznaczania celu i metod jego realizacji powinno mieć miejsce nie tylko w odniesieniu do lasów o różnym statusie ochronnym, ale także w odniesieniu do każdego drzewostanu. Byłoby przy tym wskazane, by cel ten nie ulegał istotnym zmianom w trakcie życia danego drzewostanu. Rzeczywistość jest jednak inna. Jak podaje Rutkowski (2012), który przeanalizował wyniki prac siedliskowych dla Nadleśnictwie Karczma Borowa z 1981 r., po 30 latach zmianie uległy podstawowe elementy rzutuujące na ocenę stanu siedlisk (tab. 1), a więc i na cel hodowlany. To z kolei przekłada się na zmianę sposobów postępowania

Tabela 1. Wybrane charakterystyki siedlisk w Nadleśnictwie Karczma Borowa według stanu na 1981 r. (Rutkowski 2012)

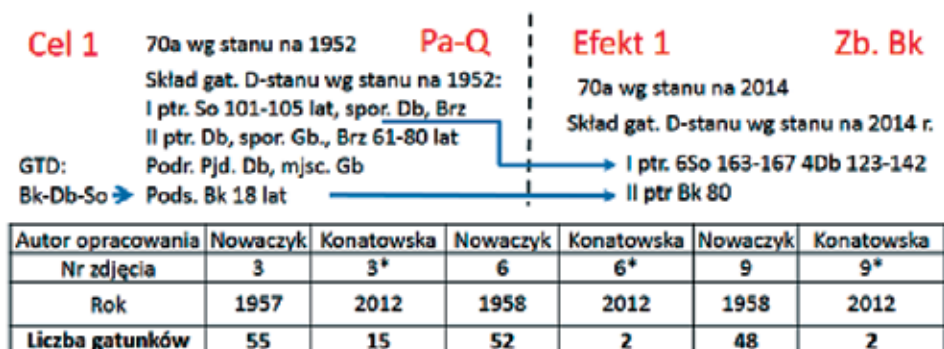
Siedliskowy typ lasu, stan siedliska, wariant uwilgotnienia	Rodzaj siedliska		Powierzchnia (ha)
	Rodzaj gleby	Podtyp gleby	
Bśw1	QCp, QCz, Qp	RDb	167,00
Bśwp1	QCp, QFp	RDZwł	24,09
BMśwp1	QCp, QCp/g	RDZwł	90,45
BMw1	QRp, QRM	BRszbr	2,39
Lw1	Qp, QDp	BRszbr	5,47

W stosunku do dzisiejszej klasyfikacji typów siedliskowych lasu dane należałoby zweryfikować następująco. Piaski lodowcowe (Qp, QCp) uznaje się obecnie za zbyt żyzne, jak na warunki boru świeżego (Bśw) i siedlisko to byłoby najprawdopodobniej przeklasyfikowane na bór mieszany świeży (BMśw). Z kolei bór mieszany świeży, wyróżniony w tabeli 1 na piaskach lodowcowych podścielonych gliną (QCp/g), przeklasyfikowany byłby na las mieszany świeży (LMśw). Boru mieszanego wilgotnego (BMw) na glebie szarobrunatnej nikt by dziś nie wyróżnił, uznając to siedlisko co najmniej za las mieszany wilgotny (LMw). Jednocześnie gleby szarobrunatnej (BRszbr) nie powinno się wiązać z madami, bo skoro widoczne było brunatnienie, a utworem geologicznym jest mada, to glebę taką można by było uznać za madę brunatną. Z kolei madom brunatnym przypisuje się zazwyczaj siedlisko lasów łęgowych. A lasy łęgowe to już zazwyczaj siedliska przyrodnicze wymagające ochrony. I tak dalej. Każda z wykazanych zmian wiąże się ze zmianą składu gatunkowego drzewostanu. A to pociąga za sobą konieczność zmiany celu hodowlanego.

Przykład 2. W odniesieniu do lasów o różnym statusie ochronnym jeszcze bardziej osobliwym przypadkiem jest przykład następujący. W latach 1957–1958, w kilku oddziałach Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka, należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu (wówczas Wyższej Szkoły Rolniczej) Nowaczyk (1964) wyróżnił zbiorowiska świetlistej dąbrowy (*Quercus-Potentilletum albae*, obecnie *Potentillo albae-Quercetum*). Zgodnie z dzisiejszym ujęciem zbiorowiska te stanowią jedną z postaci ciepłolubnej dąbrowy, identyfikowanej w sieci Natura 2000 jako siedlisko 9110 (Herbich red. 2004), o randze siedliska priorytetowego.

Zgodnie z opisem taksacyjnym Nadleśnictwa wg stanu na 1952 jeden z pododdziałów leśnych, w których wyróżniono świetlistą dąbrowę, miał następujący skład gatunkowy drzewostanu: pierwsze piętro zajmowała sosna zwyczajna w wieku 101–105 lat, z niewielką domieszką dębu i brzozy, drugie piętro tworzył dąb, ze sporadycznym udziałem grabu i brzozy w wieku 61–80 lat. W podroście pojedynczo występował dąb i grab. Odnotowano także 18-letnie podsadzenie buka. Podsadzenie to było następstwem celu hodowlanego wyznaczonego gospodarczym typem drzewostanu, określonym jako bukowo-dębowo-sosnowy. W warstwie zielnej i mszystej Nowaczyk podał listę 55 gatunków roślin.

Według stanu na 2014 r. drzewostan w pododdziale 70a ma skład gatunkowy następujący: 60% pierwszego piętra stanowi sosna zwyczajna w wieku 163–167 lat, 40% zajmuje dąb w wieku 123–142 lat, sporadycznie w wieku 163–167 lat. Drugie piętro tworzy buk w wieku 80 lat. Graficznie można to przedstawić następująco (ryc. 1):



Rycina 1. Zmiany w składzie gatunkowym drzewostanu i runa w wybranych siedliskach świetlistej dąbrowy

Następstwem rozwoju podsadzenia bukowego we wszystkich zdjęciach fitosocjologicznych wykazanych na rycinie 1 była istotna redukcja liczby gatunków roślin, w skrajnym przypadku do 2 (sosny w pierwszym piętrze drzewostanu, buka w drugim piętrze, przy ściółkowej pokrywie runa).

Trudno przy tym powiedzieć, by cel, jakim było uzyskanie drzewostanu bukowo-dębowo-sosnowego, został osiągnięty. Niewątpliwie jednak utracona została świetlista dąbrowa. Biorąc jednak pod uwagę obecność grabu w drzewostanie w 1952 r. oraz ogólnie znaną recesję świetlistej dąbrowy na rzecz grądu (Jakubowska-Gabara 1993), można zaryzykować tezę, że sama świetlista dąbrowa wykazana przez Nowaczyka także stanowiła degeneracyjną postać lasu, tyle że dębowo-grabowego. Tego typu lasy także są siedliskami przyrodniczymi należącymi do grupy grądów (w sieci Natura 2000 siedliska o kodach 9160 oraz 9170). Można zatem przyjąć założenie, że zgodnie z dzisiejszą wiedzą w opisywanych przypadkach można wyznaczyć co najmniej 3 cele: odtworzenie świetlistej dąbrowy, odtworzenie grądu lub zachowanie obecnego stadium rozwojowego drzewostanu, co w końcowej swej fazie doprowadzić może do drzewostanu bukowego. A drzewostany bukowe to zazwyczaj także siedliska przyrodnicze sieci Natura 2000 (o kodach 9110 lub 9130).

Każdy z przyjętych celów wymaga odrębnych metod jego realizacji. Odtworzenie świetlistej dąbrowy wymagałoby usunięcia drugiego piętra dębowego. Odtworzenie grądu wymagałoby usunięcia drugiego piętra bukowego i podsadzenia grabu. Uzyskanie lasu bukowego wymagałoby jedynie czasu. Teoretycznie za wariant docelowy – spośród trzech wymienionych powinno się uznać odtworzenie świetlistej dąbrowy (siedlisko priorytetowe). Mógłby to być zabieg prosty – równie teoretycznie – pod względem technicznym. Usunięcie drugiego piętra bukowego oraz pozostawienie pierwszego piętra dębowo-sosnowego o luźnym zwarciu, a więc sprzyjającym roślinom dna lasu właściwym dla świetlistej dąbrowy, nie gwarantuje jednak odtworzenia siedliska 9110. Wynika to

choćby z faktu, że w latach, kiedy swe badania prowadził Nowaczyk, nie było jeszcze w Nadleśnictwie Doświadczalnym Zielonka czeremchy amerykańskiej. Dziś ten inwazyjny gatunek dynamicznie wkracza we wszystkie luki i prześwietlenia na żyznych, świeżych siedliskach Nadleśnictwa. Wymagane byłoby więc jej systematyczne usuwanie, co generuje wysokie koszty, nie gwarantując przy tym powodzenia. Sposobem walki z czeremchą może być utrzymywanie dna lasu w stanie zacienionym, ale to z kolei oznacza brak możliwości odtworzenia świetlistej dąbrowy. Zacienienie to gwarantowane jest z kolei przez obecny drzewostan bukowy. Ze względu na zwalczanie gatunków inwazyjnych obecny skład gatunkowy drzewostanu wydaje się więc właściwszy.

W rozważanym przykładzie należy wziąć pod uwagę jeszcze jeden aspekt. Nadleśnictwo Doświadczalne Zielonka stanowi część Parku Krajobrazowego Puszcza Zielonka. Dla tego Parku sporządzony został plan ochrony, w którym jako jedno z zadań zapisano: „Dążyć do uzyskania struktury drzewostanów zgodnej z siedliskiem dla uzyskania potencjalnej roślinności naturalnej”. W opisywanym przykładzie taki zapis powinien oznaczać dążenie do odtworzenia grądu. Wprawdzie rozporządzenie wojewody wielkopolskiego nr 4/05 z dnia 4 kwietnia 2005 r. w sprawie planu ochrony Parku Krajobrazowego Puszcza Zielonka zapis ten zmodyfikowało, zastępując go następującym sformułowaniem: „Dążenie do uzyskania składu gatunkowego drzewostanów odpowiadającego naturalnemu zróżnicowaniu zbiorowisk leśnych”, ale trudno w tym przypadku jednoznacznie stwierdzić, co się kryje pod pojęciem „naturalnego zróżnicowania zbiorowisk leśnych”.

Na sprecyzowanie celu zaczynają się więc nakładać nie tylko względy hodowlane, ale także spreczne cele ochronne i nie jest to przypadek odosobniony.

DYSKUSJA

Cele i metody hodowlanego zagospodarowania lasów o różnym statusie ochronnym będą zawsze wypadkową analizy rzeczywistego stanu lasu w danym miejscu i czasie, o czym pisał cytowany już Rykowski, ale także stanu wiedzy oraz sumy subiektywnych wyborów wynikających z doświadczeń i celów osób podejmujących decyzję. Nie zawsze są to względy merytoryczne. Jak dalece zmieniło się nasze podejście do ochrony przyrody świadczą choćby słowa wybitnych leśników, jakimi byli Biehler i Szujecki. Pierwszy z nich, w pracy z 1937 r., o wrzosach, które dziś w sieci Natura 2000 stanowią podstawowy składnik siedliska 4030 (suche wrzosowiska) pisał: „Znamy je dobrze! Pięknie wyglądają, gdy kwitną, a pozatem są smutnym świadectwem w pierwszym rzędzie zniszczonych lasów, fatalnej gospodarki człowieka [...] Wrzos wpływa na glebę trująco! Pomiędzy gęstym splotem korzeni, które rozwiela się w górnych warstwach gleby, wytwarza się z umierających ich części sucha, czarna

w dotknięciu tłusta, kwaśna próchnica (tzw. próchnica wrzosowa). Próchnica ta wstrzymuje rozwój nawet najmniej wymagających gatunków drzew, jakimi są np. sosna i brzoza. Pozatem wrzos zasklepia glebę szczelnie, wstrzymując potrzebny przewiew, a przerobienie gleby na niedużych tylko powierzchniach, jak np. na talerzach – w których dokonano siewu lub sadzenia, zasklepia w przeciągu kilku lat znowu całą powierzchnię. Gleby z pokrywą wrzosową zostają wyługowane i przekształcają się; często zaczyna się formować rudawiec i wreszcie powstaje zabagnienie, albo też wydma. Toteż słusznie nazywamy wrzos najgorszym chwastem w lesie, a stanowiska przez niego zajęte wadliwymi – choremi.”

Z kolei Szujecki (1992) zwraca uwagę na następujący ciąg następstw: „W roku 1907, kiedy Lasek Bielański oddano warszawskiemu okręgowi woj-skowemu zakazując dalszego wyrębu drzew, zajmował on powierzchnię około 147 ha. Zinventaryzowano wówczas 30 479 sztuk starodrzewia dębowego. Nie ograniczono jednak ruchu rekreacyjnego aż do roku 1934, kiedy stwierdzono już zniszczenie ponad połowy drzew. Wiele z nich wycięto przed rokiem 1939. Znaczne szkody nastąpiły podczas wojny. Opisana sytuacja, a zwłaszcza brak runa i podszytów na tarasie górnym, doprowadziła w latach pięćdziesiątych do masowego rozmnożenia szkodników dębu, m.in. okazałego owada – kozioroga dębosza. W efekcie około roku 1960 wycięto dalszych kilkaset egzemplarzy dębów usychających lub opanowanych przez kozioroga dębosza. Następnie ograniczono ruch rekreacyjny, co doprowadziło do rozwoju podszytów, podrostów oraz runa i ograniczyło szkodniki”.

Fragment ten można streścić następująco: zły stan grądu sprzyjał chronionemu obecnie koziorogowi. Poprawa stanu grądu pogorszyła stan populacji kozioroga dębosza. Oba fragmenty mogłyby w zasadzie posłużyć za puentę – w przyrodzie nie ma jednoznacznych rozwiązań. Dotyczy to zarówno lasów o różnym statusie ochronnym, jak i lasów typowo gospodarczych (o ile takie w Polsce istnieją). Udowodniło to choćby podejście do zrębów zupełnych – kwestionowanych w przeszłości, także przez jednego z autorów (Rutkowski, 2002), a obecnie uznanych za optymalne siedlisko dla skowronka borowego, jednego z gatunków ptaków wymienionych w załączniku do dyrektywy ptasiej, a także sprzyjające zachowaniu jednego z siedlisk przyrodniczych, jakim jest bór chrobotkowy (siedlisko 91T0). Ze względu na cały ekosystem, jakim jest las, zdanie autora w tym względzie nadal się jednak nie zmieniło.

WNIOSKI

1. Pomimo wszelkich wykazanych wyżej zastrzeżeń pewne uogólnienia można jednak sformułować, a mianowicie niezależnie od statusu ochronnego, za podstawowy cel zagospodarowania należy przyjąć zachowanie jego ciągłości. Należałoby dążyć do tego, by ciągłość ta była rozumiana dosłownie,

jako nieprzerwane pokrycie powierzchni lasem tam, gdzie już on istnieje, z uwzględnieniem możliwości jego występowania w różnych stadiach rozwojowych. Realizacji tego celu powinno służyć zapewnienie warunków do jego naturalnego odnawiania się. Postulat ten powinien być obligatoryjną regułą w parkach narodowych, rezerwach przyrody, użytkach ekologicznych, niektórych powierzchniowych pomnikach przyrody, w lasach glebo- i wodochronnych oraz w przypadku większości leśnych siedlisk przyrodniczych położonych w obszarach Natura 2000. Odstępstwo od tej reguły uzasadniać mogą jedynie klęski żywiołowe, jak huragany czy pożary, natomiast zagrożeniem dla zachowania ciągłości lasu w wyżej wymienionych formach ochrony mogą być inwazyjne gatunki roślin lub presja zwierzyny łownej.

2. Na pozostałych obszarach leśnych, ze względów przyrodniczych i gospodarczych, zachowanie ciągłości lasu może być rozumiane w nieco szerszym ujęciu, uwzględniającym krótkie wylesienie na czas pomiędzy usunięciem dojrzałego drzewostanu a jego odnowieniem, zarówno naturalnym, jak i sztucznym.
3. Drugi postulat powinien dotyczyć zachowania różnorodności biologicznej właściwej naturalnym ekosystemom leśnym. Przyjmując jednak, że takich ekosystemów w Polsce nie mamy (Puszcza Białowieska też jest lasem przez człowieka zmienionym) zachowanie różnorodności jest już pojęciem bardziej złożonym. Można je rozumieć jako zachowanie różnorodności nie tylko biologicznej, ale lasów w ogóle (bory, bory mieszane, lasy sosnowe, lasy dębowe, lasy nizinne, lasy wyżynne, itd.) lub też w odniesieniu do związanych z lasami gatunków organizmów żywych. W tym kontekście pewne gatunki wymagają ochrony świadomie ukierunkowanej na zapewnienie im odpowiednich warunków (od zaniechania jakiegokolwiek działalności człowieka po stałe, aktywnie podejmowane działania), inne natomiast, o których często nawet nie wiemy, że są obecne, chronić będziemy mimo woli, poprzez różnorodne formy zagospodarowania lasu (w tym typowo gospodarcze użytkowanie lasu).
4. W kontekście koncepcji zachowania różnorodności biologicznej w lasach niewątpliwie dyskusji wymaga odniesienie się do gatunków obcych ekologicznie oraz geograficznie. Wobec inwazyjnych gatunków obcych geograficznie obowiązuje zakaz ich wprowadzania, choć dyskutuje się nad tym, które z gatunków powinny się na tej liście znaleźć. W przypadku nieinwazyjnych gatunków obcych geograficznie oraz wobec gatunków obcych ekologicznie zakaz taki nie obowiązuje. Warto przy tym zwrócić uwagę, że gatunki te często same są elementem powiązań w ramach szeroko rozumianej różnorodności biologicznej (przykładowo drzewostany modrzewiowe na siedliskach potencjalnych lasów liściastych jako miejsca zasiedlenia przez podlegające ochronie porosty z rodzaju *Usnea*)

5. Pogląd na metody zachowania wielorakich funkcji lasów oraz ich różnorodności ewoluuje. Postulowane w tym zakresie dostosowywanie składu gatunkowego drzewostanów do warunków siedliskowych, dostosowanie składu gatunkowego drzewostanów do hipotetycznego składu odpowiadającego roślinności potencjalnej, tzn. takiej, jaka mogłaby się w danych warunkach wykształcić, czy też dążenie do uzyskania składu gatunkowego drzewostanów odpowiadającego naturalnemu zróżnicowaniu zbiorowisk leśnych to nie są pojęcia tożsame, a sam wybór składu gatunkowego drzewostanu w wielu przypadkach może być procesem dość złożonym, co pokazano w przytoczonym w pracy przykładzie z Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka.
6. Biorąc za podstawę wyliczenia Pigana i Błasiak (2010), można przyjąć, że w sytuacji, w której łączna powierzchnia różnych form ochrony jest porównywalna z całkowitą powierzchnią znajdującą się pod zarządem Lasów Państwowych (choć faktyczna powierzchnia jest mniejsza, bo szereg form ochrony się na siebie nakłada), oraz że łączna powierzchnia lasów ochronnych znajdujących się w zarządzie Lasów Państwowych w 2008 roku stanowiła 46,6%, użytkowe zagospodarowanie lasów o różnym statusie ochronnym jest nieuniknione. Cele i metody zagospodarowania tych lasów muszą być jednak ustalane indywidualnie, przy czym każdy przypadek powinien być rozpatrywany zarówno w kontekście pojedynczego wydzielenia, którego dotyczy, jak i w kontekście sytuacji w danym wydzieleniu na tle nadleśnictwa, obszaru, kraju, Europy, lub innych jednostek terytorialnych (inną wagę przykładamy do ochrony gatunków endemicznych, inną do stanowisk gatunków występujących pojedynczo w kraju, ale licznych poza naszymi granicami, a jeszcze inną do gatunków pospolitych, choć podlegających ochronie).
7. Należy podkreślić, że wykaz zarówno form ochrony, jak i lasów ochronnych jest bardzo pojemny i eklektyczny w swym zestawieniu (od lasów w strefie uszkodzeń przemysłowych, poprzez lasy o charakterze obronnym, po parki narodowe). Trudno dla tak rozbieżnych kategorii znaleźć wspólny mianownik. Stwierdzić można tylko, że współczesna hodowla lasu jest w stanie realizować każdy cel stawiany przed lasami pełniącymi różnorodne funkcje – od odtworzenia lasu zbliżonego do naturalnego, po wyhodowanie lasu z komórek jednego liścia (*in vitro*). Najtrudniej tylko ten cel sformułować.

LITERATURA

- Biehler R. 1937. Wadliwe gleby, ich meljoracja i zalesienia na podstawie wyników ostatnich doświadczeń. Zjazd Naukowy Rolniczo-Leśny w Poznaniu 25–27 maja 1936 roku. Poznań 1937. Specjalna odbitka z tomu XLI Roczników Nauk Rolniczych i Leśnych.

- Ustawa o ochronie przyrody. Dz.U. 2004 nr 92 poz. 880. Wersja z dnia 26 marca 2013 r. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20040920880>. [30 kwietnia 2014 r.]
- Herbich J. (red.) 2004. Lasy i bory. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny. T. 5. Warszawa, Ministerstwo Środowiska, 1–344.
- Jakubowska-Gabara J. 1993. Recesja zespołu świetlistej dąbrowy *Potentillo albae-Quercetum Libb.* 1933 w Polsce. Łódź, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 1–190.
- Kozłowiecki A. 1933. Gawędy leśne. Lwów. Reprint z 2013 r. wydany w Krośnie pod patronatem Polskiego Towarzystwa Leśnego.
- Nowaczyk Cz. 1964: Zespoły leśne Doświadczalnego Nadleśnictwa Zielonka pod Poznaniem. Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych PTPN, 62 (2): 213–269.
- Pigan M., Błasiak J. 2010. Problemy ochrony przyrody w Lasach Państwowych. W: Problemy ochrony przyrody w lasach. Materiały z II sesji Zimowej Szkoły Leśnej przy Instytucie Badawczym Leśnictwa. Sękocin Stary, Instytut Badawczy Leśnictwa, 24–26.
- Rutkowski P., Maciejewska-Rutkowska I. 2002. Zrąb zupełny to jednak grzech. *Głos Lasu*, 5: 24–25.
- Rykowski K. 2007. Koniec leśnictwa? W: Quo vadis forestry? (Z. Sierota red.). Sękocin Stary, Instytut Badawczy Leśnictwa, 162–182.
- Sobol E. 2002. Popularny słownik języka polskiego. Warszawa, PWN, s. 1304.
- Szujecki A. 1992. Czy lasy muszą zginać? Warszawa, Wiedza Powszechna, s. 126.
- Włoczewski T. 1968. Ogólna hodowla lasu. Warszawa, PWRiL, s. 498.
- Zasady hodowli lasu. 1988. Wyd. V, znowel. Warszawa, PWRiL.
- Zasady hodowli lasu. 2012. Warszawa, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych.
- Zasady hodowli lasu obowiązujące w Państwowym Gospodarstwie Leśnym Lasy Państwowe: wprowadzone w życie na mocy art. 33 Ustawy z dnia 28 września 1991 r. o lasach (tekst jednolity ze zmianami DZ. U. Nr 56, poz. 679 z 2000 r.) zarządzeniem Nr 99 dyrektora generalnego Lasów Państwowych z dnia 24 grudnia 2002 r. / [aut. Zygmunt Rozwałka]. 2003. Bedoń, Ośrodek Rozwojowo-Wdrożeniowy Lasów Państwowych.

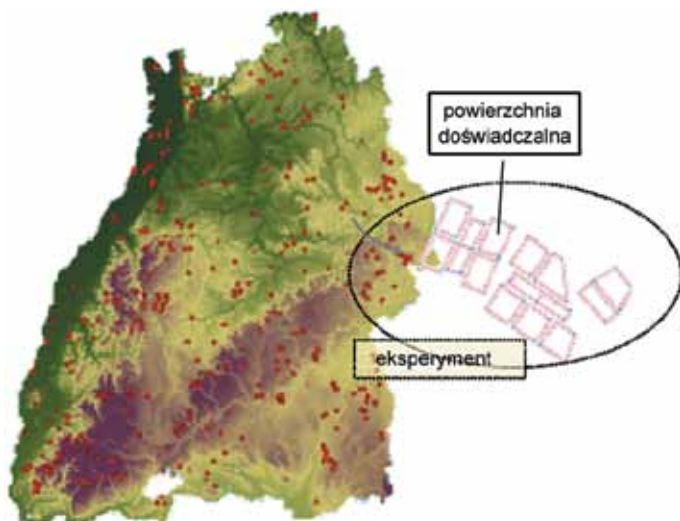
Konstantin von Teuffel, Ulrich Kohnle

Instytut Badawczy Leśnictwa we Fryburgu, Niemcy

Badania z zakresu hodowli lasu – powiązanie nauki z gospodarką leśną¹

SYSTEM LEŚNYCH POWIERZCHNI DOŚWIADCZALNYCH W BADENII-WIRTEMBERGII

System leśnych powierzchni doświadczalnych stanowi podstawę badań z zakresu hodowli lasu, prowadzonych w Instytucie Badawczym Leśnictwa we Fryburgu. Obejmuje on około 1000 powierzchni. Prowadzone eksperymenty obejmują zazwyczaj wiele powierzchni badawczych (ryc. 1).



Rycina 1. Rozmieszczenie leśnych powierzchni badawczych w Badenii-Wirtembergii

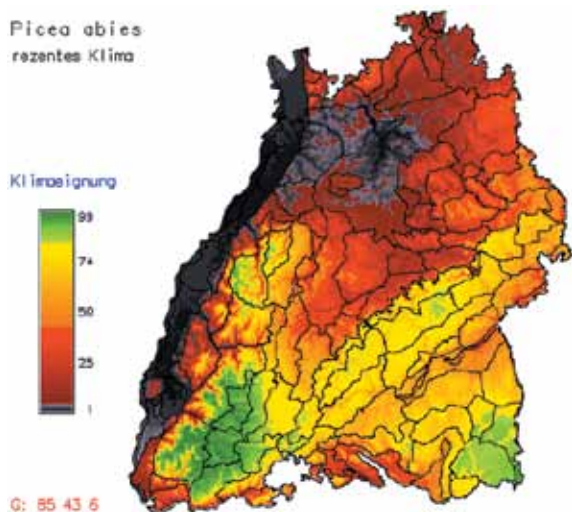
¹ Materiał, na podstawie prezentacji autora, opracował Adam Kaliszewski

Na powierzchniach doświadczalnych dominuje świerk (ok. 300 powierzchni) oraz daglezja (ok. 250 powierzchni). Wśród gatunków liściastych największa liczba powierzchni została założona dla buka (ok. 80) i dębu (ok. 50). Na około 270 powierzchniach prowadzone są eksperymenty dotyczące trzebieży, na 230 – odnowienia, na ok. 90 – pozyskiwania drewna, na 40 – nawożenia, a na ok. 20 – selekcji.

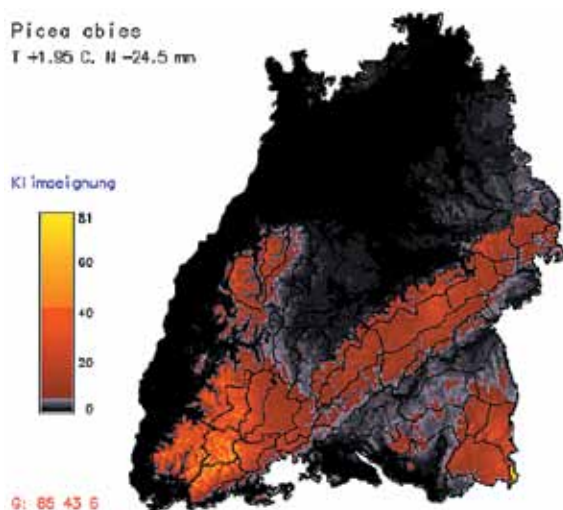
System powierzchni doświadczalnych jest dynamiczny: w latach 90. XX w. została ograniczona liczba powierzchni z gatunkami iglastymi, a zwiększono reprezentację gatunków liściastych. Proces ten będzie kontynuowany w kolejnych dekadach. W przyszłości ustanawianych będzie także coraz więcej powierzchni zlokalizowanych w warunkach ekstremalnych. Szeroko będzie również stosowane modelowanie. Praktykom może wydawać się dziwne, gdy na powierzchniach sadi się np. 400 drzew na hektar, jednak pozwala to na odzwierciedlenie sytuacji ekstremalnych i wykorzystanie uzyskanych wyników w modelowaniu.

ZMIANY KLIMATU A GATUNKI DRZEW LEŚNYCH

Przewidywane są zmiany zasięgu drzew leśnych w zmieniających się warunkach klimatycznych w skali europejskiej. W tym miejscu zagadnienie to omówione zostanie na przykładzie Badenii-Wirtembergii. Na rycinach 2 i 3 przedstawiono obecny zasięg występowania świerka oraz warunki występowania tego gatunku w 2050 r., przy założeniu wzrostu średniej temperatury o 1,95°C i spadku średnich opadów o 24,5 mm (scenariusz średnich zmian).



Rycina 2. Obecny zasięg świerka w Badenii-Wirtembergii. Kolorem zielonym oznaczono ekologiczne optimum, żółtym – ekologiczne suboptimum (poniżej poziomu optymalnego), czerwonym – wewnętrzne granice zasięgu, czarnym – zewnętrzne granice zasięgu



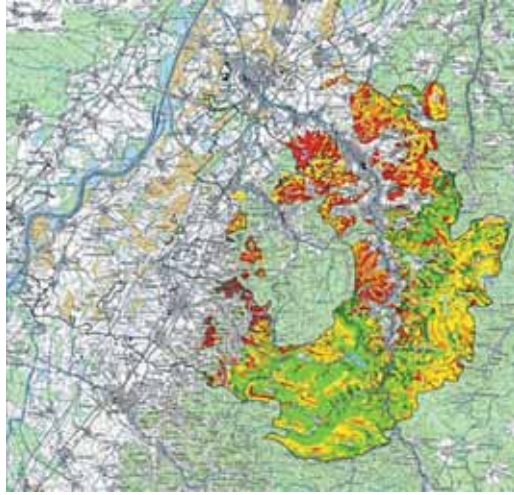
Rycina 3. Przyszły zasięg świerka w Badenii-Wirtembergii. Kolorem żółtym oznaczono ekologiczne suboptimum (poniżej poziomu optymalnego), czerwonym - wewnętrzne granice zasięgu, czarnym – zewnętrzne granice zasięgu

Przedstawiony powyżej model ma jednak istotną wadę, ponieważ opiera się jedynie na temperaturze i opadach. Nie uwzględniono w nim warunków glebowych. Poniżej pokazano wyniki analizy z uwzględnieniem warunków glebowych, przeprowadzonej w większej rozdzielczości dla powiatu Rastatt (otaczającego miasto Baden-Baden). Z analizy wynika (ryc. 4), że obecnie niższe położenia nie są korzystne dla świerka (kolor czerwony), ale warunki poprawiają się w miarę wzrostu wysokości nad poziomem morza (kolor zielony i żółty). W scenariuszu średnich zmian klimatycznych w 2050 r. niekorzystne warunki dla świerka występować będą jednak również w wyższych położeniach (ryc. 5).

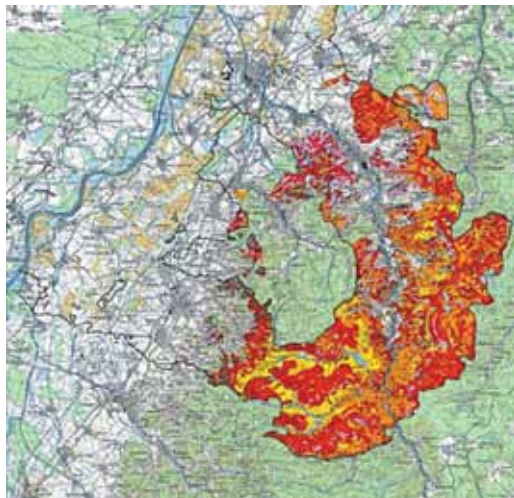
Jaki mamy wobec tego wybór? Alternatywnymi gatunkami dla świerka są: daglezja, jodła lub buk, a dla jodły – daglezja, buk, klon i ewentualnie jesion. Buka natomiast można zastąpić klonem, jesionem lub dębem. Natomiast dąb jest na tym obszarze wielkim zwycięzcą – prognozowane zmiany klimatu sprzyjają temu gatunkowi.

TRENDY PRZYROSTU SPOWODOWANE CZYNNIKAMI ŚRODOWISKOWYMI

Do określenia trendów przyrostu drzew wykorzystano metodę polegającą na pomiarach rzeczywistego przyrostu drzew na powierzchniach doświadczalnych i porównaniu wyników tych pomiarów z poziomem odniesienia, określonym



Rycina 4. Obecne warunki dla występowania świerka w powiecie Rastatt w Badenii-Wirtembergii (z uwzględnieniem warunków glebowych). Kolorem ciemnozielonym oznaczono odpowiednie warunki, jasnozielonym - odpowiednie do możliwych, żółtym – możliwe, pomarańczowym – możliwe do mało odpowiednich, czerwonym – mało odpowiednie, różowym – mało odpowiednie do nieodpowiednich, ciemnoszarym - nieodpowiednie

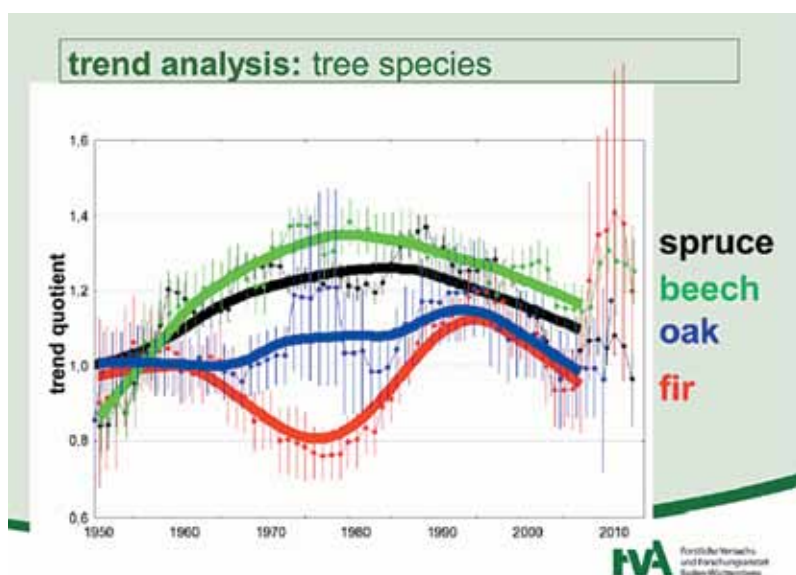


Rycina 5. Przyszłe warunki dla występowania świerka w powiecie Rastatt w Badenii-Wirtembergii (z uwzględnieniem warunków glebowych). Kolorem ciemnozielonym oznaczono odpowiednie warunki, jasnozielonym – odpowiednie do możliwych, żółtym – możliwe, pomarańczowym – możliwe do mało odpowiednich, czerwonym – mało odpowiednie, różowym – mało odpowiednie do nieodpowiednich, ciemnoszarym – nieodpowiednie

jako spodziewany „przeciętny” przyrost. Poziom odniesienia wyznaczony został na podstawie modelu przyrostu oraz oszacowania dostosowanego do danej sytuacji z uwzględnieniem gatunku drzewa, jego wieku, bonitacji siedliska, konkurencji oraz trzebieży. Trend przyrostu wyznaczany jest na podstawie ilorazu wartości zmierzonej i wartości odniesienia przy wykorzystaniu funkcji wygładzającej.

Na trend wpływ ma gatunek drzewa, wiek, bonitacja, warunki konkurencji, poziom zadrzewienia oraz trzebieże, a także warunki środowiskowe. Aby przyjąć się wpływowi środowiska, należy wyłączyć inne wpływy. Otrzymany wynik to trend przyrostu spowodowany czynnikami środowiskowymi. Cały proces dochodzenia do ostatecznych wyników jest jednak bardzo skomplikowany.

Na rycinie 6 zostały przedstawione trendy przyrostu kilku gatunków drzew. W przypadku świerka od lat 50. ubiegłego wieku następował trend wzrostowy, który osiągnął swoje maksimum w latach 90., a następnie przyrost zaczął maleć. To samo odnosi się do buka, nieco inaczej wygląda natomiast w przypadku dębu. Bardzo interesujący jest przebieg linii trendu dla jodły. Począwszy od lat 60. postępował spadek przyrostu tego gatunku, osiągając minimum w latach 80. Był to okres zamierania lasów. Potem nastąpił wzrost i obecnie znowu obserwujemy tendencję spadkową.



Rycina 6. Analiza trendu przyrostowego świerka (kolor czarny), buka (kolor zielony), dębu (kolor niebieski) i jodły (kolor czerwony)

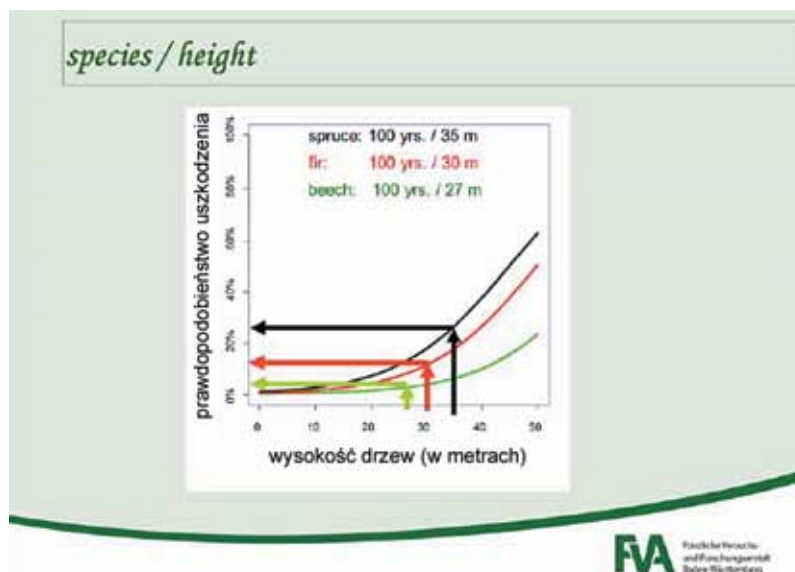
Istnieje wiele hipotez tłumaczących pogorszenie się przyrostu jodły. Jedną z nich wiąże się z suszami w latach 1976 i 2003. Wydaje się to niewystarczające,

bo spadek rozpoczął się wcześniej. Zjawisko to próbowano wytłumaczyć również średnią wielkością opadów czy wzrostem średniej temperatury. Przekonującym wyjaśnieniem jest natomiast tzw. indeks suszy (dosł. suchości, index of aridity), obliczany na podstawie średniej temperatury rocznej i średniej wielkości opadów. Zakłada się również, że jedną z przyczyn może być poziom azotu doprowadzanego do ekosystemów leśnych, ale jeszcze nie ma na to przekonujących dowodów. Ważne przesłanie z przedstawionej tu analizy jest takie, że od lat 90. ub. wieku zmniejsza się przyrost głównych gatunków drzew leśnych.

NARAŻENIE LASÓW NA WIATR

Czynniki wpływające na zagrożenie lasów ze strony wiatru można podzielić na będące poza kontrolą ze strony hodowli lasu (np. topografia, położenie w polu wiatru, tj. „siła wiatru”, charakter siedliska – np. obszar podmokły) oraz na dające się kontrolować przez zabiegi hodowlane, np. dobór gatunków drzew oraz wysokość drzew/drzewostanu.

Oto przykład badań przeprowadzonych na powierzchni położonej po stronie zawietrznej podczas huraganu Lothar w 1999 r. Na podstawie zebranych danych przeprowadzono symulację dla trzech gatunków w całej Badenii-Wirtembergii: świerka, jodły i buka. Ustalono, że prawdopodobieństwo uszkodzenia rośnie wraz ze wzrostem drzew (co wydaje się trywialne, ryc. 7). Między poszczegól-

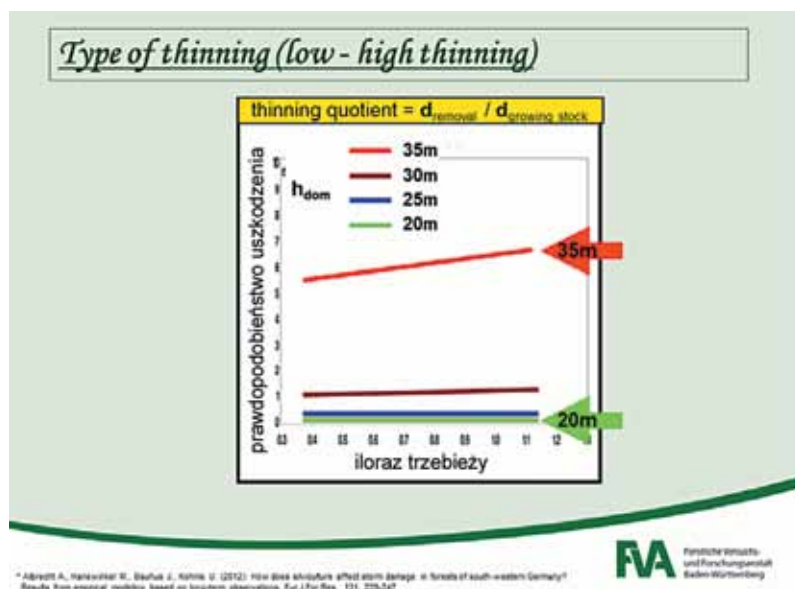


Rycina 7. Prawdopodobieństwo uszkodzenia drzewostanów świerkowych, jodłowych i bukowych w zależności od wysokości drzew

nymi gatunkami występują jednak znaczące różnice. Przy wysokości drzew wynoszącej 35 m prawdopodobieństwo uszkodzenia w przypadku świerka wynosi około 28%, a jodły tylko 20%. Dla świerka w wieku 100 lat o wysokości 35 m prawdopodobieństwo wynosi ok. 28%; dla stuletniej jodły o takiej samej produktywności oraz dla buka jest znacznie niższe i wynosi odpowiednio ok. 15% i poniżej 10%.

Przeprowadzono analizę prawdopodobieństwa wystąpienia szkód od wiatru w zależności od rodzaju trzebieży (ryc. 8). Obliczony został iloraz trzebieży, wyrażający stosunek pierśnicy usuwanych drzew do pierśnicy całego drzewostanu. Wzrost wartości ilorazu oznacza wzrost intensywności zabiegu. Ważne są tu trzy kwestie:

- im wyższe jest drzewo, tym większe jest prawdopodobieństwo uszkodzenia przez wiatr, jednak w przypadku wysokich drzew (35 m) prawdopodobieństwo uszkodzenia wzrasta wykładniczo, co jest bardzo istotne;
- wraz z intensywnością trzebieży okresowo wzrasta prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzeń od wiatru;
- ponieważ prawdopodobieństwo uszkodzenia przez wiatr jest o wiele wyższe w starszych drzewostanach, zaleca się, by trzebieże były zakończone zanim drzewostan osiągnie znaczną wysokość; innymi słowy: nie należy doprowadzać do niestabilności drzewostanu w zbyt późnym wieku.

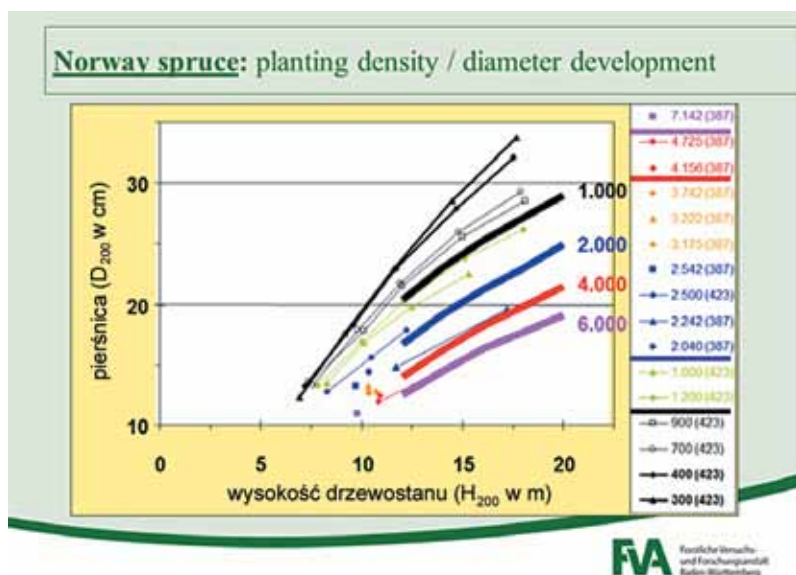


Rycina 8. Prawdopodobieństwo uszkodzenia drzewostanów w zależności od intensywności trzebieży i wysokości drzew

OPTIMALIZACJA WYNIKÓW EKONOMICZNYCH

W tym rozdziale scharakteryzowano odnowienie naturalne i trzebież selekcyjną (trzebież drzew przyszłościowych/dorodnych). Na rycinie 9 przedstawiono rozwój pierśnicy drzew posadzonych w różnym zagęszczeniu: 6, 4, 2 i 1 tys. sadzonek na hektar. W drzewostanach po posadzeniu nie prowadzono zabiegów pielęgnacyjnych. Jak widać, przeciętna pierśnica jest tym większa, im mniejsze jest zagęszczenie drzew w drzewostanie.

Należy zauważyć, że w drzewostanie o wysokości 15 m (średnia wysokość 200 najwyższych drzew – H₂₀₀) średnia pierśnica (dla 200 najdorodniejszych drzew – D₂₀₀) może różnić się nawet o 7 cm w zależności od zagęszczenia drzew w drzewostanie. Taka sytuacja nie miałaby miejsca, gdyby w drzewostanie prowadzone były wcześniej zabiegi pielęgnacyjne. Z kolei dla średniej pierśnicy wynoszącej 22 cm różnice w wysokości drzewostanu sięgają 5 m. Ma to bezpośrednie przełożenie na ryzyko uszkodzenia drzewostanu przez wiatr.

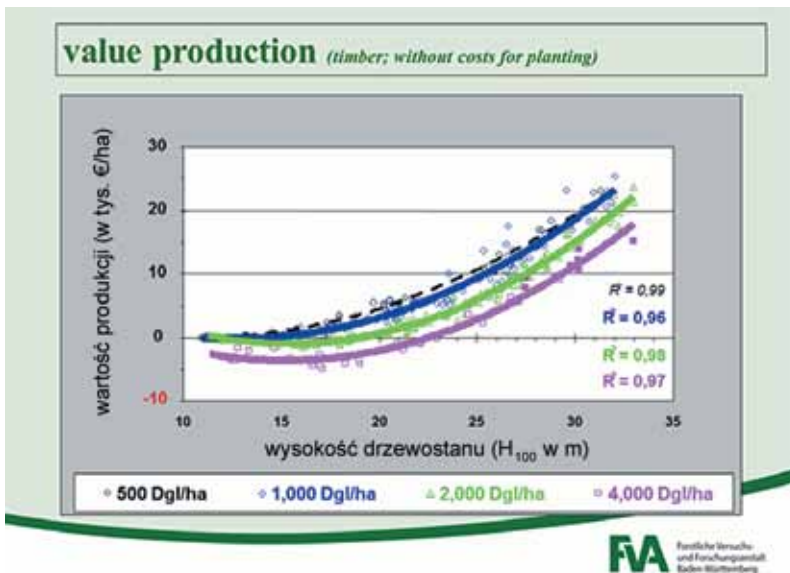


Rycina 9. Rozwój pierśnicy i wysokości drzew posadzonych w różnym zagęszczeniu

Przeprowadzono następujący eksperyment dla daglezi. Drzewa zostały posadzone w różnym zagęszczeniu: 500, 1000, 2000 i 4000 szt./ha. Przeprowadzono w nich trzebież selekcyjną, pozostawiając 150 drzew na hektar. Po upływie 50 lat od założenia doświadczenia prześledzono trzy aspekty: całkowitą produktywność drzewostanu, rozwój pierśnicy oraz wartość produkcji.

Pomiary wykazały, że całkowita produktywność drzewostanu przy zagęszczeniu początkowym 500 drzew/ha była tylko nieznacznie mniejsza, niż przy zagęszczeniu 1000, 2000 czy 4000 drzew/ha. Drzewostan o najmniejszym zagęszczeniu miał natomiast największą pierśnicę.

Na rycinie 10 przedstawiono wartość produkcji w poszczególnych wariantach, bez uwzględnienia kosztów sadzenia. Wynika z niej, że optymalnym rozwiązaniem jest sadzenie ok. 1,2–1,5 tys. drzew na hektar. Przy tym zagęszczeniu nie następuje również zbyt duże obniżenie jakości drewna z powodu nadmiernego rozrostu gałęzi. Takie są więc rekomendacje dla praktyki.



Rycina 10. Wartość produkcji w poszczególnych wariantach upraw dąglezji

Jan Zajączkowski, Jan Łukaszewicz

Instytut Badawczy Leśnictwa w Sękocinie Starym

Cele i zadania hodowli lasu wczoraj i dziś

WSTĘP

Realizowana w Europie od ponad 200 lat celowa gospodarka leśna oraz posiadające przeszło 100-letnią tradycję systematyczne badania naukowe nad wzrostem i rozwojem lasu, zaowocowały wielkimi zasobami doświadczeń praktycznych i teoretycznej wiedzy. W początkowych okresach aktywności praktyki i nauki hodowli lasu wykorzystywano przede wszystkim wyniki obserwacji procesów zachodzących w lasach względnie niezakłóconych ingerencją człowieka. Z upływem lat przekonano się jednak, że źródłem wiedzy, zarówno o procesach przyrodniczych przebiegających w lesie, jak i o ich gospodarczych efektach, znacznie bogatszym niż obserwacje w lasach pozbawionych ingerencji ludzkiej, są obserwacje praktyczne i doświadczenia naukowe prowadzone w lasach poddanych celowym zabiegom zróżnicowanym w ich rodzaju i nasileniu. W wyniku tych dociekań określono podstawową dla zagospodarowania lasu zasadę o konieczności racjonalnego zróżnicowania metod hodowlanych w zależności od kształtowania się warunków przyrodniczych, ekonomicznych i społecznych. Zasada ta uzyskała obywatelstwo w większości krajów europejskich, a efektem jej praktycznego wdrożenia jest zdolność lasów naszego kontynentu do skutecznego pełnienia wielu celów społecznie oczekiwanych.

Oczywiście, rozwój leśnictwa i starania hodowców o pożądaną stan lasu nie przebiegają bez zakłóceń. Obiektywne prawa rozwoju społeczeństw przewidują możliwość powstania zaburzeń w jego przebiegu, wynikających z ludzkiej skłonności do ulegania modom, fascynacjom i ideologiom. Również nauki leśne i koncepcje praktycznej działalności leśnictwa, w tym także hodowla lasu, takim prawidłowościom nie mogły się oprzeć i zbyt pochopnie akceptowały niektóre modne i politycznie poprawne rozwiązania. Tak było w przypadku fascynacji techniką w ćwierćwieczu 1950–1975, kiedy antidotum na wszystkie problemy

lasów i leśnictwa europejskiego widziano przede wszystkim w szerokim zastosowaniu ciężkiego sprzętu mechanicznego, w chemizacji i schematyzacji prac. Od około 25 lat leśnictwo, nauki leśne, w tym i hodowla lasu, funkcjonują w warunkach „rewolucji ekologicznej”. Zaowocowała ona pewnymi korzystnymi zmianami w myśleniu i działaniach ludzi zajmujących się zawodowo użytkowaniem i ochroną zasobów przyrody. Niemarginesową częścią tej „rewolucji ekologicznej” są jednak i błędne koncepcje zagospodarowania lasu. Zadaniem nauki hodowli lasu w tej sytuacji jest ocena dotychczasowych i nowych koncepcji, odrzucenie błędnych idei oraz sformułowanie takich zasad wprowadzania zmian w dotychczasowych systemach zagospodarowania lasu, które zapewniając harmonijną różnorodność doświadczenia i innowacyjności stworzyłyby warunki możliwie pełnej realizacji celów lasu i leśnictwa wielofunkcyjnego (Łukasiewicz i Zajączkowski 2012).

W opracowaniu przedstawiono wybrane przykłady i ocenę nowych koncepcji w leśnictwie na styku z hodowlą lasu w tworzonych aktach prawnych o znaczeniu lokalnym i ogólnokrajowym, w następujących dokumentach:

- Ustawa o ochronie przyrody (projekt zmian – marzec 2014),
- Narodowy Program Leśny, panel „Klimat” – „Rekomendacje” (projekt – luty 2014 r.),
- Plany zadań ochronnych – „Ostoja Piska” i „Ostoja Knyszyńska”, RDLP w Białymstoku (projekty w fazie konsultacji – luty 2014 r.).

USTAWA O OCHRONIE PRZYRODY

W ustawie o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 r., w rozdziale 1. Art. 2. 1. I w projekcie napisano: „Ochrona przyrody, w rozumieniu ustawy, polega na zachowaniu, zrównoważonym użytkowaniu oraz odnawianiu zasobów, tworów i składników przyrody:

1. dziko występujących roślin, zwierząt i grzybów;
2. roślin, zwierząt i grzybów objętych ochroną gatunkową;
3. zwierząt prowadzących wędrowny tryb życia;
4. siedlisk przyrodniczych;
5. siedlisk zagrożonych wyginięciem, rzadkich i chronionych gatunków roślin, zwierząt i grzybów;
6. tworów przyrody żywej i nieożywionej oraz kopalnych szczątków i odcisków roślin i zwierząt;
7. krajobrazu;
8. zieleni w miastach i wsiach;
9. zadrzewień”.

Zgodnie z ustawą ochrona przyrody polega na zachowaniu, zrównoważonym użytkowaniu oraz odnawianiu zasobów, tworów i składników przyrody.

W wielu przypadkach ochrona konserwatorska nie jest ochroną przyrody, lecz popieraniem przypadkowych, nieprzewidzianych procesów, często obniżających wartość przyrodniczą ekosystemów leśnych w rozumieniu konwencji z Rio (1992). Lasy wielofunkcyjne bez hodowli lasu lub z ograniczonymi celami i zadaniami hodowli lasu nie są lasami trwałymi i stabilnymi. W ekosystemach leśnych, gdzie hodowla lasu nie występuje, nie ma pożytków z lasu i w większości przypadków nie ma ochrony przyrody. Znane są liczne przypadki ustąpienia (wyginięcia) przedmiotu ochrony w rezerwach ścisłych. Ustawa o ochronie przyrody (Rozdział 2, Art. 6. 1.) wymienia następujące formy ochrony przyrody:

1. parki narodowe;
2. rezerваты przyrody;
3. parki krajobrazowe;
4. obszary chronionego krajobrazu;
5. obszary Natura 2000;
6. pomniki przyrody;
7. stanowiska dokumentacyjne;
8. użytki ekologiczne;
9. zespoły przyrodniczo-krajobrazowe;
10. ochrona gatunkowa roślin, zwierząt i grzybów.

Poprzedni i obecni Autorzy ustawy o ochronie przyrody nie przyjmują do wiadomości, że podstawową formą ochrony przyrody w Polsce są lasy zagospodarowane metodami hodowli lasu w leśnictwie wielofunkcyjnym. To w lasach zagospodarowanych, dzięki planowej gospodarce leśnej chroniona jest większość gatunków leśnych występujących w Polsce.

W ustawie o ochronie przyrody, rozdział 1, art. 5., p. 7., definiuje się gatunek obcy jako „gatunek występujący poza swoim naturalnym zasięgiem w postaci osobników lub zdolnych do przeżycia: gamet, zarodników, nasion, jaj lub części osobników, dzięki którym mogą one rozmnażać się”. Teza tzw. „głębokiej ekologii”, że gatunki rodzime rosnące poza tzw. zasięgiem „naturalnym” według Szafera są gatunkami obcymi jest sprzeczna z badaniami naukowymi.

W Konwencji o Różnorodności Biologicznej (COP 6 Decision VI/23) obszar historycznego występowania gatunku jest interpretowany jako teren jego obecnego rozmieszczenia. Rodzime gatunki występujące historycznie na danym obszarze, nawet gdy jest on położony poza wyznaczonymi przez człowieka tzw. „naturalnymi” granicami występowania, nie mogą być klasyfikowane do grupy „gatunków obcych”. Od okresu ostatniego zlodowacenia gatunki rodzime nigdy nie były gatunkami obcymi na terenie całej Polski, co potwierdza paleobotanika. Zmieniały one obszar swego występowania w wyniku: zmian i fluktuacji klimatycznych, działalności człowieka i konkurencji międzygatunkowej. Te trzy podstawowe czynniki zdecydowały o obecnym rozmieszczeniu gatunków drzewiastych w ekosystemach leśnych Polski. Uznanie gatunków rodzimych poza

granicami tzw. „naturalnego” zasięgu wg. Szafera za gatunki obce w lasach Polski (Łukaszewicz 2013):

- niezgodne jest z pojęciem gatunku obcego zawartym w Konwencji o Różnorodności Biologicznej,
- sprzeczne jest z wynikami badań naukowych, w tym szczególnie paleobotaniki i zawartej w niej palinologii oraz najnowszymi badaniami genetycznymi,
- przyjmuje statyczne granice występowania gatunków przeczące dynamice i migracjom gatunkowym stale obecnym w przyrodzie,
- nie bierze pod uwagę historii występowania gatunków drzewiastych w holoenie na terenie Polski,
- sankcjonuje opracowane przez człowieka tzw. „naturalne zasięgi” występowania gatunków drzew określone jeszcze w okresie międzywojennym przez W. Szafera. Wielu naukowców, w ostatnim stuleciu wykreśliło inne granice „naturalnych zasięgów” i w miarę postępu nauki będą wykreślane nowe,
- sankcjonuje działalność człowieka decydującego o rozmieszczeniu gatunków, który w ciągu ostatnich tysięcy lat, np. prowadząc gospodarkę wypaleniskową, pozyskując ziemię pod uprawę rolną, przez pozyskanie drewna doprowadził do ustąpienia wielu gatunków ze znacznych obszarów kraju (np. pas bezświerkowy w środkowej Polsce, płdrownicze pozyskanie modrzewia europejskiego przez ostatnie wieki). Zasięgi wytyczone przez Profesora W. Szafera tego nie uwzględniają, a naukowcy kwestionują ich racjonalność praktyczną w świetle najnowszej wiedzy przyrodniczej.

Włączenie w Ustawie o ochronie przyrody z 2004 roku, do definicji „gatunku obcego” gatunków rodzimych rosnących poza dotychczas uznawanym „naturalnym” zasięgiem występowania jest błędem prawnym wymagającym natychmiastowej korekty.

NARODOWY PROGRAM LEŚNY

Wizję rozwojową lasów i leśnictwa starają się sformułować autorzy obecnie przygotowywanego Narodowego Programu Leśnego. Lektura „Rekomendacji” do tego Programu dotyczących panelu „Klimat”, odnoszących się do zagadnień hodowli lasu i jej styków z zarządzaniem oraz użytkowaniem lasu, nie napawa jednak optymizmem. Treść tych rekomendacji wielokrotnie wyważa otwarte drzwi, a są, niestety, także przypadki zamykania drzwi już szeroko otwartych. Poniżej podano kilka przykładów, które ilustrują powyższe stwierdzenia.

- „Rekomendacja 4: Stworzenie aneksów do istniejących dokumentów techniczno-gospodarczych (Instrukcja Urządzania Lasu, Zasady Hodowli Lasu, Instrukcja Ochrony Lasu) z zakresu postępowania w przypadku ‘klęsk klimatycznych’. Nie chodzi o postępowanie ukierunkowane na

‘likwidację szkód’, ale o postępowanie profilaktyczne, tzn. zagospodarowanie ‘pokłękowe’ lasu, zmierzające do regeneracji ekosystemu, który będzie lepiej przystosowany i uodporniony na przyszłe zagrożenia. Chodzi o stworzenie Kodeksu Zarządzania Skutkami ‘klęsk żywiołowych’ w lasach”.

Istniejące dokumenty techniczno-gospodarcze właściwie ukierunkowują zagospodarowanie pokłękowe lasu, więc tworzenie Kodeksu jest zbędne. Kolejne edycje „Zasad hodowli lasu” zawierają kompletne informacje odnoszące się do odnowienia powierzchni pokłękowych, pielęgnowania powstałych tam zbiorowisk leśnych, uwzględniające bardzo szerokie zróżnicowanie warunków siedliskowych. Praktyczne wdrożenie tych zaleceń umożliwia wyhodowanie lasu spełniającego założone funkcje i względnie odpornego na zagrożenia atmosferyczne.

- „Rekomendacja 5: Należy zweryfikować Program Zachowania Leśnych Zasobów Genowych i Hodowli Selekcyjnej do 2035 r. pod kątem celów strategicznych tego programu; „hodowlę selekcyjną” ograniczyć do eksperymentów naukowych w kierunku selekcji ekotypów lub genetycznych modyfikacji populacji, zwiększających tolerancję na suszę oraz wzmagających zdolności adaptacyjne do zmieniających się warunków środowiska.”

Treść tej rekomendacji jest niespójna z jej komentarzem (Weryfikacji wymaga, przyjęta w polskim leśnictwie hodowla oparta na selekcji tzw. „najlepszych” pochodzeń, głównie z uwagi na zdolności przyrostowe i jakość surowca). Jeżeli populacja charakteryzuje się w określonych warunkach trwale wysokimi zdolnościami przyrostowymi, oznacza to, że jest również dobrze przystosowana do otaczających warunków, w tym również do okresów suszy. Potwierdzają to m.in. badania niemieckie (Kölling i in. 2010).

- „Rekomendacja 6: W interesie gospodarki leśnej i z zamiarem rozpraszania ryzyka hodowlanego jest przywrócenie odpowiedniej rangi gatunkom marginalizowanym (potencjał produkcyjny ponad połowy rodzimych gatunków drzew nie jest dostatecznie wykorzystany; brzoza, olsza, grab, jawor, trześnia) oraz stworzenie zasad zagospodarowania adaptatywnego: poszerzenie opcji hodowlanych (zróżnicowane sposoby odnowienia, zmienne składy gatunkowe, rozbudowane struktury upraw i ograniczenie interwencji w trakcie wzrostu i rozwoju drzewostanów jedynie do niezbędnych (adaptacja zabiegów hodowlano-ochronnych stosownie do zaistniałej sytuacji, tzn. przystosowanie postępowania do stanu lasu i rysujących się trendów zmian).”

Dziwny jest to zapis. Jeżeli zamiarem Autora tego zapisu jest stworzenie wrażenia oryginalności sformułowanych tez, to zamiar ten się nie powiódł. Wszystkie wymienione tu działania hodowlane są zalecane w „Zasadach hodowli lasu” i od lat realizowane w polskiej praktyce leśnej. Zabiegi hodowlano-ochronne

zawsze uwzględniają stan lasu i przewidywane trendy jego zmian. W dyspozycji hodowcy jest bardzo szeroki wachlarz opcji hodowlanych. Szkoda, że w tej rekomendacji pominięte zostały gatunki introdukowane, daglezwia zielona i jodła olbrzymia, które według badań niemieckich mogą odegrać bardzo pozytywną rolę zarówno w rozpraszaniu ryzyka hodowlanego, jak i we wzmożeniu produkcji drewna. Brak ten dziwi tym bardziej, iż bardzo szerokie polskie badania dostarczyły wiele informacji dotyczących przydatności określonych proveniencji tych gatunków w warunkach polskiego leśnictwa. W Niemczech gatunki te wprowadzane są również na obszarach Natura 2000 (Asche 2010, Beinhofer, Knoke 2011, Galonska 2010, Meyer 2011, Ohlau 2010, Schmidt, Konnerth 2012, Spellmann i in. 2010, Wagner 2013).

- „Rekomendacja 7: Potrzebna jest krytyczna analiza zwiększania udziału gatunków liściastych i ograniczanie udziału sosny, jako postępowania proekologicznego; rozważyć należy regionalizację postępowania hodowlano-ochronnego stosownie do wyników monitoringu zmian klimatu oraz potrzebę poszukiwania rozwiązań lokalnych.”

Regionalizacja postępowania hodowlano-ochronnego od lat funkcjonuje w „Zasadach hodowli lasu” i w praktyce leśnej. Zbyt pochopne wykorzystanie bardzo niepewnych wyników monitoringu klimatycznego może negatywnie wpłynąć na poziom i trwałość wielofunkcyjności lasu. Warto pamiętać o przestrodze Profesora Władysława Barzdajna (2011), że wydanie oficjalnych zaleceń z zakresu planowania hodowlanego musi być poprzedzone gruntownymi badaniami hodowlano-leśnymi, ekologicznymi i z zakresu nauki o przyroście, które muszą trwać wiele dziesiątków lat. Trudno nazwać odkrywczą „krytyczną analizę ograniczania udziału sosny”, ponieważ taką analizę wykonano już prawie 20 lat temu (Zajączkowski 1995).

Pozbawiony pogłębionej refleksji jest zawarty w omówieniu rekomendacji 5–9 pomysł, by wyniki eksperymentów praktyki gospodarczej wprowadzać m.in. do „Zasad hodowli lasu”. Niebezpieczeństwo wdrożenia takiej idei opisuje Barzdajn. W związku ze szczególnym zainteresowaniem praktyków leśników hodowlą lasu, podejmujących aktywność mającą w założeniu być naukową, Barzdajn przestrzega, iż hodowca lasu bez znajomości właściwych metod prowadzenia badań i analizowania ich wyników, produkuje jedynie szum informacyjny. Warta przemyślenia jest konkluzja tego Autora: „Dążenie do poszerzania wiedzy to bardzo ważna i pożyteczna cecha tego środowiska zawodowego, lecz bez właściwego warsztatu badawczego podejmowany wysiłek jest marnowany” (Barzdajn 2011).

- „Rekomendacja 10: Z punktu widzenia ochrony klimatu, najbardziej efektywną i bezpieczną strategią gospodarki leśnej jest dążenie do produkcji największej ilości drewna i jak najszerze jego wykorzystanie jako surowca oraz jako źródła odnawialnej energii. Ten typ leśnictwa plantacyjnego powinien być równoważony leśnictwem ekosystemowym,

zwiększającym ochronę procesów ekologicznych oraz powierzchniowych form ochrony przyrody. Potrzebna jest wielokierunkowa, kompleksowa analiza skutków klimatycznych obydwu opcji.”

Z gruntu fałszywa i szkodliwa jest teza o konieczności funkcjonowania w Polsce leśnictwa plantacyjnego i leśnictwa ekosystemowego. Uzasadnieniem powyższego stwierdzenia może być cytowany poniżej fragment publikacji dra Tadeusza Zachary (2000).

„Misja lasów publicznych, w tym zwłaszcza lwiej ich części administrowanej przez Lasy Państwowe, polega na tym, aby pozostałe funkcje (pozaprodukcyjne) były w maksymalnym stopniu uwzględnione. Las wielofunkcyjny jest najlepszą i najbezpieczniejszą z możliwych dróg prowadzących do tego celu... Oczywiście nie można wykluczyć, że zwolennicy ścisłego rozdziału lasów ze względu na główną funkcję przeforsują swoje rozwiązania. Warto więc zczasu zdać sobie sprawę z konsekwencji tego posunięcia. W praktyce oznaczałoby to, po pierwsze, pozbawienie funkcji produkcyjnej (ze względu na naturalność lasów) znacznej części lasów zdrowych i dobrze przyrastających, po drugie – degradacji wartości przyrodniczej znakomitej większości lasów na przeciętnych siedliskach, zagospodarowanych dotąd sposobem zrębowym (uznanych za „plantacje”). Jakie bowiem szanse realizacji miałyby wówczas postulaty utrzymania różnorodności biologicznej, wzbogacania składu gatunkowego, naturalizacji metod odnowienia i pielęgnowania, jeśli funkcje pozaprodukcyjne byłyby tam potraktowane marginalnie? Taki podział nieuchronnie musiałby mieć swoje konsekwencje polityczne. Lasy uznane za naturalne, z uwagi na utratę funkcji produkcyjnej, zapewne zostałyby wcielone do parków narodowych, powiększając obszar majątku narodowego utrzymywany z budżetu. Co do pozostałej części – nietrudno wyobrazić sobie, jak wzmożyłyby się naciski na jej prywatyzację ze wszystkimi tego konsekwencjami. Czy istnieje szansa na uniknięcie tego scenariusza? Tak, szansą jest właśnie las wielofunkcyjny.”

Również czołowy niemiecki znawca leśnictwa, prof. B. Möhring uważa, że w warunkach Niemiec powinien funkcjonować model lasu wielofunkcyjnego (Ohlau 2010).

- „Rekomendacja 11: Potrzebna jest weryfikacja statycznej wizji przyrody w hodowli lasu opartej o sztuczne odnowienie oraz rozbudowaną selekcję i szkółkarstwo. Potrzebna jest hodowla lasu, w której jest miejsce na uzyskiwanie zarówno wysokowartościowego i wielkowymiarowego surowca liściastego, produkowanego w długiej kolei rębu, jak i średniowymiarowego (cienkiego), o niskiej jakości technicznej surowca iglastego i liściastego, produkowanego w skróconym cyklu.”

O istnieniu związku między „statyczną wizją przyrody” oraz sztucznym odnowieniem, selekcją i szkółkarstwem wie prawdopodobnie wyłącznie Autor rekomendacji. „Potrzebna hodowla lasu” z pełną dynamiki wizją przyrody, postulowana w tej rekomendacji, funkcjonuje w Lasach Państwowych od wielu

lat. Hodowla lasu, jak to ujmuję w najkrótszej i jednocześnie najbardziej wypełnionej treścią definicji lasu Barzdajn (2011) „jest to nauka o powstawaniu lasu, jego rozwoju i celowym przekształcaniu, czyli o dostosowywaniu go do funkcji, wspierająca się na biologii drzew i ekologii leśnej”. Powstawanie, rozwój i przekształcanie lasu są procesami, którymi sprawnie mogą kierować tylko hodowcy posiadający dynamiczną wizję lasu. I wizja ta nie jest związana wyłącznie z naturalnym odnowieniem lub z naturalną sukcesją. Jak pisali Kremser i Otto w 1973 roku (Spellmann 2013), hodowla lasu jest zawsze skierowana na przyszłość i hodowlane działania ukierunkowane są na przyszłość ludzkości. Dlatego nie mogą się one opierać na przypadkowych procesach naturalnej selekcji lub ewolucji. Sztuczne odnowienie, selekcja i szkółkarstwo budują dynamikę rozwoju lasu. W kontekście istniejącej, potwierdzonej naukowo wiedzy o wyższym stopniu wielofunkcyjności lasu zagospodarowanego w porównaniu z lasem naturalnym, nasilające się postulaty tworzenia sieci lasów referencyjnych są pozbawione podstaw merytorycznych. Źródłem naszej wiedzy o procesach rozwoju lasu powinny być wyniki badań naukowych prowadzonych w obiektach poddanych celowym zabiegom z zakresu zagospodarowania hodowlanego. Znani ze swego pragmatyzmu Amerykanie podkreślają, że las naturalny często jest rządony bez ładu, dominuje w nim nieustająca walka o zapewnienie sobie nieśmiertelności pomiędzy wszystkimi komponentami roślinnych i zwierzęcych gatunków. Celem człowieka jest natomiast zapewnić pierwszeństwo dla określonych gatunków drzew, struktur drzewostanowych lub dla procesów rozwoju drzewostanów o pożądanym charakterystykach (Smith i in. 1997). Ześrodkowanie uwagi i oczekiwań na powierzchniach referencyjnych oznacza cofnięcie się rozwoju myśli z zakresu leśnictwa o wiele dziesiątków lat. W Niemczech nasila się wśród leśników krytyka koncepcji i praktyki pozostawiania części lasów bez hodowlanej ingerencji (do 2020 r. – 5% a długoterminowo – 20%). Działalność tę nazywa się „zabawą w las pierwotny” (Encke 2012). Publikowane są wyniki badań naukowych wskazujących na niewielki wpływ zaniechania zagospodarowania lasów na wzrost ich bioróżnorodności, na straty ekonomiczne i pogorszenie stanu zdrowotnego lasu (Ohlau 2010, Tzschupke 2012, Walentowski 2011).

- „Rekomendacja 12: Przyjęte sposoby zagospodarowania i użytkowania lasu powinny unikać niszczenia powierzchniowych warstw i zachowywać glebę w lasach w stanie nie zmienionym”

Rekomendacja nie ma podstaw naukowych. Przyjęte w Lasach Państwowych sposoby przygotowania gleby do odnowień warunkują oczekiwany rozwój lasu.

- „Rekomendacja 17: Istnieje potrzeba zmiany metodologii planowania hodowlanego, metodologii planowania rozmiaru użytkowania, jak również dotychczasowej praktyki i metod prognozowania rozwoju zasobów. W tym kontekście należy podjąć prace nad Tablicami Węglowymi, opartymi o modele ekologiczne drzewostanów i nad wprowadzeniem ich do

praktyki w miejsce nieadekwatnych do rzeczywistości przyrodniczej XXI wieku Tablic Zasobności z przełomu wieków poprzednich, na których opiera się do dzisiaj zarówno panowanie hodowlane jak i prognozowanie rozwoju i użytkowania drzewostanów.”

Wiedza z zakresu nauk leśnych nie uzasadnia pomysłu na zastąpienie tablic zasobności, opartych na wynikach wieloletnich badań prowadzonych na stałych powierzchniach doświadczalnych, przez tablice węglowe. Proponowana w rekomendacji kolejność działań, najpierw prace nad tablicami i wprowadzenie ich do praktyki a dopiero później badania, nie jest najszcześniejsza. Badania na stałych powierzchniach doświadczalnych mające ponad stuletnią historię, są najbogatszym źródłem informacji dotyczących wskaźników ilościowych i jakościowych odnoszących się do dynamiki rozwoju drzewostanów (Pretzsch i in. 2013, Utschig 2013). Zarzut, iż tablice zasobności są nieadekwatne do „rzeczywistości przyrodniczej”, jest wyłącznie modnym hasłem, niemającym pokrycia w rzetelnych badaniach. Wiedza naukowa nie uzasadnia także wprowadzania istotnych zmian do metodologii planowania hodowlanego i metodologii planowania rozmiaru użytkowania.

- „Rekomendacja 18: Wzrost zagrożeń z tytułu zmian klimatycznych wymaga zweryfikowania strategii i uelastycznienia podejścia do użytkowania i tym samym do odnowienia lasu.”

Zawarta w omówieniu tej rekomendacji teza o zatarciu się granicy między cięciami pielęgnacyjnymi a rębnymi nie ma merytorycznych podstaw. Tę samą wadę ma teza o przyszłym ciągłym charakterze cięć realizowanych po całym lesie. Zupełnie dowolnie jest sformułowana w rekomendacji pilność użytkowania drzewostanów.

Dostosowywanie postępowania hodowlanego w lesie głównie do bardzo niepewnej klimatycznej przyszłości obszaru Polski, byłoby działaniem pozbawionym naukowych podstaw. Taka hodowla „jutra”, przedkładająca „wrózenie z fusów” nad rzetelną wiedzę i wieloletnie doświadczenie praktyczne, byłaby zagrożeniem dla trwałej wielofunkcyjności lasu.

Dotychczasowe prognozy dotyczące zmian klimatu, nawet w skali globalnej, charakteryzują się tak wysoką niepewnością, że nie ma uzasadnienia przyjęcie poglądu o bliskiej perspektywie zmian klimatu Ziemi w kierunku ocieplenia czy też ochłodzenia oraz zmian w układzie innych zjawisk atmosferycznych. Tym bardziej nie są uzasadnione takie prognozy w odniesieniu do stosunkowo niewielkiego obszaru Polski lub poszczególnych jej regionów. Oscylacje klimatu, nawet ich ekstremalne objawy, niewłaściwie nazwane anomaliami, są w środkowej Europie naturalnym zjawiskiem, które wielokrotnie występowało w holocenijskiej historii tego obszaru.

Niepewność prognozowania zmian klimatu powoduje, że prognozy te nie są wystarczającym argumentem, by w istotny sposób zmienić planowanie dotyczące składu gatunkowego lasów w Polsce. Postulowane w wielu opraco-

waniach zwiększenie urozmaicenia składu gatunkowego polskich lasów, musi uwzględniać naturalne właściwości naszych siedlisk, które w tej szerokości geograficznej należą do najuboższych w Europie. W warunkach niżowych, na siedliskach słabych i umiarkowanych, a nawet na znacznej części siedlisk żyzniejszych, nadal dominującym gatunkiem w lasach Polski powinna być sosna zwyczajna, która dzięki swej odporności na ekstrema temperaturowe i wodne, przy prawidłowej hodowli zapewnia względną stabilność drzewostanów, wysoką produkcję cennego drewna, walory estetyczno-krajobrazowe i, co bardzo ważne, nie degradowe siedliska. Nie ma uzasadnienia, aby w perspektywie całego XXI wieku powierzchniowy udział sosny był mniejszy niż 65%. Również dobrze prowadzony świerk pospolity jest względnie odporny na stresy środowiskowe, nie powinien więc być bezkrytycznie usuwany z odpowiadających mu siedlisk. Zbyt duża skala i wysokie tempo wprowadzania zmian składu gatunkowego lasów, nieuwzględniające holocenijskiej przeszłości naszych głównych lasotwórczych gatunków i uwarunkowań środowiskowych, a ukierunkowane na wysoce niepewne zmiany klimatyczne, mogą przynieść drastyczne obniżenie stabilności lasów i naruszenie ekonomicznych fundamentów leśnictwa (Zajączkowski 1995).

Nowe publikacje niemieckie również zwracają uwagę na niepewność przewidywania zmian klimatycznych. Kölling i in. (2010), cytując sentencję Karla Valentina, iż „prognozy są trudne, zwłaszcza gdy dotyczą przyszłości” podkreślają, że prognozy klimatu obarczone są „kaskadą niepewności”. Niepewność dotyczy także częstości i intensywności ekstremalnych zdarzeń, jak huragany, pożary, klęski owadów (Milad i in. 2012). Mimo tej niepewności, podejmowane są decyzje dotyczące leśnej przyrody (Aspelmeier 2011). Są badania, które wykazują przydatność sosny zwyczajnej w warunkach scenariusza zmian klimatu wg IPCC B1 (Röhle i in. 2011, Ohlau 2010). Publikowane są również wyniki badań dendroklimatycznych nad zmiennością reakcji gatunków lasotwórczych na suszę, które potwierdzają względnie wysoką odporność sosny w tych warunkach (Zang i in. 2011).

Wizja hodowli lasu XXI wieku wyłaniająca się z cytowanych wyżej rekomendacji Narodowego Programu Leśnego, dalece odbiega od obrazu hodowli „jutra”, który jest oparty na rzetelnej wiedzy naukowej i setki lat trwającym doświadczeniu praktycznym. Dzisiejsze lasy w Polsce, które dobrze spełniały i spełniają swoje wielorakie funkcje w dynamicznie zmieniających się uwarunkowaniach, to efekt celowej i mądrej pracy kolejnych pokoleń leśników. Każda pochopna zmiana w ich hodowlanym zagospodarowaniu, a do tego rodzaju zmian zaliczają się te postulowane w rekomendacjach, jest zagrożeniem dla poziomu i trwałości ich wielofunkcyjności. Świadectwem pobieżnej tylko orientacji Autora rekomendacji w zakresie problematyki hodowlanej i urzędzeniowej jest także zupełne pominięcie zagadnienia szkód w lesie wyrządzanych przez zwierzynę, które rozstrzygają silniej, niż niepewne zmiany klimatu, o realizacji

ważnych celów hodowlanych. Szkody od zwierzyny są w Niemczech jednym z centralnych problemów strategii leśnej (Loboda 2010).

Holistyczne pojmowanie lasu nie jest atrybutem wyłącznie dzisiejszych przyrodników. Umiejętność tę leśnicy europejscy opanowali znacznie wcześniej. Już w XIX wieku prowadzili oni ekosystemową hodowlę lasu, której głównym celem było zapewnienie nie tylko trwałości funkcji produkcyjnych, ale także sprawne pełnienie przez las zadań ochronnych i społecznych. Hodowla lasu już wówczas miała cechy stosowanej ekologii, mimo iż na sprecyzowanie terminu „ekologia” trzeba było czekać jeszcze ponad pół wieku. Hodowla tamtego czasu miała również wszelkie niezbędne cechy związane dzisiaj zarówno z inżynierią ekologiczną, jak i ze zrównoważonym rozwojem. Już od początku XIX wieku podkreślano, że u źródeł trwałości zachowania i użytkowania lasu leży konieczność zagwarantowania następnym pokoleniom możliwości osiągnięcia korzyści z lasu w stopniu co najmniej równym, w jakim czerpie z lasu współczesna generacja. Stosowane metody z zakresu hodowlanego zagospodarowania lasu, z istoty przedmiotu swych zainteresowań operujące wieloletnią perspektywą i uwzględniające różnorodne interakcje czynników biotycznych, abiotycznych i antropogenicznych, mają nie tylko wymiar techniczny, ale przede wszystkim są przejawem filozofii, w której wykorzystane są doświadczenia wielu pokoleń naszych poprzedników. Zmiany tych metod powinny być zatem dogłębnie przemyślane, a dominować w nich powinien element kontynuacji. Hodowla XXI wieku powinna chronić dobre metody, ale jednocześnie być otwartą na innowacje oparte na wszechstronnej wiedzy ekologiczno-leśnej i respektujące uwarunkowania ekonomiczne i społeczne. Takie podejście, wolne od nieuzasadnionych fascynacji, mód i ideologii, stworzy możliwość realizacji trwałej wielofunkcyjności lasu i leśnictwa.

PLANY ZADAŃ OCHRONNYCH W PROGRAMIE NATURA 2000

Obniżanie trwałości i stabilności ekosystemów leśnych w Polsce nie jest wynikiem zmian klimatycznych, siedliskowych, czy antropogenicznych. Głównym czynnikiem destabilizującym ekosystemy leśne w aspekcie przyrodniczym i produkcyjnym jest obecnie nieprawidłowo realizowana ochrona przyrody w lasach Polski. Reguły i zasady ochrony przyrody narzucają określone postępowania hodowlane, zmieniają już ustalone i realizowane zabiegi, nie pozwalając w ten sposób osiągnąć celów zgodnych z zasadami hodowli lasu.

Nadrzędność zasad i prawideł różnorodnie interpretowanej ochrony przyrody nad zasadami hodowli lasu została przyjęta urzędowo na obszarach Natura 2000, co stanowi około 40% powierzchni leśnej administrowanej przez LP (ponad 2,8 mln ha). Realizowana współcześnie w Polsce ochrona przyrody, m.in. w programie Natura 2000, jest często sprzeczna z zasadami i celami hodowli

lasu. Plany zadań ochronnych planowane lub przyjęte na obszarach objętych ochroną programem Natura 2000 wpływają na ograniczenie działalności hodowlanej, a w wielu przypadkach blokują ją. Coraz częściej pojawia się teza, że zagrożeniem dla ekosystemu leśnego jest gospodarka leśna. Wskazuje się, niezgodnie z wiedzą i praktyką leśną, rębnie i zabiegi hodowlane, decydując nawet o terminach ich wykonania. W Polsce, odmiennie niż w innych krajach Unii Europejskiej, przepisy wprowadzające program Natura 2000 są interpretowane najostrożniej z pominięciem podstawowych zasad hodowli lasu. Uniemożliwia to racjonalną gospodarkę leśną i w wielu przypadkach prowadzi do dewastacji przyrodniczej ekosystemów leśnych.

Hodowla lasu jako nauka i praktyka powstała w celu zapewnienia produkcji drewna i ochrony ekosystemów leśnych, w zdewastowanych płądrowniczym użytkowaniu lasach w ostatnich tysiącletniach, począwszy od epoki gospodarki żarowo-wypaleniskowej do rabunkowego wykorzystywania ekosystemów leśnych w pierwszych etapach epoki industrialnej.

Dziś, wszędzie tam, gdzie hodowla lasu ustępuje – jej cele i zadania nie są realizowane. Nie ma wtedy pożytków z lasu i w większości przypadków nie ma ochrony przyrody. Następuje utrata różnorodności przyrodniczej w rozumieniu konwencji z Rio (1992).

Na potrzeby opracowania przeprowadzono analizę Planów Zadań Ochronnych (PZO) na obszarach Natura 2000 na podstawie przygotowywanych wstępnych projektów dla „Ostoi Piskiej” i „Ostoi Knyszyńskiej” położonych na terenie RDLP w Białymstoku i dostarczonych do konsultacji dla administracji LP (tab. 1, 2). Twórcy i instytucje zatwierdzające PZO w wielu przypadkach widzą sprzeczność pomiędzy gospodarką leśną a celami i zadaniami ochrony przyrody. Gospodarka leśna i dotychczas stosowane metody hodowli lasu są wskazywane jako główne przeszkody w utrzymaniu przedmiotów ochrony zapisanych w programie Natura 2000.

Do tez autorów PZO niebezpiecznych dla stabilności drzewostanów, ochrony różnorodności przyrodniczej i prowadzenia gospodarki leśnej należą m.in.:

- Dążenie do wyłączania jak największych obszarów z gospodarowania, co może prowadzić do degeneracji istniejącego obecnie stanu przyrodniczego.
- Określanie „potencjalnych” siedlisk naturalnych i deklarowanie ich weryfikowania w trakcie obowiązywania PZO. W ten sposób można „potencjalnie” powiększać obszar różnych siedlisk, które naturalnie ewoluują w różnych kierunkach.
- Nieuzasadnione są uwagi o „niszczeniu” gleby i runa w czasie przygotowania gleby. Przygotowanie gleby jest działaniem inicjującym i koniecznym do uzyskania odnowienia naturalnego.
- Zapisy w działaniach ochronnych ingerują w opracowany Plan Urządzenia Lasu, poprzez modyfikowanie rębni. Wskazywanie na wyższość rębni IV na grądach jest nieracjonalne.

Tabela 1. Przykłady z analizy zagrożeń przedmiotów ochrony w projekcie PZO dla „Ostoj Piskiej” (2013 rok) (język oryginalny)

Przedmiot ochrony	Zagrożenia istniejące	Opis zagrożenia
7110 Torfowiska wysokie z roślinnością torfotwórczą	B02.02 – <u>wycinka lasu</u>	Użytkowanie rębne lasów w pobliżu torfowisk, skutkujące erozją, a w efekcie – eutrofizacją obrzeży torfowisk.
9170 Grąd subkontynentalny (Tilio-Carpinetum)	B02.01 – <u>odnawianie lasu po wycince (nasadzenia)</u>	Skład gatunkowy odnowień odbiega od optymalnego (m.in. popieranie sosny i olszy, marginalny udział graba i lipy, wprowadzanie gatunków obcych geograficznie – modrzew, buk, jawor.
	B02.04 – <u>usuwanie martwych i zamierających drzew</u>	Rębnie zupełne i niektóre formy gniazdowych w dobrze zachowanych grądach (odstnianie dna lasu, niszczenie gleby i runa, zwykle też podrostu, wspomaganie ekspansji apofitów i niecierpka pospolitego, upraszczanie struktury wiekowej i przestrzennej. W wielu płatach zbyt mało martwego drewna.
9110 Ciepłolubne dąbrowy (Quercetalia pubescenti-petraeae)	A04.03 – <u>zarzucenie pasterstwa, brak wypasu</u> K02.01 – <u>sukcesja</u>	Ciepłolubne dąbrowy to w warunkach Polski zbiorowiska powstałe z reguły w wyniku wypasu zwierząt w lasach. Takich praktyk zaniechano kilkadziesiąt lat temu i zabrania ich ustawa o lasach. Sukcesja w kierunku zbiorowisk grądowych jest konsekwencją braku wypasu.
1352 Wilk Canis lupulus	B02 – <u>Gospodarka leśna i plantacyjna i użytkowanie lasów i plantacji.</u>	Niepokojenie wilków poprzez prowadzenie prac leśnych w pobliżu miejsc rozrodu.

- Autorzy PZO często tak formułują zalecenia ochronne, zwłaszcza na siedliskach silniejszych, że nie dochodzi do prześwietlenia dna lasu. Zapominają oni, że prześwietlenie dna lasu jest konieczne dla wyprowadzenia większości gatunków drzew leśnych. Nawet przy rębniach częściowych czy stopniowych przychodzi moment, w którym należy zdjąć starodrzew, by zapewnić światło nalotom i podrostom, wtedy również dochodzi do prześwietlenia dna lasu. Sytuacja ta ma charakter przejściowy.
- Zapis o pozostawianiu całego grądowego nalotu, podrostu i dolnego piętra przy użytkowaniu rębnym jest również nieracjonalny. Należy dążyć do zachowania właściwego dla tego siedliska składu gatunkowego, zawierającego

Tabela 2. Wybrane przykłady z proponowanych działań ochronnych przedmiotów ochrony w projekcie PZO dla „Ostoi Piskiej” (2013 rok) (język oryginalny)

Przedmiot ochrony	Nazwa	Zakres prac	Podmiot odpowiedzialny za wykonanie
9110	Czynna ochrona świetlistej dąbrowy.	Ochrona świetlistej dąbrowy poprzez wypas koników polskich, wspomagany cięciami pielęgnacyjnymi kosztem gatunków innych niż dąb oraz ewentualnie przeredzeniem podszyciu.	Nadleśnictwo Strzałowo
9170; 91E0; 91F0	Aktywna redukcja gatunków drzew i krzewów poza ich naturalnym zasięgiem.	Systematyczne usuwanie, w ramach rutynowych zabiegów gospodarczych wynikających z planu urządzania lasu, wszystkich gatunków rosnących poza ich naturalnym zasięgiem i łatwo odnawiających się spontanicznie...	Nadleśnictwa
9170; 91D0; 91E0; 91F0; 3140; 3150	Ograniczenie ingerencji w glebę przy odnowieniach lasu.	Odstąpienie wszędzie tam, gdzie to możliwe od stosowania plugów dwuodkladnicowych na korzyść takich metod, które na przynajmniej 60% powierzchni gleby pozostawiają nienaruszony profil glebowy (m.in. punktowe przygotowanie gleby, przygotowanie gleby frezami leśnymi).	Nadleśnictwa
9170; 91E0; 91F0; 1083; 1088	Pozostawianie dorodnych drzew do naturalnej śmierci.	Pozostawienie do naturalnego rozpadu wszystkich drzew o pierśnicy przekraczającej: dąb – 100 cm, lipa, jesion, klon – 80 cm, grab, olsza czarna – 60 cm.	Nadleśnictwa
9170	Minimalizacja ingerencji w najlepiej zachowanych grądach	Najlepiej zachowane grądy pozostawić bez użytkowania, ewentualnie z ograniczonym użytkowaniem o charakterze trzebieży późnej lub rębni V ...	Nadleśnictwa
91T0	Ochrona borów chrobotkowych	Utrzymywanie przerywanego zwarcia drzewostanów i usuwanie martwego drewna.	Nadleśnictwa

możliwie pełen przekrój gatunkowy drzew. Spontanicznie pojawiające się odnowienia naturalne są w znacznej mierze zdominowane przez grab, którego część należy oczywiście pozostawić.

- Wprowadzono pojęcie „dobre” grądy. Więc są też i „złe” grądy.
- Zapisy o pozostawieniu > 10% drzew do naturalnego rozpadu są nie do przyjęcia i nie mają żadnego uzasadnienia przyrodniczego i ekonomicznego.
- Określanie ilości pozostawianego martwego drewna oraz jego wymiarów jest wymysłem teoretyków i nie jest poparte żadnymi badaniami naukowymi. W pewnych fazach rozwojowych drzewostanu, na pewnych siedliskach, w warunkach zagrożenia pożarowego i z powodu sprawdzonych przez dziesięciolecia zasad ochrony lasu, z naukowego punktu widzenia ilość martwego drewna powinna być jak najmniejsza.
- W grądzie subkontynentalnym 9170 wskazuje się jako główne zagrożenia: usuwanie martwych i obumierających drzew, niewłaściwą gospodarkę leśną, odnawianie lasu po wycince drzew (nasadzenia). To nie są zagrożenia dla siedliska! Ochrona bierna na tym żyznym siedlisku oraz inne ograniczenia wykonywania zabiegów hodowlanych mogą doprowadzić do zmiany składu gatunkowego drzewostanów i w konsekwencji do degradacji siedliska.
- Na siedlisku grądu subkontynentalnego podstawą ochrony siedliska powinny być czynne działania w kierunku wyprowadzenia młodego pokolenia lasu, którego skład będzie gwarantował zachowanie walorów siedliskowych.
- Wskazywanie w PZO działań ochronnych opartych na przypuszczeniach, że niektóre działania hodowli lasu mogą być szkodliwe, pomimo braku jednoznacznych dowodów. Często jest przyjmowana tzw. „zasada przezorności”, którą lepiej nazwać „zasadą niekompetencji”, wykluczająca jakiegokolwiek zabieg hodowlany w drzewostanach.
- Wskazywanie w borach i lasach bagiennych 91D0 zbieractwa grzybów, porostów i jagód jako zagrożenia dla tych siedlisk jest nieporozumieniem.
- Często w PZO siedlisko świerczyny bagiennej na torfie 91D0-5 wyłącza się z użytkowania rębne. Jest to błąd znany hodowli lasu i prowadzi on często do utraty walorów przyrodniczych. Podstawowym gatunkiem na siedlisku świerczyny bagiennej na torfie jest oczywiście świerk. Podstawową zasadą hodowlaną wyprowadzenia odnowienia naturalnego jest odsłanianie stożków tego odnowienia. Bez zakazywanej w PZO rębni np. ciągłej – przerębowej jest to niemożliwe.
- Autorzy planów PZO często planują kolidującą z zasadami hodowli lasu szczególną ochronę wybranych gatunków zwierząt i roślin. Taka „szczególna ochrona” może np. przynieść skutek odwrotny, gdyż nigdy nie są znane wszystkie mechanizmy i elementy powiązań ekologicznych. Istnienie silnej populacji świadczy o tym, że dotychczasowa gospodarka sprzyja rozwojowi gatunku (np. sóweczka, włośchatka, wiele chrząszczy saproksylicznych, bocian czarny itp.).

- Kuriozalne okazały się propozycje zapisów w PZO dotyczące ochrony bociana czarnego, którego głównym wrogiem okazała się gospodarka leśna prowadzona przez Lasy Państwowe za pomocą „wycinki lasu”. Wskazywanie takiego zagrożenia świadczy o braku dostatecznej wiedzy wykonawcy projektu. Zapis dążący do utrzymywania 100-hektarowych powierzchni drzewostanów ponad 80-letnich na siedliskach podmokłych jest nieporozumieniem sprzecznym ze zdrowym rozsądkiem i Planem Urządzenia Lasu, ładem czasowym, przestrzennym, umożliwiającym odnowienie lasu i racjonalną gospodarkę zasobami, przy uwzględnieniu wymogów przyrodniczych.
- Według autorów projektów analizowanych PZO, gospodarka leśna jest zagrożeniem dla takich gatunków jak: bielik, orlik krzykliwy, jarząbek, żuraw, samotnik, sóweczka, włośchatka, dzięcioł czarny, dzięcioł średni, dzięcioł biało-grzbiety, dzięcioł trójpalczasty, drożdżik, cietrzew, krogulec, kobuz, sieweczka rzeczna, sieweczka obroźna, rycyk, lelek, zimorodek dudek, dzięcioł zielonosiwy, lerka, słowik szary, strumieniówka, trzciniak, jarzębata, wójcik, orzechówka, dziwonina, pliszka cytrynowa itp., itd. Więc jak one przetrwały w biotopach leśnych?

Analizując projekty Planów Zadań Ochronnych można przedstawić trzy podstawowe wnioski, które powinny być brane pod uwagę przy ich tworzeniu:

- Ochrona przyrody na obszarach Natura 2000 powinna popierać metody hodowli lasu, których skuteczność jest widoczna w bogactwie przyrodniczym, a nie promować wyidealizowane (czasami nierealne) wzorce ochrony siedlisk i gatunków, a czasami również walkę z naturalną sukcesją w imię ochrony teoretycznie wymyślonych siedlisk przyrodniczych.
- Hodowla lasu jest dobrodziejstwem dla programu Natura 2000 i tylko metodami hodowli lasu program ten może być realizowany.
- Działania gospodarcze w lasach są korzystne dla różnorodności biologicznej i procesów przyrodniczych, co potwierdzają liczne badania naukowe. Polskie lasy od wieków są lasami gospodarczymi i tylko dzięki temu zawdzięczają swoje bogactwo przyrodnicze.

LAS I ZWIERZYNA

Jednymi z najważniejszych elementów oceny aktywności leśników w obszarze hodowli lasu są jej koszty i te straty wartości produkcyjnej i przyrodniczej, których minimalizowanie jest zależne od gospodarza lasu. Głównym polskim problemem z tego zakresu jest ogrom kosztów i strat wynikających z bytowania w lasach bardzo wysokich stanów zwierzyny. Hodowla lasu „jutra” musi zostać uwolniona od tego balastu, ponieważ nawet najwspanialsze metody nie przyniosą oczekiwanych rezultatów, jeśli nie zostanie radykalnie zmieniony stan dotychczasowy.

Trudno jest zrozumieć, skąd w naszych polskich dyskusjach dotyczących tego tematu jest tak dużo niechęci do kojarzenia rozmiaru szkód z zagęszczeniem zwierzyny, skąd bierze się brak przekonania do realności niebezpiecznych następstw (przyrodniczych, ekonomicznych) uszkodzenia lasu przez zwierzynę, skąd biorą się postulaty demontowania już istniejących ogrodzeń, chroniących zagrożone przez zwierzynę uprawy i młodniki leśne? To zdziwienie jest tym bardziej uzasadnione, gdyż obecna liczebność jeleni w Polsce jest około trzykrotnie wyższa, a saren co najmniej dwukrotnie wyższa w porównaniu z rokiem 1985 (już wówczas szkody były poważnym problemem leśnictwa), wzrasta liczebność populacji łosia (już około 20 tysięcy), do lasów radośnie wprowadzane są danielce. Cisza, jaka nadal trwa wokół tego problemu, paradoksalnie powinna stać się głośnym sygnałem ostrzegającym przed wielostronnymi skutkami utrzymywania obecnego stanu.

W odróżnieniu od nas, w Niemczech od lat trwa żywa dyskusja dotycząca szkód w lesie powodowanych przez zwierzynę oraz metod przeciwdziałania tej złej sytuacji. W ostatnich czterech latach na łamach ogólnokrajowej fachowej i naukowej prasy leśnej ukazało się około 50 artykułów dotyczących tego tematu. Warto podkreślić, że w większości autorami tych artykułów byli hodowcy lasu. Na przykład znany hodowca Burschel (2004) postuluje, aby zapis ustawy łowieckiej „Populacja zwierzyny musi być tak prowadzona, aby szkód od zwierzyny możliwie uniknąć” został zmieniony na „Polowanie musi być tak skuteczne, aby szkód od zwierzyny niezawodnie uniknąć”. W Turyngii wielkość strat spowodowanych przez zwierzynę w wielu drzewostanach wynosiła około 400 zł/ha/rok (Meister 2004). Zwierzyna niszczy domieszkę w drzewostanach bukowych, wskutek czego powstają bukowe monokultury (Ammer i Vor 2013). Zwierzyna odgrywa decydującą rolę w powstawaniu strat w odnowieniu naturalnym (Meyer i Richter 2013). Inwentaryzacja w 2004 r. wykazała, że w lasach Niemiec 20% młodych drzewek było zniszczonych przez zwierzynę (w „starych” landach – 30%). Są to szkody, przy których bioróżnorodność lasów i ich funkcje ochronne są ograniczone, a skuteczność przebudowy lasów jest zagrożona. I dzieje się tak, mimo grodu 30 tysięcy ha rocznie, kosztem 100 milionów euro (BGE 2010). Około 350 tysięcy hektarów lasów w Niemczech jest ogrodzonych (Encke 2012). Właściciele lasów w Bawarii, wskutek zgryzania przez zwierzynę młodych drzewek, rocznie ponoszą straty około 40 euro/ha, co stanowi około 40% dochodu z drzewostanu świerkowego. Straty w lasach i rolnictwie wynoszą 100 milionów euro rocznie, odszkodowania za wypadki komunikacyjne z udziałem zwierzyny leśnej osiągają pułap 500 milionów rocznie. Dominująca w niemieckiej dyskusji jest opinia, że w obliczu niepewności różnego rodzaju, w tym klimatu, konieczne jest pilne ograniczenie szkód wyrządzanych przez zwierzynę. Jest silny nacisk, by osiągnąć równowagę między liczebnością zwierzyny płowej a stabilnym i wielofunkcyjnym lasem (Encke 2012). Wykazano istnienie ścisłego związku liczebności zwierzyny ze szkodami (Frank i in. 2013).

W Polsce trudno znaleźć rzetelne opracowanie dotyczące problematyki nakładów na ochronę lasu przed zwierzyną oraz szkód i strat powodowanych w lesie przez zwierzynę. Jedyne takim opracowaniem w ostatnich latach jest praca nadleśniczego Janusza Mikosia pt. „Gospodarka łowiecka w kontekście gospodarki leśnej w perspektywie 2030 r.” (2012).

Możemy się za to „pochwalić” np. rozprawą doktorską leśnika, w której zaleca rozgradzanie upraw, by zmniejszyć nasilenie szkód powodowanych przez jeleniowate. Inny leśnik, twórca tzw. aktywnej ochrony zwierzyny zaleca, aby nie las chronić przed zwierzyną płową, lecz właśnie tę nieszczęsną zwierzynę chronić przed hodowcami, którzy ograniczają zwierzynie możliwość niszczenia upraw. Proponuje, by zwierzynę karmić uprawami i młodnikami, które początkowo się grodzi, lecz później rozgradza. Ponośzone są przy tym bardzo wysokie, nieuzasadnione koszty. Pomysły takie ich twórcy z powodzeniem mogliby realizować w swoim prywatnym lesie, lecz praktyczne ich wykorzystanie w Lasach Państwowych budzi poważne zastrzeżenia. Z drugiej jednak strony, być może, wspomniani powyżej pomysłodawcy wzięli sobie do serca hasło, sformułowane w roku 1970 na łamach Sylwana przez dwóch prominentnych leśników „Kraj nasz, który słusznie nazywano rajem myśliwych, ma pełne szanse pozostania nim nadal”.

Wielka szkoda, że zapomnieliśmy o przestrodze Profesora Wiesława Szczerbińskiego, znakomitego hodowcy lasu i twórcy ekologicznych podstaw polskiego łowiectwa, który wskazywał już ponad 50 lat temu na niebezpieczną dla stanu lasu hodowlę strukturalnie spaczonych monokultur jeleni i sarn (Szczerbiński 1962).

Bardzo źle, że także zupełnie zapomnieliśmy o przemyśleniach Pani Profesor Eleonory Szukiel, wybitnej znawczynie metod prowadzenia gospodarki łowieckiej i konsekwencji jej styku z hodowlą lasu. W roku 2001 odbyło się, zorganizowane przez IBL, sympozjum z okazji 40-lecia pracy naukowej Pani Profesor. Treść ostatnich fragmentów referatu Prof. Szukiel jest porażająca: „Corocznie zwierzyna czyni szkody na powierzchni około 350 tys. ha. Straty z tytułu szkód istotnych szacuje się na około 600 mln złotych. Co roku zabezpiecza się około 160 tys. ha lasu, zużywając około 2000 ton repelentów i grodząc 12–15 tys. ha lasu. Koszty ochrony są ogromne i stanowią 70% całych kosztów ochrony lasu w Polsce.

Profilaktyczne zabezpieczanie przed zwierzyną ogromnej powierzchni upraw i młodników (ok. 160 tys. ha) jest smutną koniecznością. Nie jest ono w pełni skuteczne w sytuacji wysokiego zagęszczenia jeleniowatych i jest bardzo kosztowne. Ponadto, nie podnoszą estetyki ciągnące się kilometrami ogrodzenia upraw leśnych ani jaskrawe osłonki na drzewach, ani też skrywające naturalną zieleń lasu kolorowe repelenty.

W związku z tym należy uwzględnić w działaniach leśno-łowieckich fakt, że podstawowym sposobem ograniczenia szkód wyrządzanych przez duże roślinożerce, a zarazem stworzenia warunków egzystencji zdrowych populacji zwierząt

łownych, jest przywrócenie równowagi biocenotycznej, zapewniającej bogatą różnorodność w świecie roślin i zwierząt” (Szukiel 2001).

W podręczniku hodowli lasu wydanym w Stanach Zjednoczonych (Smith i in. 1997) napisano: „Szkody od dużych roślinożerców nabierają coraz większego znaczenia w Ameryce Północnej i jeśli nie będzie się skutecznie kontrolowało liczebności zwierzyny, to kosztowne środki przeciwdziałania (ogrodzenia, mechaniczne i chemiczne środki indywidualnej ochrony) będą coraz częstsze. Duże roślinożerce mogą stać się szkodnikami lasu jak ogień, pasożytnicze grzyby czy defoliujące owady. Aby osiągnąć wielość celów, populacja zwierzyny w lesie musi być zagospodarowana tak, jak rośliny, co oznacza, że nie można gospodarować jednym z tych elementów, bez prowadzenia gospodarki w drugim. Polowanie jest ważnym środkiem gospodarowania zwierzyną z tych samych powodów, jak cięcia w hodowli lasu”.

ZAKOŃCZENIE

Efekty prowadzonej w Polsce od wielu dziesięcioleci ekosystemowej hodowli lasu, są zredukowane przez dominujące obecnie w Europie i Polsce ideologie marginalizujące funkcję produkcyjną lasu, a co gorsze, postuluje się wprowadzenie ich do praktyki Lasów Państwowych. Lekceważenie funkcji produkcyjnej jest jedną z istotnych przyczyn pogłębiania się niebezpiecznej tendencji obniżania się poziomu ekonomicznej stabilności przedsiębiorstw leśnych. Trwały sukces ekonomiczny musi być głównym celem działalności Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe, ponieważ on warunkuje prowadzenie ekosystemowej hodowli lasu, a w efekcie decyduje o pomyślnej realizacji pozostałych zadań leśnictwa.

Taką właśnie bardzo pozytywną rolę odegrało ostro krytykowane w ostatnich 20 latach tzw. leśnictwo surowcowe. Należy przy tym podkreślić, że nazwa ta, sformułowana z wielką merytoryczną nonszalancją, nijak się ma do rzeczywistych środowiskowych i społecznych walorów gospodarki leśnej prowadzonej na przestrzeni minionych kilkudziesięciu lat. Powinniśmy o tym pamiętać, korzystając obecnie z rezultatów pracy naszych poprzedników (pozyskujemy 35 mln m³ drewna rocznie, a można i trzeba jeszcze więcej).

Nauka i praktyka hodowli lasu znają metody budowania względnej stabilności lasu i odporności na działanie szkodliwych czynników, będące podstawą trwałej jego wielofunkcyjności. Należy jednak z tej sprawdzonej już wiedzy korzystać i wystrzegać się zastępowania jej „politycznie poprawnymi” hasłami i koncepcjami, które mają swój znaczący wpływ w spowodowaniu i uporczywym trwaniu europejskiego kryzysu ekonomiczno-społecznego.

Pamiętajmy słowa Profesora Hansa Leibundguta, szwajcarskiego klasyka hodowli lasu: „Pielęgnowanie lasu dąży do tych celów, które Natura może osią-

gnąć tylko wyjątkowo lub nie osiąga wcale. Nasz cel hodowlany może być osiągnięty tylko przez odpowiednie działanie” (Leibundgut 1972). Cytat powyższy, mimo upływu ponad 40 lat, nic nie stracił ze swej aktualności, o czym świadczy wypowiedź naszego równie wybitnego hodowcy-ekologa, Profesora Andrzeja Jaworskiego: „Wielostronne potrzeby, których oczekujemy od lasu, mogą być zaspokojone tylko przez celowe zabiegi hodowlane” (Jaworski 2011). Za leśnikami niemieckimi można by powtórzyć: „mniej zabawy w las pierwotny, więcej gospodarowania” (Encke 2012). Gospodarka leśna musi jednak zostać uwolniona od balastu zbędnych kosztów oraz przyrodniczych i ekonomicznych strat uwarunkowanych błędnymi koncepcjami.

LITERATURA

- Ammer C., Vor T. 2013. Verlust von Mischbaumarten durch Wildverbiss in Buchenwäldern. *AFZ-DerWald*, 1: 9–11.
- Asche N. 2010. Fremdländische Baumarten sind eine Alternative in der Waldwirtschaft. *AFZ-DerWald*, 8: 10–12.
- Aspelmeier S. 2011. Sind wir auf den Klimawandel vorbereitet? *AFZ-DerWald*, 1: 22–23.
- Barzdajn W. 2011. Tradycyjne i nowoczesne kierunki badań we współczesnej hodowli lasu. W: *Półnaturalna hodowla lasu- przeszłość, terażniejszość i przyszłość*. Sękocin Stary, IBL, 73–81.
- Beinhofer B., Knoke T. 2011. Vorteilhafte Douglasienanteile unter variierenden Rahmenbedingungen. *AFZ-Der Wald*, 6: 15–17.
- BGE 2010. Gutachten zum Wald-Wild-Konflikt. *AFZ-Der Wald*, 11: 44.
- Burschel P. 2004. We(a)idmannsheil. *AFZ-Der Wald*, 21: 1131.
- Encke B.G. 2012. Wald-Wild-Forum Göttingen. *AFZ-Der Wald*, 8: 19–22.
- Frank A., Rabe J., Stelmach P.K. 2013. Entmischung durch Wildverbiss und Konsequenzen für den Jagdbetrieb. *AFZ-Der Wald*, 22: 9–12.
- Galonska H. 2010. Waldbauliche Behandlung und wirtschaftliche Bedeutung der Douglasie in Brandenburg. *AFZ-Der Wald*, 1: 22–24.
- Jaworski A. 2011. Hodowla lasu bliska naturze. W: *Półnaturalna hodowla lasu- przeszłość, terażniejszość i przyszłość*. Sękocin Stary, IBL, 55–72.
- Kölling C., Beinhofer B., Hahn A., Knoke T. 2010. Wie soll die Forstwirtschaft auf neue Risiken im Klimawandel reagieren? *AFZ-Der Wald*, 5: 18–22.
- Leibundgut H. 1972. *Pielęgnowanie drzewostanów*. Warszawa, PWRiL.
- Loboda S. 2010. 3. Symposium Waldstrategie 2020. *AFZ-Der Wald*, 15: 28–31.
- Łukaszewicz J. 2013. Aktualny stan wiedzy o zasięgach występowania drzew w Polsce. W: *Leśnictwo wielofunkcyjne współczesną formą ochrony przyrody* (A. Grzywacz red. Nauk.). Polskie Towarzystwo Leśne, Wałcz, 109–124.

- Łukaszewicz J., Zajączkowski J. 2012. Kierunki wzrostu lesistości kraju, utrzymanie stabilności i zdrowotności drzewostanów. W: *Wizja przyszłości polskich lasów i leśnictwa do 2030 r.* (A. Grzywacz red. Nauk.). Polskie Towarzystwo Leśne, Spała, 97–118.
- Meister G. 2004. Eine gelungene Veranstaltung mit zwei verpassten Chancen. *AFZ-Der Wald*, 3: 156.
- Meyer P. 2011. Naturschutzfachliche Bewertung der Douglasie. *Forstarchiv*, 4: 157–158.
- Meyer P., Richter O. 2013. Einfluss des Schalenwildes auf die Gehölzverjüngung in Naturwäldern. *AFZ-Der Wald*, 3: 4–5.
- Mikoś J. 2012. Gospodarka łowiecka w kontekście gospodarki leśnej w perspektywie 2030 r. W: *Wizja przyszłości polskich lasów i leśnictwa do 2030 r.* Spała, PTL.
- Milad M., Schaich H., Konold W. 2012. Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel- eine Analyse von Vorschlägen aus Forstwirtschaft und Naturschutz. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.*, 9/10: 183–196.
- Ohlau D. 2010. „Forstwirtschaft mit der gleichen Intensität für alle Waldfunktionen ist keine Realität”. *Forst und Holz*, 12: 40–41.
- Pretzsch H., Bielak K., Bruchwald A., Dieler J., Dudzińska M., Ehrhart H.P., Jensen A.M., Johannsen A.M., Kohnle U., Nagel J., Spellmann H., Zasada M., Zingg A. 2013. Mischung und Produktivität von Waldbeständen. Ergebnisse langfristiger ertragskundlicher Versuche. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.*, 7/8: 177–196.
- Röhle H., Gerold D., Gemballa R. 2010. Beziehungen zwischen Klima und Zuwachs, dargestellt am Beispiel von Fichte, Kiefer und Buche in Sachsen. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.*, 1/ 2: 21–35.
- Schmidt O., Konnert M. 2012. Die Douglasie in Bayern- Perspektiven im Klimawandel. *AFZ-Der Wald*, 18: 30–34.
- Smith D.M., Larson B.C., Kelty M.J., Ashton P.M.S. 1997. *The practice of silviculture.* New York, John Wiley and Sons Inc.
- Spellmann H. 2013. 300 Jahre forstliche Nachhaltigkeit. *AFZ-Der Wald*, 11: 14–18.
- Spellmann H., Geb M., Nagel J., Nagel R., Schmidt M. 2010. Verwendungsorientierte Managementstrategien für Buchen-Kustentannen-Mischbestände. *Forst und Holz*, 1: 12–19.
- Szczerbiński W. 1962. *Łowiectwo. Podstawy Ekologiczne.* Poznań, Wyższa Rolnicza.
- Szukiel E. 2001. Przebieg badań Zakładu Łowiectwa Instytutu Badawczego Leśnictwa w Warszawie w latach 1954–2001. W: *Łowiectwo w badaniach krajowych w XX wieku.* Warszawa, IBL.
- Tzschupke W. 2012. Wie viel Prozessschutz im Wald brauchen wir? *AFZ-Der Wald*, 10–11: 96–98.

- Utschig H. 2013. Bedeutung ertragskundlicher Versuchsflächen für neue Waldbaukonzepte. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.*, 7/8: 159–167.
- Wagner K. 2013. Douglasienanbau in Buchenwaldlebensraumtypen in FFH-Gebieten? *AFZ-Der Wald*, 8: 12–13.
- Walentowski H. 2011. Sowohl bewirtschaftete als auch unbewirtschaftete Wälder nötig. *AFZ-Der Wald*, 22: 25–27.
- Zachara T. 2000. Las wielofunkcyjny. *Echa Leśne*, 3: 10–11.
- Zajączkowski J. 1995. Zmiany klimatu w XXI wieku. *Las Polski*, 3: 4–6.
- Zang C., Rothe A., Weis W., Pretzsch H. 2011. Zur Baumarteneignung bei Klimawandel: Ableitung der Trockenstress-Anfälligkeit wichtiger Waldbaumarten aus Jahrringbreiten. *Allg. Forst-u. J.-Ztg.*, 5/6: 98–112.

Bogdan Brzeziecki

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Rola lasów naturalnych jako wzorca dla lasów zagospodarowanych (wielofunkcyjnych)

UWAGI WSTĘPNE

Wraz z upływem czasu powstało wiele klasyfikacji głównych typów lasów. Klasyfikacje te uwzględniają stopień i sposób wykorzystania lasów przez człowieka. Przykładowo, prof. Włoczewski (1968) wyróżniał pięć zasadniczych kategorii lasów: 1) lasy pierwotne – pozostające poza kręgiem zainteresowań gospodarczych człowieka, 2) lasy naturalne – wykorzystywane przez człowieka w sposób nie naruszający lub niewiele wkraczający w życie lasu, 3) lasy ochronne – przystosowane do pełnienia roli zabezpieczającej wartości materialne lub idealne potrzebne człowiekowi, 4) lasy produkcyjne – zagospodarowane w sposób zapewniający najlepsze wyniki ekonomiczne dla gospodarki narodowej, wreszcie 5) lasy przemysłowe – użytkowane w sposób eksploatacyjny, mało uwzględniający biologiczne właściwości lasu.

Dzisiaj na kwestię wyróżniania głównych kategorii lasów patrzy się trochę inaczej. Przede wszystkim, większość autorów jest zgodna, że trudno na obecnym etapie rozwoju cywilizacyjnego i gospodarczego mówić o lasach pierwotnych w pełnym tego słowa znaczeniu, tj. jako o lasach pozostających poza całkowitym wpływem działalności człowieka, czy to bezpośrednim, czy też pośrednim.

Jeśli chodzi natomiast o drugą kategorię lasów wyróżnioną przez Włoczewskiego (1968), czyli o lasy naturalne, to obecnie zdecydowanie przeważa pogląd, że w tym przypadku chodzi o lasy nieużytkowane, inaczej mówiąc o lasy objęte ochroną ścisłą. Przykładem może być definicja prof. Sokołowskiego (2004, 2006), który stwierdza m.in., że „las naturalny [...] odznacza się naturalnym składem gatunkowym oraz strukturą wiekową i przestrzenną drzewostanu, drzewo-

stan przechodzi w naturalny sposób przez wszystkie fazy rozwojowe, z pozostającymi na miejscu drzewami obumierającymi i martwymi oraz z rozkładającym się drewnem, w naturalny sposób regeneruje zniszczenia powodowane czynnikami naturalnymi [...] jest to las, w którym cała produkcja biologiczna pozostaje na miejscu, a procesy biocenotyczne przebiegają w sposób niezakłócony bezpośrednim oddziaływaniem czynników antropogenicznych, jest to las nie użytkowany”.

Podobnie na tą kwestię zapatruje się także wielu innych autorów (por. Peterken 1996), a różnice i ewentualne spory dotyczą historii i stanu wyjściowego obiektów obejmowanych ochroną ścisłą. Według części badaczy kwestie te odgrywają mniejszą rolę, ponieważ stopień osiągniętej naturalności będzie przede wszystkim zależał od długości okresu spontanicznego rozwoju.

W podziale Włoczewskiego (1968) brakuje pojęcia lasów wielofunkcyjnych, powszechnie wykorzystywanego obecnie. Chociaż sama koncepcja wielofunkcyjności lasów pojawiła się stosunkowo dawno (w latach 50. XX w.), to od niedawna uzyskała powszechną (niemal) akceptację, zwłaszcza w warunkach leśnictwa środkowoeuropejskiego (Pretzsch i in. 2008). Podstawowa różnica między lasem naturalnym i lasem wielofunkcyjnym sprowadza się do tego, że w przypadku tego pierwszego przyroda sama decyduje o kierunku i tempie procesów rozwojowych, nie zakłócanych bezpośrednimi działaniami człowieka, a także o takich cechach, jak skład gatunkowy i budowa drzewostanu. W przypadku lasów wielofunkcyjnych cechy te są określane i kształtowane w taki sposób, aby zapewnić maksimum korzyści społecznych i w możliwie największym stopniu zaspokoić zróżnicowane potrzeby i oczekiwania społeczne względem lasów. W zależności od funkcji wiodącej lasy wielofunkcyjne mogą być dzielone na mniejsze kategorie, np. na lasy gospodarcze i lasy ochronne, ale w praktyce, z punktu widzenia sposobu zagospodarowania i funkcjonowania tych lasów, podziały te mają już mniejsze znaczenie. Nie ulega wątpliwości, że podstawowym kryterium podziału lasów jest to, czy są to lasy użytkowane (w jakikolwiek sposób, pod jakąkolwiek nazwą i z jakiegokolwiek powodu) czy też nie (las naturalny, objęte ochroną ścisłą). Kwestia wzajemnej relacji tych dwóch podstawowych kategorii lasów jest bardzo istotna i interesująca, ze szczególnym uwzględnieniem problemu, na ile lasy naturalne powinny, a na ile mogą być wzorcem dla lasów zagospodarowanych (wielofunkcyjnych). Próbę odpowiedzi na to pytanie zawarto w dalszej części niniejszego opracowania.

LASY NATURALNE I HODOWLA LASU ZBLIŻONA DO NATURY (UJĘCIE HISTORYCZNE)

Lasy naturalne budziły i nadal budzą duże zainteresowanie, zarówno ze strony ochrony przyrody, jak i ze strony gospodarki leśnej. W leśnictwie europejskim zainteresowanie lasami naturalnymi oraz pierwotnymi ma długą tradycję. Wzro-

sło ono zwłaszcza w drugiej połowie XIX wieku, głównie w reakcji na coraz silniejsze przekształcanie lasów przez intensywnie rozwijającą się gospodarkę leśną oraz ówczesną dominację leśnictwa plantacyjnego, zakładającego kształtowanie uproszczonych, a jednocześnie możliwie jak najbardziej wydajnych pod względem produkcji surowca drzewnego zbiorowisk leśnych, wzorowanych na uprawach rolniczych, z wykorzystaniem zbliżonych metod i środków.

Wielu wybitnych przedstawicieli nauk leśnych (Gayer 1898; Gurnaude 1886; Engler 1900; Biolley 1901; za Brang 2005), dostrzegając szereg negatywnych skutków takiego modelu gospodarki leśnej, zapoczątkowało w tym czasie kierunek, określany współcześnie mianem półnaturalnej hodowli lasu (Bernadzki 1995a), którego zasadniczym założeniem, od początku, było kształtowanie zbiorowisk leśnych możliwie jak najmniej odbiegających od naturalnych wzorców.

Zwolennicy tego kierunku, alternatywnego w stosunku do dominujących mód i tendencji, mocno podkreślali przydatność wiedzy na temat budowy, składu gatunkowego, struktury i procesów zachodzących w lasach pierwotnych i naturalnych dla kształtowania lasów zagospodarowanych. Można powiedzieć, że badaniom w lasach naturalnych i pierwotnych od „zawsze” towarzyszyła nadzieja, że zdobyta w tych badaniach wiedza da się wykorzystać przy tworzeniu koncepcji odnoszących się do sposobów zagospodarowania lasów użytkowanych przez człowieka (Meyer 1995).

Przykładowo już Rubner (1920; za Brang 2005) w pracy pt. „Wnioski hodowlane płynące z lasów pierwotnych” (w oryginale „*Die waldbauliche Folgerungen des Urwaldes*”) stwierdzał, że wraz z rozwojem cywilizacji i postępowaniem technologicznym coraz silniejsze będą związki człowieka z naturą, a także, że ludzie będą starali się jak najlepiej ją poznać i podporządkować jej ograniczeniom.

Wstępnej syntezy badań prowadzonych w lasach pierwotnych dokonał Baseler (1932; za Brang 2005), zauważając, że „lasy pierwotne powinny pełnić rolę pomocy edukacyjnej w zakresie kształtowania lasów zagospodarowanych metodami naśladowującymi procesy naturalne”.

Niemal w tym samym czasie Hesmer (1934; za Meyer 1995) zaproponował utworzenie na potrzeby badań leśnych rozległej sieci rezerwatów leśnych, wyłączonych z użytkowania. Idea ta została następnie wsparta i rozwinięta przez Huecka (1937; za Meyer 1995). Mimo to, do początku lat 70. ubiegłego stulecia, w całych dawnych Niemczech Zachodnich, a praktycznie wyłącznie w Badenii-Wirtembergii, wyłączono z użytkowania jedynie 500 hektarów powierzchni leśnej w formie leśnych rezerwatów ścisłych (Bücking i in. 1994; za Meyer 1995). Przełom nastąpił dopiero w roku 1970, ogłoszonym europejskim rokiem ochrony przyrody, w którym rozpoczął się gwałtowny rozwój sieci leśnych rezerwatów ścisłych na terenie Niemiec Zachodnich. W roku 1991 sieć ta obejmowała już 564 rezerваты o łącznej powierzchni ponad 16 tys. hektarów (Meyer 1995). Na terenie Niemiec Wschodnich (dawna NRD) do tworzenia takich rezerwatów

przystąpiono wcześniej, bo już w latach 50. XX w. (Knapp i Jeschke 1991; za Meyer 1995).

Związek między badaniami w lasach pierwotnych a półnaturalnym kierunkiem w hodowli lasu bardzo wyraźnie pokazuje też tytuł pracy, której autorem był francuski badacz Vézina (1959): „Wkład badań prowadzonych w lasach naturalnych w rozwój podstaw sposobów zagospodarowania lasu zbliżonych do natury”.

Także Mlinsek (1978) miał nadzieję, że badania w lasach pierwotnych dostarczą podstaw do rozwoju półnaturalnej hodowli lasu. Według tego autora badania i obserwacje prowadzone w lasach pierwotnych miały pomóc w konwersji zbiorowisk leśnych nadmiernie uproszczonych w wyniku działalności człowieka na zbiorowiska o bardziej naturalnym charakterze.

Po drugiej wojnie światowej badania w lasach naturalnych prowadzili m.in. Pintarić (1959), Mlinsek (1978; 1993), Leibundgut (1982), Mayer i in. (1989) oraz Korpel (1995). Wspomniani autorzy należeli jednocześnie do największych zwolenników półnaturalnego kierunku hodowli lasu, będącego w opozycji do trendów dominujących w tym czasie w praktyce. Istotą propozycji wysuwanych przez tych autorów było odrzucenie schematów, narzucanych przez panujący model gospodarki zrębowej, preferowanie cięć grupowych i gniazdowych, indywidualne traktowanie każdego drzewostanu, a nawet drzewa. Dobrą ilustracją poglądów tej grupy badaczy jest zestawienie (tab. 1), którego autorem jest Mlinsek (1978; 1993).

Tabela 1. Porównanie lasów zagospodarowanych zgodnie z modelem leśnictwa „plantacyjnego” oraz zgodnie z zasadami półnaturalnej hodowli lasu (Mlinsek 1978, 1993)

Cecha	Leśnictwo plantacyjne	Półnaturalna hodowla lasu
Stabilność drzewostanów	niska, jako konsekwencja ograniczonej wiedzy i wyobraźni człowieka	wysoka, w rezultacie ewolucyjnego dostosowania gatunków do losowego i nieprzewidywalnego charakteru zmienności środowiska
Zróżnicowanie gatunkowe i strukturalne	małe, w wyniku uproszczonej gospodarki zrębowej i przewagi odnowienia sztucznego	duże; brak jakichkolwiek schematów i ograniczeń (poza naturalnym środowiskiem)
Przestrzenny rozkład biomasy	homogenny, mało zróżnicowany	wybitnie zróżnicowany, często o charakterze skupiskowym
Intensywność selekcji	niska; sadzonki z cieplarnianych warunków szkótek są przesadzane na powierzchni upraw i plantacji	wysoka; stała i wysoka produkcja nasion; rzadko sposobność do odnowienia; tylko najlepiej dopasowane osobniki mają szansę przeżycia

Cecha	Leśnictwo plantacyjne	Półnaturalna hodowla lasu
Krażenie materii i energii. Trwałość cykli	zakłócone, niepełne; negatywny wpływ na krajobraz; element przemijania i niepewności	duże ilości materii i energii trwale związane w ekosystemie leśnym. Trwałość istnienia i funkcjonowania
Dominująca funkcja drzew	„produkcja dendromasy”	funkcja „ekologiczna” i rola zmieniająca się z wiekiem
Zamieranie drzew	wszystkie drzewa w lesie, w krótszym lub dłuższym (raczej krótszym) okresie czasu; koniec życia drzew = koniec życia lasu	perfekcyjne wymieszanie „starego” i „nowego”; drzewa zamierają stale, lasy – nigdy
Przekazywanie informacji genetycznej	urwane, zaburzone, przypadkowe	gromadzenie informacji przez pokolenia; „bank danych” i „skarbica informacji” funkcjonujące w sposób ciągły
Zużycie energii	„energochłonne” i „marnotrawne” systemy, zyski obliczone na krótką metę; wymagają wysokich nakładów dla ochrony przed naturalnymi tendencjami powrotu do stanu utraconej równowagi (gradacje)	harmonia ekologii i ekonomii w długiej perspektywie czasu; nie wymagają intensywnych nakładów (często daremnych) dla zapewnienia trwałego i zrównoważonego rozwoju

W Polsce do pionierów, a jednocześnie do najwybitniejszych badaczy lasów o charakterze pierwotnym, należał prof. Paczoski, który główne wyniki swoich badań zebrał w dziele pt. „Lasy Białowieży”, wydanym w 1930 (Paczoski 1930). W opracowaniu tym można m.in. znaleźć interesujące uwagi na temat lasu naturalnego jako wzorca dla lasu zagospodarowanego. Dyskutując z poglądem Biolleya, że las powinien być prowadzony przez leśnika w takim typie, w jakim występuje w naturze, Paczoski (1930, str. 55) stwierdza najpierw, że „wymaganie Biolleya (i Gurnaуда) jest oparte na słusznej obawie, że człowiek, naginając drzewostan do swej woli, może wnieść w niego tak poważne zmiany, że całość straci równowagę, co grozi zniszczeniem tej trwałości, która stanowi podstawę samej koncepcji (gospodarki leśnej)”. W dalszym ciągu jest jednak mowa o tym, że „wychodząc z tego wzoru, jaki przedstawia nam las naturalny, możemy zaprojektować pewne zmiany, które, nie będąc zbyt radykalne, pozwolą nam zmienić do pewnego stopnia skład drzewostanu, jeśli nie gatunkowy, to procentowy, bez narażenia całości na zdeformowanie”.

Pod wpływem prac prof. Paczoskiego, prof. Włoczewski, ówczesny kierownik Oddziału Hodowli Lasu Instytutu Badawczego Lasów Państwowych, a następnie kierownik Katedry Ogólnej Hodowli Lasu SGGW w Warszawie,

zrealizował w latach 1932–1936 koncepcję założenia stałych powierzchni doświadczalnych w formie pasów (transektów) na terenie Białowieskiego Parku Narodowego, w drzewostanach możliwie najmniej zniekształconych przez działalność człowieka (Włoczewski 1954).

Motywacje, którymi kierował się Włoczewski podejmując te badania, dobrze ilustruje następujący cytat z jego pracy (Włoczewski 1954): „Różnice między kierunkami zmian składu gatunkowego drzewostanów naturalnych a dążnościami gospodarującego leśnika wynikają przede wszystkim stąd, że celom gospodarstwa człowieka w lesie często nie odpowiadają tendencje ‘gospodarstwa’ przyrody. ‘Gospodarstwo’ przyrody prowadzi do utrzymania danych gatunków na danym terenie bez względu na to, jakie drzewa – osobniki wykonują zadanie rozmnażania – utrzymania gatunku, (podczas) gdy gospodarstwo człowieka dąży do wyhodowania jak najwięcej technicznie wartościowej masy drzewnej i do spowodowania odnowienia z tych właśnie możliwie technicznie wartościowych osobników. Postępowanie gospodarcze nie może jednak abstrahować od praw przyrody, a więc musi je poznawać, aby je wykorzystywać i nagiąć do potrzeb gospodarczych człowieka”.

W podobny sposób na przydatność badań prowadzonych w lasach naturalnych zapatrują się także kontynuatorzy badań zapoczątkowanych przez Włoczewskiego (1954), tj. Bernadzki i in. (1998), stwierdzając, że badania takie „dają podstawy kształtowania lasów zagospodarowanych, zgodnie z prawidłowościami rządzącymi ekosystemami leśnymi”, a także, że „jest to podstawowy kanon półnaturalnej (ekologicznej) hodowli lasu, znajdującej coraz szersze zastosowanie w leśnictwie. Informacje o rozwoju lasu naturalnego, otrzymane w warunkach, w których efekty procesów naturalnych nie są zacierane działalnością gospodarczą człowieka, dają solidne podstawy do formułowania celów hodowli lasu, do projektowania zabiegów przyspieszających naturalne procesy sukcesyjne, do wszystkich działań hodowlanych, których wspólnym celem jest kształtowanie lasu stabilnego, o niezakłóconej równowadze ekologicznej, spełniającego wszystkie funkcje w krajobrazie i dostarczającego człowiekowi poszukiwanych dóbr i świadczeń”.

Bardzo wiele podobnych uwag można znaleźć w opracowaniu prof. Jaworskiego (2000), niekwestionowanego autorytetu w zakresie hodowli lasu w Polsce, poświęconym zasadom hodowli lasów górskich na podstawach ekologicznych. W opracowaniu tym jest mowa o tym, że „działalność gospodarcza w XVIII i XIX wieku doprowadziła do zmian, które polegały na zastępowaniu drzewostanów wielogatunkowych monokulturami sosny i świerka, zakładanymi na dużych powierzchniach zrębów zupełnych [...] praktyki takie to m.in. wynik zbyt wąskiego i krótkowzrocznego ujmowania korzyści płynących z nowo utworzonych ‘sztucznych mechanizmów’ oraz większego ich docenienia niż ‘mechanizmów naturalnych’, których działanie nie jest przez człowieka zrozumiałe (Odum 1977; za Jaworski 2000). Dążenie człowieka do stałego

zwiększania plonów i jego realizacja (m.in. w leśnictwie), bez oglądania się na konsekwencje, wywoływało i wywołuje ostry tzw. odwet ekologiczny (Odum 1977; za Jaworski 2000). Efekty odwetu ekologicznego są leśnikom dobrze znane...”. W dalszym ciągu jest też mowa o tym, że „leśnicy zajmujący się hodowlą lasu (będącej przykładem ekologii stosowanej), stosunkowo wcześniej zdali sobie sprawę z wyższości naturalnych ekosystemów i konieczności ich utrzymywania”. W charakterze przykładu, prof. Jaworski (2000) za Schüzem (1986) podaje sformułowany już w 1837 r. przez profesora Parade ze szkoły leśnej w Nancy, specjalisty w zakresie hodowli lasu, następujący postulat: „naśladujcie przyrodę, przyspieszajcie jej działania, taka jest podstawowa zasada hodowli lasu”. Jak zauważa prof. Jaworski (2000), „również K. Gayer, jeden z najwybitniejszych reformatorów hodowli lasu, popierał zakładanie drzewostanów wielogatunkowych i różnowiekowych, a więc zbliżonych do naturalnych”. Cytowany autor wspomina o tym, że „prowadzenie lasu gospodarczego dostosowanego do warunków naturalnych, do praw przyrody, tzn. lasu hodowanego na podstawach ekologicznych i biologicznych, postulują także Mayer, Morozow, Cajander, Schädelin. W Polsce ideę lasu opartego na przesłankach przyrodniczych reprezentował Sokołowski, szczególnie zaś Chodzicki i Fabianowski, a obecnie Bernadzki. Zgodnie z koncepcją naturalnego kierunku hodowli lasu (Chodzicki 1976; za Jaworski 2000) lub ‘pólnaturalnej hodowli lasu’ (Bernadzki 1995b; za Jaworski 2000) wzorów zasad postępowania należy szukać w prawach rządzących lasem o charakterze pierwotnym, w jego dynamice, budowie i strukturze [...] Realizacja kierunku naturalnego wymagać będzie, wzorowanego na drzewostanach naturalnych, zazwyczaj urozmaiconego składu gatunkowego [...] Las półnaturalny pozwala na realizację modelu lasu wielofunkcyjnego [...] którego celem jest utrzymywanie lasów ekologicznie zdrowych, mniej wrażliwych na zagrożenia, lasów, które zarówno produkują ciągle duże ilości drewna o technicznie cennych cechach, jak również spełniają funkcje środowiskotwórcze i społeczne”.

Na temat znaczenia i roli lasów naturalnych jako źródła informacji dla praktycznego leśnictwa wypowiedzieli się także, i to niejednokrotnie, przedstawiciele nieleśnych nauk przyrodniczych. Przykładem może być praca prof. W. Matuzkiewicza (1952), poświęcona klasyfikacji zespołów leśnych Białowieskiego Parku Narodowego. We wstępie autor stwierdza, co następuje: „Praca niniejsza jest częścią szeroko zakrojonych badań, zmierzających do poznania roślinności i flory Białowieskiego Parku Narodowego. Puszcza Białowieska, jako jedyny w swoim rodzaju kompleks lasu niżowego o typie zbliżonym do pierwotnego, jest obiektem ze wszech miar godnym zbadania. Skłaniają do tego zarówno motywy teoretyczno-naukowe, jak i praktyczno-gospodarcze. Szczególnie ważnym zadaniem jest zbadanie zbiorowisk roślinnych – tak z uwagi na ich strukturę i organizację, jak i na ekologię oraz dynamikę rozwoju. Wyniki tych badań zbliżają nas do poznania praw rządzących życiem naturalnych zbiorowisk roślinnych,

stanowiących podstawę naszej gospodarki leśnej, łąkowej, torfowej itp. Znajomość zatem tych praw umożliwi świadome i celowe stosowanie ich w naszych zabiegach gospodarczych, pozwala na racjonalne planowanie przestrzenne – słowem jest jednym z warunków pełnego opanowania przyrody”.

W podobnym duchu wypowiada się także prof. Sokołowski (2004), prowadzący swoje badania przede wszystkim na terenie Puszczy Białowieskiej, który stwierdza m.in., że „postępowanie hodowlane powinno być zgodne z naturalnymi procesami kształtującymi las naturalny, którego część (gałęzie, kora, karpina, opadające liście, obumierająca część runa) pozostaje na miejscu. Chodzi o to, aby jak największa część wytworzonej przez las materii w nim pozostawała. Odpowiada to zasadom tzw. półnaturalnej hodowli lasu, sformułowanej i rozwiniętej przez Bernadzkiego (1981; 1995a; 1995b)”.

EWOLUCJA POGLĄDÓW NA ROLĘ LASÓW NATURALNYCH I PIERWOTNYCH JAKO WZORCA DLA LASÓW ZAGOSPODAROWANYCH

O ile pierwsi badacze lasów pierwotnych i naturalnych oraz ich kolejni następcy byli bardzo mocno przekonani o przydatności badań w lasach pierwotnych i naturalnych z punktu widzenia gospodarki leśnej i na ogół entuzjastycznie wypowiadali się na ten temat, to z czasem zaczęły pojawiać się pewne wątpliwości.

Przykładowo, już w roku 1968 prof. Włoczewski w podręczniku ogólnej hodowli lasu stwierdza, co następuje: „Był okres, kiedy przyjmowano, że lasy pierwotne są najwyższym wyrazem doskonałości i przypisywano im wielkie zalety. Mniemanie o doskonałości tych lasów pochodzi z czasów, kiedy biologia ich nie była dostatecznie zbadana” (Włoczewski 1968).

Na temat praktycznej przydatności wyników badań prowadzonych w lasach pierwotnych i naturalnych sceptycznie wypowiada się Meyer (1995), stwierdzając: „Koncepcje hodowlane wykorzystywane do sterowania rozwojem lasów w warunkach europejskich bazują zasadniczo na doświadczeniach pochodzących z lasów zagospodarowanych; z punktu widzenia rozwoju tych koncepcji wyniki badań w lasach pierwotnych miały jak dotąd znaczenie marginalne”. Przyczyn tego stanu rzeczy autor dopatruje się po pierwsze w fakcie, że „w Europie do czasów współczesnych przetrwało niewiele lasów o naturalnym, nie mówiąc już o pierwotnym, charakterze. Skromne resztki takich lasów można znaleźć jeszcze w Europie południowo-wschodniej, w Alpach, w Czechach, na Słowacji, w Skandynawii i w Polsce”. Drugim problemem, według tego samego autora, jest to, że „procesy zachodzące w ekosystemach leśnych w ogóle, a w ekosystemach lasów naturalnych w szczególności, są niezwykle skomplikowane i zachodzą w długich przedziałach czasowych. Powoduje to, że interpretacja wyników badań jest bardzo utrudniona”.

Z dużą rezerwą na temat roli lasów naturalnych jako wzorca dla lasów zagospodarowanych wypowiada się także współcześnie prof. Schütz (2002), jeden z najwybitniejszych specjalistów w zakresie hodowli lasu w Europie. Odnotowuje on przede wszystkim duże obecnie zainteresowanie problematyką kształtowania drzewostanów o zróżnicowanej strukturze wiekowej i gatunkowej. Jak podkreśla wspomniany autor, zainteresowanie to sięga korzeniami dyskusji dotyczącej hodowli drzewostanów, która miała miejsce jeszcze w XIX wieku, gdy debatowano na temat systemów zagospodarowania lasów „zblizonych do natury”. Obecny powrót do tej dyskusji to przede wszystkim efekt zainteresowania kwestią ochrony bioróżnorodności leśnej, rozumianej szeroko, nie tylko jako różnorodność gatunków, ale również, między innymi, jako różnorodność środowisk (biotopów). Poza argumentami o charakterze ekologicznym, za kształtowaniem zróżnicowanej struktury drzewostanów przemawiają także argumenty natury etycznej, estetycznej oraz emocjonalnej.

Prof. Schütz (2002) podkreśla jednak bardzo mocno, że utożsamianie dużej różnorodności z naturalnością jest, jeśli nie mitem, to daleko idącym uproszczeniem. Spontaniczne, a więc naturalne, powstawanie heterogennych struktur drzewostanowych należy do rzadkości. W lasach naturalnych występuje bowiem stale tendencja do uproszczenia składu gatunkowego i struktury. Tendencja do homogenizacji struktury występuje w przypadku wielu typów lasów rosnących w warunkach klimatu umiarkowanego środkowej Europy. Z jednej strony jest to związane z naturalnymi procesami rozwojowymi zachodzącymi w zbiorowiskach leśnych i zdolnością drzewostanów do akumulacji biomasy, co stopniowo prowadzi do powstania zwarcia poziomego. Z drugiej strony wynika to z dominacji jednego lub niewielu gatunków drzew, charakteryzujących się w danych warunkach największą zdolnością konkurencyjną. Przykładem takich gatunków jest buk, świerk, grab (w różnych warunkach klimatycznych). Tendencja do zwiększenia równomierności struktury zaznacza się szczególnie wyraźnie w przypadku siedlisk zasobnych w składniki pokarmowe i wodę, stwarzających sprzyjające warunki do wzrostu i rozwoju drzew. W Europie, ze względu na ograniczoną liczbę gatunków drzewiastych, tendencje takie są wyrażone prawdopodobnie znacznie silniej niż w lasach Ameryki Północnej czy też w lasach tropikalnych. Przykładowo, z szacunków fitosocjologicznych wynika, że 66% powierzchni Niemiec to potencjalnie lite lasy bukowe. Ten sam wskaźnik dla Szwajcarii w niższych położeniach wynosi nawet 79%. Kluczową kwestią w tej sytuacji jest, według prof. Schütza (2002), to, w jaki sposób powinniśmy tworzyć zróżnicowane struktury drzewostanów, albo, jakie warunki muszą być spełnione, aby mogły one powstawać samorzutnie? Cytowany autor zauważa, że nie ma co liczyć na to, że zróżnicowana struktura drzewostanu wykształci się automatycznie.

Kolejnym przykładem z tego zakresu jest praca Branga (2005), pod znamienym tytułem: „Lasy pierwotne jako źródło wiedzy dla hodowli lasu w wa-

runkach środkowej Europy: rzeczywistość czy mit?”. Autor tej pracy wymienia kilka konkretnych przykładów przydatności badań prowadzonych w lasach o charakterze pierwotnym dla lasów zagospodarowanych. Omawia obserwacje dotyczące występowania odnowienia naturalnego na rozkładającym się drewnie, dane dotyczące maksymalnego wieku i rozmiarów drzew, a także informacje o wymaganiach siedliskowych niektórych gatunków drzew, związanych z lasami pierwotnymi. Inne badania prowadzone w lasach naturalnych, dotyczące zależności konkurencyjnych między poszczególnymi gatunkami, przebiegu procesów odnowieniowych pod okapem drzewostanu, dynamiki rozwoju po zaprzestaniu zabiegów hodowlanych, naturalnego reżimu zaburzeń oraz wpływu zabiegów pielęgnacyjnych i trzebieży na jakość drzew miały, według autora, mniejsze znaczenie z punktu widzenia gospodarki leśnej. Jako główne przeszkody w transferze wiedzy dotyczącej lasów naturalnych do gospodarki leśnej, cytowany tu badacz wymienia: 1) niewielkie pozostałości lasów pierwotnych w środkowej Europie, co ogranicza możliwość powtórzeń i ich generalizacji, 2) różnice pomiędzy lasami naturalnymi i zagospodarowanymi pod względem historii i obecnej struktury drzewostanu, 3) możliwość poznawania interesujących badaczy problemów bezpośrednio w lasach zagospodarowanych, które są z reguły łatwiej dostępne, a także umożliwiają planowanie i realizację eksperymentów terenowych, z odpowiednią liczbą replikacji.

W konkluzji autor stwierdza, że badania w lasach pierwotnych, mimo dużych oczekiwań w tym zakresie, nie wpłynęły w większym stopniu na powstanie i rozwój zasad półnaturalnej hodowli lasu, obejmującej m.in. preferowanie odnowienia naturalnego, kształtowanie składu gatunkowego drzewostanu z wykorzystaniem gatunków drzew naturalnie występujących na danym siedlisku, operowanie światłem jako podstawowym narzędziem regulacji oddziaływań międzygatunkowych, stawiającej względem przyrody podejście oportunistyczne wyżej niż deterministyczne oraz naśladowącej przebieg naturalnych procesów sukcesyjnych (Schütz 2004; za Brang 2005). Zasady te zostały sformułowane w warunkach lasów zagospodarowanych, przede wszystkim jako reakcja na niepowodzenia i klęski wynikające ze stosowania metod nieliczących się z naturalnymi procesami i zależnościami (Otto 1995; za Brang 2005).

Pytanie podobne jak w tytule publikacji Branga (2005) pojawiło się też w publikacji Brzezieckiego z tego samego roku (Brzeziecki 2005; por. także Brzeziecki 2011; 2013), zatytułowanej: „Lasy naturalne: wzorzec dla lasów zagospodarowanych?”. Autor zauważa m.in., że „wszelkie działania człowieka podejmowane w ekosystemach leśnych, ze swej istoty są sprzeczne z naturalnymi procesami, bez względu na to, czy chodzi o przyspieszenie czy o spowolnienie sukcesji, przebudowę drzewostanu, promowanie jednych i eliminowanie innych gatunków itp. Gdyby rzeczywiście chodziło tylko o przywrócenie „naturalnego charakteru drzewostanu”, zadanie byłoby bardzo proste, wystarczyłoby bowiem nie robić po prostu nic”. Cytowany autor stwierdza, że „kształtowanie lasów

wielofunkcyjnych, zwłaszcza na ‘poziomie’ drzewostanu jest znacznie bardziej wymagające i trudniejsze”. Stawia także tezę, że „w przypadku lasów zagospodarowanych głównym problemem nie jest przywracanie naturalnego charakteru zbiorowisk leśnych [...] w wielofunkcyjnej, trwale zrównoważonej gospodarce leśnej, celem nadrzędnym jest natomiast permanentne kształtowanie takich drzewostanów, które zapewniają zarówno realizację celów produkcyjnych, jak i pozaprodukcyjnych, a jednocześnie są stabilne i odporne”, oraz że „warunek ten spełniony jest tym lepiej, im większe jest zróżnicowanie strukturalne drzewostanu, tj. im większy jest stopień urozmaicenia jego składu gatunkowego, zróżnicowania genetycznego, wiekowego, grubościowego i wysokościowego, im większe jest jego zróżnicowanie przestrzenne i pionowe”. Sugeruje także, że mimo wszystko efekty te można łatwiej uzyskać w warunkach lasów zagospodarowanych niż w warunkach lasów naturalnych, ze względu na powszechnie zauważalną w tych ostatnich tendencję do upraszczania składu gatunkowego i homogenizacji struktury, wynikające z konkurencyjnego wykluczania i wypierania większości gatunków przez gatunki nieliczne (czasami nawet tylko jeden) o największej w danych warunkach zdolności konkurencyjnej.

(WIERNIE) NAŚLADOWAĆ CZY (TWÓRCZO) KORYGOWAĆ NATURĘ?

Kwestię wykorzystywania lasów naturalnych jako wzorca dla lasów zagospodarowanych bardzo często sprowadza się do postulatu zwykłego naśladownictwa i kopiowania procesów przebiegających w warunkach naturalnych. O tym, że sprawa jest znacznie bardziej złożona, przekonano się jednak już stosunkowo dawno. Świadczy o tym uważna lektura wielu dawniejszych opracowań, poświęconych strukturze i dynamice leśnych zbiorowisk o charakterze naturalnym.

I tak, jak to już wspomniano wyżej, prof. Paczoski (1930), reprezentując przede wszystkim punkt widzenia uczzonego, wybitnego botanika i fitosocjologa, w swoim dziele na temat lasów Białowieży dopuszczał, że „wychodząc z tego wzoru, jaki przedstawia nam las naturalny, możemy zaprojektować pewne zmiany”. Jako przykład podawał grąd z udziałem dębu: „Jeżeli w grudzie dębowym rosną doskonale dęby, a grab i inne drzewa nie wykazują odpowiedniego rozwoju, to prowadzenie gospodarki leśnej w taki sposób, ażeby umożliwić dębowi występowanie w większym procencie, uważać należy za zupełnie wskazane. Oczywiście, gdybyśmy, wychodząc z założenia, że w grudzie dębowym dąb występuje w niedostatecznie wielkim procencie ze względu na konkurencję graba, wytępilli ten ostatni i przekształcili nasz las w dąbrowę, niewątpliwie popełnilibyśmy błąd gospodarczy, ponieważ tak przekształcony drzewostan mógłby się okazać niezdolnym do utrzymania na odpowiednim poziomie swego pierwotnego naturalnego siedliska. Wobec tego należałoby wyraźnie protegować dąb, nie

niszcząc graba, i w taki sposób stworzyć nową procentową kombinację, która by podniosła gospodarczą wartość drzewostanu, nie niszcząc przyrodniczej wartości siedliska”.

Podobny, fitosocjologiczny i botaniczny punkt widzenia reprezentował także prof. W. Matuszkiewicz (1952) w pracy na temat zespołów leśnych Białowieckiego PN. Nie przeszkodziło mu to w sformułowaniu wielu uwag dotyczących konieczności podejmowania działań ukierunkowanych na wspieranie odnowienia wielu gatunków drzew. Cytowany tu autor stwierdza m.in., że „bór iglasty (bśw) jest ekologicznie korzystny dla sosny, natomiast ekspansja świerka stwarza niekorzystne warunki dla naturalnego odnowienia tego gatunku; działalność leśnika winna iść w kierunku pomagania sośnie w jej konkurencji ze świerkiem. W borze mieszanym zwraca uwagę [...] zupełny brak siewek sosny, odnowienie naturalne sosny w omawianym zespole nie jest możliwe bez wydatnej pomocy leśnika [...] na grond wysoki (lśw) [...] przypada optimum populacyjne klonu, który odnawia się łatwo w sposób naturalny, o ile pozwalają na to warunki świetlne; w lasach zagospodarowanych pomoc leśnika jest w tych wypadkach konieczna [...] w lasach zagospodarowanych [...] zespół grondu niskiego (lw) winien być typem produkującym wysoko gatunkowe sortymenty drewna dębowego, jesionowego i olchowego [...] w olsie jesionowym odnowienie naturalne, zwłaszcza jesionu, jest bardzo dobre, o ile nie przeszkadza zbyt gęste runo i zwierzyna; w lasach użytkowanych leśnik powinien pomagać młodemu siewkom w ich konkurencji z runem”.

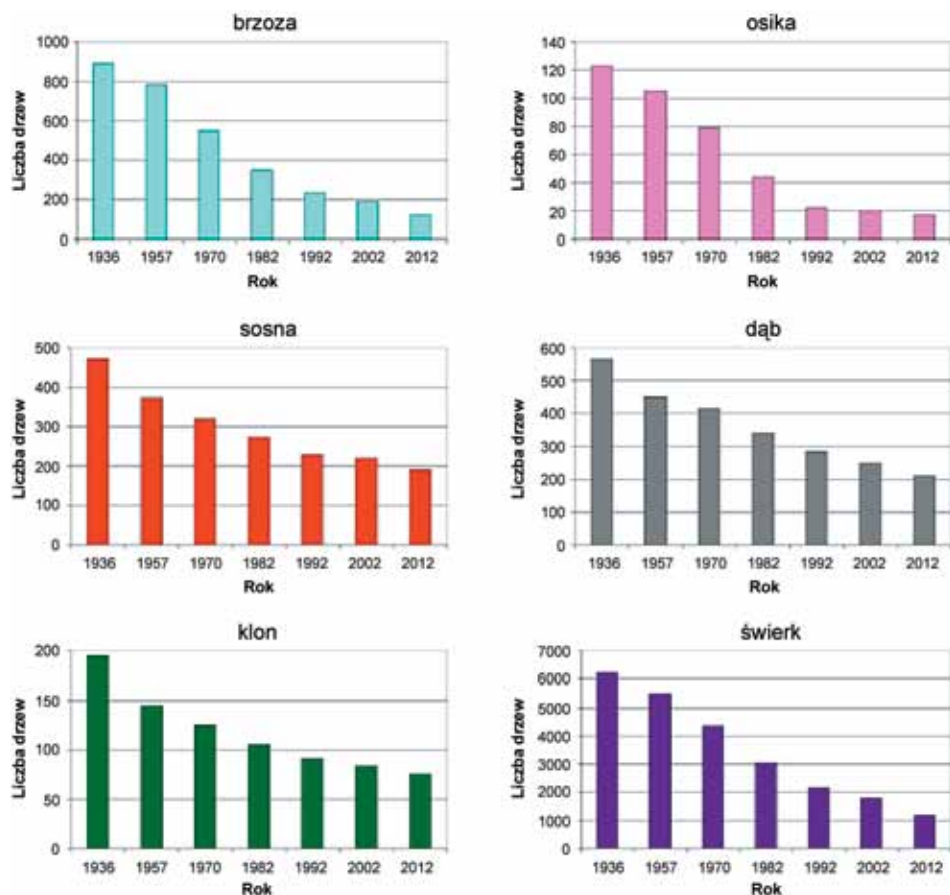
Bardzo ciekawe wyniki i interesujące wnioski zawarte są także w pracy prof. J. M. Matuszkiewicza (2011), opisującej przemiany w zespołach leśnych Puszczy Białowieckiej w drugiej połowie XX wieku, na przykładzie Rezerwatu Ścisłego BPN. Wspomniany autor opisuje w tej pracy kilka zespołów, w tym m.in. zespół boru mieszanego (*Serratulo-Pinetum*), będący jednym z najważniejszych typów zbiorowisk leśnych BPN. Jak stwierdza prof. Matuszkiewicz (2011), w ciągu kilkudziesięciu lat bogactwo gatunkowe płatów boru mieszanego stale się zmniejszało, ostatnio trochę wolniej, średnio w tempie 0,6 gatunku na rok. Proporcje między sosną i świerkiem utrzymywały się na podobnym poziomie, natomiast malała rola dębu. Wyraźne były zmiany udziału gatunków domieszkowych: zmalał udział brzozy i osiki, natomiast istotnie wzrosła częstość występowania grabu i lipy. Zanikły całkowicie gatunki wyróżniające dla zespołu *Serratulo-Pinetum* (*Serratula tinctoria*, *Betonica officinalis*), natomiast inne znacznie ograniczyły swoje występowanie (*Polygonatum odoratum* i *Peucedanum oreosolinum*). Rzadsze stały się gatunki rodziny *Pyrolaceae* (gruszyczkowate), w tym *Orthilia secunda* (ortylia jednostronna), gatunek charakterystyczny dla zespołu. Obecny stan tych gatunków stanowi 20% stanu wyjściowego (sprzed 50 lat). Zmniejszyła się częstotliwość występowania gatunków charakterystycznych dla klasy *Querco-Fagetea*: *Lilium martagon*, *Lathyrus vernus*, *Hepatica nobilis*, *Daphne mezereum*, *Melica nutans*, *Corylus avellana*.

Inne przykłady gatunków, w tym rzadkich i chronionych, obecnych przed 50 laty, a obecnie występujących rzadziej lub wcale to m.in.: *Melampyrum nemorosum*, *Geranium sylvaticum*, *Thalictrum minus*, *Vicia dumetorum*, *Potentilla erecta*, *Aquilegia vulgaris*, *Succisa pratensis*, *Hierochloë australis*, *Clinopodium vulgare*, *Digitalis grandiflora*, *Vicia sylvatica*, *Hieracium umbellatum*, *Rhytidadelphus triquetrus*, *Ajuga reptans*, *Veronica chamaedrys*, *Viola riviniana* i *Solidago virgaurea*. Do gatunków, występujących coraz częściej należy przede wszystkim *Rubus idaeus*, a także *Chamaenerion angustifolium*, która pojawiła się w ostatnim okresie.

Fitocenozy reprezentujące zespół boru mieszanego zmieniły się w sposób fundamentalny w ciągu relatywnie krótkiego czasu. Zespół *Serratulo-Pinetum*, szeroko rozpowszechniony na terenie BPN w latach 50., w ciągu 40 lat zanikł praktycznie całkowicie. Główny kierunek zmian (ewolucji) polega na zastąpieniu zespołu bogatego pod względem florystycznym (*Serratulo-Pinetum*) zespołem ubogim w gatunki, o szerokim zasięgu występowania w Polsce (*Quercu roboris-Pinetum*). Pozwala to mówić o spadku różnorodności zarówno na poziomie zespołu, jak i krajobrazu. Jak podkreśla prof. Matuszkiewicz (2011), z dużą pewnością można zakładać, że w przypadku obszaru objętego ochroną ścisłą zmiany polegające na uproszczeniu (zubożeniu) struktury mają charakter naturalny (regeneracja). Innymi słowy, postać zregenerowana jest wyraźnie uboższa pod względem florystycznym niż postać „zniekształcona” (antropogeniczna). W konkluzji autor stwierdza, że „w przypadku obszarów objętych ochroną ścisłą można tylko pasywnie obserwować takie procesy, ale w przypadku innych lasów warto byłoby podjąć działania, które umożliwiłyby zachowanie bogactwa florystycznego, a także całego piękna dorodnych borów mieszanych”. Podkreśla również, że „bory mieszane jako typ zespołu leśnego zależą od zachowania odpowiedniej równowagi między sosną, świerkiem i dębem. Biorąc pod uwagę procesy, które zachodzą w borach mieszanych w Rezerwacie Ścisłym BPN, poza tym obszarem wskazane byłoby podjęcie wysiłków mających na celu kształtowanie takiej struktury drzewostanu, która pozwoliłaby na zachowanie przynajmniej parę przykładów zespołu *Serratulo-Pinetum* w krajobrazie leśnym. Ocena zmian, jakie miały miejsce w przypadku zespołu *Serratulo-Pinetum*, z punktu widzenia ochrony bioróżnorodności jest bardzo złożona, ponieważ nie ulega wątpliwości, że wcześniejsze fitocenozy tego zbiorowiska, ukształtowane pod wpływem czynników antropogennych (w tym pod wpływem dużej presji zwierzyny), były bogatsze pod względem florystycznym, niż obecnie istniejące, bardziej ‘naturalne’ zbiorowiska. Inaczej mówiąc, renaturalizacja prowadzi do redukcji różnorodności florystycznej pewnych zbiorowisk, a stopniowo nawet do zmniejszenia różnorodności na poziomie zespołów roślinnych”.

Z wynikami badań i obserwacji o charakterze fitosocjologicznym, przedstawionymi wyżej, bardzo dobrze korelują też rezultaty wieloletnich badań zapoczątkowanych przez prof. Włoczewskiego (1954), prowadzonych na stałych po-

wierzchniach badawczych założonych w 1936 r. na obszarze Rezerwatu Ścisłego Białowieskiego PN. Do tej pory, pomiary drzewostanów występujących na tych powierzchniach przeprowadzono już 7-krotnie (ostatni raz w latach 2011–2013). Z badań tych wynika jeden podstawowy wniosek: w warunkach ochrony ścisłej zdecydowana większość gatunków występujących na obszarze Puszczy Białowieskiej wykazuje ujemny trend liczebności. Trend ten najbardziej wyraźnie wystąpił w przypadku takich gatunków, jak brzoza, osika, sosna, dąb, klon oraz świerk (ryc. 1). Gatunki te systematycznie ustępowały w całym okresie objętym

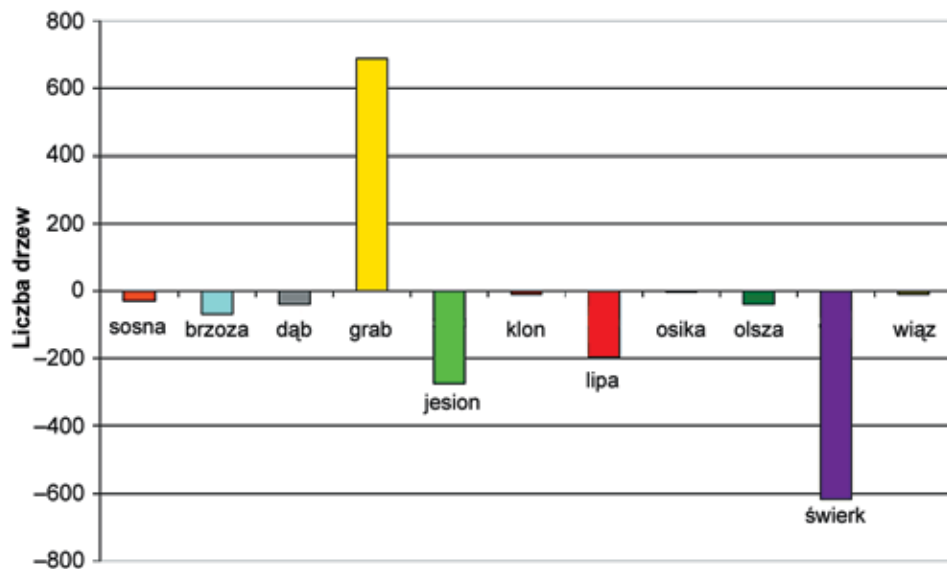


Rycina 1. Wieloletnie trendy liczebności gatunków ustępujących ze składu drzewostanów naturalnych w warunkach ochrony ścisłej (dane na podstawie statych powierzchni badawczych KHL SGGW w Białowieskim Parku Narodowym o sumarycznej wielkości wynoszącej obecnie¹ 15,44 ha)

¹ W 1936 r. sumaryczna wielkość powierzchni próbnych wynosiła 14,88 ha. Obecna wielkość obowiązuje od drugiego terminu pomiarowego.

badaniami, co spowodowało, że obecna liczebność świerka, brzozy i osiki wynosi mniej niż 20% stanu wyjściowego, a sosny, dębu i klonu – ok. 40%. Jeżeli wziąć pod uwagę tylko stan początkowy (rok 1936) i końcowy (rok 2012), to również jesion i olsza znajdują się „pod kreską”. Liczebność jesionu wynosi obecnie, podobnie jak w przypadku sosny, dębu i klonu, tylko niespełna 40% stanu wyjściowego, a liczebność olszy – 65%. Oznacza to, że w okresie objętym badaniami spośród 11 głównych rodzajów drzew występujących na powierzchniach badawczych aż 8 zmniejszyło swą liczebność w większym lub mniejszym stopniu.

Trzy gatunki, które w okresie 1936–2012 zwiększyły swoją liczebność, to: lipa (ponad 20-krotny wzrost w stosunku do stanu wyjściowego), grab (ponad 4-krotny wzrost liczebności) oraz wiąz (wzrost o 50% w stosunku do stanu początkowego). Warto jednak zaznaczyć, że zarówno w przypadku lipy, jak i wiązu maksimum liczebności wystąpiło w roku 1970. Począwszy od tego czasu gatunki te także, podobnie jak pozostałe, powoli, ale systematycznie zmniejszają swoją liczebność. W rezultacie w ostatnim okresie badań, obejmującym lata 2002–2012, jedynym gatunkiem, który zwiększył swoją liczebność, był grab – wszystkie pozostałe zmniejszyły swoje zagęszczenie (ryc. 2).



Rycina 2. Zmiana liczebności gatunków drzew na stałych powierzchniach badawczych Katedry Hodowli Lasu SGGW (sumaryczna wielkość 15,44 ha) w Białowieskim Parku Narodowym w okresie 2002–2012

Jeżeli w najbliższej przyszłości nic się nie zmieni i dotychczasowe trendy zostaną utrzymane, to trzeba liczyć się z tym, że rola wielu gatunków drzew, występujących dawniej w znacznie większej ilości w lasach Białowieskiego PN,

bardzo się zmniejszy. Ze względu na rolę, jaką poszczególne gatunki drzewiaste pełnią w funkcjonowaniu ekosystemu leśnego, wysoki stopień zagrożenia tych gatunków przekłada się na wysoki stopień zagrożenia tych składników biocenozy leśnej, które są od nich zależne (zarówno od drzew żywych, jak i martwych). Przykładów takich gatunków, reprezentujących różne grupy organizmów leśnych (ptaki, owady, grzyby), jest bardzo dużo. Innymi słowy, konsekwencją ustępowania i zaniku populacji wielu gatunków drzew będzie ustępowanie i zanik wielu innych elementów różnorodności biologicznej (Brzeziecki 2011, 2013; Brzeziecki i in. 2012).

Oceniając te wyniki z hodowlanego punktu widzenia należałoby mocno podkreślić potrzebę aktywnego przeciwdziałania, w warunkach lasu zagospodarowanego zgodnie z zasadami półnaturalnej hodowli lasu, naturalnym trendom upraszczania budowy i ograniczania różnorodności gatunkowej drzewostanów. W warunkach lasu zagospodarowanego jest to jak najbardziej możliwe. W odniesieniu do zagospodarowanej części Puszczy Białowieskiej (tak długo, jak długo ma ona ten status), oznacza to m.in. konieczność aktywnego promowania takich gatunków, jak dąb, sosna, jesion, klon, wiąz, osika, ale także świerk, brzoza i olsza, przede wszystkim kosztem bardzo ekspansywnego grabu.

Innymi słowy nadrzędnym celem zabiegów hodowlanych wykonywanych zgodnie z zasadami półnaturalnej hodowli lasu powinno być kształtowanie drzewostanów mieszanych w jak najszerszym zakresie zmienności warunków siedliskowych, przy założeniu, że proporcje liczebności gatunków powinny zmieniać się w przestrzeni i w czasie. Szczególną uwagę powinno się zwrócić na promowanie (w razie konieczności poprzez sztuczne odnowienie) gatunków drzew ustępujących i zagrożonych w warunkach ochrony ścisłej.

PODSUMOWANIE

Do grona największych zwolenników i propagatorów tworzenia sieci obszarów leśnych objętych ochroną ścisłą należeli początkowo bardzo liczni przedstawiciele nauk leśnych, zwolennicy systemów zagospodarowania lasów możliwie jak najbardziej „zbliżonych do natury”. Wielu z nich podejmowało też badania nad strukturą i dynamiką takich lasów z nadzieją, że uzyskana w ten sposób wiedza okaże się przydatna w lasach zagospodarowanych.

Obecna presja na wyłączenie kolejnych powierzchni leśnych z użytkowania i poddanie ich ochronie ścisłej pochodzi przede wszystkim z kręgów związanych z ochroną przyrody. Podstawowym powodem, dla którego ta forma ochrony ścisłej jest obecnie tak silnie preferowana, jest przede wszystkim to, że w stosunkowo szybkim czasie od momentu jej wprowadzenia, w objętych nią zbiorowiskach leśnych zaczynają się pojawiać elementy i struktury, które są charakterystyczne dla lasów naturalnych (nie użytkowanych), przede wszystkim

martwe drewno w różnej postaci (drzewa martwe stojące i leżące, złomy, wykroty itp.). Z czasem przybywa też drzew o dużych rozmiarach i zaawansowanym wieku, które także stanowią ważny element strukturalny lasów naturalnych. Obecność takich elementów i struktur pociąga za sobą wzrost liczebności związanych z nimi gatunków, często o wyspecjalizowanych wymaganiach, reprezentujących różne grupy organizmów leśnych, od bezkręgowców, poprzez ptaki, do grzybów i porostów. Wiele z tych gatunków jest obecnych w lasach zagospodarowanych, jednak z uwagi na względną rzadkość odpowiednich biotopów i nisz, ich liczebność utrzymuje się tam na relatywnie niskim poziomie. Tak więc pierwsze, łatwo dostrzegalne, efekty ochrony ścisłej są z przyrodniczego punktu widzenia na ogół pozytywne.

Oprócz krótkofalowych efektów ochrony ścisłej ważne są jednak także efekty długofalowe. O tych ostatnich jeszcze do niedawna wiadomo było stosunkowo niewiele, ze względu na to, że mało jest obiektów leśnych poddanych dostatecznie długo ochronie ścisłej, a przy tym objętych regularnymi obserwacjami i pomiarami prowadzonymi w ciągu długiego okresu czasu.

Dopiero w ostatnim czasie pojawia się coraz więcej prac, które wypełniają lukę w tym zakresie. Dobrym przykładem są tu wyniki badań fitosocjologicznych Matuszkiewicza (2011) w Rezerwacie Ścisłym Białowieskiego Parku Narodowego, czy badania Katedry Hodowli Lasu SGGW w tym samym obiekcie (Brzeziecki i in. 2012). Z badań tych wynika, w sposób jednoznaczny, że pozytywnym efektem ochrony ścisłej mogą też towarzyszyć liczne zjawiska negatywne, tj. ustępowanie i całkowity zanik wielu gatunków, w tym rzadkich i zagrożonych, a także uproszczenie budowy i składu gatunkowego zbiorowisk leśnych.

Zjawiska takie sugerują, że kwestia wykorzystania prawidłowości dotyczących rozwoju lasów naturalnych w warunkach lasu zagospodarowanego jest bardziej skomplikowana i złożona, niż to się czasami wydaje. Z całą pewnością sprawa nie sprowadza się do prostego „naśladownictwa”. Zresztą gdyby tak było, wówczas najlepszą strategią byłaby strategia „nic nie robienia” (po co za przyrodę robić coś, co ona jest w stanie sama zrobić lepiej i to bez naszej pomocy). W przypadku lasów zagospodarowanych podstawową i najważniejszą kwestią jest zachowanie ich wielofunkcyjnego charakteru, tj. zdolności do pełnienia zarówno funkcji produkcyjnych, jak i pozaprodukcyjnych, obecnie i w przyszłości. Takie jest zresztą główne założenie półnaturalnej hodowli lasu – integracja wszystkich ważnych funkcji lasu w możliwie jak najmniejszej skali przestrzennej.

Dlatego, jak podkreśla Schütz (2002), w określeniu „półnaturalna hodowla lasu” akcent pada bardziej na „hodowlę” niż na „naturę”. W warunkach lasu zagospodarowanego „naturalność” nie jest celem samym w sobie, ale środkiem i sposobem wypełniania potrzeb społecznych oraz zapewnienia jego wielofunkcyjnego charakteru. Zbyt restrykcyjne pojmowanie „naturalności” nie bierze pod uwagę konieczności zapewnienia trwałości lasu i jego zdolności do wypełniania różnorodnych funkcji: społecznych, ekonomicznych i środowiskowych. Nie

oznacza to jednak, że koncepcja „naturalności” jest całkowicie nieprzydatna dla gospodarki leśnej. W warunkach lasu kształtowanego i kontrolowanego przez człowieka jest bowiem bardzo dużo miejsca na wiele quasi-naturalnych procesów i zjawisk. Przykłady można by mnożyć. Ich mądre wykorzystywanie wymaga dużych umiejętności i rozległej wiedzy przyrodniczej (której elementem powinna też być znajomość tego, co dzieje się na obszarach wyłączonych z bezpośredniej ingerencji człowieka), a także odpowiedniego podejścia i nastawienia. W obliczu globalnych zmian warunków środowiska, realnego zagrożenia wielu gatunków roślin i zwierząt oraz zmian preferencji społecznych względem funkcji lasu tylko kompromisowy, „półnaturalny” model gospodarki leśnej, stosowany na jak największym obszarze powierzchni leśnej, ma szansę powodzenia i sprostania rozlicznym wyzwaniom, jakie dzisiaj stoją przed gospodarką leśną (Bernadzki 1981; 1995a; 1995b).

LITERATURA

- Bernadzki E. 1981. Aktualne cele hodowli lasu. *Sylvan*, 5: 1–8.
- Bernadzki E. 1995a. Półnaturalna hodowla lasu. W: *Ochrona różnorodności biologicznej w zrównoważonej gospodarce leśnej*. Warszawa, PTL i IBL.
- Bernadzki E. 1995b. Hodowla lasu w kompleksowej ochronie zasobów leśnych. Problemy realizacji proekologicznego modelu leśnictwa metodami aktywnej gospodarki leśnej. Rogów-Warszawa, 29–42.
- Bernadzki E., Bolibok L., Brzeziecki B., Zajaczkowski J., Żybura H. 1998. Compositional dynamics of natural forests in the Białowieża National Park, northeastern Poland. *Journal of Vegetation Science*, 9, 2, 229–238.
- Brang P. 2005. Virgin forests as a knowledge source for central European silviculture: reality or myth? *Forest, Snow nad Landscape Research* 79, 1/2: 19–32.
- Brzeziecki B. 2005. Lasy naturalne: wzorzec dla lasów zagospodarowanych? *Las Polski*, 8: 10–12.
- Brzeziecki B. 2011. Lasy naturalne jako źródło informacji dla półnaturalnej hodowli lasu. W: Paluch R. (red.) *Półnaturalna hodowla lasu – przeszłość, teraźniejszość i przyszłość*. Sękocin Stary, Instytut Badawczy Leśnictwa.
- Brzeziecki B. 2013. Ochrona różnorodności biologicznej w lasach, ze szczególnym uwzględnieniem ochrony ścisłej. W: *Leśnictwo wielofunkcyjne współczesną formą ochrony przyrody* (A. Grzywacz red.). Wałcz, PTL, 95–107.
- Brzeziecki B., Keczyński A., Zajaczkowski J., Drozdowski S., Gawron L., Burczyk W. i in. 2012. Zagrożone gatunki drzew Białowieżskiego Parku Narodowego (Rezerwat Ścisły). *Sylvan*, 156 (4): 252–261.
- Jaworski A. 2000. Zasady hodowli lasów górskich na podstawach ekologicznych. W: *Nowoczesne metody gospodarowania w lasach górskich*. R. Po-

- znański i A. Jaworski. Warszawa, Centrum Informacyjne Lasów państwowych.
- Korpel S. 1995. Die Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart. Jena, New York. Gustaw Fischer Verlag.
- Leibundgut H. 1982. Europäische Urwälder der Bergstufe dargestellt für Forstleute, Naturwissenschaftler und Freunde des Waldes. Bern und Stuttgart, Verlag Paul Haupt.
- Matuszkiewicz J. M. 2011. Przemiany w zespołach leśnych Puszczy Białowieskiej w drugiej połowie XX wieku (Rezerwat Ścisły BPN). *Czasopismo Geograficzne*, 82: 69–105.
- Matuszkiewicz W. 1952. Zespoły leśne Białowieskiego Parku Narodowego. *Annales of University MCS Lublin, Sect. C, suppl. 6*: 1–218.
- Mayer H., Zukrigl K., Schrepf W., Schlager G. (red.). 1989. *Urwaldreste, Naturwaldreservate und schützenswerte Naturwälder in Österreich*. 2. Aufl. Wien. Institut für Waldbau. Bodenkundliche Universität.
- Meyer P. 1995. *Untersuchung waldkundlicher Entwicklungstendenzen und methodischer Fragestellungen in Buchen- und Buchenmischbeständen niedersächsischer Naturwaldreservate (NWR)*. Göttingen, Cuvillier Verlag.
- Mlinsek D. 1978. Brauchen wir Urwald? *Allgemeine Forstzeitung*, 33: 684–686.
- Mlinsek D. 1993. Forestry and society-oriented research on the history of virgin forests and their future needs. W: *European forest reserves. Proceedings of the European forest reserves workshop* (M.E.A. Broekmeyer, W. Vos, H. Koop red.). Wageningen, PUDOC-DLO.
- Paczoski J. 1930. *Lasy Białowieży*. Poznań, Rada Ochrony Przyrody.
- Peterken G.F. 1996. *Natural woodland. Ecology and conservation in northern temperate regions*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Pintarić K. 1959. Urwald in Jugoslawien. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* (Bern), 3: 1–6.
- 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.
- Schütz J.-Ph. 2001. *Der Plenterwald und weitere Formen strukturierter und gemischter Wälder*. Berlin, Parey Verlag.
- Sokołowski A. 2004. *Lasy Puszczy Białowieskiej*. Warszawa, CILP.
- Sokołowski A. 2006. *Lasy północno-wschodniej Polski*. Warszawa, CILP.
- Vézina P.-E. 1959: Contribution à l'étude des forêt vierges comme base pour le développement d'une sylviculture plus près de la nature. Essai d'application aux forêts résineuses de l'Est canadien. *Schweiz. Z. Forstwes.* 110: 135–149.
- Włoczewski T. 1954. Materiały do poznania zależności między drzewostanem i glebą w przestrzeni i w czasie. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, 123: 161–249.
- Włoczewski T. 1968. *Ogólna hodowla lasu*. Warszawa, PWRiL.

Stanisław Zajac, Adam Kaliszewski

Instytut Badawczy Leśnictwa w Sękocinie Starym

Ekonomiczne aspekty ekologizacji zagospodarowania lasu

WPROWADZENIE

Ekologizacja zagospodarowania lasu oznacza przede wszystkim działania gospodarcze zapewniające optymalną realizację funkcji środowiskowych i ochronnych. Poziom realizacji tych funkcji uległ istotnemu wzrostowi w okresie ostatnich kilkudziesięciu lat. Zjawisko to nasiliło się zwłaszcza na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, w związku ze wzrostem zainteresowania funkcjami pozaprodukcyjnymi, w tym zwłaszcza ekologicznymi, mającymi charakter dóbr publicznych (nierynkowych). Zwiększanie zakresu i poziomu realizacji nierynkowych funkcji środowiskowych i ochronnych lasu niemal w całości finansowane jest z przychodów uzyskiwanych z produkcji drewna. Rodzi to niekiedy problemy w zakresie zarządzania wielofunkcyjnym gospodarstwem leśnym i zapewnieniem jego rentowności.

Ekologizacja gospodarki leśnej łączy się ze zmianą sposobu zarządzania gospodarstwem leśnym oraz wykonywaniem zadań ograniczających niekiedy zdolność produkcji surowca drzewnego (mniejsze przychody), a także powodujących wzrost kosztów działalności gospodarstw leśnych, zwłaszcza na etapie użytkowania lasu. Ujemne skutki ekonomiczne tych działań ulegają znacznej redukcji na skutek wprowadzania nowoczesnych metod hodowli lasu, czyli realizacji modelu gospodarki leśnej „zbliżonej do natury”. Dotyczy to zwłaszcza szerszego stosowania naturalnych sposobów odnowienia lasu zamiast sztucznych, które są kosztowniejsze i mniej odpowiednie z przyrodniczego punktu widzenia.

W opracowaniu przedstawiono wyniki prowadzonych w ostatnich latach analiz i ocen kosztów zagospodarowania w zakresie hodowli lasu i użytkowania lasu z uwzględnieniem odmiennych sposobów wykonywania odnowień (sztuczny i naturalny) oraz wyboru składu gatunkowego (liściaste lub iglaste),

a także różnych metod użytkowania drzewostanów. Zagadnienie opłacalności ekonomicznej odnowień naturalnych i sztucznych w drzewostanach o różnym składzie gatunkowym i na różnych siedliskach, przy różnych sposobach użytkowania, zobrazowano na podstawie wyników badań uzyskanych w Instytucie Badawczym Leśnictwa (drzewostany świerkowe, dębowe i sosnowe), w Katedrze Ekonomiki Leśnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu (drzewostany sosnowe), w Nadleśnictwie Kielce (drzewostany jodłowe), w RDLP w Białymstoku (zmiana składu gatunkowego i sposobu użytkowania) oraz w RDLP w Katowicach.

Przedsięwzięcia z zakresu hodowli lasu mają na celu m.in. kształtowanie struktury gatunkowej, wiekowej i przestrzennej drzewostanów poprzez dobór odpowiednich sposobów cięć i pozyskania drewna, metod odnowienia lasu, wieku rębności i innych. Są to na ogół działania, których konsekwencje trudno w pełni przewidzieć, a tym bardziej ocenić i wycenić, głównie ze względu na długi okres wzrostu drzewostanów. Decyzje hodowlane mają dalekosiężne skutki, których nie można w pełni przewidzieć ani też ewentualnie cofnąć. Jednakże przy wyborze sposobów zagospodarowania lasu powinny być ustalone i wzięte pod uwagę skutki ekonomiczne, do których zalicza się z jednej strony różnorodne koszty bezpośrednie i alternatywne, czyli „utracone możliwości”, a z drugiej – korzyści ekonomiczne, społeczne i środowiskowe.

Ekonomika leśnictwa może być w praktyce pomocna w podejmowaniu przedsięwzięć hodowlanych. Powstaje jednak pytanie o możliwy zakres i szczegółowość analiz ekonomicznych tych przedsięwzięć. Są to zagadnienia dotyczące ogólnej teorii decyzji, a w szczególności zarządzania ekosystemami leśnymi.

MOŻLIWOŚCI I DYLEMATY METODYCZNE EKONOMICZNEJ OCENY SKUTKÓW EKOLOGIZACJI GOSPODARKI LEŚNEJ

Przeobrażenia zachodzące niemal w każdej dziedzinie naszego życia zmieniają ugruntowane teorie naukowe oraz zasady i metody praktycznych działań społeczno-gospodarczych. Jedną z przyczyn tych zmian jest antropogenne zagrożenie środowiska przyrodniczego. Wymaga to poszukiwania nowych metod ochrony przyrody i środowiska.

W latach 70. XX w. sądzono, że ochrona środowiska przyrodniczego musi być obiektem zarządzania i że zarządzanie środowiskiem powinno być traktowane na równi z zarządzaniem zasobami pracy lub kapitału. Dynamiczny rozwój zarządzania środowiskiem rozpoczął się w połowie lat 80. W tym czasie wzrosła rola ochrony środowiska w zarządzaniu gospodarką, rozwinięto pojęcie działań ochronnych, pojawiła się nowa terminologia. Zarządzanie środowiskiem zaczęło się wyodrębniać jako nowa gałąź ogólnej wiedzy o organizacji i zarządzaniu.

Do końca lat 70. ubiegłego wieku teorie naukowe kształtowały się pod wpływem paradygmatu newtonowsko-kartezjańskiego, klasyfikowanego jako deterministyczno-mechanistyczny. Paradygmat ten zakładał m.in. skrajnie zdeteterminowany obraz ruchu wszystkich ciał, zjawisk i procesów. Ponadto wyeksponował zasadę redukcjonizmu, polegającą na dzieleniu każdego problemu (zjawiska) na oddzielne części. Determinizm zakładał m.in., że skutki są zależne od przyczyny (skutek nie tworzy przyczyny, lecz jest jej „wytworem”), te same przyczyny wywołują takie same skutki. Według tej koncepcji racjonalność zachowania podmiotów gospodarujących miały gwarantować: wolność ekonomiczna, interes osobisty i zdolność utrzymania równowagi, a postępowanie właścicieli czynników produkcji i menedżerów miało kształtować się pod wpływem wszechwładnego działania mechanizmów rynkowych.

W wyniku rozwoju nauk sformułowano nowy paradygmat: ewolucyjno-dynamiczny. Na jego kształtowanie się wpłynęły m.in.: teoria ewolucji (procesy zachodzące w przyrodzie powodują kierunkowe zmiany w strukturze świata ożywionego), teoria względności (czas i przestrzeń nie są absolutne, lecz względne, zależne od układu odniesienia) oraz teoria systemów (wyjaśniająca efekty synergiczne i katalityczne). Paradygmat ten przyczynił się do ukształtowania holistycznej koncepcji ekonomii, globalizmu, ekologizacji i humanizacji procesów produkcyjnych. Doprowadził do powstania nowej dziedziny nauki – ekonomii środowiska.

Ekonomia jest nauką o gospodarowaniu, które z punktu widzenia teorii systemów oznacza kształtowanie relacji między zasobami (środowiskiem), kapitałem i pracą. Intensywny rozwój ekonomii środowiska nastąpił w ostatnich trzech dziesięcioleciach ub. wieku. Teoria systemów wpłynęła z kolei na rozwój nauki i praktyki zarządzania środowiskiem, zajmujących się m.in. problemem internalizacji efektów zewnętrznych, którego nieodłącznym elementem jest ekonomiczna wycena środowiska, w tym także analiza i ocena ekonomicznych skutków różnych sposobów zagospodarowania i użytkowania lasu.

Dotychczasowe naukowe metody tej wyceny (rynkowa, warunkowa i inne) nie doczekały się jednak akceptacji społecznej ani też unormowania w postaci odpowiednich aktów prawnych. Jedynie funkcja produkcyjna (surowcowa) lasu jest w pełni wartościowana, choć metody tej wyceny wciąż budzą liczne kontrowersje, głównie ze względu na specyficzny charakter zasobów drzewnych i trudności w określaniu ich wartości.

Czynnikami ograniczającymi możliwość wyceny zasobów drzewnych i analiz ekonomicznych przedsięwzięć hodowlanych w lasach są m.in.:

- 1) długi okres wzrostu drzewostanów i niepewność analiz międzyokresowych,
- 2) specyficzne właściwości ekosystemów leśnych: komplementarność, synergizm procesów przyrodniczych, praktycznie nieodwracalność skutków decyzji gospodarczych i częsty brak substytucyjności,
- 3) niepewność skutków podejmowanych decyzji (ryzyko gospodarowania, zmiany klimatyczne, społeczne, a nawet polityczne),

- 4) niemożność pełnej oceny pieniężnej wartości lasu, zwłaszcza funkcji publicznych (nierynkowych),
- 5) problemy dyskontowania przychodów i kosztów oraz leśnej stopy procentowej.

Wymienione kwestie wskazują trudności pieniężnej oceny zmian wartości ekosystemów na skutek podejmowanych przedsięwzięć gospodarczych i zastosowania rachunku ekonomicznego z powodu braku odpowiednich podstaw teoretycznych.

Jakie są zatem możliwości analiz ekonomicznych? Decyzje gospodarcze w pewnym stopniu ułatwia analiza porównawcza kosztów i korzyści różnych sposobów zagospodarowania i użytkowania lasu. Nie jest to jednak pełna ocena ekonomiczna, dlatego konieczne są kompleksowe i pogłębione badania w tym zakresie.

PRZYKŁADY ANALIZ I OCEN EKONOMICZNYCH SKUTKÓW GOSPODARKI LEŚNEJ „ZBLIŻONEJ DO NATURY”

1. Ekonomiczne aspekty odnowień naturalnych i sztucznych w nadleśnictwach: Antonin, Kłobuck i Nowa Sól

Próbę porównania kosztów naturalnego i sztucznego odnowienia lasu w nadleśnictwach Antonin (RDLP w Poznaniu), Kłobuck (RDLP w Katowicach) i Nowa Sól (RDLP w Zielonej Górze) wykonano w Katedrze Ekonomiki Leśnictwa Wydziału Leśnego Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. W wyniku badań określono poziom oraz strukturę kosztów wymienionych sposobów odnowienia lasu, bez względu na sposób wykonania tych zabiegów w praktyce (Szramka 2005).

Podstawowe dane liczbowe dotyczące kosztów odnowienia lasu według poszczególnych czynności uzyskano z systemu informatycznego Lasów Państwowych (SILP) oraz cenników na sadzonki z poszczególnych nadleśnictw za lata 1997–2001. Koszty sztucznego odnowienia lasu obejmowały przygotowanie gleby, odnowienie zrębów i poprawki. Natomiast koszty sadzonek ustalono w zależności od liczby sadzonek poszczególnych gatunków użytych w odnowieniach i poprawkach, ich ceny detalicznej oraz powierzchni zrębów. Średnio w roku wykonano odnowienia sztuczne w wymienionych nadleśnictwach na powierzchni około 122 ha.

Rachunek kosztów naturalnego odnowienia lasu uwzględniał czynności gospodarcze wykonane wyprzedzająco o kilka (kilkanaście) lat przed uznaniem danej powierzchni za odnowioną. Przeciętna powierzchnia uznanych odnowień naturalnych w wymienionych nadleśnictwach wyniosła około 6 ha/rok.

Koszty odnowień sztucznych w poszczególnych latach i nadleśnictwach znacznie się różniły. Koszty te w skali roku wahały się od 2062 zł/ha (Nadl.

Nowa Sól) do 4491 zł/ha (Nadl. Kłobuck). W kosztach odnowień sztucznych największy był udział kosztów sadzonek użytych do odnowień i poprawek oraz kosztów prac związanych z odnowieniem (około 70%). Pozostałe koszty odnowień sztucznych (przygotowanie gleby i poprawki) stanowiły od kilkunastu do około 30% łącznych kosztów odnowień.

Zdecydowanie niższe koszty zanotowano w przypadku odnowień naturalnych. Wynosiły one przeciętnie rocznie od 194 zł/ha (Nadl. Antonin) do 1900 zł/ha (Nadl. Kłobuck). Autorzy badań wskazują, że znaczna dysproporcja poziomu kosztów sztucznego i naturalnego odnowienia lasu wynika często z różnych sposobów wykonania tych prac, a także nieścisłej ewidencji kosztów naturalnego odnowienia lasu. Zdaniem Szramki (2005) „koszty niewielkich uzupełnień naturalnego odnowienia są ewidencjonowane jako koszty sztucznych odnowień, gdy tymczasem cała odnawiana powierzchnia uznawana jest za naturalnie odnowioną. Powoduje to zawyżanie kosztów jednostkowych sztucznego odnowienia lasu” Według Szramki nie zmienia to jednak zasadniczej relacji kosztów odnowień sztucznych do naturalnych, która wynosi od 1:2 do 1:19.

Wyniki badań pozwoliły stwierdzić, że pomimo trudności w prawidłowym ewidencjonowaniu kosztów odnowień sztucznych i naturalnych oraz pewnych niedokładności w klasyfikowaniu powierzchni odnowionych według sposobu odnowienia, koszty odnowień naturalnych są wielokrotnie niższe od kosztów odnowień sztucznych. Potwierdza to wyższą ekonomiczną efektywność odnowień naturalnych w porównaniu z odnowieniami sztucznymi.

2. Koszty i korzyści odnowień naturalnych i sztucznych w drzewostanach jodłowych na przykładzie Nadleśnictwa Kielce

Powierzchnia lasów Nadleśnictwa Kielce wynosi 16 634 ha. Gatunkiem dominującym w nadleśnictwie jest sosna, zajmująca 73,4% powierzchni leśnej nadleśnictwa. Drugą pozycję pod względem udziału powierzchniowego zajmuje jodła (14,4%), a udział pozostałych gatunków (dąb, buk, brzoza, olcha i osika) wynosi od 0,5 do 4,0%. Nadleśnictwo posiada wyłączony drzewostan nasienny jodłowy w obrębie Kielce, o powierzchni 75,32 ha, w którym wybrano 5 drzew doborowych. Nadleśnictwo dysponuje również gospodarczym drzewostanem nasiennym w tym samym obrębie o powierzchni 6,37 ha (Pawlik 2005).

W Nadleśnictwie Kielce przeważają drzewostany średnich klas wieku (IIIa–IVb). Zajmują one ponad 64% powierzchni, a ich udział miąższościowy wynosi 72,0%. Przeciętny wiek drzewostanów jodłowych wynosi 75 lat, przeciętna zasobność – 255 m³/ha, przeciętny przyrost – 3,39 m³/ha, przeciętny bieżący przyrost zredukowany – 5,67 m³/ha. Średnie zadrzewienie wynosi 0,79. Powierzchniowy udział jodły w poszczególnych gospodarstwach jest następujący: specjalne – 31,3%, zrębowe – 0,1%, przerębowo-zrębowe – 9,3%, przerębowe

– 38,9%. Udział jodły jako gatunku panującego na poszczególnych typach siedliskowych lasu jest następujący: BMwyż – 0,1%, LMśw – 3,2%, LMw – 0,9%, LMwyż – 7,4%, Lśw – 1,1%, Lwyż – 1,7% (Pawlik 2005).

W 2005 r., według Pawlika, etat użytkownika w Nadleśnictwie Kielce wyniósł 52 tys. m³, z tego 35 tys. m³ stanowiły użytki przedrębne. W ramach użytkowania rębego pozyskano 17 tys. m³ na pow. 192 ha. Rębnią zupełną użytkowano około 30 ha. Na pozostałej powierzchni (około 160 ha) prowadzono cięcia odsłaniające, natomiast na 53 ha wykonano cięcia uprzążające.

Zgodnie z operatem urzędziowym nadleśnictwa cięcia przewidziano na 719 ha powierzchni manipulacyjnej. Powierzchnia do odnowienia wynosiła 126 ha, odnowienia wykonano na 101 ha, w tym na 34 ha sztucznie, a na 67 ha uznano odnowienie naturalne. Należy podkreślić, że odnowienia naturalne jodły występują także na pozostałej powierzchni manipulacyjnej, tj. na 593 ha.

Jodła wprowadzana była w nadleśnictwie dwoma sposobami:

- naturalnym – inicjowanie, uznawanie i pielęgnowanie odnowień naturalnych oraz inicjowanie obsiewu naturalnego przez przygotowanie gleby pod okapem drzewostanu jodłowego,
- sztucznym – po rębniach złożonych oraz w ramach przebudowy drzewostanu (podsadzenia produkcyjne, wprowadzanie II piętra, zakładanie upraw pochodnych).

Koszty prac związanych z odnowieniem naturalnym 1 ha wyniosły łącznie 1,4 tys. (tab. 1). Koszty te obejmowały: prace pielęgnacyjne (CW i CP) i ochronę sadzonek. Dodatkowe, nieznaczne nakłady pracy związane z „prowadzeniem” odnowień naturalnych wykonywane były przez pracowników LP w ramach obowiązków służbowych, bez ponoszenia kosztów. W przypadku konieczności przygotowania gleby pod odnowienia naturalne (mechaniczna orka pługiem talerzowym) wraz z pracami pielęgnacyjnymi (CW i CP) oraz ochroną sadzonek – koszt odnowienia jodłą wyniósł średnio 3,0 tys. zł/ha. Dla porównania koszt odnowienia naturalnego sosną wraz z poprawkami, pielęgnacją gleby, CW, CP i ochroną sadzonek przed zwierzyną wyniósł 3,8 tys. zł/ha.

Tabela 1. Koszty pielęgnacji 1 ha drzewostanu jodłowego pochodzącego z odnowień naturalnych w Nadleśnictwie Kielce w 2005 r.

Wyszczególnienie	Ilość	Pracochłonność (h)	Stawka (zł/h)	Koszt (zł)
CW	1 ha	70	7,5	525,0
CP	1 ha	89	7,5	667,0
Koszt ochrony	1 ha	20	6,0	120,0
Materiały do ochrony sadzonek	8 litrów	–	–	48,0
Razem				1360,0

Źródło: Ekonomiczne aspekty odnowień... (Pawlik 2005)

Koszty odnowienia sztucznego wyniosły średnio około 9,0 tys. zł/ha (tab. 2). W ramach tych kosztów wykonano: odnowienie wraz z poprawkami, pielęgnacją gleby, CW, CP oraz ochronę sadzonek przed zwierzyną. Przeciętne koszty podsadzeń produkcyjnych, bez przygotowania gleby, ale wraz z poprawkami i pielęgnacją wyniosły około 6,5 tys. zł/ha, przy czym koszty podsadzeń produkcyjnych z przygotowaniem gleby wraz z poprawkami i pielęgnacją wyniosły około 8,5–9,5 tys. zł/ha. Szczegółowy wykaz kosztów odnowienia sposobem sztucznym jodłą przedstawia tabela 2.

Tabela 2. Koszty sztucznego odnowienia 1 ha drzewostanu jodłowego w Nadleśnictwie Kielce w 2005 r.

Wyszczególnienie	Ilość	Pracochłonność (h)	Stawka (zł)	Koszt (zł)
Sadzonki (Jd 3/0)	7 tys. szt./ha	–	235/tys. szt.	1645,0
Przygotowanie gleby w talerze	7 tys. szt./ha	50	7,5/tys. szt.	2625,0
Dołowanie sadzonek	7 tys. szt./ha	0,7	7,5/tys. szt.	36,8
Sadzenie	7 tys. szt./ha		7,5/tys. szt.	1575,0
Wykonanie poprawek	0,7 tys. szt./ha	30	28,5/tys. szt.	598,5
Wykaszenie chwastów (3-krotne)	1 ha	60×3	7,5/h	1350,0
CW	1 ha	53	7,5/h	397,5
CP	1 ha	81	7,5/h	607,5
Koszt ochrony	1 ha	20	6,0/h	120,0
Materiały do ochrony sadzonek	8 litrów	–	–	48,0
Razem				9003,3

Źródło: Ekonomiczne aspekty odnowień... (Pawlik 2005)

Z powyższych informacji wynika, że koszt odnowienia naturalnego jodłą jest o 7,6 tys. zł/ha niższy niż koszt odnowienia sztucznego (9,0–1,4 tys. zł/ha). W skali roku w Nadleśnictwie Kielce oszczędności z tytułu uznania odnowień naturalnych wyniosły około 100 tys. zł. Dodatkowe korzyści ekonomiczne nadleśnictwo uzyskuje z tytułu nakładania się okresu produkcyjnego. Korzyści te szacunkowo wynoszą około 80 tys. zł/ha ($600 \text{ m}^3 \times 130,0 \text{ zł}$, bez kosztów pozyskania i zrywki) w jednym cyklu produkcyjnym, gdyż przy długim okresie odnowienia jodły (około 60 lat) skraca się cykl produkcyjny drewna prawie o połowę.

3. Ekonomiczne skutki zwiększenia udziału gatunków liściastych oraz zmiany sposobu użytkowania lasu na przykładzie RDLP w Białymstoku

Ekologizacja gospodarki leśnej oznacza nie tylko zwiększenie udziału odnowień naturalnych, które są kilkakrotnie tańsze w porównaniu ze sztucznymi. Oprócz pozytywnych z punktu widzenia ekonomicznego działań preferujących model gospodarki leśnej zbliżonej do natury, jak zmiana sposobu odnowienia lasu, stosowane są nowe, kosztowniejsze sposoby zagospodarowania lasu. Do takich działań należy m. in. zwiększanie udziału gatunków liściastych w drzewostanach. Celem tych zmian jest nie tylko lepsze dostosowanie składu gatunkowego do warunków siedliska czy też przewidywanych zmian klimatycznych, lecz także zaspokajanie potrzeb społecznych.

Wyniki badań wskazują, że tendencja zwiększania udziału gatunków liściastych w składzie drzewostanów ma miejsce nie tylko w Polsce, lecz także w innych krajach europejskich – m.in. w Czechach i w Niemczech (Głaz 1995, Głaz 2005, Urbaniak 1987). Realizacja proekologicznego modelu gospodarki leśnej, uwzględniającego również przewidywane zmiany klimatyczne, przyczyni się w najbliższych dziesięcioleciach do zmniejszenia w drzewostanach udziału gatunków iglastych (sosny, świerka i jodły) na rzecz gatunków liściastych, zwłaszcza brzozy, a także dębu, buka, jaworu i jesionu (Rykowski 1994).

Analizę wpływu zwiększenia udziału gatunków liściastych w drzewostanach na koszty produkcji leśnej wykonano w Instytucie Badawczym Leśnictwa na podstawie danych z Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Białymstoku (Kwiecień i Zajac 1998). Analizę tę przeprowadzono na przykładzie dwóch upraw: 1 – o przewadze gatunku iglastego (8 So, 2 Brz), oraz 2 – o przewadze gatunków liściastych (5 Db, 3 Św, 1 Js, 1 So). W obu wariantach ustalono koszty: założenia uprawy, poprawek i uzupełnień, pielęgnacji upraw, CW, CP oraz ochrony przed zwierzyną, owadami i grzybami.

Wyniki analizy wymienionych kosztów wskazują, że prace hodowlano-ochronne w drzewostanach o przewadze gatunków liściastych, wykonane w przeciętnych warunkach RDLP w Białymstoku w okresie od założenia uprawy do czyszczeń późnych, są droższe o blisko 75% w porównaniu z pracami w drzewostanach iglastych. Koszty tych prac wzrastają zwłaszcza po uwzględnieniu nakładów na grodzenie upraw przed zwierzyną.

Ekonomiczne konsekwencje zwiększenia udziału gatunków liściastych w składzie gatunkowym drzewostanów mogą wynikać nie tylko ze zwiększenia kosztów produkcji (hodowli, ochrony i użytkowania) drzewostanów liściastych bądź mieszanych z przewagą gatunków liściastych, lecz także ze zmniejszenia przychodów. Wartość produkcji drewna w drzewostanach liściastych jest niższa w porównaniu z uzyskiwaną w drzewostanach iglastych na skutek dłuższej kolei rębny i niższej przeciętnej ceny surowca drzewnego.

Drugim, również negatywnym – z punktu widzenia ekonomicznego – skutkiem ekologizacji gospodarki leśnej jest zmiana sposobu użytkowania lasu. Zmiany te obejmują m.in. (Paschalis 1993, 1994):

- ograniczenie pozyskania drewna na zrębach zupełnych,
- zmniejszenie rozmiaru użytkowania rębego w porównaniu z przedrębnym,
- zwiększenie rozmiaru użytkowania w ramach cięć pielęgnacyjnych w drzewostanach młodszych i średnich klas wieku,
- zwiększenie zróżnicowania gatunkowego w drzewostanach oraz wzrost liczby cięć w drzewostanach mieszanych.

Zmiany te powodują zwiększenie kosztów pozyskania i zrywki drewna w przeliczeniu na jednostkę powierzchni leśnej (Paschalis 1994).

Według badań Suwały i in. (1995) zmniejszenie powierzchni zrębu zupełnego i zmiana jego kształtu powoduje wzrost kosztu jednostkowego pozyskania drewna w drzewostanach sosnowych średnio o około 14%, przy zastosowaniu techniki ręczno-maszynowej (pilarka i ciągnik skider – wariant I), natomiast o około 12% przy zastosowaniu metody sortymentowej (harwester i forwarder – wariant II). Ponadto zastąpienie zrębu zupełnego rębnią zupełną gniazdową spowoduje wzrost kosztu jednostkowego pozyskania drewna w całym procesie technologicznym w granicach od 14 do 27% w zależności od wielkości gniazd. Na dużych gniazdach w wariantcie I wzrost wynosi 18%, natomiast w II – 14%, a na małych gniazdach odpowiednio – 27% oraz 23%.

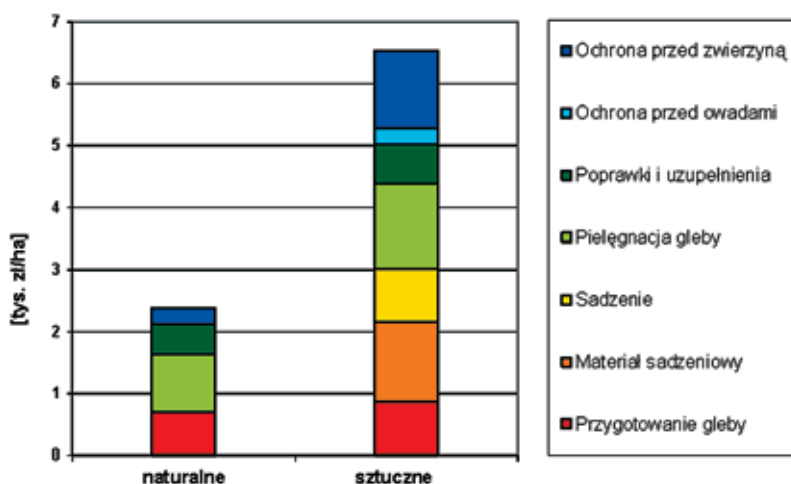
Szacunkowa wartość dodatkowych kosztów ekologizacji gospodarki leśnej na skutek zmniejszenia rozmiaru pozyskania na zrębach zupełnych i wzrostu powierzchni użytkowanej metodą gniazdową w Lasach Państwowych wynosi rocznie ponad 50 mln zł.

4. Ocena ekonomicznych aspektów ekosystemowej gospodarki leśnej w Nadleśnictwie Tuszyma

Celem badań prowadzonych w latach 2004–2006 w Nadleśnictwie Tuszyma (RDLP Krosno) w ramach projektu koordynowanego przez prof. K. Rykowskiego z Instytutu Badawczego Leśnictwa (Rykowski i in. 2006) była analiza wybranych elementów kosztów zagospodarowania w zakresie hodowli i ochrony upraw i naturalnych odnowień sosnowych. Analizę przeprowadzono dla okresu od 1995 do 2004 roku. W badaniach porównano koszty zakładania upraw oraz ich pielęgnacji i ochrony z nakładami na analogiczne zabiegi przy naturalnym odnowieniu drzewostanów sosnowych. Badania miały na celu wykazanie różnicy poziomu wydatkowanych środków finansowych przy zastosowaniu sztucznego i naturalnego, czyli proekologicznego sposobu zagospodarowania lasu. W analizie uwzględniono koszty zagospodarowania lasu obejmujące: koszty przygotowania gleby, produkcji sadzonek i sadzenia, pielęgnowania gleby, poprawek i uzupełnień oraz ochrony przed owadami.

W badaniach porównano również intensywność poszczególnych zabiegów pielęgnacyjnych i ochronnych w odnowieniach naturalnych i sztucznych sosny. Intensywność tę zdefiniowano jako stosunek łącznej powierzchni danego zabiegu, wykonywanego w okresie 5 lat od założenia uprawy lub uznania odnowienia naturalnego, do całkowitej powierzchni odnowienia/uprawy. Obiekt analizy stanowiły 44 wydzielania o łącznej powierzchni 131,38 ha, w których w latach 90. przeprowadzono odnowienie sztuczne sosny (uprawy z przewagą sosny), oraz 21 wydzieleń o łącznym areale 72,32 ha, w których zainicjowane zostało odnowienie naturalne. Badania prowadzone były dla upraw i odnowień wprowadzonych na siedliskach Bśw, BMśw, BMW oraz LMśw.

Przeprowadzona analiza wykazała, że w przypadku sosny koszty zagospodarowania i ochrony odnowień naturalnych były zdecydowanie niższe od kosztów zagospodarowania i ochrony odnowień sztucznych. Średnie koszty odnowień naturalnych razem z pielęgnacją i ochroną w ciągu pierwszych 5 lat od uznania odnowienia wynosiły 2390 zł/ha, natomiast w przypadku odnowień sztucznych – 6530 zł/ha. Oznacza to, że koszty odnowień naturalnych były niższe o około 65% od średnich kosztów odnowień sztucznych (ryc. 1).



Źródło: Rykowski i in. 2006.

Rycina 1. Średnie koszty odnowienia, pielęgnacji i ochrony odnowień naturalnych i sztucznych (w ciągu 5 lat od uznania odnowienia lub założenia uprawy) w Nadleśnictwie Tuszyma w latach 1995-2004 (ceny bieżące)

Struktura kosztów odnowienia naturalnego i sztucznego była istotnie różna, co miało znaczenie dla końcowego wyniku ekonomicznego obu sposobów regeneracji lasu. W kosztach odnowienia naturalnego występowały jedynie cztery rodzaje: koszty przygotowania gleby, pielęgnacji gleby, uzupełnień

i ochrony przed zwierzyną. Największą część całkowitych kosztów odnowień naturalnych stanowiły koszty pielęgnacji gleby (39%) oraz poprawek i uzupełnień (30%).

W kosztach odnowień sztucznych, oprócz rodzajów kosztów wymienionych powyżej, występowały dodatkowo nakłady związane z produkcją materiału sadzeniowego, sadzeniem oraz ochroną przed owadami. Koszty sadzonek stanowiły 20% wszystkich nakładów, natomiast koszty sadzenia – 13%. Nakłady na ochronę upraw przed owadami sięgały 4% całkowitych kosztów ponoszonych w odnowieniach sztucznych sosny. Oznacza to, że 37% kosztów sztucznej regeneracji lasu stanowiły nakłady na zabiegi nieobecne w przypadku odnowień naturalnych.

W odnowieniach sztucznych – w porównaniu z naturalnymi – wyższe były również koszty przygotowania oraz pielęgnacji gleby i nakłady na poprawki. Wyższe średnie koszty przygotowania gleby pod odnowienia sztuczne wynikały z zastosowania droższych w obsłudze maszyn: na 90% powierzchni odnowień naturalnych warunki pozwalały na zastosowanie glebofrezarki – najtańszego ze stosowanych w Nadleśnictwie Tuszyma mechanicznego sposobu przygotowania gleby. W przypadku odnowień sztucznych powszechnie stosowany był – nieco droższy w użyciu od glebofrezarki – pług dwuodkładnicowy LPZ. Duży był również udział powierzchni przygotowanej przy użyciu pługofrezarki, używanej w miejscach silnie uwilgotnionych i podmokłych. Ogółem średnie koszty przygotowania gleby pod uprawy sztuczne były wyższe o około 20% od kosztów przygotowania gleby pod obsiew naturalny.

Wyższe koszty pielęgnacji gleby oraz koszty poprawek w odnowieniach sztucznych wynikały z większej, o około 30%, intensywności zabiegów (ryc. 1).

5. Analiza kosztów inicjowania, hodowli i ochrony odnowień naturalnych dębu

Badania przeprowadzone w latach 2008–2011 przez zespół koordynowany przez dr. T. Zacharę w Instytucie Badawczym Leśnictwa (Zachara 2011) w części ekonomicznej poświęcone były rozpoznaniu kosztów inicjowania odnowień naturalnych i sztucznych, hodowli i ochrony wybranych gatunków lasotwórczych. W odniesieniu do nakładów ponoszonych na działania hodowlane w odnowieniach pochodzenia naturalnego i sztucznego analiza objęła koszty:

- założenia uprawy (tj. koszty przygotowania gleby, koszty sadzonek i sadzenia w przypadku odnowień sztucznych) lub przygotowania gleby (odnowienie naturalne),
- melioracji agrotechnicznych (odnowienia sztuczne),
- pielęgnowania gleby (odnowienia naturalne i sztuczne),
- poprawek (odnowienia naturalne i sztuczne).

Analiza kosztów ochrony odnowień naturalnych i sztucznych objęła w szczególności wydatki ponoszone na:

- zabezpieczenia chemiczne przed zwierzyną,
- zabezpieczenia mechaniczne przed zwierzyną,
- grodzenie upraw, a także remonty i rozbiórkę grodzień.

Badania dotyczące kosztów działań hodowlanych i ochronnych oraz ponoszonych na ich realizację nakładów przeprowadzono dla odnowień dębowych na siedlisku Lśw, LMśw oraz Lwyżśw założonych lub uznanych w 2004 lub 2005 r. W założeniach metodycznych przyjęto, że analiza kosztów odnowień naturalnych i sztucznych nie może polegać jedynie na określeniu i porównaniu nakładów poniesionych na inicjację odnowienia lub założenie uprawy, ale powinna objąć także kolejne lata po uznaniu odnowień, kiedy wykonywane są intensywne zabiegi hodowlane i ochronne. Przyjęta perspektywa czasowa analizy (7 lub 6 lat, od 2004 lub 2005 r. do 2010 r. włącznie) była stosunkowo krótka, pozwoliła jednak na porównanie intensywności zabiegów prowadzonych w pierwszych latach po odnowieniu lasu.

Badania przeprowadzone zostały na podstawie informacji dotyczących 65 odnowień sztucznych dębu (lub z przewagą tego gatunku), zlokalizowanych w 6 nadleśnictwach w Regionalnych Dyrekcjach Lasów Państwowych we Wrocławiu i w Łodzi, oraz 35 odnowień naturalnych dębu (lub z przewagą tego gatunku) w 5 nadleśnictwach tych samych rdLP.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że koszty zagospodarowania i ochrony odnowień naturalnych są zdecydowanie niższe od analogicznych kosztów odnowień sztucznych. W analizowanych przypadkach średnie koszty odnowienia sztucznego dębu oraz omawianych zabiegów hodowlanych i ochronnych w kolejnych sześciu latach po założeniu uprawy wyniosły w wartościach bieżących 7161 zł/ha. Analogiczne koszty odnowienia naturalnego tego gatunku wyniosły około 1495 zł/ha. Strukturę kosztów obu sposobów regeneracji lasu przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wysokość i struktura kosztów sztucznych i naturalnych odnowień dębowych oraz zabiegów hodowlanych i ochronnych w kolejnych 6 latach po założeniu uprawy lub uznaniu odnowienia naturalnego

Rodzaj zabiegu	Odnowienie sztuczne		Odnowienie naturalne	
	Średnie koszty (zł/ha uprawy)	Udział w kosztach całkowitych (%)	Średnie koszty (zł/ha odnowienia)	Udział w kosztach całkowitych (%)
Odnowienie powierzchni*	3 530	49,3	30	2,0
Pielęgnowanie gleby	2 147	30,0	513	34,3
Poprawki	489	6,8	24	1,6

Rodzaj zabiegu	Odnowienie sztuczne		Odnowienie naturalne	
	Średnie koszty (zł/ha uprawy)	Udział w kosztach całkowitych (%)	Średnie koszty (zł/ha odnowienia)	Udział w kosztach całkowitych (%)
Czyszczenia wczesne	96	1,3	308	20,6
Grodzenia	618	8,6	279	18,7
Ochrona chemiczna przed zwierzyną	250	3,5	341	22,8
Ochrona mechaniczna przed zwierzyną	31	0,4		
RAZEM	7 161	100,0	1 495	100,0

* Łączne koszty przygotowania gleby, sadzonek, dotowania i sadzenia (odnowienia sztuczne) lub koszty przygotowania gleby (odnowienia naturalne); (źródło: Zachara i in. 2011)

Z powyższego zestawienia wynika, że łączne koszty założenia, pielęgnowania i ochrony odnowień naturalnych dębu stanowiły jedynie jedną piątą nakładów ponoszonych w odnowieniach sztucznych tego gatunku. Na niższe koszty odnowień naturalnych dębu miały wpływ następujące czynniki:

1. Brak nakładów związanych z produkcją materiału sadzeniowego, przygotowaniem gleby oraz sadzeniem. W większości analizowanych obiektów odnowienie naturalne dębu odbywało się samorzutnie, bez konieczności ponoszenia przez nadleśnictwa dodatkowych kosztów. Nakłady na odnowienie powierzchni są natomiast głównym czynnikiem kosztotwórczym w przypadku odnowień sztucznych.
2. Zdecydowanie mniejsza intensywność pielęgnacji gleby, co przy nieznacznie wyższych kosztach jednostkowych zabiegu pozwoliło na około czterokrotne zmniejszenie nakładów w przeliczeniu na powierzchnię analizowanych odnowień.
3. Niemal całkowity brak poprawek, które w odnowieniach sztucznych wykonywano na 12% całkowitej powierzchni.
4. Brak konieczności ochrony mechanicznej przed zwierzyną.

Jednocześnie wykonanie niektórych zabiegów w odnowieniach naturalnych wymagało poniesienia wyższych nakładów, niż miało to miejsce w przypadku odnowień sztucznych.

1. Czyszczenia wczesne w odnowieniach naturalnych były około 3 razy bardziej intensywne niż w odnowieniach sztucznych. Były one również wcześniej rozpoczynane, a także wyższe były koszty jednostkowe zabiegu. Wynika to ze specyfiki odnowienia naturalnego, charakteryzującego się większym

zagęszczeniem, wymagającego silniejszej selekcji drzewek we wczesnych etapach odnowienia.

2. Koszt jednostkowy ochrony chemicznej przed zwierzyną w odnowieniach naturalnych był o ponad 50% wyższy niż w uprawach sztucznych, co przełożyło się na wyższe koszty zabiegu w przeliczeniu na jednostkę powierzchni odnowienia.

Pozycją dominującą w strukturze kosztów odnowień sztucznych były koszty związane z odnowieniem powierzchni, których udział wynosił średnio 49,3% wszystkich nakładów w analizowanym okresie. Drugi bardzo istotny czynnik kosztotwórczy stanowią zabiegi pielęgnowania gleby (30,0%). W kosztach odnowień naturalnych największą część stanowiły koszty pielęgnacji gleby (34,3%).

Wyniki przeprowadzonych badań pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Odnowienia naturalne dębu są tańszym sposobem odnowienia lasu niż odnowienia sztuczne tego gatunku.
2. Wymierne korzyści z odnowień naturalnych dębu przejawiają się przede wszystkim brakiem kosztów produkcji materiału sadzeniowego i sadzenia oraz brakiem lub znacznie niższymi kosztami przygotowania gleby. Wyższe koszty czyszczeń wczesnych oraz chemicznej ochrony przed zwierzyną w odnowieniach naturalnych nie miały zasadniczego wpływu na ogólny korzystny wynik ekonomiczny tego sposobu odnowienia lasu.
3. Problematyka opłacalności ekonomicznej odnowień naturalnych sosny oraz pielęgnacji i ochrony tych odnowień – ze względu na jej złożoność oraz znaczenie dla praktyki gospodarczej – powinna być podejmowana w dalszych badaniach w dłuższej perspektywie czasowej.

PODSUMOWANIE

Ekologizacja gospodarki leśnej pociąga za sobą konieczność zmiany sposobu zarządzania gospodarstwem leśnym i może mieć istotny wpływ na jego kondycję ekonomiczną. Szereg podejmowanych w tym zakresie działań daje szansę na znaczące obniżenie kosztów działalności gospodarczej. Przykładem są odnowienia naturalne lasu jako tańszy sposób regeneracji niż odnowienie sztuczne. Niektóre praktyki prowadzą jednak do wzrostu kosztów działalności gospodarstwa leśnego, zwłaszcza na etapie użytkowania lasu. Z uwagi na złożoność problemu wskazane jest podjęcie kompleksowych badań w dłuższej perspektywie czasowej, pozwalających na ocenę ekonomiczną szeroko rozumianej ekologizacji gospodarki leśnej. Takie badania nie były dotychczas w Polsce realizowane, a dokonania w tym zakresie – co przedstawiono w niniejszym opracowaniu – mają jedynie charakter przyczynkarski.

LITERATURA

- Głaz J. 1995. Zmiany w bazie surowcowej w Polsce na tle Europy. W: Strategiczne problemy rozwoju sektora drzewnego w Polsce na tle doświadczeń zagranicznych. Poznań–Warszawa.
- Głaz J. 2005. Ocena strategii rozwoju energetyki odnawialnej oraz kierunki rozwoju energetycznego wykorzystania biomasy leśnej wraz z propozycją działań. Dokumentacja IBL, Sękocin Stary, s. 60.
- Kwiecień R., Zajac S. 1998. Ekonomiczne aspekty zrównoważonego rozwoju leśnictwa. Materiały na Kongres Leśników Polskich. T. II, cz. 1. Warszawa, Wyd. AR–W. A. Grzegorzczak, 79–91.
- Paschalis P. 1993. Prognoza zmian użytkowania lasów w Polsce. *Sylwan*, nr 137 (7): 5–10.
- Paschalis P. 1994. Użytkowanie lasu w zrównoważonym rozwoju leśnictwa. W: Polska polityka kompleksowej ochrony zasobów leśnych. Warszawa, Fundacja „Rozwój SGGW”.
- Pawlik J. 2005. Ekonomiczne aspekty odnowień naturalnych i sztucznych w drzewostanach jodłowych na przykładzie Nadleśnictwa Kielce. Maszynopis, s. 10.
- Rykowski K. 1994. Trwały rozwój lasów w Polsce. Stan i zamierzenia. Warszawa, MOŚZNiL.
- Rykowski K., Andrzejczyk T., Dobrowolska D., Farfał D., Falencka-Jabłońska M., Boczoń A., Borkowski J., Borowski Z., Mazurska K., Kaliszewski A., Pudełko M. 2006. Przyrodnicze i ekonomiczne efekty ekosystemowego podejścia w trwałym i zrównoważonym gospodarstwie leśnym na przykładzie Nadleśnictwa Tuszyna (RDLP Krosno). Sprawozdanie końcowe. Dokumentacja IBL, Warszawa.
- Suwała M., Rządkowski S., Jodłowski K. 1995. Próba oceny wpływu ograniczenia powierzchni zrębu zupełnego oraz zastąpienia go rębnią zupełną gniazdową na koszt pozyskania drewna w drzewostanach sosnowych. Maszynopis IBL, Warszawa.
- Szramka H. 2005. Ekonomiczne aspekty różnych sposobów odnowienia lasu. *Sylwan*, 149 (11): 59–65.
- Urbaniak M. 1987. Zmiany w strukturze lasów polskich w latach 1945–1985. *Las Polski*, 9.
- Zachara T., Ambroży S., Bieniek J., Boczoń A., Dobrowolska D., Gil W., Kaliszewski A., Kopryk W., Michalska A., Mionskowski M., Nowakowska J. 2011. Odnowienie naturalne najważniejszych gatunków lasotwórczych w Polsce jako element strategii trwałego i zrównoważonego zagospodarowania lasu koordynator. Dokumentacja IBL, Sękocin Stary.

IV.

**Hodowla selekcyjna i genetyka
drzew leśnych w wielofunkcyjnej
gospodarce leśnej**

Luc Pâques

Państwowy Instytut Badań Agronomicznych w Orleanie, Francja

Rola hodowli selekcyjnej we współczesnym leśnictwie

WPROWADZENIE

Hodowla selekcyjna została zapoczątkowana w Europie w latach 50., a swój rozkwit przeżywała w latach 70. i 80. ub. wieku. Od tamtej pory programy hodowli selekcyjnej miały swoje wzloty i upadki, w niektórych krajach zostały wstrzymane, podczas gdy w innych nadal jest prowadzona intensywna hodowla selekcyjna (ale z reguły ograniczonej liczby gatunków).

Hodowla selekcyjna dotyczy przede wszystkim gatunków iglastych: ich mocną stroną jest względnie krótka (w porównaniu z gatunkami liściastymi) kolej rębny oraz szybszy oczekiwany zysk z inwestycji. Ponadto w niektórych krajach głównym sposobem odnawiania i zagospodarowania drzewostanów iglastych jest odnowienie sztuczne, co wymaga dużej liczby sadzonek. Natomiast gatunki liściaste, bazujące w znacznym stopniu na odnowieniu naturalnym, były rzadziej włączane do klasycznych programów hodowli selekcyjnej. Typowy przykład stanowią gatunki o długiej kolej rębny, jak dąb i buk. W ostatnich czasach podjęto jednak hodowlę selekcyjną niektórych gatunków liściastych, jak czereśnia ptasia i jesion, charakteryzujących się zarówno wysokowartościowym drewnem, jak i względnie krótką kolej rębny.

Działania selekcyjne obejmują zwykle dwa następujące po sobie kroki:

- pierwszy, uznawany przez nas za hodowlę wstępną (ang. *pre-breeding*), ma na celu zbadanie zmienności genetycznej gatunku w obrębie jego zasięgu naturalnego. Służą temu badania proveniencyjne inicjowane i wspierane przez IUFRO w. Pozwalają one na wyznaczenie regionów pochodzenia, wybór drzewostanów nasiennych oraz opracowanie rekomendacji odnośnie wykorzystania tak utworzonych baz nasiennych drugi, który uważamy za hodowlę selekcyjną *sensu stricto*, oznacza rekombinację genotypów do stop-

niowego wzrostu częstości korzystnych alleli w populacjach hodowlanych oraz osiągnięcie określonego zysku genetycznego jako wyniku testowania i wyboru określonych populacji do dalszego wykorzystania. Zasadniczym efektem tych działań są plantacje nasienne zakładane z wyselekcjonowanych klonów charakteryzujących się zakładanym zróżnicowaniem klonów. Podstawą hodowli selekcyjnej wielu gatunków są proste, powtarzalne schematy selekcyjne.

Niedawne badania, zrealizowane w ramach unijnego projektu TREEBRE-EDEX (Martens et al. 2008), pozwoliły na zidentyfikowanie w całej Europie ponad 189 krajowych i regionalnych programów selekcji dla 19 gatunków drzew. Zostały one podjęte w okresie największego rozkwitu działań w tej dziedzinie i dzisiaj pojawia się pytanie o ich uzasadnienie, uwzględniając z jednej strony liczbę sadzonek hodowanych z wyselekcjonowanego materiału na poziomie regionalnym i krajowym – co naprawdę usprawiedliwia wysiłki selekcyjne – a z drugiej strony złożoność hodowli selekcyjnej i masowe rozpowszechnianie leśnego materiału rozmnożeniowego.

Rezultaty działań w zakresie hodowli selekcyjnej w ostatnich dekadach są bardzo duże, jeśli weźmiemy pod uwagę ilość leśnego materiału rozmnożeniowego produkowanego w plantacjach nasiennych. Dla ponad 40 gatunków założono ponad 1200 takich plantacji (7600 ha), przede wszystkim w krajach o największej powierzchni lasów (Finlandia, Polska, Szwecja, Niemcy, Francja), ale również w mniejszych krajach bałtyckich.

Plantacje nasienne są efektem końcowym każdego cyklu selekcyjnego w którym uwidacznia się efekt tych działań w postaci zysku genetycznego, zarówno w odniesieniu do cech gospodarczych, jak przyrost, cechy jakościowe drzew lub właściwości drewna, jak też do cech adaptacyjnych. W wyniku realizacji pierwszego etapu hodowli selekcyjnej osiągnięto istotny zysk genetyczny w odniesieniu do większości cech u wielu gatunków, co i w efekcie wpłynęło na istotny wzrost produktywności lasu i jakości produktów. Więcej szczegółowych informacji na ten temat można znaleźć w publikacji Pâquesa (2013).

Należy zauważyć, że nie wszyscy leśnicy praktycy są świadomi istnienia tych korzyści, ponieważ czasem nie są one łatwo dostrzegalne, jeśli nie możemy obserwować w jednym miejscu efektów wzrostowych stosowania wyselekcjonowanego i niewyselekcjonowanego materiału rozmnożeniowego. Jak wykazał jednak Lesgourgues (2002), nawet „niewielki” jednostkowy zysk genetyczny oznacza „olbrzymie” korzyści, jeśli weźmie się pod uwagę obszar, na którym realizowane są odnowienia i zalesienia, gdzie można wykorzystać wyselekcjonowany materiał rozmnożeniowy.

Reasumując można stwierdzić, że w gospodarce leśnej hodowla selekcyjna drzew jest z pewnością jednym z bardziej znaczących działań, pozwalającym na osiągnięcie określonych efektów, w tym również ekonomicznych. Możliwe od osiągnięcia zyski realizowane są głównie w plantacjach nasiennych dostarczają-

cych ulepszanego materiału rozmnożeniowego do zakładania kolejnych generacji lasów. Ten rodzaj działań hodowlanych jest obecnie szeroko wykorzystywany w gospodarce leśnej oraz programach zalesieniowych w całej Europie, zarówno na poziomie lokalnym, jak i krajowym.

HODOWLA SELEKCYJNA DRZEW LEŚNYCH WOBEC NOWYCH WYZWAŃ

Do niedawna programy hodowli selekcyjnej drzew leśnych były prowadzone w przeważnie **stabilnym** środowisku: zarówno ekonomicznym, jak i ekologicznym. Cele hodowli skupiały się głównie na zwiększaniu produkcji drewna budowlanego lub masy celulozowo-papierniczej, w stabilnych warunkach klimatycznych. Zagrożenia, zarówno abiotyczne (wśród których głównym były przymrozki), jak i biotyczne, były przeważnie dobrze określone i przewidywalne.

W ostatniej dekadzie hodowla selekcyjna, czy szerzej: funkcjonowanie leśnictwa, dramatycznie się zmieniły, kierując większą uwagę ku globalnemu ociepleniu, w szczególności częstszym, nieprzewidywalnym i gwałtownym zdarzeniom klimatycznym (susza, upał, silny wiatr, powódzie) i związanymi z nimi nowymi zagrożeniami biotycznymi (owady i grzyby, przykład szybkiego rozprzestrzeniania się *Chalara*¹ w Europie), wzrastającemu popytowi na drewno w związku z nowymi potrzebami przemysłu, ale również poważnemu spadkowi zatrudnienia i zmniejszeniu środków finansowych w dziedzinie hodowli selekcyjnej w całej Europie. Możemy zatem powiedzieć, że obecnie w hodowli selekcyjnej zmagamy się z coraz liczniejszymi źródłami niepewności, co wymusza stosowanie bardziej elastycznych i urozmaiconych metod oraz opracowywania dostosowanych do możliwości również finansowych programów hodowlanych. Te nowe źródła **niestabilności** stawiają pod znakiem zapytania priorytety ustalone w odniesieniu do gatunków, dla których realizowane są programy hodowli selekcyjnej cech, w których realizuje się ulepszanie sposobów hodowli, długości cykli hodowlanych oraz elastyczności metod wykorzystania bazy genetycznej itp. Ze strony leśników i przemysłu pojawiają się wymagania, by uwzględnić „nowe” gatunki, dotychczas uznawane za marginalne (np. *Tilia*, *Sorbus*, *Pyrus*, *Acacia*), a lepiej dostosowane do ograniczeń klimatycznych, potrzeb gospodarczych i nowych sposobów zagospodarowania drzewostanów (np. krótkiej kolei rębu dla celów produkcji biomasy), a także nowe cechy, w szczególności powiązane z adaptacją (odporność na susze i szkodniki) oraz nowe wymagania co do właściwości drewna (np. drewna energetycznego czy drewna o wydłużonym okresie rozpadu).

Wyjście naprzeciw nowym wyzwaniom i dokonanie postępu wymagać będzie ze strony hodowli selekcyjnej znacznie większej aktywności i efektywności

¹ Główny czynnik sprawczy zamierania jesionów – przyp. tłum.

pod względem **elastyczności, integracji, rozszerzania i szczegółowości badań** (tab. 1):

Tabela 1. Dostosowanie programów hodowli selekcyjnej do nowego niepewnego kontekstu środowiskowego i społeczno-ekonomicznego

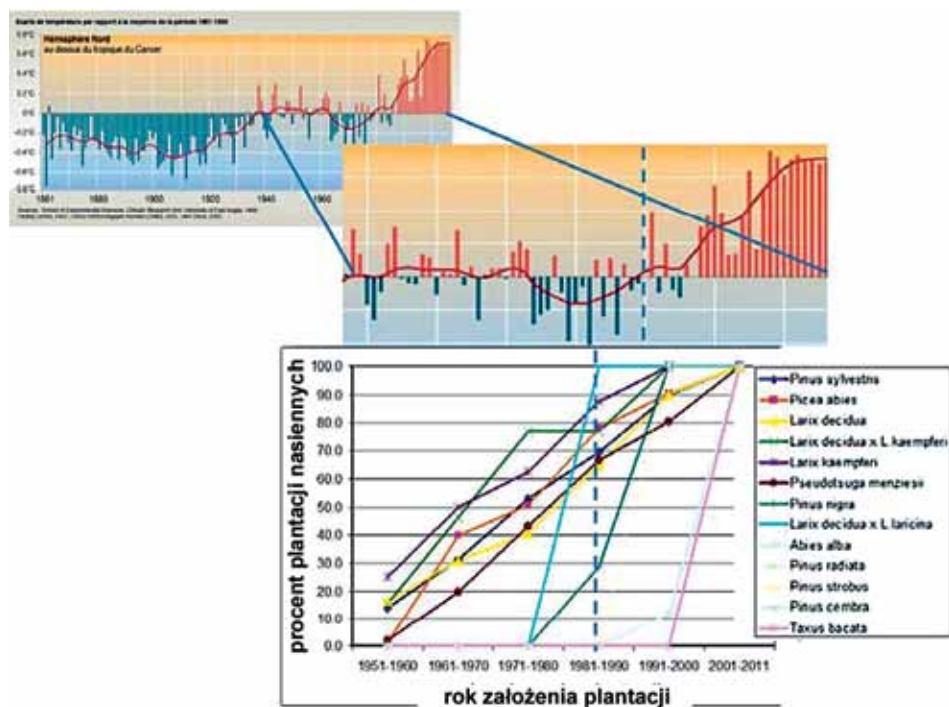
1) Elastyczność	Konsekwencje
Zmiana gatunków lub weryfikacja priorytetów hodowlanych	Niektóre tradycyjnie wykorzystywane gatunki mogą okazać się w nowych warunkach gorzej przystosowane, natomiast inne - lepiej (np. świerk pospolity vs. daglezwia we Francji). Konieczne może stać się wykorzystanie gatunków egzotycznych (Introdukcja). Powiększenie grupy gatunków, potrzeba wcześniejszego testowania (arboreta).
Przeprofilowanie populacji hodowlanej	Populacje hodowlane bytujące w chłodniejszym okresie i bardziej wilgotnym siedlisku mogą okazać się częściowo lub całkowicie nieprzystosowane. Nieuniknione może być włączenie nowych populacji i genotypów pochodzących z innych obszarów zasięgu gatunku (np. położone bardziej na południe populacje daglezwii).
Przedefiniowanie stref uprawowych leśnego materiału rozmnożeniowego	Istniejący leśny materiał rozmnożeniowy może wciąż być przydatny ale na innym, bardziej ograniczonym lub zmienionym obszarze, który musi zostać ponownie określony.
Dostosowanie / poszerzenie cech selekcji	Stosowane dotychczas cechy wykorzystywane w selekcji mogą zostać zweryfikowane i poszerzone o cechy przystosowawcze do zagrożeń biotycznych i abiotycznych.
Skrócenie i przyspieszenie cykli hodowli selekcyjnej i procesów selekcji	Dostarczany leśny materiał rozmnożeniowy powinien być dostosowany do nowych warunków; możliwy do osiągnięcia zysk genetyczny będzie w dużej mierze zależny stopnia dostosowania i plastyczności wyselekcjonowanych populacji.
Przyjęcie technik produkcji leśnego materiału rozmnożeniowego dla celów gospodarczych	Produkcja LMR w plantacjach nasiennych dla celów gospodarczych jest bezpiecznym sposobem zaspokajania potrzeb nasiennych, jednak wejście plantacji w okres pełnego obradzenia wymaga czasu, co w efekcie powoduje, że proces tworzenia bazy nasiennej nie jest wystarczająco elastyczny. Być może inne metody rozmnażania mogą okazać się przydatne w przyspieszeniu procesu tworzenia bazy nasiennej i produkcji leśnego materiału rozmnożeniowego
2) Integracja	
Uniwersalne cele hodowli selekcyjnej	Cele hodowli muszą uwzględniać różnorodne efekty końcowe i nie powinny być ściśle ograniczone do bieżących potrzeb. Może to wpłynąć na ustrukturyzowanie populacji hodowlanej, oceniane i wybierane cechy, profilowanie leśnego materiału rozmnożeniowego.

Wiele cech – podejście multidyscyplinarne	W celu uzyskania wiedzy na temat możliwości hodowli selekcyjnej, w tym produkcji, adaptacji, budowy i właściwości drewna, należy poddać badaniom i ocenie o wiele więcej cech niż dotychczas. Pociąga to za sobą bliską współpracę ekofizjologów, patologów, specjalistów z zakresu nauk od drewnie itp.
Cały proces hodowli selekcyjnej, od badań do wykorzystania w lesie, bez luk na niektórych etapach	W wielu obecnych programach hodowli selekcyjnej występują luki w „łańcuchu hodowlanym”, spowodowane brakiem istotnych dla realizacji programów badań podstawowych oraz specjalistów wdrażających wyniki tych badań do praktyki leśnej
3) Rozszerzanie	
Ocena wartości fenotypowej i genotypowej	Efektywniejsze i pozwalające na przebadanie większej ilości populacji pod kątem wielu cech bardziej niż kiedykolwiek wcześniej wymaga tanich i wysokowydajnych technik oceny zmienności fenotypowej i genetycznej szczególnie w badaniach molekularnych
Dostęp do szerszych zasobów genowych	Lokalne zasoby genetyczne mogą już nie być wystarczające w obliczu nowych potrzeb; w zasięgu naturalnym gatunków mogą istnieć bardziej odpowiednie populacje i genotypy, możliwości ich wykorzystania winny zostać określone w ramach realizowanych programów hodowli selekcyjnej.
Szeroka ocena materiału	W połączeniu z wysokowydajnymi technikami potrzebne jest przebadanie większej ilości zróżnicowanych populacji.
Rozszerzenie warunków środowiskowych powierzchni badawczych	Lokalne warunki środowiskowe testowania mogą nie obejmować pełnego zakresu przewidywanych globalnych zmian klimatu, cenne może okazać włączenie do testowania obszarów skrajnych.
Poszerzenie spojrzenia: od poziomu regionalnego → przez krajowy → do międzynarodowego	Regionalne i nawet krajowe programy mogą odczuwać „lokalne” ograniczenia wynikające ze zróżnicowania i adaptacji lokalnych zasobów genowych, warunków testowania, środowiska naukowego i technicznego środowiska zawodowego oraz ekonomicznego uzasadnienia bieżących programów.
4) Dokładne badania	
Szczegółowa analiza cech w celu lepszego poznania wielkości komponentu genetycznego	Stosowana dotychczas ocena cech (wzrost, gęstość drewna, forma pnia itp.) staje się zbyt ogólna. Istnieje potrzeba zdobycia wiedzy dotyczącej wielkości komponentu genetycznego (udziału genów w ich wielkości), w tym również dla cech wielogenowych
Wzrost precyzji oceny cech	Potrzeba bardziej obiektywnych i precyzyjnych technik oceny, służących lepszemu określeniu wartości hodowlanej i zwiększeniu efektywności selekcji.
Lepsze zrozumienie relacji między cechami	W większości przypadków selekcja odbywa się w oparciu o liczne cechy, istotna jest ocena zarówno wartości poszczególnych cech, jak i pozytywnych i negatywnych korelacji genetycznych

Ze względu na te potrzeby uważa się, że żaden zespół w Europie nie może teraz sam sobie poradzić z nowymi wyzwaniami: problemy są globalne i takie będą również rozwiązania. Dla wielu gatunków, będących dzisiaj i być może jutro przedmiotem zainteresowania, nie istnieją granice; handel leśnym materiałem rozmnożeniowym w Europie jest otwarty; problemy klimatyczne i problemy z organizmami szkodliwymi mają zasięg europejski. Ponadto wszyscy hodowcy są świadomi wzrastającej złożoności hodowli selekcyjnej i trudności w zapanowaniu nad całym postępem naukowym i technicznym, z którego mogliby skorzystać w swoich działaniach. Jednocześnie jest już jasne, że wiele krajów z trudem może uzasadnić koszty hodowli selekcyjnej ze względu na zbyt ograniczony dla leśnego materiału rozmnożeniowego rynek regionalny czy krajowy. Wreszcie, z powodu długookresowych perspektyw i integracji działań selekcyjnych wszystkie instytuty krajowe podczas realizacji swoich programów napotykać jednocześnie lub kolejno podobne problemy strukturalne: utratę masy krytycznej specjalistów, ograniczanie budżetu, zmianę zainteresowań niektórych partnerów w łańcuchu hodowli selekcyjnej, modę w zakresie odnowień i zalesień, brak zainteresowania ze strony środowiska politycznego itp. Te wzloty i upadki poważnie utrudniają działalność.

Wszystko to przekonuje, że konieczna jest **bliższa współpraca między specjalistami oraz współdziałanie (synergia) między programami hodowli selekcyjnej.**

Istnieje także inna nagląca potrzeba: spektakularne oddziaływanie zanieczyszczeń i kwaśnych deszczów, obserwowane w niektórych lasach Europy Środkowej i Wschodniej w latach 80. ubiegłego wieku. Obecny, wywołany zmianami klimatu, wielkoobszarowy zanik sosny wydmowej na zachodnim wybrzeżu Ameryki Północnej, zamiana świerka pospolitego na daglezję w następstwie częstszych susz w okresie letnim w zalesieniach we Francji oraz kilka podobnych przypadków, które mogłyby również zostać przytoczone, pokazują, jak silnie i szybko tego rodzaju zdarzenia mogą modyfikować krajobraz leśny i gospodarkę, co wymaga od hodowli selekcyjnej adekwatnych i niezwłocznych rozwiązań. Mniej spektakularna, ale nie mniej niepokojąca dla hodowców i leśników, jest kwestia dostosowania wyselekcjonowanych genotypów rosnących obecnie w plantacjach nasiennych oraz masowo obecnie produkowanego w nich leśnego materiału rozmnożeniowego do zmieniających się warunków klimatycznych i potrzeb gospodarczych. Na rycinie 1 ukazano zmiany średniej temperatury na półkuli północnej w ciągu ostatnich dwóch stuleci i postępujący od lat 40., z przyspieszeniem od lat 80. ubiegłego wieku, wzrost temperatur. Jednocześnie w dolnej części ryciny przedstawiono daty założenia plantacji różnych gatunków w Europie. Większość plantacji (między 60 a 100%) założono przed dekadą lat 80. z materiału wyselekcjonowanego (10–15–20 lat wcześniej), podczas okresu chłodniejszego i wilgotniejszego od warunków dzisiejszych. Czy możemy mieć pewność, że ten leśny materiał rozmnożeniowy będzie równie przydatny w warunkach cieplejszego i bardziej suchego klimatu?



Rycina 1. Zmiany średniej temperatury na półkuli północnej oraz daty założenia większości plantacji nasiennych w Europie (z bazy danych genetycznych TREEBREDEX, dane na podstawie 750 plantacji nasiennych)

DLACZEGO MUSIMY POŁĄCZYĆ SIŁY?

Podstawowym powodem jest prawdopodobnie – po pierwsze – podzielenie się postępem i osiągnięciami w zakresie działań selekcyjnych w ostatnich dekadach. Instytuty wypracowały umiejętności i zdobyły doświadczenie w ogólnych, ale też uzupełniających kwestiach naukowych i technicznych, skupiając się zazwyczaj na specyficznych zagadnieniach priorytetowych, wynikających z kontekstu lokalnego.

Jednakże, gdy krytycznie rozpatrzy się wszystkie działania naukowe prowadzone w odniesieniu do podstawowych działań powtarzających się w kolejnych cyklach hodowli selekcyjnej, zaskakujące, a nawet niepokojące jest to, jak rzadko były one wdrażane w wielu programach hodowlanych w Europie (ryc. 2). Na przykład, ile zespołów obecnie wykorzystuje krzyżowanie kontrolowane, rozmnażanie wegetatywne, selekcję wspomaganą markerami? Ile wyznaczono stref hodowlanych i utworzono populacji hodowlanych? Niemal wszystkie kraje wydały ogromne środki na propagowanie metod *in vitro* wraz z ciągłym rozwijaniem technik: ile z tych krajów praktycznie je wykorzystuje?



Modelowanie obradzania plantacji
Rozmnażanie wegetatywne (ukorzenie, *in vitro*)

Rycina 2. Schemat selekcji cyklicznej, wykorzystywany w wielu programach hodowli selekcyjnej: postęp naukowy i/lub techniczny osiągnięty w każdym etapie

Drugim powodem łączenia wysiłków jest zapewnienie ich większej skuteczności. Na przykład w badaniach przeprowadzonych przez Danuseviciusa et al. (2011) w ramach unijnego projektu TREEBREEDEX, dotyczącego strategii hodowlanych, zidentyfikowano kilka niezgodności obniżających efektywność podejmowanych działań (tab. 2).

Tabela 2. Niektóre niezgodności wykazane w programach hodowli selekcyjnej, osłabiające ich skuteczność

Metoda hodowlana	Obserwowany fakt	Ryzyko
Zamknięta długookresowa populacja hodowlana	Selekcja wewnątrzrodowa (15 z 20)	Utrzymanie zróżnicowania genetycznego
Rekombinacja genotypów	Obcopenność zamiast zapylenia kontrolowanego	Kontrola pokrewieństwa
Selekcja jednostopniowa vs dwustopniowa	Testowanie potomstwa vs testowanie klonów	Zysk genetyczny na jednostkę czasu
Hodowla selekcyjna vs powielanie populacji	49% nierozdzielone	Nieefektywne rozmieszczenie
Strefy hodowlane	Brak uwzględnienia dla 42%; jedynie 22% ma strefy hodowlane wytyczone w oparciu o warunki klimatyczne	Ryzyko ograniczonego dostosowania
MAS / symulacja	4% / 6%	

(na podstawie 115 programów hodowli selekcyjnej, 28 gatunków drzew leśnych z 19 krajów UE)

Trzecim powodem jest potrzeba skuteczniejszego podejmowania wspólnych wyzwań społeczno-ekonomicznych i środowiskowych. Połączenie działań w zakresie oceny wartości fenotypowej i genotypowej spowoduje szybszy postęp w selekcji wspomaganej technologiami „omics” w odniesieniu do najważniejszych gatunków leśnych. Wdrożenie „wspieranej” migracji gatunków oraz transferu nasion w dużym stopniu wesprze wysiłki służące lepszemu poznaniu plastyczności i zdolności adaptacyjnej gatunków. Będzie to korzystne także dla kilka innych priorytetów zidentyfikowanych przez europejskich specjalistów w odniesieniu do zagadnień będących w zakresie wspólnych zainteresowań (Forest Tree Breeding in Europe, Springer; badanie TREEBRE-EDEX) (tab. 3).

JAK POŁĄCZYĆ WYSIŁKI?

Oprócz wspólnych projektów badawczych z zakresu hodowli selekcyjnej i genetyki, wspieranych przez instytucje krajowe i międzynarodowe, z reguły realizowanych w krótkich okresach (maksymalnie 4 lata), społeczność hodowców potrzebuje bardziej stabilnych ram umożliwiających realizację wieloletnich programów zarządzania zasobami genowymi i pokonywania niepewności strukturalnych na poziomie krajowym, jak to wspomniano wcześniej.

Poprzez programy ramowe Unia Europejska daje unikalne możliwości poprawy struktury europejskiej przestrzeni badawczej, w szczególności dzięki wspieraniu infrastruktury badawczej i działań służących tworzeniu sieci. Ich celem jest zacieśnienie współpracy między zespołami badawczymi przez ułatwienie dostępu do najnowocześniejszych urządzeń badawczych, wspieranie działań służących tworzeniu sieci oraz poprawę usług. Istotnym celem jest stworzenie sieci niezależnej infrastruktury wspierającej działalność badawczą. W odniesieniu do hodowli selekcyjnej i leśnictwa wybrane i sfinansowane przez Unię Europejską zostały dwa projekty infrastrukturalne.

Pierwszy z nich, TREEBREEDEX (2006–2011), realizowany w ramach 6. Programu Ramowego (<http://treebreedex.eu/>), miał na celu połączenie w sieć głównych instytucji w dziedzinie hodowli selekcyjnej drzew leśnych w Europie. Służył zgromadzeniu najnowszych działań naukowych i technicznych związanych z zarządzaniem zasobami genetycznymi, ekspertyzami, metodologiami, urządzeniami eksperymentalnymi, regulacjami, dającymi szeroki przegląd zasobów dostępnych w całej Europie dla celów badań i operacji związanych z hodowlą selekcyjną, ale także pozwalających na zidentyfikowanie słabych punktów i braków w wiedzy oraz potrzeb określonych przez specjalistów. W zakres Projektu wchodziły 4 główne zagadnienia:

- 1) geograficzna struktura genetycznej zmienności gatunków: **wytyczenie stref hodowli selekcyjnej w Europie;**

Tabela 3. Obszary i zagadnienia wspólne dla realizowanych w Europie programów hodowli selekcyjnej

Wybrane zagadnienia	Świerk pospolity	Świerk sitkajski	Sosna zwyczajna	Modrzew europejski	Daglezja zielona	Klon jawor	Jesion wyniosły	Czereśnia ptasia
Różnorodność genetyczna				X w skali europejskiej		X	X	X i strefy marginalne
Klimat / adaptacja	Normy reakcji dla B/C/ST		Fizjologia / GxE (interakcje genetyczno-środowiskowe)	Normy reakcji	Mróz / susza	Susza / mróz	fenologia, mróz, susza GxE (interakcje genetyczno-środowiskowe)	Fenologia, susza
Szkodniki	zgnilizna korzeniowa / zamieranie świerka						Chalara (genetyczne i środowiskowe)	
Drewno	nieniszczący			Mechaniczne i trwałość	Mechaniczne i trwałość	Układ włókien		X
Wczesna selekcja		MAS Blup	MAS i czynniki predykcyjne					
Wspólne protokoły			X	X	X			

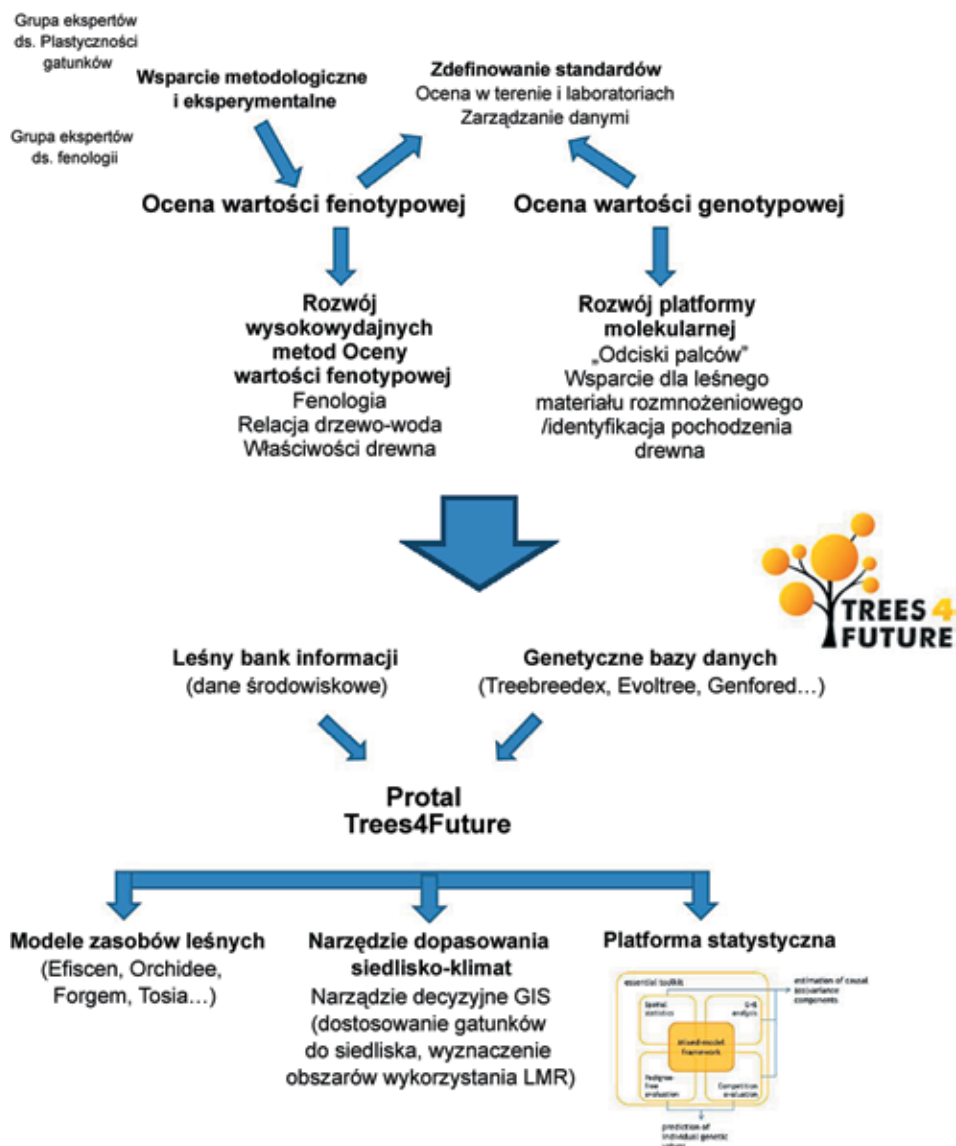
Wspólna ocena	X			GxE (interakcje genetyczno-środowiskowe)	Plantacje nasienne	Plantacje nasienne / próby UE	Pochodzenie i klony		Plantacje nasienne i klony
Rozmnażanie płciowe	Przyspieszenie	Przyspieszenie	Przyspieszenie	X	X większa wydajność mieszańców	zarządzanie plantacjami nasennymi	odtworzenie plantacji nasennych	wspólne plantacje nasienne	Krzyżowanie kontrolowane
Rozmnażanie wegetatywne	X	Wydajność	X	X	X większa wydajność mieszańców	X	Klony		Wspieranie istniejących klonów
Strefy hodowlane / obszary wykorzystania LMR	strefy hodowlane transfer nasion	transfer nasion	X	X	X	X	X	Przegląd rekomendacji	X
Modele ekonomiczne		wagi ekonomiczne							
Długookresowa hodowla selekcyjna	X								

- 2) struktura, organizacja i długookresowe zarządzanie materiałem hodowlanym: **połączone zarządzanie populacjami hodowlanymi**;
- 3) optymalizacja metod i strategii hodowli selekcyjnej: **wspólne rozwijanie działań selekcyjnych i badań genetycznych**;
- 4) masowa produkcja i wykorzystanie wyselekcjonowanego materiału: **dzielenie się wiedzą ekspercką w celu efektywniejszego rozpowszechniania wyselekcjonowanego materiału**.

Był to aktywny okres, podczas którego przeprowadzono wiele działań (np. „Programy/strategie selekcyjne w całej Europie”, „Zasoby genetyczne”, „Regulacje krajowe”, „Doświadczenia w zakresie transferu nasion”, „Urządzenia eksperymentalne”, „Metodologie”, „Koszty/korzyści wspólnych działań”), po których zazwyczaj odbywały się seminaria i warsztaty (np. „Zdolność adaptacji/plastyczność”, „Zmienność genetyczna i potencjał adaptacyjny gatunków”, „Długookresowe strategie hodowlane”, „Wyznaczanie stref hodowli selekcyjnej”, „Hodowla selekcyjna gatunków w Europie”, „Rozmnazanie wegetatywne”, „Plantacje nasienne”, „Dostęp i udział w korzyściach z leśnych zasobów genetycznych”, „Odmienność, jednolitość i stabilność”, „Zainteresowanie siecią powierzchni eksperymentalnych dla społeczności naukowej”, „Optymalne rozpowszechnianie i użytkowanie leśnego materiału reprodukcyjnego”, „Spółdzielnia hodowlana” oraz „Wspólne działania”). Opublikowanych zostało kilka raportów (np. „Hybrydyzacja interspecyficzna”, „Selekcja fenotypowa”, „Regiony pochodzenia”, „Wytyczne dla jakości genetycznej leśnego materiału rozmnożeniowego”, „Mapa drogowa wspólnych działań hodowli selekcyjnej”). Podjęto wysiłki zmierzające do standaryzacji metodologii. Wśród głównych wyników można wymienić stworzenie bazy danych zasobów genowych TREEBREEDX oraz wydanie książki pt. „Forest Tree Breeding in Europe: Current State-of-the-Art and Perspectives”. Obie inicjatywy dobrze podsumowują ogromne zasoby i wiedzę (biologiczną, techniczną), dostępne w całej Europie w zakresie genetyki i hodowli selekcyjnej drzew leśnych, ale także jej rozproszenie i niezorganizowanie na poziomie europejskim².

Drugim projektem jest Trees4Future (2012–2015), Inicjatywa Zintegrowanej Infrastruktury (I3) w ramach 7. Programu Ramowego, <http://www.trees4future.eu/>), który wybiega kilka kroków do przodu przez poszerzenie zakresu dla społeczności naukowej, obejmującej nie tylko specjalistów z dziedziny hodowli, ale także z innych dyscyplin leśnictwa, udostępnianie urządzeń badawczych społeczności naukowej, rozwijanie i/lub udoskonalanie nowych narzędzi wspierających badania i wzmacnianie działań sieciowych. Istotę projektu stanowią ogólne działania związane ze zbieraniem danych, standaryzacją, archiwizacją, zarządzaniem, analizą i modelowaniem (ryc. 3). Te unikalne i oczekiwane narzędzia są kamieniem węgielnym rozwoju samodzielnej sieci infrastruktury badawczej.

² Na prośbę autor udziela dostępu do zasobów TREEBREEDX (baza danych, dokumenty).



Rycina 3. Główne narzędzia i działania z zakresu tworzenia sieci obecnie rozwijane w projekcie Trees4Future służące wspieraniu badań leśnych i hodowli selekcyjnej

PERSPEKTYWY

W przeszłości wspólne prowadzenie eksperymentów dzięki inicjatywom IUFRO (testowanie proveniencji głównych gatunków drzew leśnych) i obecnie

dzięki projektom badawczym UE (Eudirec, Walnut-Brain, Larch, RAP, Geniality, Oak-Flow itp.), ale także na poziomie bilateralnym, zawsze stanowiło silne i wartościowe wsparcie dla badań genetycznych i selekcyjnych na poziomie międzynarodowym. Niestety, opierało się ono na osobistych inicjatywach i dobrej woli uczestników i nigdy nie gwarantowało niezbędnej stałości po upływie okresu realizacji projektu (3–4 lata) oraz poziomu standaryzacji umożliwiającego osiągnięciu celów. Wart przytoczenia jest przykład doświadczeń proveniencyjnych, ponieważ odzwierciedla mocne i słabe strony takich inicjatyw (tab. 4).

Tabela 4. Silne i słabe strony międzynarodowych sieci genetycznych badań terenowych

Silne strony	Słabe strony	Środki zaradcze
Testowanie kilkudziesięciu populacji/genotypów z naturalnego zasięgu gatunku	Różne techniki i daty utworzenia	Produkcja siewek w jednym miejscu
Prowadzenie eksperymentów na wielką skalę w różnych środowiskach w całej Europie	Różne praktyki zagospodarowania (początkowe zagęszczenie, cięcia pielęgnacyjne) wpływające na wzrost i inne cechy	Wspólny protokół dla założenia i zagospodarowania upraw
Ocena wielu cech	Niestandaryzowane techniki i różne daty oceny	Standaryzacja technik oceny
(Długo-) czasowe serie środków	Niepewny okres trwania eksperymentu	Połączona odpowiedzialność za prowadzenie eksperymentów
Szerokie zainteresowanie dużej społeczności naukowej, wykraczające poza hodowców selekcyjnych i genetyków	Rozproszone zbiory danych i mała dostępność, niezabezpieczone przechowywanie w czasie	Bezpieczne archiwum wszystkich zbiorów danych w dostępnej międzynarodowej bazie danych

Dynamika osiągnięta przez dwa badawcze projekty infrastrukturalne – TRE-EBREEDEX i Trees4Future, otrzymane niedawno lub wciąż otrzymywane wartościowe wyniki, uznanie wspólnej wiedzy specjalistycznej i uzupełnianie się w całej Europie, jak również dostrzeżenie wzrastającej złożoności hodowli selekcyjnej – to wszystko zwiększyło świadomość hodowców europejskich w odniesieniu do potrzeby połączenia sił w sposób bardziej elastyczny i trwały. Wizją dalszego działania jest teraz budowanie na sukcesach i postępach dokonanych podczas tych 8–9 lat i utworzenie wirtualnego Europejskiego Centrum Hodowli

Selekcyjnej Drzew (European Tree Breeding Centre), które mogłoby wspierać wspólne badania w zakresie genetyki i hodowli oraz wspólne działania hodowlane, z dążeniem do pewnych form spółdzielni badawczej, jak to udało się zrobić w Ameryce Północnej (USA, Kanada), Nowej Zelandii i Australii.

Wartość dodaną stanowić będzie łatwiejszy dostęp do istniejącej uzupełniającej infrastruktury badawczej, większe możliwości rozszerzania eksperymentów w bardziej odmiennych środowiskach, łatwiejsza wymiana zasobów genowych z całego naturalnego zasięgu gatunków; zabezpieczone archiwum zbiorów danych ze wspólnych eksperymentów przez dedykowane nowoczesne urządzenia i narzędzia (laboratoria serwisowe, obliczenia statystyczne, platformę modelowania, bazy danych itp.); z połączonych inicjatyw w zakresie ochrony zasobów genowych i dziedzictwa eksperymentalnego; przez inicjatywy służące ułatwieniu transferu wiedzy (seminaria międzynarodowe, warsztaty, szkolenia); przez lepszą integrację działań; przez standaryzację procedur ułatwiających analizy danych itp.

Ogólne i realizowane we wspólnym interesie inicjatywy podejmowane w tym kontekście nie powinny pozostawać w konflikcie i ingerować w zainteresowania krajowe/instytucjonalne oraz lokalne organizacje; działając w ich ramach powinno się przestrzegać praw własności intelektualnej itp. Europejskie Centrum powinno działać i być uznane przez organizacje międzynarodowe jako odpowiednia reprezentacja społeczności hodowców oraz bronić ich interesów.

Istnieje obszar dla wspólnych programów hodowli selekcyjnej w Europie: z pewnością dla pojawiających się nowych gatunków, będących przedmiotem wspólnego zainteresowania (np. niektóre drzewa owocowe, akacja) i dla których nie ma programu selekcji, ale również dla niektórych gatunków wystarczająco dobrze uwzględnionych w programach selekcji, które jednak z trudnością znajdowałyby uzasadnienie ekonomiczne na poziomie międzynarodowym (np. jesion wyniosły, modrzew europejski, czereśnia ptasia). Jest tu także miejsce dla niektórych intensywnie hodowanych gatunków wymagających większych wysiłków naukowych i technicznych, wykraczających poza możliwości krajowe. Profilowanie takich połączonych programów hodowlanych będzie zależało od poszczególnych gatunków, przede wszystkim rozważenia ich biologicznych możliwości i celów hodowlanych, uzupełniania się między zespołami itp. i może być kontynuowane przez bliższą współpracę między dwoma lub więcej partnerami w danej strefie biogeograficznej Europy, odpowiadającej strefie hodowli selekcyjnej lub obszarowi wykorzystania leśnego materiału rozmnożeniowego.

Panuje przekonanie, że zarówno projekt TREEBREEDEX, jak i Trees4Future, powoli przygotowują grunt do bliższej i efektywniejszej współpracy pomiędzy hodowcami drzew leśnych i genetykami w Europie, działając na korzyść lasów europejskich i gospodarki leśnej. Do rozpoznania pozostaje kwestia, czy jest już gotowość do postawienia kolejnego kroku w stronę integracji.

WNIOSKI

Spośród działalności człowieka w lesie hodowla selekcyjna wywarła z pewnością jeden z największych wpływów na produkcję drewna i przez to gospodarkę leśną, ale także zachowanie zasobów genetycznych. Udoskonalone bazy nasienne – zazwyczaj w pierwszej generacji – istnieją dla wszystkich głównych gatunków drzew leśnych i są przeważnie wykorzystywane do odnowień i zalesień. Wdrożenie długoterminowych programów hodowli selekcyjnej w nowym kontekście społeczno-gospodarczym i środowiskowym oznacza większą niż kiedykolwiek wcześniej elastyczność i oddziaływanie, lepszą integrację wiedzy naukowej i technicznej oraz szersze podejście interdyscyplinarne, pod jednym warunkiem: gwarancji trwałości prowadzenia programów w długiej perspektywie. Bliższa współpraca między zespołami w Europie jest niezbędna do poprawy efektywności i trafności podejmowanych działań gospodarczych. Projekty badawczo-rozwojowe Unii Europejskiej, a w szczególności program sieci infrastruktury badawczej, stanowią szansę rozwinięcia wspólnej platformy badań i rozwoju – Europejskiego Centrum Hodowli Selekcyjnej Drzew.

LITERATURA

- Danusevicius et al. 2011. Efficiency of tree breeding strategies in Europe. Report from the Questionnaire „Testing strategies in tree breeding” Treebreedex document 881.
- Lesgourgues Y. 2002. L'amélioration génétique du pin maritime en Aquitaine: un impact économique significatif. Forêt-entreprise 148: 41–43.
- Mertens et al. 2009. Survey of methodological tools for optimal organisation and management of breeding populations for long-term breeding. Treebreedex document 628.
- Pâques L.E. 2013. Forest Tree Breeding in Europe: Current State-of-the-Art and Perspectives. Springer; 527 pp.

Marek Berft*, Kazimierz Szabla,
Wojciech Wesoty*****

- * Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych w Warszawie
- ** Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Katowicach
- *** Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Kierunki rozwoju szkółkarstwa leśnego

Nowoczesne nasiennictwo i szkółkarstwo, funkcjonujące w Lasach Państwowych, stanowi podwaliny w procesie kształtowania naszych lasów. Reorganizacja, przeprowadzona w Lasach Państwowych w latach siedemdziesiątych, wymusiła i przyspieszyła proces wdrażania nowych rozwiązań organizacyjnych i technologicznych w szkółkarstwie leśnym. Połączenie kilku nadleśnictw w jedno duże gospodarstwo leśne, posiadające pewną samodzielność finansową, umożliwiło koncentrację produkcji szkółkarskiej, tworząc warunki do jej mechanizacji oraz specjalizacji. Procesowi temu towarzyszyło stałe podnoszenie poziomu wiedzy szkółkarzy. To w tym okresie kształtował się model wielkopowierzchniowej, centralnej szkółki, składającej się z kilku, lub rzadko kilkunastu, kwater o przeciętnej powierzchni ok. 1 hektara, rozdzielonych kulisami drzewostanu lub pasami przeciwwietrznymi. Następował ciągły rozwój wiedzy związanej ze szkółkarstwem. Olbrzymi wysiłek organizacyjny i nakłady poniesione na stworzenie modelowego systemu szkółkarstwa leśnego, pozwoliły na osiągnięcie poziomu, spełniającego wymogi trwale zrównoważonej gospodarki leśnej, który umożliwia zaliczenie polskiego leśnictwa do czołówki europejskich krajów. Powstanie kompleksu nasienno-szkółkarskiego było możliwe dzięki konsekwentnej realizacji przyjętych kierunków działań we wszystkich jednostkach organizacyjnych Lasów Państwowych oraz odpowiednim wsparciu badań naukowych. Obecnie nadleśnictwa Państwowego Gospodarstwa Leśnego – Lasy Państwowe dysponują siecią szkółek leśnych pokrywających cały kraj oraz nowoczesnym zapleczem technicznym niezbędnym do pozyskiwania, przechowywania oraz przedsięwzięcia przysposabiania nasion.

Polski Model Szkółkarstwa Leśnego powstawał przez wiele dziesięcioleci ubiegłego wieku. Należy jednoznacznie podkreślić konsekwencję działań w tym zakresie Generalnej Dyrekcji Lasów Państwowych. Przez ostatnie dwadzieścia lat niezmiennie, niezależnie od różnych politycznych zawirowań, ten sam zespół, związany z zagospodarowaniem lasu w DGLP, realizował wytyczony program. Program ten dotyczył oczywiście finansowania zakupu sprzętu, nowych technologii, ale także w znacznej części stwarzał możliwości badawcze dla zainteresowanych ośrodków naukowych. Stały kontakt z tymi samymi osobami z DGLP i ich zaangażowanie było gwarancją (co było i jest niezwykle ważne dla ciągłości badań związanych z leśnictwem) dla zespołu badaczy, zajmujących się bezpośrednio lub pośrednio nasiennictwem i szkółkarstwem leśnym, że prowadzone wieloletnie badania będą finansowane, a uzyskane wyniki wykorzystane w praktycznej realizacji nowoczesnego nasiennictwa i szkółkarstwa leśnego. Oceniając współpracę i wspólne dokonania Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych i zespołu naukowców z kilku ośrodków badawczych, można po dwudziestu latach uznać, że ten model współpracy jest godny zauważenia i przyniósł bardzo konkretne efekty. Istotną rolę w transferze i wdrażaniu nowych technologii do szkółkarstwa leśnego odegrali Wojciech Fonder i Marek Berft z Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych. To przede wszystkim dlatego możemy dzisiaj mówić o wypracowanych możliwościach praktycznego działania w zakresie szeroko rozumianych nowoczesnych technologii przechowywania i przedsięwzięcia przygotowania nasion oraz o Polskiej Szkole Szkółkarstwa Leśnego.

Analiza aktualnego stanu szkółkarstwa dała podstawy do stwierdzenia, że Polski Model Szkółkarstwa Leśnego wymaga jednak korekt, w celu lepszego dostosowania do zmieniających się zadań hodowlanych, racjonalnego wykorzystywania istniejącego potencjału, a także w związku z potrzebą unowocześnienia metod i technologii produkcji. Wykorzystanie możliwości produkcyjnych naszych szkółek w ostatnich latach jest w niektórych RDLP niewłaściwe, a istniejące w tym zakresie różnice należy uznać za nieuzasadnione. Są regionalne dyrekcje, w których na 1 hektar zalesień i odnowień przypada 3,5 ara szkółki oraz takie, w których współczynnik ten jest blisko dwukrotnie wyższy i przekracza 6 arów. Utrzymywanie nadmiernej i źle wykorzystywanej powierzchni szkółkarskiej jest niczym nieuzasadnionym kosztem.

Dlatego decyzją nr 84 dyrektora generalnego Lasów Państwowych, z dnia 7 listopada 2008 roku, powołano zespół zadaniowy w składzie: Marek Berft (DGLP) – przewodniczący zespołu, Wojciech Tarkowski (DGLP) – sekretarz zespołu, Dariusz Guran (Nadleśnictwo Zielona Góra), Piotr Kacprzak (RDLP w Radomiu), Elżbieta Murat (RDLP w Szczecinku), Robert Pabian (Nadleśnictwo Rudy Raciborskie), Andrzej Reguła (Nadleśnictwo Wichrowo), Jacek Zwierzyński (RDLP w Pile) oraz konsultantów: prof. dr hab. Wojciecha Wesolego, prof. dr hab. Stefana Tarasiuka i mgr. inż. Wojciecha Fondera.

Od kwietnia 2009 roku rozpoczęto wdrażanie programu „Kierunki rozwoju szkółkarstwa leśnego w Lasach Państwowych na lata 2009–2015”. Jego podstawowe założenia były następujące:

- 1) szkółki pozostają własnością Lasów Państwowych;
- 2) obowiązuje zasada samowystarczalności produkcji w granicach regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych;
- 3) zmniejszanie powierzchni szkółek, dostosowując ją do poziomu gwarantującego sprzedaż sadzonek przy stale malejącym zapotrzebowaniu;
- 4) stopniowe zwiększanie rozmiaru produkcji sadzonek w technologiach z zakrytym systemem korzeniowym, zwłaszcza dla gatunków hodowanych w systemie polowym, w wieloletnich cyklach;
- 5) zdecydowane ukierunkowanie na jakość materiału sadzeniowego poprzez nie egzekwowanie wydajności z 1 ara szkółki;
- 6) promowanie późnoletniego i wczesnowiosennego odnawiania i zalesiania, szczególnie przy stosowaniu sadzonek kontenerowych;
- 7) stałe podnoszenie wiedzy i kwalifikacji w zakresie nasiennictwa i szkółkarstwa leśnego.

Wszystkie regionalne dyrekcje LP zabezpieczają w pełni swoje zapotrzebowanie na materiał szkółkarski. Generalnie odchodzimy od zasady „szkółka w każdym nadleśnictwie”, zapisanej w starych „Zasadach Hodowli Lasu”.

Na 430 nadleśnictw w Lasach Państwowych, w roku 2007 funkcjonowały 404 szkółki. Po pięciu latach działania „Programu” w 2013 roku produkcję szkółkarską realizują 372 nadleśnictwa. Obecnie 58 jednostek nie produkuje sadzonek we własnych szkółkach.

Wysoki stan wiedzy i zrealizowane technologiczne dokonania w zakresie nasiennictwa i szkółkarstwa nie zwalniają nas z systematycznego, jak to było w ostatnich dwudziestu latach, szukania naukowo udokumentowanych odpowiedzi na pytania ze strony praktyki leśnej i stałego wdrażania wyników badań do praktycznej realizacji, w powiązaniu z unowocześnianiem sprzętu i nowymi zdobyczami technologicznymi.

Mamy świadomość ciągle niewłaściwej produkcji kompostów w znacznej liczbie szkółek leśnych. Corocznie wzrastająca liczba szkółek produkujących dobry kompost, lub decyzja rdLP o zakupie kompostów z firmy, która ma sprzęt i wiedzę, jak komposty przygotować dla szkółek leśnych, pozwala na stwierdzenie, że tak konieczne w szkółkach gruntowych nawożenie organiczne będzie dobrze realizowane.

W ostatnich latach, po opracowaniu możliwości nawilżania sadzonek w chłodniach, dosyć gwałtownie wzrasta liczba chłodni przechowujących sadzonki przez zimę. Dotyczy to zarówno sadzonek kontenerowych, jak i sadzonek z odkrytym systemem korzeniowym. Tendencja ta wydaje się trwała, pomimo już znacznej liczby wysadzanych sadzonek na powierzchni odnowieniowe jesienią.

W połowie lat 90. ubiegłego wieku powstały w Polsce pierwsze szkółki kontenerowe (Kostrzyca 1994 r. i Rudy Raciborskie 1997 r.). Aktualnie w Lasach Państwowych funkcjonuje już 12 szkółek kontenerowych o produkcji rocznej powyżej 1 mln sztuk każda. Ponadto w 15 szkółkach posiadających moduł kontenerowy produkowanych jest od 120 do 850 tys. szt. sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym. Planowana jest budowa nowych szkółek. Aktualnie w Lasach Państwowych produkuje się ponad 40 mln sztuk sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym. Decydując się na produkcję sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym bardzo ważnym jest wybór odpowiedniego pojemnika – kontenera, który determinuje dalsze wyposażenie szkółki i stopień mechanizacji. W polskim szkółkarstwie kontenerowym stosuje się dwa typy pojemników, tj. pojemniki z polipropylenu lub polietylenu oraz pojemniki ze styropianu. Wybór typu pojemnika uzależniony jest od struktury gatunkowej produkcji, cyklu hodowlanego, stopnia mechanizacji i automatyzacji szkółki oraz odległości transportowych i rodzaju transportu sadzonek. Budowa pojemnika powinna maksymalnie zabezpieczać przed deformacją systemu korzeniowego. Hodowla sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym w szkółkach kontenerowych wymaga:

- odpowiedniej jakości substratu, którego głównym składnikiem jest torf wysoki o niskim stopniu rozkładu (10–15%), dużej pojemności powietrznej i wodnej oraz stałym pH,
- bardzo dobrej jakości nasion odpowiednio przysposobionych do wysiewu, dających gwarancje wysokiej udatności siewek,
- odpowiedniego zaopatrzenia w wodę o właściwych parametrach chemicznych,
- w pełni kontrolowanego nawożenia,
- wyposażenia szkółek w przechowalnię nasion, laboratoria nasienne, linie termoterapii żołądki, klimatyzowane tunele foliowe, rampy nawadniające, utwardzone pola zraszania, budynki i budowle oraz linie napełniania, wysiewu, szkółkowania sadzonek i in.

Ze względu na krótki cykl produkcji sadzonek (z reguły jeden okres wegetacyjny), ściśle kontrolowane warunki, złożoność procesu hodowli oraz wysokie koszty i wartość produkcji sadzonek, planowanie w szkółkach kontenerowych wymaga dużej precyzji, między innymi w zakresie:

- ilościowego i rodzajowego planu hodowli sadzonek,
- bilansu potrzeb nasion i harmonogramu przedsięwzięcia ich przygotowania,
- bilansu zapotrzebowania na substrat,
- harmonogramu napełniania pojemników substratem i obsiew kontenerów,
- bilansu potrzeb i harmonogramu zapotrzebowania na kontenery i inne materiały,
- harmonogramu wykorzystania tuneli foliowych,
- bilansu potrzeb i harmonogramu zatrudniania pracowników,

- harmonogramu przeglądów oraz gotowości technicznej sprzętu i urządzeń oraz sporządzania ekonomicznego planu pracy szkółki.

Planując budowę szkółki kontenerowej należy wziąć pod uwagę dotychczasowe doświadczenia, z których wynika, że pojemniki typu kontenera z polipropylenu są bardziej wskazane do gatunków iglastych, dużej wielkości produkcji, mechanizacji i automatyzacji prac. Planując zaś szkółki o produkcji do 3 mln sztuk i głównie gatunków liściastych, optymalne będzie użycie pojemnika ze styropianu.

Sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym, w tym mikoryzowane, przeznaczone są do stosowania w terenach trudnych do odnowienia, a w szczególności w terenach zniszczonych działalnością górnictwem, rekultywowanych w kierunku leśnym, terenach w II i III strefie uszkodzeń przemysłowych, na glebach zdegradowanych, skażonych chemicznie, pożarzyskach czy gruntach porolnych. Do zalet sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym należy:

- możliwość szybkiego reagowania na nieprzewidziany wzrost zapotrzebowania, np. w wyniku kłęski;
- możliwość precyzyjnego planowania rozmiaru hodowli (wyprzedzenie roczne, często kilkumiesięczne);
- intensywność produkcji sadzonek zwiększona około 6-krotnie w stosunku do technologii na szkółkach gruntowych;
- wysoka udatność nasadzeń, zwłaszcza na trudnych powierzchniach (>90%);
- znaczne zmniejszenie nakładów na poprawki;
- skrócenie okresu pielęgnacji co najmniej o 1 rok;
- eliminacja uszkodzeń i strat w wyniku przesuszania systemu korzeniowego;
- zmniejszenie kosztów sadzenia, nawet o 50%, dzięki użyciu specjalnych kosturów;
- lepsza adaptacja sadzonek po posadzeniu, dzięki powolnemu przerastaniu korzeni z bryłki do otaczającej gleby;
- zmniejszenie liczby sadzonych na hektar sadzonek, nawet o ok. 30%.

Ścisłe kontrolowane warunki hodowli oraz użycie stosunkowo sterylnego podłoża (substratu) w szkółkach kontenerowych umożliwiło wdrożenie do praktyki sterowanej mikoryzacji sadzonek. W 1998 roku wdrożono do produkcji polską technologię mikoryzacji opracowaną przez prof. dr hab. Stefana Kowalskiego z UR w Krakowie. Aktualnie dwa laboratoria mikoryzowe (w Banku Genów w Kostrzycy i Nadleśnictwie Rudy Raciborskie) produkują rocznie około 60 tys. litrów biopreparatów mikoryzowych 8 gatunków grzybów głównie z rodzaju *Hebeloma*, *Suillus*, *Rhizopogon* i *Paxillus*. Sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym mikoryzowane grzybami symbiotycznymi umożliwiają efektywne zalesienia i odnowienia na glebach przemysłowych i zdegradowanych oraz w trudnych warunkach górskich. Przeprowadzone badania z zakresu mikoryzacji potwierdzają, że:

- sterowana mikoryzacja sadzonek miała istotny, pozytywny wpływ na różnicowanie się parametrów wzrostowych i żywotność sadzonek;

- sadzonki poddane mikoryzacji na każdym etapie wzrostu w uprawach osiągały większe przyrosty na wysokość i grubość w szyi korzeniowej aniżeli sadzonki niemikoryzowane;
- przeżywalność w uprawach sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym poddanych sterowanej mikoryzacji była przeciętnie o około 5% wyższa w porównaniu do sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym nie poddanych mikoryzacji i o ponad 30% wyższa od przeżywalności sadzonek tradycyjnych, z nagim systemem korzeniowym;
- przeżywalność w uprawach sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym niemikoryzowanych w różnych warunkach środowiskowych była przeciętnie o 18–25% wyższa od przeżywalności sadzonek z nagim systemem korzeniowym;
- im gleba była bardziej zdegradowana, a warunki wzrostu trudniejsze, tym istotniejszy był pozytywny wpływ sterowanej mikoryzacji;
- sadzonki poddane sterowanej mikoryzacji wykazywały znacznie lepsze parametry rozwojowe systemu korzeniowego niż sadzonki niemikoryzowane.

WNIOSKI

1. Dalszy rozwój szkółkarstwa leśnego powinien być ukierunkowany na realizację głównego celu, to jest produkcji dobrej jakości materiału sadzeniowego o odpowiednich pochodzeniach, gwarantującego efekt hodowlany, z uwzględnieniem rachunku ekonomicznego. Cel ten może być skutecznie realizowany zarówno w szkółkach gruntowych, produkujących sadzonki z odkrytym systemem korzeniowym, jak i w szkółkach specjalistycznych, produkujących sadzonki z odkrytym (produkcja w różnego rodzaju korytach) i zakrytym systemem korzeniowym (produkcja kontenerowa).
2. Produkcja materiału sadzeniowego z zakrytym systemem korzeniowym powinna być rozwijana (na skalę lokalną) wszędzie tam, gdzie istnieje przyrodnicze i ekonomiczne uzasadnienie dla stosowania takich sadzonek. Dotyczy to w szczególności terenów zdegradowanych i trudnych. Należy dążyć do dalszego rozwoju technologii mikoryzowania i domikoryzowania sadzonek.
3. Pomimo opanowania technologii produkcji sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym i wybudowaniu kilkunastu nowoczesnych szkółek kontenerowych, podstawę szkółkarstwa leśnego w Polsce stanowić będą szkółki polowe.
4. Zbiór nasion, hodowla sadzonek oraz ich przenoszenie muszą podlegać pełnej kontroli i ciągłemu nadzorowi Lasów Państwowych, w zakresie gwarantującym przestrzeganie obowiązujących w nasiennictwie i szkółkarstwie uregulowań. Procesy prywatyzacji powinny być ograniczone do czynności, które mogą być wykonywane usługowo, ale nie mają wpływu na podstawowe cele produkcji szkółkarskiej.

5. Podnoszenie jakości materiału sadzeniowego wymaga kontynuowania działań rozwojowych w zakresie techniki i technologii, a także zwiększania kwalifikacji pracowników Lasów Państwowych odpowiedzialnych i realizujących prace z zakresu nasiennictwa i szkółkarstwa. Postęp technologiczny w szkółkarstwie leśnym, niezależnie od rodzaju technologii, jest procesem pożądanym i powinien być stymulowany i utrzymywany poprzez wprowadzanie nowych rozwiązań i wdrażanie wyników badań naukowych.
6. Koordynatorem produkcji szkółkarskiej jest dyrektor regionalnej dyrekcji LP, który sprawuje nadzór nad realizacją „Regionalnego Programu Szkółkarskiego”, określa odpowiedniej wielkości produkcję szkółkarską na potrzeby nadleśnictw, koordynuje zagadnienia związane z budową i likwidacją szkółek, działaniami inwestycyjnymi, w tym technologicznymi.
7. Przy wyborze technologii produkcji sadzonek należy kierować się kosztem sumarycznym uzyskania efektu hodowlanego np.: całkowitym kosztem wprowadzenia uprawy, a nie tylko kosztem produkcji sadzonek. Produkcja sadzonek nie jest bowiem celem samym w sobie, a jedynie jednym z etapów w hodowli lasu.
8. Nowe kierunki w szkółkarstwie winny w większym stopniu uwzględniać:
 - produkcję sadzonek o wysokiej żywotności poprzez preferowanie siewu punktowego w szkółkach gruntowych,
 - preferowanie biologicznych metod zwalczania chwastów oraz szkodliwych owadów i grzybów, minimalizując zabiegi chemiczne,
 - zwiększenie udziału nawożenia organicznego, przy właściwej produkcji kompostu,
 - stosowanie w większej skali dolistnego nawożenia mineralnego przy wykorzystaniu nawozów wieloskładnikowych w szkółkach gruntowych,
 - w większym stopniu przechowywanie w chłodniach przez zimę sadzonek gatunków liściastych.

Jan Matras*, Tomasz Grądzki**

* Instytut Badawczy Leśnictwa w Sękocinie Starym

** Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych w Warszawie

Baza nasienna w Lasach Państwowych — stan obecny i perspektywy

WSTĘP

Leśny materiał rozmnożeniowy wykorzystywany w lasach do odnowień i zalesień tworzony jest w ramach realizowanych w Lasach Państwowych programów selekcyjnej hodowli drzew. Hodowla selekcyjna drzew leśnych i nasiennictwo leśne zawdzięczają swój rozwój i znaczenie przede wszystkim dwóm wybitnym postaciom: prof. dr. hab. Stanisławowi Tyszkiewiczowi i doc. mgr inż. Stefanowi Kociękiemu oraz ich wychowankom. S. Tyszkiewicza, autora podręcznika akademickiego „Nasiennictwo leśne”, uważa się za ojca hodowli selekcyjnej drzew leśnych w Polsce (Tyszkiewicz 1934, 1949).

Pierwsze ukierunkowane działania z zakresu hodowli selekcyjnej drzew leśnych podjęto w Polsce już w okresie międzywojennym. Zarządzeniem dyrektora generalnego Lasów Państwowych z 29 grudnia 1933 r. wprowadzono wówczas podział Polski na 8 regionów nasiennych, zalecając również wybór „drzewostanów nasiennych” i określając zasady zbioru, przechowywania i przenoszenia między nadleśnictwami nasion. Praktyczne rozpoczęcie selekcji obiektów nasiennych w Lasach Państwowych (LP) nastąpiło jednak dopiero w latach pięćdziesiątych dwudziestego wieku, m.in. z inicjatywy Zakładu Dendrologii i Pomologii PAN w Kórniku, który w 1959 r. uzyskał zgodę ministra leśnictwa i przemysłu drzewnego na wybór drzew doborowych „aby zachować najlepsze osobniki drzew różnych rodzimych gatunków i form dla gospodarki narodowej” (Archiwum Dendrologii PAN). W późniejszych działaniach selekcyjnych, koordynowanych już przez Zakład Nasiennictwa i Selekcji Instytutu Badawczego Leśnictwa, wykorzystano częściowo opracowane w ZDiP PAN w Kórniku zasady oceny i wyboru drzew doborowych. Formalnie działania w zakresie hodowli

selekcyjnej w LP rozpoczęto w 1959 r., kiedy Ministerstwo Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego wydało zarządzenie o wyborze drzewostanów nasiennych najważniejszych gatunków drzew leśnych. Drzewostany te miały spełnić trzy najważniejsze cele:

- zabezpieczyć najcenniejsze populacje do badań naukowych, przede wszystkim nad zmiennością wewnątrzgatunkową;
- tworzyć podstawową bazę pozyskania nasion, umożliwiającą reprodukcję bogatego zestawu genotypów w rejestrowanych uprawach pochodnych;
- tworzyć bazę do wyboru drzew doborowych i zakładania plantacji nasiennych ze szczepów i plantacyjnych upraw nasiennych z siewek.

PROGRAMY HODOWLANE REALIZOWANE DO 2010 R.

Szersze działania w zakresie tworzenia bazy nasiennej rozpoczęto na początku lat sześćdziesiątych dwudziestego wieku. W pierwszym etapie, przypadającym na lata 1960–1975, prowadzono wybór drzewostanów nasiennych oraz drzew doborowych. W tym czasie wybrano łącznie ok. 3 tys. ha wyłączonych drzewostanów nasiennych, głównie sosny i świerka, oraz ok. 1500 drzew doborowych. Pierwszą plantacyjną uprawę nasienną (modrzewia odmiany polskiej) założono w 1966 r., a plantację nasienną w 1970 r.

W 1975 r., z inicjatywy Naczelnego Zarządu LP i Zakładu Nasiennictwa i Selekcji IBL, opracowano i wdrożono „Program doskonalenia gospodarki nasiennej i wdrażania osiągnięć leśnej genetyki stosowanej w Lasach Państwowych na okres 1975–1990” (1975), w którym po raz pierwszy sprecyzowano zadania rzeczowe do realizacji w jednostkach administracyjnych LP. Program zakładał:

- zwiększenie powierzchni wyłączonych drzewostanów nasiennych do 12 300 ha,
- zwiększenie powierzchni gospodarczych drzewostanów nasiennych do 240 tys. ha,
- zwiększenie liczby drzew doborowych do 5300,
- zwiększenie powierzchni plantacji nasiennych do 495 ha i plantacyjnych upraw nasiennych do 300 ha,
- założenie 10 000 ha upraw pochodnych.

W ramach realizacji „Programu”:

- wybrano 13344 ha wyłączonych drzewostanów nasiennych, w tym 5487 ha sosny zwyczajnej, 1907 ha świerka pospolitego, 1123 ha jodły pospolitej, 356 ha modrzewia europejskiego, 104 ha jedlicy zielonej, 53 ha sosny czarnej, 11 ha sosny wejmutki, 1776 ha dębu szypułkowego, 91 ha dębu bezszypułkowego, 1736 ha buka zwyczajnego, 365 ha olszy czarnej, 84 ha jesionu wyniosłego, 169 ha brzozy brodawkowatej, 68 ha lipy drobnolistnej i 2 ha klonu jaworu,

- wybrano 4890 drzew doborowych, w tym 2550 drzew sosny zwyczajnej, 401 drzew świerka, 130 drzew jodły, 778 drzew modrzewia, 334 drzewa jodlicy zielonej, 216 drzew sosny czarnej, 35 drzew dębu, 25 drzew buka, 150 drzew brzozy, 71 drzew osiki, 118 drzew olszy czarnej, 44 drzewa jesionu i 33 drzewa lipy,
- założono 528 ha plantacji nasiennych i 370 ha plantacyjnych upraw nasiennych,
- zakwalifikowano 225 000 ha gospodarczych drzewostanów nasiennych,
- założono 15 324 ha upraw pochodnych.

W 1988 r. ukazało się zarządzenie nr 7 naczelnego dyrektora Lasów Państwowych z dnia 7 kwietnia 1988 r. w sprawie selekcji drzew leśnych dla potrzeb nasiennictwa leśnego, określające szczegółowo zasady wyboru, zagospodarowania, prowadzenia i wykorzystania wyłączonych drzewostanów nasiennych i gospodarczych drzewostanów nasiennych, wyboru i wykorzystania drzew doborowych, projektowania, zakładania, prowadzenia i wykorzystania plantacji i plantacyjnych upraw nasiennych oraz zakładania i prowadzenia upraw pochodnych (Kocięcki 1988).

Kontynuacją tych działań był wdrożony do realizacji w LP w 1991 r. „Program zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew leśnych w Polsce na lata 1991–2010”, znowelizowany w roku 2000 (Matras i in. 1993, 2000). Program ten był kontynuacją dotychczas realizowanych programów hodowli selekcyjnej drzew leśnych i wprowadzał, po raz pierwszy w LP, równoległe działania mające na celu ochronę istniejącej w lasach różnorodności genetycznej.

Zasadniczymi przesłankami wpływającymi na poszerzenie zakresu proponowanego do realizacji programu o ochronę istniejącego zróżnicowania genetycznego były m. in. nasilające się w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku zagrożenia środowiska przyrodniczego, szczególnie zanieczyszczenia przemysłowe, powodujące na znacznych obszarach leśnych procesy chorobowe drzew, pogarszanie się stanu zdrowotnego lasu oraz lokalnie zamieranie drzewostanów, m.in. w Sudetach Zachodnich. Proponowane działania miały w długim okresie czasu przywrócić stan równowagi środowiska przyrodniczego.

Program obejmował następujące strategiczne cele do realizacji:

- zachowanie leśnych zasobów genowych, mających służyć zachowaniu ciągłości procesów ekologicznych w ekosystemach leśnych, a zwłaszcza zapewnieniu trwałości utrzymania lasu i możliwości użytkowania oraz restytucji lasu na siedliskach zdegradowanych lub zniszczonych, a także zachowaniu różnorodności biologicznej i genetycznej dla przyszłych pokoleń;
- doskonalenie bazy nasiennej, mającej zapewnić użytkownikom lasu stałą dostawę leśnego materiału rozmnożeniowego na niezbędnym poziomie jakościowym i ilościowym;

- selekcję drzew leśnych dla zapewnienia intensyfikacji produkcji oraz ulepszenia cech jakościowych, z uwzględnieniem plastyczności i odporności drzew na czynniki biotyczne.

Nowe uwarunkowania funkcjonowania bazy nasiennej w Polsce, wynikające przede wszystkim z wejścia Polski do Unii Europejskiej, spowodowały konieczność dostosowania zasad tworzenia i wykorzystania leśnej bazy nasiennej do zasad obowiązujących w UE. Opracowano i wdrożono do praktyki w 2006 r. zarządzenie Nr 7A w sprawie ochrony leśnych zasobów genowych na potrzeby nasiennictwa i hodowli drzew leśnych (Burczyk i in. 2003; Fonder i in. 2003, 2007; Matras, Fonder 2006).

Realizacja programu zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew leśnych w Polsce w latach 1991–2010

Zadania rzeczowe do realizacji przez poszczególne regionalne dyrekcje LP w ramach programu na lata 1991–2010 obejmowały:

- zwiększenie powierzchni wyłączonych drzewostanów nasiennych do 15 700 ha,
- utrzymanie powierzchni gospodarczych drzewostanów nasiennych na poziomie 220 000 ha,
- zwiększenie liczby drzew doborowych (matecznych) do 9270,
- założenie 1160 ha plantacji nasiennych oraz 800 ha plantacyjnych upraw nasiennych,
- założenie 50 000 ha upraw pochodnych (Kocięcki 1990; Matras 1991, 1996; Matras i in. 1993, 2000).

Na koniec realizacji „Programu” bazę nasienną w LP stanowiło:

- 3581 źródeł nasion, głównie gatunków domieszkowych drzew,
- 216 707 ha drzewostanów znanego pochodzenia,
- 1260 drzewostanów wyselekcjonowanych (WDN), o łącznej powierzchni 16734 ha,
- 9775 drzew matecznych,
- 200 plantacji nasiennych o łącznej powierzchni 1260 ha,
- 103 plantacyjne uprawy nasienne o łącznej powierzchni 699 ha.

Uprawy pochodne

W programie hodowli selekcyjnej drzew leśnych przyjęto, że całość efektów hodowlanych uzyskanych w wyniku prowadzenia selekcji stosowanej w LP zapewni zakładanie upraw pochodnych z wyselekcjonowanego materiału. Stąd tak duży nacisk położono na właściwą realizację bloków upraw pochodnych i wielkość zadań. Zaplanowano, że do 2010 r. powinno być założone 50 000 ha upraw

pochodnych, natomiast faktycznie założono ponad 62 000 ha upraw pochodnych podstawowych gatunków drzew leśnych.

Drzewostany zachowawcze

Najważniejszymi kryteriami kwalifikacji drzewostanów do zachowania była rodzimność pochodzenia, określona na podstawie wieku (co najmniej 150 lat w przypadku gatunków iglastych i 200 – liściastych), żywotność świadcząca o dostosowaniu do warunków lokalnych oraz jakość hodowlana. Zakwalifikowane w ten sposób drzewostany stanowią obiekty wyjątkowo cenne z punktu widzenia ochrony zasobów genowych, ponieważ są to pozostałości naturalnych populacji, dostosowanych do wzrostu w miejscowych warunkach wielopokoleniową selekcją naturalną. Do 2010 r. we wszystkich regionalnych dyrekcjach LP zakwalifikowano 210 populacji zachowawczych, w tym 126 drzewostanów sosny zwyczajnej, 17 drzewostanów świerka pospolitego, 5 drzewostanów modrzewia europejskiego, 13 drzewostanów jodły pospolitej, 29 drzewostanów dębu szypułkowego, 4 drzewostany dębu bezszypułkowego, 10 drzewostanów buka zwyczajnego. Łączna powierzchnia obiektów zachowawczych w LP wynosi 3157 ha. Z zakwalifikowanych obiektów zachowawczych założono dotychczas 866 ha upraw zachowawczych.

Drzewostany zachowawcze kwalifikowano również w parkach narodowych, gdzie wybrano 117 populacji drzew i krzewów do ochrony leśnych zasobów genowych o łącznej powierzchni 2539 ha.

Program testowania potomstwa leśnego materiału podstawowego (LMP)

Realizację „Programu testowania potomstwa wyłączonych drzewostanów nasiennych drzew doborowych plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych” w Lasach Państwowych rozpoczęto w 2005 r., po podpisaniu w dniu 31 grudnia 2004 r. zarządzenia nr 85 przez dyrektora generalnego Lasów Państwowych w sprawie realizacji w jednostkach organizacyjnych LP programu testowania potomstwa LMP.

Cel i zakres testowania

Celem testowania potomstwa drzew leśnych prowadzonego w ramach hodowli selekcyjnej (Barzdajn i in. 2004) jest określenie wartości genetycznej i hodowlanej składników leśnego materiału podstawowego, który jest wykorzystywany w gospodarce leśnej, tj. drzewostanów nasiennych, plantacji nasiennych, drzew matecznych, klonów i mieszanek klonów (Rozporządzenie ministra środowiska z 23 kwietnia 2004; Ustawa z 7 czerwca 2001), opracowanie zasad racjonalnego wykorzystania bazy nasiennej przez określenie obszaru możliwego

transferu według przyjętych zasad regionalizacji nasiennej (Załęski i in. 2000, Fonder 2001, rozporządzenia ministra środowiska z 25 października i z 2 listopada 2006.), a także modyfikowanie tych zasad dzięki uzyskanym w trakcie testów informacjom genetycznym.

Wyniki testowania posłużą optymalizacji zadań realizowanych w Lasach Państwowych w zakresie zachowania trwałości lasów, tj. doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych i zachowania leśnych zasobów genowych.

Szczegółowymi celami testowania potomstwa są:

- określenie wartości genetycznej i hodowlanej drzewostanów wyselekcjonowanych nasiennych (WDN) i drzew matecznych (DD) oraz plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych (Burczyk i in. 2003),
- kwalifikowanie leśnego materiału podstawowego (LMP), tj. drzewostanów wyselekcjonowanych nasiennych (WDN), drzew matecznych (DD), plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych do kategorii przetestowany,
- weryfikacja istniejących granic regionów pochodzenia i zasad przenoszenia leśnego materiału rozmnożeniowego (LMR),
- opracowanie bazy danych dotyczących charakterystyki genetycznej LMP zarejestrowanego w krajowym rejestrze dla gatunków objętych programem testowania,
- podniesienie wartości handlowej LMR.

Szczegółowe zasady testowania LMP zarejestrowanego w krajowym rejestrze określa rozporządzenie ministra środowiska z dnia 23 kwietnia 2004 r. w sprawie sposobu przeprowadzania testów leśnego materiału podstawowego, potwierdzających spełnienie wymagań niezbędnych do rejestracji leśnego materiału podstawowego w części IV Krajowego Rejestru Leśnego Materiału Podstawowego.

Stan realizacji programu testowania

Pierwsze powierzchnie testujące założono wiosną 2006 r. Były to powierzchnie bukowe. Do końca 2010 r. założono:

- 17 powierzchni testujących wszystkie populacje jodły w Polsce,
- 16 powierzchni testujących większość populacji buka zwyczajnego,
- 12 powierzchni testujących 195 drzew matecznych buka z regionów: I – północnego, i II – środkowego,
- 20 powierzchni testujących drzewa mateczne jodły pospolitej,
- 12 powierzchni testujących drzewa mateczne sosny zwyczajnej z regionów: I – białostockiego, V – pilskiego, i VI – szczecińskiego,
- 12 powierzchni testujących populacje sosny zwyczajnej z regionów: I – białostockiego, II – olsztyńskiego, i IX – radomsko-lubelskiego.

Na wszystkich założonych powierzchniach prowadzone są obserwacje i pomiary zgodnie z opracowaną w „Programie” metodyką testowania.

Infrastruktura techniczna nasiennictwa leśnego

Bez infrastruktury na odpowiednim poziomie technicznym, wspomagającej procesy wyluszczenia, przechowywania, stratyfikowania i oceny nasion, w nasiennictwie niemożliwe jest realizowanie podstawowych zadań, polegających na dostarczaniu szkółkom leśnym stałych ilości nasion o określonym pochodzeniu, jakości i wysokiej wartości hodowlanej. Zapasy tworzone dla pokrycia zapotrzebowania nadleśnictw osiągają przeciętnie w roku wielkość kilkunastu ton nasion samych tylko gatunków iglastych oraz kilku tysięcy ton nasion gatunków drzew liściastych. Dokonującym się w ostatnich latach zmianom, idącym w kierunku naturalizacji procesów gospodarki leśnej, towarzyszy rozwój techniki.

W ostatniej dekadzie ubiegłego wieku powstało wiele nowoczesnych obiektów (wyluszczeni i przechowalni), tworzących system obejmujący cały kraj (ryc. 1). Wdrożono również wiele nowych technologii w dziedzinie pozyskania, oczyszczania, wyluszczenia i przechowywania nasion, np. zbiór z użyciem siatek, oczyszczanie i separacja nasion w systemie IDS i PREVAC, separacja grawitacyjna, odskrzydlanie z użyciem wody, długookresowe przechowywanie nasion buka, dębów, jodły i innych gatunków drzew leśnych, przechowywanie metodami kriogenicznymi. Technologie te są stosowane z wykorzystaniem maszyn i urządzeń producentów polskich oraz zagranicznych.

Budowa i modernizacja obiektów infrastruktury służącej nasiennictwu wymagała wielkiego wysiłku organizacyjnego i logistycznego oraz olbrzymich środków finansowych. Tylko w latach 1995–2005 wydatkowano z funduszu leśnego łącznie ponad 1 miliard złotych na inwestycje i realizację zadań w nasiennictwie i szkółkarstwie.

W latach 1994–1998, w ramach „Programu rozwoju wybranych dziedzin leśnictwa i parków narodowych”, na rozbudowę infrastruktury skierowano dodatkowo środki pożyczki Banku Światowego – 10,4 mln USD, i światowego funduszu środowiska (Global Environmental Fund – GEF) – 5 mln USD.

Zmiany w nasiennictwie leśnym, w stosowanej technice i technologiach, można nazwać skokiem cywilizacyjnym. Zachowane i odrestaurowane zostały także obiekty wybudowane przez naszych poprzedników, m.in. wyluszczenie w Białogardzie, Rucianem, Janowicach Wielkich, Czarnej Białostockiej, Klośnowie i Zwierzyńcu. Dzięki temu w PGL LP stworzone zostały optymalne warunki przechowywania i przysposabiania nasion pozyskiwanych przez nadleśnictwa.

Wyluszczenie i przechowalnie nasion

Prekursorem polskiego wyluszczenia był wspomniany profesor S. Tyszkiewicz, który – na podstawie własnych badań laboratoryjnych i prób w okresie powojennym – sformułował zasady wyluszczenia nasion, wykorzystane następnie przy budowie dziesięciu dwustopniowych wyluszczeni, zwanych później

„typu IBL”. Wszystkie polskie wyluszcarnie stosują system termicznego luszczania szyszek, polegający na stopniowym suszeniu suchym i gorącym powietrzem, począwszy od niskich temperatur. W miarę wysychania szyszek temperatura wzrasta. Obecnie w kraju działa 16 obiektów, w większości nowych lub zmodernizowanych oddanych do użytku po 1990 roku.

Nowoczesne, nowe wyluszcarnie (np. Jarocin, Dukla, Grotniki, LBG Kostrzyca) lub zmodernizowane (Białogard, Czarna Białostocka, Brzesko, Klosnowo, Lasowice, Zwierzyniec) zaopatrzone są w systemy elektronicznego sterowania procesem suszenia szyszek.

Specyfika gospodarstwa leśnego wymaga długookresowego przechowywania dużych ilości nasion różnych gatunków drzew i krzewów w celu zapewnienia regularnego pokrycia potrzeb obsiewu szkółek leśnych. Nasiona na bieżące potrzeby oraz stanowiące rezerwę na lata nieurodzaju umieszczane są w przechowalniach. Z reguły są to przechowalnie nasion drzew iglastych, najczęściej działające przy wyluszcarniach, lub budowane specjalnie dla buka. Prawidłowe przechowywanie nasion sosny zwyczajnej, świerka pospolitego, modrzewia europejskiego, jodły pospolitej, brzozy brodawkowatej, olszy czarnej, buka zwyczajnego i dębów przez kilka do kilkudziesięciu lat stało się możliwe po opracowaniu zasad, określających poziom dopuszczalnej wilgotności nasion i optymalnej temperatury ich przechowywania. Obniżenie wilgotności nasion jest jednym z podstawowych czynników ograniczenia życiowej aktywności nasion, umożliwiającym ich długotrwałe przechowywanie. Suszenie nasion może odbywać się tylko do określonego progu wilgotności, który dla brzozy, olszy, sosny i świerka wynosi 3,5%, jesionu i lipy – 8%, buka, jodły – 8–12%, jaworu – 27%, a dla dębu – 40%. Maksymalna temperatura suszenia nasion dla brzozy, olszy, sosny i świerka nie powinna przekraczać 45°C, dla jodły – 40°C, a dla lipy, jesionu i buka – 25°C. Tradycyjną metodą przechowywania jest zamrożenie podsuszonych nasion w temperaturze -10°C. Niska wilgotność nie niszczy nasion większości gatunków drzew, ale wywołuje spowolnienie aktywności metabolicznej zarówno samych nasion, jak i mikroorganizmów, np. grzybów czy bakterii, które znajdują się w nasionach.

Opracowane technologie pozwalają na kilku- lub kilkudziesięcioletnie przechowanie nasion w kontrolowanych warunkach wilgotności i temperatury powietrza. Jednak nie wszystkie gatunki poddają się podsuszeniu i przechowaniu w niskich temperaturach bez utraty żywotności. Pogarszanie się stanu fizjologicznego nasion niektórych gatunków jest jednym z najważniejszych i najtrudniejszych do rozwiązania problemów w przechowalnictwie materiału nasiennego. Przechowywanie nasion w tradycyjnych warunkach nie zapewnia utrzymania 100% żywotności początkowej nasion po dłuższym czasie.

Jednym ze sposobów przechowania materiału rozmnożeniowego, przede wszystkim gatunków o nasionach szczególnie wrażliwych na podsuszanie z grupy recalcitrant (dąb szypułkowy, klon jawor) oraz gatunków nieregularnie obradzających i których nasiona tracą żywotność w czasie przechowywania (buk

zwyczajny, dęby, jodła pospolita i inne), jest przechowywanie części roślin lub nasion w ciekłym azocie. Kriokonserwacja w LBG Kostrzyca zakłada udoskonalenie metody w celu zwiększenia procentowego przeżycia osi zarodkowych nasion. Opisane zasady stosowane w przechowalnictwie nasion pozwoliły na stworzenie wielu przechowalni, służących do gromadzenia i przechowywania nasion drzew leśnych (ryc. 1). Przechowalnie z kontrolowaną temperaturą i wilgotnością powietrza dla nasion iglastych, należących do kategorii orthodox, lokalizowane są najczęściej przy wyluszczeniach nasion. Nasiona iglaste, z wyjątkiem jodły pospolitej, mogą być przechowywane bez utraty zdolności kiełkowania przez kilkadziesiąt lat, podobnie nasiona brzozy czy olszy. Problemem jest przechowywanie nasion gatunków ciężkonasiennych, takich jak dęby i buk zwyczajny. Opracowane technologie pozwalają na przechowanie żołądzi dębu tylko do trzeciej wiosny po zbiorze, a buka przez cztery lata. Jednak waga i objętość tych nasion sprawiają, że koszty ich przechowywania są wyższe niż pozostałych gatunków drzew liściastych. Dlatego nie ma przechowalni przeznaczonych specjalnie dla nasion dębu (jedna eksperymentalna przechowalnia dostosowana do nasion dębu działa w Nadleśnictwie Łopuchówko), a przeznaczonych dla buka jest kilka. Najbardziej znane, powstałe w latach 90. ub. wieku, znajdują się w nadleśnictwach Białogard i Dukla oraz Gryfino.

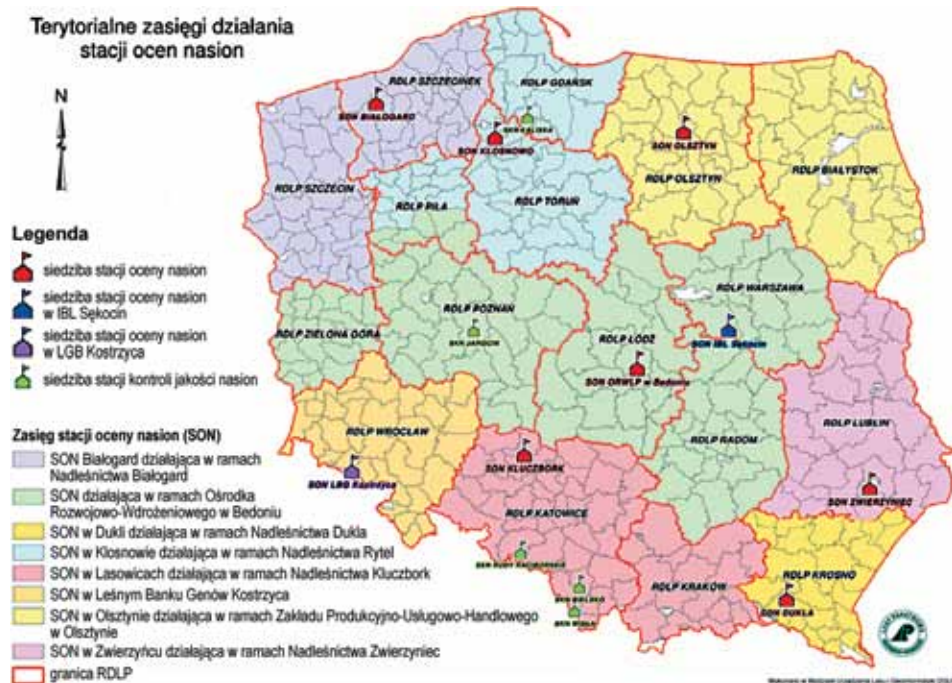


Rycina 1. Infrastruktura techniczna nasiennictwa leśnego w Lasach Państwowych

Stacje oceny nasion i stacje kontroli jakości nasion

Stacje oceny nasion (SON) rozpoczęły działalność w Lasach Państwowych już w latach 30. ubiegłego wieku. Rozwój i wysoki poziom zawdzięczają również prof. S. Tyszkiewiczowi, który zajmował się także problematyką oceny nasion. Metodyka oceny nasion opracowana przez profesora, uzupełniona o nowoczesne metodyki, obowiązuje do dzisiaj. W 1939 r. ukazała się publikacja „Ocena nasion drzew”, opracowanie obejmujące pełną metodykę oceny nasion drzew i krzewów leśnych. W 1996 r. zostały zatwierdzone do użytku służbowego, opracowane w Instytucie Badawczym Leśnictwa przez zespół kierowany przez A. Załęskiego, nowe zasady oceny nasion w Lasach Państwowych, uwzględniające aktualne wyniki badań i przepisy obowiązujące w Unii Europejskiej. Zasady te wzbogacono m.in. o rentgenowskie metody umożliwiające bardzo szybką ocenę nasion bez ich niszczenia. Obecnie w PGL LP obowiązują następujące metody oceny nasion: kielkowania, tetrazolinowa, indygo-karminowa, krojenia i rentgenowska.

Sieć stacji oceny oraz stacji kontroli jakości nasion (SKN), działająca w PGL LP (ryc. 2), pozwala na systematyczne gromadzenie danych o jakości nasion i szyszek z regionów pochodzenia w całym kraju. Statystyczne opracowanie danych wykonuje Instytut Badawczy Leśnictwa. System gromadzonych informacji



Rycina 2. Lokalizacja stacji oceny nasion i stacji kontroli jakości nasion oraz zasięgi działania SON

pozwała na bieżące śledzenie urodzaju i jakości nasion oraz szybkie opracowywanie corocznych komunikatów o przewidywanym urodzaju najważniejszych drzew i krzewów leśnych. Informacje i powstałe dokumenty stanowią podstawę decyzji gospodarczych podejmowanych na wszystkich poziomach zarządzania w Lasach Państwowych. Stacje oceny nasion znajdują się w nadleśnictwach: Białołogard, Zwierzyniec, Dukla, Rytel, Siewierz oraz w LBG Kostrzyca, ORW LP w Bedoniu i ZPUH w Olsztynie. Stacje kontroli jakości nasion działają w nadleśnictwach: Bielsko-Biała, Jarocin, Kaliska, Rudy Raciborskie i Wisła (ryc. 2).

PROGRAM ZACHOWANIA LEŚNYCH ZASOBÓW GENOWYCH I HODOWLI SELEKCYJNEJ DRZEW LEŚNYCH W POLSCE NA LATA 2011–2035

Program uwzględnia następujące założenia:

- 1) jest kontynuacją oraz rozwinięciem realizowanych dotychczas programów, dlatego zostają zachowane zarówno główne cele, jak i sposoby realizacji zadań. Modyfikujący wpływ na realizację zadań w kolejnych programach mogą mieć ponadto rzeczywiste zmiany w aktualnej wiedzy leśnej oraz warunki i sytuacja w leśnictwie.
- 2) obejmuje działania z zakresu zarówno ochrony różnorodności biologicznej, w tym zmienności genetycznej, jak i hodowli selekcyjnej drzew leśnych. Kompleksowe podejście pozwoli na uzyskanie systematycznego postępu w pełnieniu wielorakich funkcji przez zagospodarowywane zbiorowiska leśne, w tym również funkcji produkcyjnych.
- 3) określa zakres działań merytorycznych i rzeczowych, a także działań uzupełniających, do których należą przede wszystkim:
 - badania naukowe, niezbędne do jego realizacji,
 - ochrona zasobów genetycznych także innych roślinnych komponentów ekosystemów leśnych,
 - tworzenie infrastruktury technicznej, służącej właściwej realizacji podjętych działań.

Cele strategiczne

Cele strategiczne przyjęte w 1991 r. w „Programie zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew leśnych w Polsce na lata 1991–2010” w zasadzie nie ulegają zmianom. Priorytety programu na lata 2011–2035 obejmują:

1. ochronę i wzbogacanie istniejącej w lasach różnorodności genetycznej,
2. hodowlę selekcyjną drzew leśnych,
3. tworzenie i utrzymanie leśnego materiału podstawowego na właściwym poziomie ilościowym i jakościowym na potrzeby odnowienia i zalesienia.

Priorytetowe kierunki działania

Ochrona i wzbogacanie istniejącej w lasach różnorodności genetycznej

Zachowanie leśnej różnorodności genetycznej jest konieczne dla zapewnienia ciągłości podstawowych procesów ekologicznych, trwałości utrzymania lasu i użytkowania systemów ekologicznych, restytucji lasów na siedliskach zdegradowanych, wzmożenia naturalnej odporności drzewostanów i zbiorowisk oraz zachowania różnorodności genetycznej. Drzewa leśne ze swymi zasobami genowymi stanowią najważniejszy składnik ekosystemów leśnych, kształtujący nisze ekologiczne innych gatunków flory i fauny. Równoczesnym zadaniem lasu jest także zaspokojenie wzrastających wielorakich potrzeb społecznych i gospodarczych. Zachowanie różnorodności genetycznej populacji drzew leśnych nabiera szczególnie znaczenia wobec nasilającej się antropopresji i spodziewanych zmian klimatycznych (Fonder 2001). Formy ochrony biernej w wielu przypadkach nie dają pożądanego efektu, prowadząc często do wypierania cennych dla dziedzictwa przyrodniczego elementów ekosystemu przez inne, bardziej dynamiczne. Dlatego konieczne jest opracowywanie programów czynnej ochrony i restytucji określonych gatunków roślin, w tym gatunków drzew lasotwórczych, domieszkowych i rzadkich, na określonych obszarach (stanowiskach).

Głównymi obiektami zainteresowania Lasów Państwowych w zakresie ochrony i zachowania zasobów genowych są podstawowe gatunki lasotwórcze o znaczeniu gospodarczym. Wiele populacji tych gatunków drzew, nierzadko o dużym znaczeniu gospodarczym, często z przyczyn uaktywnienia się czynników biotycznych jako wtórnych do abiotycznych i antropogenicznych, cechuje się niestabilnością, a nawet zamieraniem.

Dużej uwagi wymaga ochrona zasobów genowych gatunków domieszkowych, takich jak cis pospolity, jarząb brekinia, wiąz szypułkowy, wiąz górski, wiąz polny, lipa drobnolistna, lipa szerokolistna, jesion wyniosły, czereśnia ptasia, jabłoń płonka i grusza dzika. Ochrona zróżnicowania genetycznego *in situ* często wymaga równoległych działań mających na celu ochronę siedlisk, na których gatunki te występują.

Najwięcej zaangażowania w ochronę zróżnicowania genetycznego wymagają gatunki drzew narażone na wyginięcie. „Czerwona lista roślin” i „Polska czerwona księga roślin” odnotowują 6 takich gatunków: cis pospolity, sosna limba, jarząb brekinia, sosna drzewokosa, jałowiec sawina i dąb omszony (Zarządzenie nr 7 naczelnego dyrektora Lasów Państwowych z dnia 7 kwietnia 1988). Dla tych gatunków należy wdrożyć indywidualne programy ochrony zróżnicowania genetycznego, połączonej z ich reintrodukcją.

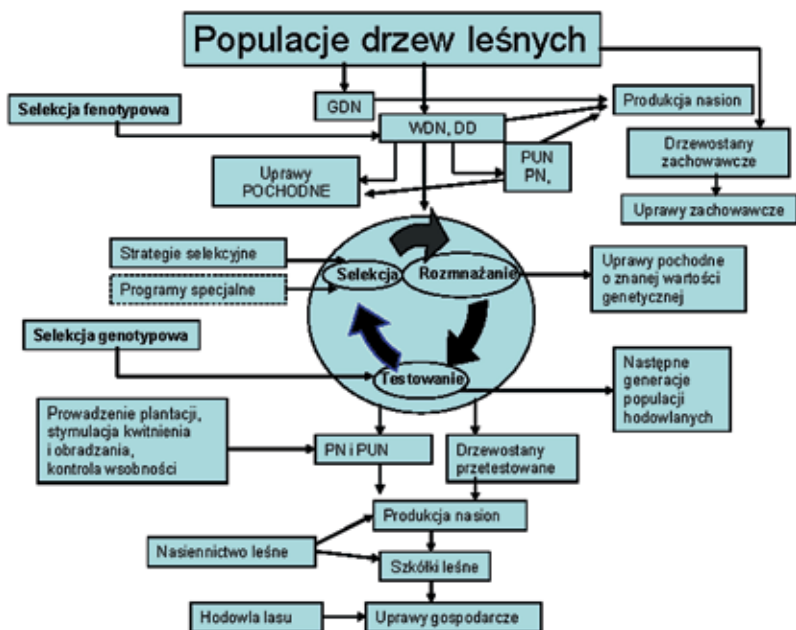
Hodowla selekcyjna drzew leśnych

Hodowla selekcyjna drzew leśnych oraz tworzenie leśnego materiału podstawowego, prowadzona będzie w najbliższym czasie – podobnie, jak to miało miejsce w dotychczas realizowanych programach – metodami selekcji populacyjnej i indywidualnej (klonalnej i rodowej). Zasadniczą rolę będzie mieć nadal selekcja populacyjna, która winna zaspokajać potrzeby nasienne jednostek organizacyjnych PGL LP w 60%. Pozostałą część będą stanowić nasiona pochodzące z plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych. Program hodowli selekcyjnej będzie obejmował nadal zadania realizowane dotychczas, tzn. wybór drzewostanów znanego pochodzenia (gospodarczych drzewostanów nasiennych – GDN), drzewostanów wyselekcjonowanych (wyłączonych drzewostanów nasiennych – WDN) i drzew matecznych (drzew doborowych – DD), a także zakładanie upraw pochodnych, plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych pierwszej generacji dla wybranych gatunków. Hodowla selekcyjna drzew leśnych, dotycząca obiektów już istniejących, korzystać będzie przede wszystkim z wyników testowania wybranych drzewostanów, drzew i plantacji nasiennych oraz tworzonych z nich obiektów LMP rejestrowanych w IV części Krajowego Rejestru Leśnego Materiału Podstawowego. Ważnym zadaniem będzie również ciągła weryfikacja i modyfikacja zasad wykorzystania i przenoszenia materiału rozmnożeniowego (regionalizacji nasiennej).

Ogólny schemat działań w zakresie hodowli selekcyjnej drzew leśnych, które planuje się realizować w ramach nowo opracowywanego programu przedstawiono na rycinie 3.

W ramach prac selekcyjnych planuje się realizację następujących celów:

- poprawę jakości i zwiększenie produktywności populacji (drzewostanów) – selekcja populacyjna (wybór drzewostanów wyselekcjonowanych (WDN) i przetestowanych),
- selekcję populacji i genotypów o wysokiej plastyczności do hodowli w warunkach zmieniającego się klimatu (selekcja populacyjna i indywidualna),
- zwiększenie stabilności przyszłych drzewostanów poprzez tworzenie populacji hodowlanych na bazie plantacji nasiennych o określonej zmienności genetycznej – selekcja indywidualna – tworzenie plantacji nasiennych z uwzględnieniem zróżnicowania genetycznego klonów,
- poprawę cech jakościowych – selekcja indywidualna – wybór genotypów o określonych cechach – tworzenie sztucznych populacji hodowlanych dla celów leśnych,
- zwiększenie odporności na czynniki biotyczne i abiotyczne – selekcja indywidualna,
- zwiększenie produkcji masy drzewnej w krótkim i średniej długości cyklu produkcyjnym – selekcja indywidualna.



Rycina 3. Schemat hodowli selekcyjnej drzew leśnych w Polsce: GDN – drzewostany znanego pochodzenia – poprzednio gospodarcze drzewostany nasienne, WDN – drzewostany wyselekcjonowane – dawniej wyłączone drzewostany nasienne, DD – drzewa mateczne – dawniej drzewa doborowe, PUN – plantacyjne uprawy nasienne - generatywne, PN – plantacje nasienne - wegetatywne

Tworzenie i utrzymanie bazy nasiennej na właściwym poziomie ilościowym i jakościowym, pozwalającym na realizację zadań w zakresie odnowienia i zalesienia

Historyczne i środowiskowe uwarunkowania funkcjonowania lasów w Polsce decydują o tym, że – pomimo systematycznego wzrostu poziomu odnowień naturalnych w lasach – odnowienia sztuczne, zarówno obecnie, jak i w najbliższej przyszłości, pozostaną głównym sposobem powstawania naszych lasów. Jakże będą te lasy, ich kształt, struktura genetyczna i trwałość, zależy w dużej mierze od użytych do odnowienia nasion, które przeniosą cechy rodziców i populacji na następne pokolenia. Dlatego nasiennictwo leśne w Polsce ma tak duże znaczenie dla gospodarki leśnej, a w konsekwencji dla przyszłości naszych lasów. Musimy utrzymać określoną powierzchnię (wielkość) leśnego materiału podstawowego (bazy nasiennej), która służy do zbioru nasion na realizację bieżących zadań odnowieniowych i zalesieniowych w nadleśnictwach. Na potrzeby obecnie opracowywanego programu zachowania leśnych zasobów genowych przeprowadzono aktualizację obliczeń ilości nasion podstawowych gatunków drzew potrzebnych do obsiewu szkółek. Wielkości te następnie odniesiono do

niezbędnej powierzchni drzewostanów, z których można będzie zbierać nasiona, zakładając że 60% nasion będzie pozyskane właśnie z tych drzewostanów, a pozostała ilość z plantacji nasiennych. Przyjęte powierzchnie dla poszczególnych regionalnych dyrekcji LP zostały poddane konsultacji i ostatecznie zatwierdzone. Podobnie postąpiono z pozostałymi rodzajami LMP, składającymi się na całość bazy nasiennej. Trzeba podkreślić, że wybrana i zagospodarowana w ramach poprzednich programów baza nasienna jest w stanie w pełni pokryć zapotrzebowanie na nasiona. Najważniejszym obecnie zadaniem jest utrzymanie obecnych drzewostanów i plantacji oraz ich wymiana i zastępowanie obiektów usuniętych. Równolegle musimy prowadzić badania naukowe w zakresie programu testowania potomstwa, pozwalające na szczegółowe poznanie zmienności i wartości genetycznej oraz możliwości wykorzystywania posiadanego LMP.

Szczególną rolę odgrywają autochtoniczne i rodzime drzewostany nasienne najważniejszych gatunków drzew, wyróżniające się spośród innych drzewostanów rosnących w takich samych warunkach siedliskowych swoją jakością, zdrowotnością i zdolnościami adaptacyjnymi, wysoką produkcją masy drzewnej oraz zachowujące swoiste cechy rodzimych ekotypów drzew. Stanowią one cenne źródło pozyskania nasion o największej wartości hodowlanej i genetycznej, służące do hodowania nowych pokoleń drzewostanów o podwyższonej wartości.

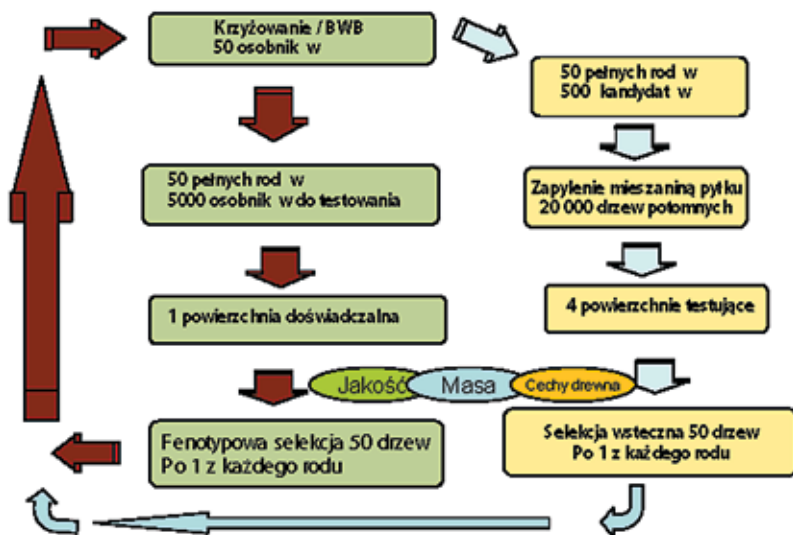
Realizacja programu powinna zapewnić:

- utworzenie bazy nasiennej z selekcji populacyjnej pozwalającej na zaspokojenie 60% potrzeb odnowieniowych i zalesieniowych oraz z selekcji indywidualnej – na pozostałe 40%,
- utworzenie przetestowanej bazy nasiennej na poziomie pozwalającym na zaspokojenie 10% potrzeb nasiennych w skali kraju (przewidywany zysk selekcyjny cech przyrostowych w stosunku do materiału pochodzącego spoza tej bazy: na poziomie populacji – 15%, na poziomie rodu – 25%),
- utrzymanie wyselekcjonowanej bazy nasiennej na poziomie pozwalającym na zaspokojenie 30% potrzeb nasiennych w skali kraju (przewidywany zysk selekcyjny cech przyrostowych: na poziomie populacji – 10%, na poziomie rodu – 15%),
- utrzymanie bazy nasiennej ze zidentyfikowanego źródła na poziomie pozwalającym na zaspokojenie 60% potrzeb nasiennych w skali kraju (przewidywany zysk selekcyjny cech przyrostowych na poziomie populacji 2–5%).

HODOWLA SELEKCYJNA DO CELÓW SPECJALNYCH

Programy hodowli selekcyjnej do celów specjalnych proponowane są jako uzupełnienie głównego nurtu selekcji. Taka hodowla selekcyjna dotyczyć będzie małych populacji (po 50 rodów) wybranych ze względu na cel selekcji (zdefiniowany niżej). W programach tych można i należy wykorzystywać kontrolo-

wane krzyżowanie i inne dostępne techniki, w tym również molekularne. Aby osiągnąć duży zysk genetyczny, zaleca się udoskonalać nie więcej niż dwie cechy w jednej populacji. Ogólny schemat proponowanych działań w selekcji dla celów specjalnych przedstawia rycina 4.



Rycina 4. Proponowany schemat hodowli selekcyjnej brzozy brodawkowatej dla celów poprawy cech jakościowych drewna, jego właściwości chemicznych i przyrostu masy

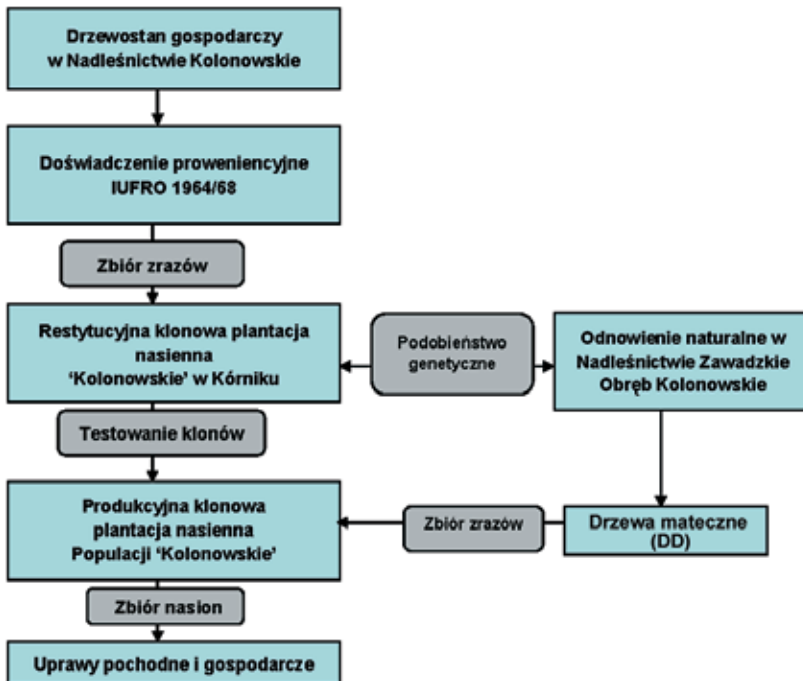
Selekcję specjalną planuje się w odniesieniu do następujących gatunków: brzozy brodawkowatej, olszy czarnej, modrzewia europejskiego, daglezi zielonej, dębu szypułkowego i bezszypułkowego, świerka pospolitego, jesionu wyniosłego i wiązu szypułkowego, polnego i górskiego (tab. 1).

Tabela 1. Cele selekcji specjalnej dla wybranych gatunków drzew

Gatunki	Cele selekcji
brzoza brodawkowata i olsza czarna	produkcja masy, jakość i cechy chemiczne drewna
modrzew europejski	produkcja masy, jakość drewna
daglezi zielona	produkcja masy, jakość drewna
dąb szypułkowy i bezszypułkowy	jakość drewna (sortymenty cenne)
świerk pospolity	odporność na czynniki biotyczne i abiotyczne
jesion wyniosły	odporność na czynniki biotyczne i abiotyczne
wiązy (szypułkowy, polny i górski)	odporność na czynniki biotyczne i abiotyczne

ODTWARZANIE POPULACJI HODOWLANYCH

Na skutek gospodarczej historii lasów, klęsk żywiołowych i procesów sukcesji ekologicznej niektóre populacje gatunków lasotwórczych i innych zostały w znacznym stopniu zniszczone w swym naturalnym zasięgu. Część z nich, na podstawie serii badań proveniencyjnych, została uznana za szczególnie wartościowe pod względem produktywności i plastyczności, i dlatego ich ostateczne utracenie wiązałoby się z utratą najcenniejszej części zakresu zmienności genetycznej gatunku. Przykładami są szczególnie cenne populacje świerka pospolitego: świerk istebniański (populacja znana pod nazwą 'Istebna 149 h' testowana w dużej liczbie doświadczeń proveniencyjnych), świerk pospolity populacji 'Kolonowskie' (z Nadl. Zawadzkie), testowany w serii badań proveniencyjnych IUFRO z lat 1964/68, świerk populacji 'Nowe Ramuki' i 'Tarnawa' testowanych i wykazujących odrębność od innych populacji w serii doświadczalnej IUFRO 1972. Podobnym przykładem „zaginionych”, a przy tym szczególnie cennych populacji jest populacja sosny zwyczajnej 'Kubryk' z Nadleśnictwa Milicz, przetestowana w serii doświadczeń Instytutu Dendrologii i Instytutu Badawczego Leśnictwa. Odtworzenie tych populacji jest możliwe z materiału znajdującego się w doświadczeniach i celowe z gospodarczego punktu widzenia oraz motywów ochrony zasobów genowych gatunków.



Rycina 5. Schemat restytucji świerka pospolitego populacji „Kolonowskie”

Przykładem działań z zakresu odtworzenia cennych i w pewnym sensie zaginionych populacji jest program odtworzenia populacji świerka 'Kolonowskie', realizowany przez Instytut Dendrologii PAN (ryc. 5).

Odmiennego postępowania wymagają populacje zniszczone lub niszczone w swoim naturalnym środowisku, po których nie pozostały uprawy *ex situ* w postaci doświadczeń proweniencyjnych czy upraw pochodnych. Ich restytucja może opierać się tylko na pozostałych w naturze pojedynczych lub mało licznych stanowiskach, a czasami na przeredzonych drzewostanach. Nie zawsze są to populacje najcenniejsze gospodarczo, ale ich odtworzenie jest koniecznością dla zachowania różnorodności genetycznej nie tylko na poziomie populacyjnym, lecz nawet gatunkowym. Dotyczy to wiązków, jesionu wyniosłego, rodzimych topól (czarnej, białej i szarej) i czereśni ptasiej niemal w całym kraju, sudeckich populacji jodły pospolitej czy świerka pozostałego po kłęsce zamierania lasu w Sudetach.

WNIOSKI

Baza nasienna utworzona w ramach realizowanych dotychczas w Lasach Państwowych programów hodowli selekcyjnej drzew leśnych jest w pełni funkcjonalna, ma bardzo nowoczesną infrastrukturę techniczną, właściwą osłonę naukową i w pełni zaspokaja bieżące zapotrzebowanie na leśny materiał rozmnożeniowy zarówno ze strony Lasów Państwowych, jak i lasów innych własności.

Baza ta, w której głównym źródłem są populacje drzew leśnych, charakteryzuje się wysokim zróżnicowaniem genetycznym, a jej najbardziej wartościowymi elementami są populacje o charakterze matecznym najcenniejsze pod względem hodowlanym (m.in. cechy przyrostowe, plastyczność), wyróżnione na podstawie badań proweniencyjnych. Populacje te winny być w maksymalnym stopniu wykorzystywane do pozyskania leśnego materiału rozmnożeniowego na cele gospodarcze.

Obserwowane zmiany warunków klimatycznych, w tym przede wszystkim wzrost temperatury i zmniejszenie opadów, mogą istotnie modyfikować obradanie zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym. Bardzo istotne mogą być również zmiany o charakterze genetycznym związane z odmiennymi warunkami powstawania nasion. Zagadnienia te są dotychczas mało rozpoznane i wymagają szczegółowych badań.

Bardzo istotnym działaniem realizowanym od 2006 r. w ramach „Programu ochrony leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew leśnych na lata 2011–2035” jest program testowania potomstwa wyłączonych drzewostanów nasiennych, drzew doborowych, plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych. Program ten, realizowany zgodnie z zasadami przyjętymi w dyrektywie EU nr 105 z 1999 r. i ustawie o obrocie leśnym materiałem roz-

mnożeniowym, stanowi jakościową zmianę w podejściu do tworzenia bazy nasiennej z fenotypowej na genetyczną, umożliwiając utworzenie nieistniejącej w Polsce wcześniej kategorii leśnego materiału rozmnożeniowego „przetestowany”.

W ostatnich latach doszło do gwałtownego rozwoju biotechnologii drzew o relatywnie dużym przyroście biomasy. Działania o charakterze specjalnym zaproponowane w ramach programu na lata 2011–2035 mają podobny cel: wyselekcjonowanie materiału podstawowego na plantacje drzew szybkorosnących i stworzenie bazy surowcowej, m.in. do produkcji pulpy celulozowej, paliw płynnych opartych na etanolu i jego pochodnych.

LITERATURA

- Barzdajn W., Blonkowski S., Chałupka W., Fonder W., Giertych M., Korczyk A. i in. 2004. Program testowania potomstwa wyłączonych drzewostanów nasiennych, drzew doborowych, plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych. Warszawa, DGLP.
- Burczyk J., Fonder W., Kowalczyk J., Lewandowski A., Matras J., Nowakowska J., Załęski A. 2003. Opracowanie szczegółowych wymagań wynikających z dyrektywy Rady 1999/105/WE z 22 grudnia 1999 roku w odniesieniu do leśnego materiału podstawowego i produkowanego z niego leśnego materiału rozmnożeniowego. Spr. Naukowe IBL, Warszawa, 1–179.
- Fonder W., Kantorowicz W., Matras J., Sabor J., Zajączkowska B., Zajączkowski G., Załęski A. 2003. Zmodyfikowanie aktualnych zasad regionalizacji nasiennej z dostosowaniem do ustawy o leśnym materiale rozmnożeniowym. Spr. Naukowe IBL, Warszawa, 1–34.
- Fonder W. 2001. Ochrona zasobów genowych rodzimych gatunków drzew i krzewów leśnych w Lasach Państwowych. Biblioteczka Leśniczego, nr 151, Warszawa, Wydawnictwo Świat.
- Fonder W., Matras J., Załęski A. 2007. Leśna baza nasienna w Polsce. Warszawa, CILP, s. 1–300.
- Kocięcki S. 1988. Wytyczne w sprawie selekcji drzew na potrzeby nasiennictwa leśnego. Prace Inst. Bad. Leś., seria B, 7: 1–61.
- Kocięcki S. 1990. Wykaz uznanych drzewostanów nasiennych. Warszawa, DGLP, IBL.
- Matras J. 1991. Rejestr drzew doborowych, plantacji i plantacyjnych upraw nasiennych. Warszawa, DGLP, IBL.
- Matras J. 1996. Rejestr bazy nasiennej w Polsce. DGLP, IBL, Warszawa.
- Matras J., Burzyński G., Czart J., Fonder W., Korczyk A., Puchniarski T i in. 1993. Program zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew leśnych w Polsce na lata 1991–2010. Warszawa, DGLP, IBL.

- Matras J., Burzyński G., Czart J., Fonder W., Korczyk A., Puchniarski T. i in. 2000. Program zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew leśnych w Polsce na lata 1991–2010. Wydanie II, poprawione. Warszawa, DGLP, IBL, 1–79.
- Matras J., Fonder W. 2006. Wytyczne w sprawie ochrony leśnych zasobów genowych na potrzeby nasiennictwa leśnego. Załącznik nr 1 do zarządzenia nr 7A z 7 kwietnia 2006 r. dyrektora generalnego LP (zn. sp. ZG/7130/7/2006) w sprawie ochrony leśnych zasobów genowych na potrzeby nasiennictwa i hodowli drzew leśnych. Warszawa, IBL, DGLP.
- Program doskonalenia gospodarki nasiennej i wdrażania osiągnięć leśnej genetyki stosowanej w Lasach Państwowych w okresie 1975–1990. NZLP, Warszawa 1975. Maszynopis, 1–64.
- Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 19 kwietnia 2004 r. w sprawie wykorzystania leśnego materiału rozmnożeniowego poza regionem jego pochodzenia. Dz. U. Z 2004 . Nr 84, poz. 791.
- Rozporządzenie ministra środowiska z 23 kwietnia 2004 roku w sprawie szczegółowych wymagań, jakie powinien spełniać leśny materiał podstawowy. Dz.U. z 2004 nr 100, poz. 1026.
- Rozporządzenie ministra środowiska z 25 października 2006 roku zmieniające, rozporządzenie w sprawie wykazu obszarów i mapy regionów pochodzenia leśnego materiału podstawowego. Dz.U. z 2006 nr 201, poz. 1481.
- Rozporządzenie ministra środowiska z 2 listopada 2006 roku, zmieniające rozporządzenie w sprawie wykorzystania leśnego materiału rozmnożeniowego poza regionem jego pochodzenia. Dz.U. z 2006 nr 206, poz. 1519 i 1520.
- Tyszkiewicz S. 1934. O wyborze drzewostanów nasiennych. Prace Instytutu Badawczego Lasów Państwowych, Seria C, nr 3, Warszawa.
- Tyszkiewicz S. 1949. Nasiennictwo leśne. Prace Instytutu Badawczego Lasów Państwowych Ser. D, nr 2. Warszawa, PWRiL, 1–357.
- Ustawa z 7 czerwca 2001 roku o leśnym materiale rozmnożeniowym, 2001. Dz.U. nr 73 poz. 761.
- Załęski A., Matras J., Sabor J., Zajączkowska B. 2000. Leśna regionalizacja dla nasion i sadzonek. Warszawa, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych. ISBN 83-86241-35-7.
- Załęski A. 2000. Zasady i metodyka oceny nasion w Lasach Państwowych. CILP, Warszawa (1–180). ISBN 83-88478-14-1.
- Zarządzenie nr 7 naczelnego dyrektora Lasów Państwowych z dnia 7 kwietnia 1988 r. w sprawie selekcji drzew na potrzeby nasiennictwa leśnego. Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, Seria B, 7, 1988.

Władysław Chałupka*, Czesław Koziół,
Jan Matras*****

- * Instytut Dendrologii PAN w Kórniku
- ** Leśny Bank Genów w Kostrzycy
- *** Instytut Badawczy Leśnictwa w Sękocinie Starym

Ochrona leśnej różnorodności genetycznej

WPROWADZENIE

Podjmując temat ochrony zasobów genowych drzew leśnych, należy wziąć pod uwagę pewne przesłanki, które stanowią punkt wyjścia przy podejmowaniu wszelkich inicjatyw w tym zakresie. Podstawowym założeniem, które przyjmujemy, jest kontynuacja działań ochronnych po bliżej nieokreślony horyzont czasowy. To założenie implikuje następujące: obszary leśne, na których będzie realizowana ochrona różnorodności genetycznej, powinny pozostawać w rękach tego samego właściciela i nie może dochodzić na nich do zmiany formy użytkowania gruntów.

Z powyższego wynika więc, iż tak długotrwałe i poważne zaangażowanie w program ochrony zasobów genowych, uwzględniające także naturę procesów genetycznych, możliwe jest tylko na wielkoobszarowych terenach leśnych pozostających we własności państwa, w rękach wielkich kompanii leśnych lub wielkich prywatnych właścicieli lasów (Koski 1996).

Problem zachowania różnorodności genetycznej gatunków drzew leśnych stał się w ostatnich latach jednym z najważniejszych tematów także w dyskusji publicznej. Pod wpływem nacisku, a często wręcz agresji medialnej, leśnicy boją się dzisiaj zadawać pytania typu: czy warto szukać genotypów lepszych od rodzimych lub lokalnych? Czy należy w lesie wykonywać konieczne zabiegi pielęgnacyjne? Czy warto szukać gatunków obcych, dających lepsze efekty produkcyjne?

Biorąc za przykład sadownictwo czy rolnictwo, widzimy, że dla nikogo nie jest problemem nierodzącość drzew owocowych, ziemniaka czy żyta. Nikt nie ma też najmniejszych wątpliwości, co do zasad uprawy roślin rolniczych, które raz udomowione, wymagają stałej ochrony, hodowania ciągle nowych odmian itp. W większości rejonów świata około połowy produkcji żywności pochodzi z gatunków nierodzących, a w rejonach silnie uprzemysłowionych wskaźnik ten sięga nawet 95%. A jednak te sprawy pozostają poza medialną dyskusją na temat różnorodności genetycznej.

Specyfika genetyki drzew leśnych

Genetyka drzew leśnych, jako dyscyplina naukowa, a także korzystająca z jej wyników hodowla lasu, wcale nie naśladuje genetyki roślin uprawnych i od ponad stu lat wypracowuje swoje własne metody związane ze specyfiką drzew leśnych – najbardziej skomplikowanych, długowiecznych i genetycznie zmiennych organizmów roślinnych. Unikatowa w genetyce roślin jest np. specyficzna dla leśnictwa metoda doświadczeń proveniencyjnych. Profesor Csaba Mátyás z Węgier uważa, że „zakładanie i analiza doświadczeń proveniencyjnych jest prawdopodobnie najważniejszym wkładem, jaki wniosło leśnictwo do nauk przyrodniczych” (Mátyás 1994). Doświadczenia proveniencyjne, dzisiaj często kilkudziesięcioletnie lub nawet ponad 100-letnie, ukazują obecnie nowe perspektywy i przydatność do badań, o których nawet nie myślano w momencie ich zakładania. Zdaniem Lindgrena i Perssona (1997) doświadczenia te są źródłem doskonałego materiału hodowlanego i rozmnożeniowego i mogą znacząco pomóc w ochronie i zachowaniu puli genowej gatunków drzew leśnych. Dostarczają one także coraz bardziej wiarygodnych wyników w badaniach interakcji genotypu ze środowiskiem, modeli zmienności genetycznej i przepływu genów, w określaniu fizjologicznych i ekologicznych granic zdolności adaptacyjnej. Stale zwiększa się ich wartość dla badań korelacji między cechami w okresie juwenilnym i dojrzałym oraz w badaniach dynamiki przyrostu, jakości drewna i efektywności procesów introdukcji nierodzących genotypów.

Dzięki zgromadzeniu na powierzchniach proveniencyjnych populacji drzew z odległych obszarów ich naturalnych zasięgów możliwe staje się także zarówno zbadanie reakcji gatunku na zmieniające się w czasie wielorakie warunki środowiska, jak i ocena przystosowania się gatunków drzew leśnych do tych zmian. W sytuacji zdarzających się coraz częściej w Europie wielkoobszarowych zniszczeń lasów powodowanych przez huragany (np. huragan w Puszczy Piskiej lub we Francji), pożary (np. w Rudach Raciborskich), czy też masowego wypadania świerka pospolitego z ekosystemów leśnych (np. gradacja kornika drukarza w lasach beskidzkich), doświadczenia proveniencyjne – a także banki genów, restytucyjne plantacje nasienne lub archiwa klonów, umożliwiają zachowanie

puli genowej cennych populacji różnych gatunków drzew, a także odtworzenie niektórych populacji utraconych (Chałupka i in. 2008).

Doświadczenia proweniencyjne wraz z upływem lat stają się także nieocenioną wręcz bazą dla bardzo wielu badań podstawowych w różnych dziedzinach nauk przyrodniczych w ogóle, dzięki możliwości badania różnych zjawisk i procesów biologicznych w powiązaniu ze zróżnicowaniem genetycznym drzew leśnych.

Bardzo wiele nowych informacji dostarczyły także badania nad przepływem genów i systemami kojarzenia w naturalnych i hodowlanych populacjach drzew leśnych. Wiemy już dziś np., że system kojarzenia większości gatunków drzew leśnych charakteryzuje się tzw. modelem mieszanym, w którym obok zapłodnienia krzyżowego występuje również samozapłodnienie (Burczyk 1998). Zapłodnienie krzyżowe jest głównym źródłem wytwarzania zróżnicowania genetycznego, oddziałując pozytywnie na zmienność genetyczną populacji.

Samozapłodnienie z kolei niesie ze sobą pewne ryzyko negatywnych skutków wskutek chowu krewniaczego, który z natury prowadzi do zawężania zakresu zmienności genetycznej w populacji. Badania wykazały jednak, że ewentualna depresja genetyczna spowodowana chowem wsobnym w populacji jest zjawiskiem przejściowym, zanikającym z wiekiem na skutek wzrostu liczby drzew wytwarzających kwiaty żeńskie oraz wzrostu produkcji pyłku i nasilenia jego przepływu między populacjami (Namkoong i Kang 1990).

Z pewnością nasza wiedza na temat różnych procesów genetycznych zachodzących w obrębie populacji i gatunku daleka jest od pełni, pozwala jednak współczesnemu hodowcy już teraz na zrozumienie wielu procesów zachodzących w populacjach naturalnych i hodowlanych oraz na takie sposoby prowadzenia i użytkowania tych ostatnich, które nie doprowadzą do zmniejszenia istniejącego zróżnicowania i zmienności genetycznej.

W poszukiwaniu tych sposobów genetyka leśna i hodowla lasu wypracowuje własne sposoby postępowania, które muszą mieć inny charakter niż w rolnictwie czy ogrodnictwie. Zagadnienia zmienności genetycznej drzew leśnych nie można bowiem rozpatrywać w oderwaniu od ich wielkoobszarowych zasięgów, zmiennych warunków środowiska, w jakich występują, szerokiego zakresu zdolności adaptacyjnej, największej w świecie roślin zmienności genetycznej oraz naturalnych procesów i mechanizmów genetycznych, funkcjonujących u osobników i w populacjach.

Zróżnicowanie genetyczne drzew leśnych

Dzięki określonemu zakresowi zmienności genotypów osobniki tworzące populację drzew mają swój indywidualny pułap możliwości rozwojowych, umożliwiającym im adaptację do warunków wzrostu i przetrwanie w określonych warunkach środowiska. O zestawie genotypów w populacji potomnej de-

cydują przede wszystkim osobniki o największej zdolności do pylenia i obradzenia nasion, ponieważ cecha plenności jest jedyną cechą podlegającą w naturze selekcji pozytywnej (Giertych 1976).

Dzięki dynamice procesów genetycznych, populacja pozostaje stabilna i utrzymuje długotrwale swą zdolność adaptacyjną. Dowodem na to jest trwanie populacji różnych gatunków drzew leśnych w danym miejscu przez dziesiątki pokoleń, mimo zróżnicowanych i zmieniających się warunków środowiska (oczywiście poza radykalnymi sytuacjami kłęskowymi, jak np. pożary czy huragany). Podstawowym czynnikiem tej stabilizacji jest bogactwo genetyczne gatunku. Drzewa leśne (jak powiedziano wyżej) są bowiem spośród wszystkich organizmów roślinnych tymi gatunkami, których zmienność genetyczna zarówno na poziomie indywidualnym, jak i populacyjnym jest największa. W przypadku drzew leśnych, w przeciwieństwie do roślin rolniczych, nie ma praktycznie różnicy między zakresem zmienności genetycznej drzewostanów naturalnych a zmiennością populacji sztucznych, tworzonych przez człowieka (drzewostany gospodarcze lub plantacje nasienne). W przypadku drzew leśnych zostaje także zachowany poziom zróżnicowania genetycznego drzewostanów matecznych w ich potomstwie zarówno z naturalnego, jak i sztucznego odnowienia (Kosińska i in. 2007).

W odróżnieniu od roślin rolniczych, selekcja drzew leśnych odbywa się bowiem z uwzględnieniem wielu cech jednocześnie, a wariacja genetyczna tych cech zmienia się z wiekiem drzew; zmieniają się także ich wzajemne relacje. Badania w zakresie genetyki ilościowej mają więc znacznie większe znaczenie dla leśnictwa niż dla rolnictwa (Namkoong i Kang 1990).

Przenoszenie informacji genetycznej u drzew

Każda selekcja zarówno naturalna, jak i dokonywana przez hodowcę, zuboża czasowo zmienność wewnątrzpopulacyjną drzew leśnych. Równocześnie, jak wynika z wyżej podanych informacji, możliwe jest utrzymywanie zdolności adaptacyjnej drzew leśnych dzięki stałemu utrzymywaniu się bogactwa genetycznego gatunku. Dzieje się tak dzięki istnieniu naturalnych mechanizmów, przeciwstawiających się negatywnym skutkom selekcji i utrzymujących z pokolenia na pokolenie stan dynamicznej równowagi genetycznej w populacji (Koski 1970).

W skali gatunku, na utrzymanie stabilnego poziomu zmienności genetycznej (a tym samym zdolności przetrwania w określonym środowisku) wpływa rozkład lub sposób „przechowywania” zmienności genetycznej. Z dotychczasowych badań wiadomo, że przeważająca część zmienności genetycznej gatunków drzew leśnych (sięgająca dziewięćdziesięciu kilku procent całości) zawarta jest wewnątrz populacji. Jeśli w pewnych rejonach naturalnego zasięgu danego gatunku drzewa nastąpi jego zanik, to gros zmienności genetycznej gatunku przetrwa w pozostałych populacjach, umożliwiając mu powrót na utracone przezeń

teren. W przypadku wielkoobszarowej kłęski, wraz z utraconymi populacjami gatunek pozbywa się bowiem niewielkiej tylko części swego zróżnicowania genetycznego, przypadającej na obszar zmienności międzypopulacyjnej. Pozostałe po kłęsce populacje gatunku zasiedlają w procesie sukcesji naturalnej ponownie utracone tereny, na których powstają nowe populacje, o poziomie zróżnicowania genetycznego zapewniającym readaptację gatunku nawet do silnie zmienionych po kłęsce warunków środowiska i dalsze trwanie.

Innym ważnym czynnikiem stabilizującym poziom zróżnicowania genetycznego w populacjach jest przepływ genów. Odbywa się on za pośrednictwem pyłku (nawet na znaczne odległości) oraz nasion (dystans znacznie krótszy). Dzięki przepływowi genów możliwe jest utrzymanie odpowiedniego poziomu heterozygotyczności osobników i populacji, a więc utrzymanie wysokiego poziomu zróżnicowania genetycznego. Osobniki heterozygotyczne są bowiem bardziej żywotne i charakteryzują się znacznie większymi możliwościami adaptacyjnymi niż homozygoty (Koski 1970, Giertych 1976). Przepływ genów między populacjami oddziałuje także na „rozmieszczenie” zmienności genetycznej w obrębie gatunku, bowiem im bardziej jest on intensywny, tym większe jest zróżnicowanie wewnątrzpopulacyjne, a mniejsze – między populacjami (Burczyk 1998).

Badania nad rozprzestrzenianiem się pyłku w drzewostanach wykazały, iż las danego gatunku na pewnym obszarze swego występowania składa się z populacji cząstkowych (zajmujących obszar o średnicy kilkuset metrów), o różnych pulach genowych. Przepływ genów poprzez rozprzestrzenianie się pyłku dokonuje się w największym stopniu właśnie między sąsiednimi subpopulacjami i poprzez zapłodnienie krzyżowe gwarantuje utrzymanie, a nawet wzbogacenie różnorodności genetycznej (Kosińska i in. 2007).

Selekcja i jej skutki genetyczne

Selekcja naturalna, dokonująca się w populacji długotrwale obecnej w zmieniającym się środowisku, jest procesem stałym, zmieniającym z pokolenia na pokolenie częstość i zestaw genotypów, a w konsekwencji częstość i proporcje genów w populacji. Powoduje ona obniżenie poziomu zróżnicowania genetycznego, którego wielkość zależy od skali ubytku części osobników (genotypów) z populacji, i to niezależnie od tego, czy jest to populacja naturalna czy hodowlana. Przykładowo, zmiana liczebności populacji z 10 000 osobników na 250 powoduje redukcję bogactwa alleli o około 53%. Równocześnie taka redukcja liczebności osobników tylko w znikomym stopniu wpływa na poziom heterozygotyczności, zmniejszając poziom zróżnicowania genetycznego zaledwie o 0,2% (Young 1996).

W innych badaniach usunięcie 75% drzew w drzewostanie spowodowało utratę 80% rzadkich alleli, co oznaczało redukcję ogólnych zasobów alleli o 25%; co ciekawe, nie wykazano utraty żadnego allelu z grupy pospolitych

(Stahl i Koski 2000). Niewykluczone więc, że przy tak drastycznym zmniejszeniu puli alleli populacja traci przede wszystkim allele recesywne i defektowe, powodujące tzw. obciążenie genetyczne i nie wpływające istotnie na formowanie zdolności adaptacyjnych populacji (Tigerstedt i Yao 1997, Giertych 2002).

Selekcja, której dokonuje leśnik dla potrzeb produkcyjnych, oddziałuje na populacje drzew leśnych w podobny sposób (Sabor 1998). Prawidłowo wykonana trzebież nie różni się bowiem w swych skutkach, czyli we wpływie na różnorodność genetyczną populacji, od selekcji naturalnej, a powoduje tylko przyspieszenie procesu naturalnego wydzielania się drzew. Przy roztropnym postępowaniu gospodarczym możliwe jest więc połączenie celów produkcji z zachowaniem poziomu zmian w różnorodności genetycznej, niezbędnego dla długookresowego i stabilnego funkcjonowania lasu (Giertych 2002).

Fakt „przechowywania” przeważającej części puli zmienności genetycznej gatunku wewnątrz jego populacji ma swoje ważne konsekwencje dla działalności gospodarczej hodowcy, bowiem uzasadnia merytorycznie selekcję populacyjną jako właściwy sposób postępowania hodowlanego, spełniający warunek zachowania zróżnicowania genetycznego gatunku. Tak więc dobrze przygotowany program hodowli i ulepszania drzew, uwzględniający zasady zachowania różnorodności genetycznej, może zabezpieczyć trwale właściwy poziom zróżnicowania genetycznego drzew leśnych (Giertych 1999).

Poziom zróżnicowania genetycznego w populacjach naturalnych i ze sztucznego odnowienia, pochodzących z tego samego obszaru, nie różni się między grupami wyselekcjonowanych fenotypów a losowo wybranymi drzewami w tej samej populacji (Skrøppa 1994, Tigerstedt i Yao 1997). Zarówno odnowienie naturalne, jak i sztuczne zapewnia właściwy poziom zróżnicowania genetycznego w przyszłych drzewostanach (Savolainen i Yazdani 1991, Kosińska i in. 2007). W przypadku odnowienia sztucznego podstawowym wymogiem staje się jedynie użycie wystarczająco zróżnicowanego genetycznie materiału sadzeniowego (Stahl i Koski 2000).

Selekcja, zarówno naturalna, jak i hodowlana, prowadzi więc przede wszystkim do zmian ilościowych, nie powodując jednak zasadniczych zmian zakresu zmienności genetycznej populacji i gatunku. Nawet jeśli nie wszystkie allele znajdują się w populacji potomnej, to pojawią się w niej allele nowe i w ten sposób pula genowa populacji potomnej, choć nie jest (bo nie może być!) tożsama z pulą genową swej populacji matecznej, to jednak jest w stanie utrzymać podobny do niej poziom zmienności genetycznej. Jak wykazano, populacja mateczna i odpowiadająca jej populacja potomna pozostają w bardzo bliskim pokrewieństwie, a dystans genetyczny między nimi jest kilkakrotnie mniejszy niż dystans między różnymi populacjami matecznymi. Można więc wnioskować, że mimo pokoleniowych zmian w proporcji genotypów i częstości genów, poziom zróżnicowania genetycznego i zakres zmienności genetycznej nie ulega zmianie w kolejnych pokoleniach (Kosińska i in. 2007).

Współczesna hodowla lasu wymaga wypracowania mechanizmów kontroli zmienności genetycznej populacji hodowlanych, proponowanych z różnych względów do wykorzystania w gospodarstwie leśnym. W zależności od założonego celu możliwe jest także wzbogacanie tych populacji o zróżnicowane genotypy o znanej, dużej plastyczności, które można znaleźć jedynie na różnorodnych powierzchniach doświadczalnych, np. proweniencyjnych czy proweniencyjnorodowych. To kolejny przyczynek do rosnącego znaczenia tych powierzchni doświadczalnych i konieczności prowadzenia na nich systematycznych badań, bowiem im są one starsze, tym cenniejsze i bardziej wiarygodne są wyniki, które można z nich uzyskać.

Wiedza na temat procesów genetycznych zachodzących w naturalnych i hodowlanych populacjach mówi, że gatunki drzew leśnych mają stabilną strukturę genetyczną, zdolną do odzyskania stanu pierwotnego, i że nie ma potrzeby dbania o zachowanie pojedynczych genotypów, aby zachować właściwy poziom zmienności genetycznej gatunku. Takie czynniki, jak przepływ genów, zapłodnienie krzyżowe i rekombinacja skutecznie generują bowiem w populacjach nowe kombinacje alleli, a tym samym nowe genotypy (Savolainen 2000). W efekcie lasy z odnowienia sztucznego zachowują co najmniej taki sam poziom zróżnicowania genetycznego, jak lasy z odnowienia naturalnego (Skrøppa 1994).

ZACHOWANIE RÓŻNORODNOŚCI GENETYCZNEJ W POPULACJACH HODOWLANYCH

Zróżnicowanie genetyczne określa się na podstawie zmienności cech biologicznych, hodowlanych i użytkowych. Dane o tych cechach są potrzebne dla typowania populacji, których zasoby genowe powinny być chronione *in situ* oraz muszą być uwzględniane przy planowaniu, realizacji i kontroli powierzchni *ex situ*. Różnorodność genetyczna odgrywa również istotną rolę z ekonomicznego punktu widzenia, ponieważ decyduje o trwałości cech gospodarczo ważnych i niezbędnych, stanowi bazę dla selekcji ukierunkowanej na doskonalenie wybranych cech oraz zmniejsza skutki oddziaływania negatywnych czynników biotycznych i abiotycznych.

Charakter działań mających na celu ochronę określonych zasobów genowych zależy w dużej mierze od rodzaju i wielkości tych zasobów. Inaczej należy chronić zasób genowy określonego osobnika, a zupełnie odmiennych działań wymaga ochrona różnorodności genetycznej populacji lub zbiorowisk leśnych, w których ochronie genetycznej mogą podlegać różne gatunki drzew, krzewów, roślin zielnych, a nawet mikroflory glebowej. Na ogół przyjmuje się trzy podstawowe poziomy, na których prowadzona jest ochrona: (1) ochrona określonego genotypu (fenotypu), (2) ochrona zasobów genowych populacji (drzewostanu)

określonego gatunku oraz (3) ochrona zasobów genowych zbiorowiska leśnego (ekosystemu).

Zasoby genowe drzew leśnych są chronione *in situ*, a więc w miejscu ich naturalnego występowania, *ex situ in vivo* w formie różnego rodzaju powierzchni potomnych zakładanych w terenie oraz w ściśle określonych warunkach zewnętrznych (banki genów).

Ochroną *in situ* objęte są głównie zbiorowiska zachowawcze, populacje hodowlane i zachowawcze, uprawy pochodne i zachowawcze oraz drzewa mateczne i zachowawcze. Ochrona *ex situ in vivo* obejmuje takie obiekty jak: uprawy pochodne, uprawy zachowawcze, plantacje zachowawcze oraz archiwa i kolekcje klonów. W chłodniach banków genów drzew leśnych w Polsce obecnie chroni się *ex situ* nasiona, a w warunkach kriokonserwacji także nasiona oraz ich części (osie zarodkowe, plumule). Ponadto możliwe jest także przechowywanie pyłku, długoterminowa hodowla roślin w kulturach tkankowych oraz przechowywanie DNA w bankach DNA.

Ochrona i wzbogacanie różnorodności genetycznej istniejącej w lasach

Przyjęta strategia ochrony bioróżnorodności zawarta w „Konwencji o bioróżnorodności” obejmuje cztery poziomy: ochronę gatunkową, krajobrazową, ekosystemową i genotypową. Zadaniem Lasów Państwowych jest ochrona różnorodności biologicznej na poziomie gatunkowym i genotypowym.

Zachowanie różnorodności genetycznej w lasach jest konieczne dla zapewnienia ciągłości podstawowych procesów biologicznych zachodzących w zbiorowiskach leśnych, trwałości utrzymania lasu i użytkowania systemów ekologicznych, restytucji lasów na siedliskach zdegradowanych, wzmożenia naturalnej odporności drzewostanów i zbiorowisk oraz zachowania różnorodności genetycznej. Drzewa leśne ze swymi zasobami genowymi stanowią najważniejszy składnik ekosystemów leśnych kształtujący nisze ekologiczne dla innych gatunków flory i fauny. Równoczesnym zadaniem lasu jest także zaspokojenie wzrastających wielorakich potrzeb społecznych i gospodarczych. Wobec nasilającej się antropopresji i spodziewanych zmian klimatycznych szczególnego znaczenia nabiera podjęcie aktywnych działań na rzecz zachowania różnorodności genetycznej populacji drzew leśnych (Fonder 2001). Ochrona bierna w wielu przypadkach nie daje bowiem pożądanego efektu, prowadząc często do wyparcia cennych dla dziedzictwa przyrodniczego elementów ekosystemów przez inne, bardziej dynamiczne. Genetyczne zróżnicowanie powinno być zachowane również ze względów ekonomicznych, ponieważ istnieje dotychczas wiele nierozpoznanych właściwości genetycznych drzew, które w przyszłości będzie można z pożytkiem wykorzystać. Dlatego konieczne są programy czynnej ochrony, a w miarę możliwości także restytucji utraconych zasobów genowych drzew leśnych.

Ogólny schemat działań mających na celu ochronę różnorodności genetycznej przedstawiono na rycinie 1. Opiera się on na założeniu, że działania w kierunku zachowania istniejącego zróżnicowania będą dotyczyć możliwie najszerszej istniejącej (całkowitej) zmienności genetycznej, znajdującej się przede wszystkim w tzw. bazie nasiennej, tworzonej dla celów odnowienia lasu i zalesienia gruntów nieleśnych. Zasoby genowe drzewostanów ze zidentyfikowanego źródła są wielokrotnie powielane w uprawach gospodarczych, natomiast drzewostanów wyselekcjonowanych przede wszystkim w blokach upraw pochodnych, gdzie kolejne uprawy w bloku z tego samego drzewostanu zakłada się z nasion zbieranych w kolejnych latach urodzaju na stosunkowo dużych powierzchniach. Zróżnicowanie genetyczne tych populacji jest więc w pełni zabezpieczone, co potwierdzają wyniki badań genetycznych (Kosińska i in. 2007). W zakres ochrony wchodzi także populacje i genotypy spoza tej bazy (zbiorowiska leśne, populacje i genotypy zachowawcze).



Rycina 1. Schemat realizacji ochrony zmienności genetycznej drzew leśnych w „Programie zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew leśnych w Polsce na lata 2011-2035”

Potrzebę zachowania populacji cennych z hodowlanego punktu widzenia, powstałych w wyniku wielowiekowego procesu adaptacji do zmieniających się warunków środowiska uwzględnia również regionalizacja nasienna, której celem jest m.in.:

- wyróżnienie i zachowanie odrębności jak największej liczby naturalnych, autochtonicznych i rodzimych lub prawdopodobnie rodzimych populacji gatunków lasotwórczych,
- zwiększenie bazy nasiennej najcenniejszych populacji drzew w regionach ich występowania i propagowanie tych populacji na terenach, na których lokalna baza drzewostanów nasiennych jest niewystarczająca,
- ograniczenie niekontrolowanych przerzutów materiału rozmnożeniowego i ścisłego określenia zasad oraz kierunków jego przemieszczania dla zachowania trwałości lasów,
- stworzenie systemu trwałego ewidencjonowania materiału rozmnożeniowego oraz kontroli jego pochodzenia.

Programy ochrony zasobów genowych

W końcu lat osiemdziesiątych XX wieku, zgodnie z obowiązującym wówczas stanem prawnym, opracowano w Polsce założenia koncepcji ochrony zasobów genowych w lasach państwowych i wdrożono do realizacji „Program ochrony leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew leśnych w Polsce na lata 1991–2010”, w którym zdefiniowano dyrektywnie konkretne cele do wykonania przez administrację lasów państwowych (Matras i in. 1993, 2000).

W 2005 roku, zgodnie z wymogami obowiązującej ustawy o leśnym materiale rozmnożeniowym, rozpoczęto realizację programu testowania potomstwa leśnego materiału podstawowego (Sabor i in. 2005), który w 2011 roku stał się integralną częścią nowego „Programu zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew w Polsce na lata 2011–2035” (Chałupka i in. 2011). Program ten został opracowany i wprowadzony do realizacji z uwzględnieniem zmienionej sytuacji prawnej po wejściu Polski do Unii Europejskiej oraz znacznie zwiększonego udziału w europejskich strukturach i projektach z zakresu genetyki drzew leśnych, takich jak: EUFORGEN, TREEBREEDEX czy TREES4FUTURE.

W nowym programie na lata 2011–2035 podsumowano efekty ilościowe poprzedniego programu z lat 1991–2010 i sformułowano kolejne cele ilościowe oraz jakościowe, uwzględniając aktualny stan prawny oraz współczesne osiągnięcia genetyki drzew leśnych.

Na wstępie do podrozdziału 4.3.4. autorzy „Programu” napisali: „Na podstawie szczegółowej analizy zapotrzebowania na LMR w okresie ostatnich 30 lat oraz przyjętych szacunkowo wielkości przewidywanych potrzeb w następnych latach określono proponowane wielkości zadań rzeczowych na poziomie RDLP (załącznik 4)”. Na końcu zaś tego podrozdziału (s. 77) napisano: „Zaproponowane w ‘Programie’ zadania rzeczowe są wielkościami zalecanymi do osiągnięcia do roku 2035. W trakcie realizacji programu zadania te będą podlegać korekcie i aktualizacji, w zależności od potrzeb i sytuacji gospodarczo-finansowej LP”.

Tak więc, mimo określenia dość szczegółowych zadań dla poszczególnych regionalnych dyrekcji LP, program na lata 2011–2035 zakłada możliwość ela-

stycznego podejścia do ich realizacji w zależności od różnych okoliczności. Dzięki temu program przybrał bardziej charakter zbioru zasad, niż katalogu obowiązków, wytyczając także perspektywy działań selekcyjnych, rozbudowy infrastruktury oraz kierunki badań naukowych (Chałupka i in. 2011).

Program na lata 2011–2035 zakłada także istotne poszerzenie zadań zarówno w zakresie spektrum gatunkowego drzew, jak i włączenia do ochrony gatunków roślin krzewiastych, a częściowo również występujących w zbiorowiskach leśnych zagrożonych gatunków roślin zielnych.

Oprócz omówionego wyżej programu długofalowego, konieczne jest również podejmowanie działań doraźnych, mających na celu restytucję ginących i zagrożonych gatunków i populacji. Obecnie w Lasach Państwowych realizowane są następujące tego typu działania:

- restytucja cisa pospolitego,
- restytucja jarząbu brekinii,
- odtworzenie populacji jodły sudeckiej,
- odtworzenie populacji sosny nadnoteckiej,
- odtworzenie populacji świerka pochodzenia „Kolonowskie”,
- odtworzenie populacji sosny milicko-kubryckiej,
- odtworzenie populacji dębu barlineckiego.

Program na lata 2011–2035 zakłada, poza zadaniami merytorycznymi w zakresie ochrony zasobów genowych, realizację ważnych celów legislacyjnych, wśród których znajduje się m.in. podjęcie działań mających na celu powstanie uregulowań prawnych sankcjonujących czynną ochronę różnorodności genetycznej na obszarach zarządzanych przez Lasy Państwowe oraz nowelizację obowiązującego prawa (ustawa o ochronie przyrody i ustawa o lasach), w celu przyjęcia uregulowań dopuszczających aktywne metody ochrony różnorodności genetycznej także dla obszarów prawnie chronionych, pozostających poza jurysdykcją Lasów Państwowych (parki narodowe, rezerваты, obszary Natura 2000 i in.).

Każdy kolejny program i działania w zakresie ochrony leśnej bioróżnorodności genetycznej wymagają określonych kosztów. Trzeba jednak pamiętać, że nawet okresowa depresja finansowa lub niemożność czasowej kontynuacji nie powinny doprowadzić do utraty tego, co już zostało osiągnięte.

CZYNNA CZY BIERNĄ OCHRONA ZASOBÓW GENOWYCH W OBIEKTACH OCHRONY ŚCISLEJ?

Ochrona statyczna

Niektóre obszary z udziałem zbiorowisk leśnych z różnorodnych powodów uznawane są za godne szczególnej ochrony prawnej. Zbiorowiska te podlegają ochronie zwykle ze względu na ich wartość fenotypową (a więc różnorakie

walory wizualne), wiek bądź wartość przyrodniczą. Przyjmuje się przy tym założenie, że chronione zbiorowiska lub rodzime i długowieczne populacje trwają od dawna na danym terenie i nie podlegały w tym czasie większym zmianom, np. składu gatunkowego, struktury itp. Tym samym *de facto* zasoby genowe tych populacji podlegają rygorom ścisłej ochrony, chociaż przy kwalifikowaniu obiektów leśnych do ochrony nie ocenia się ich wartości genetycznej, zakładając że pozostanie ona na niezmiennym i stałym poziomie w przyszłości, podobnie jak wygląd chronionej populacji.

Dynamika populacji

Z punktu widzenia genetycznego populacja jest tworem dynamicznym. Oznacza to przede wszystkim istnienie nieprzerwanej wymiany genów między daną populacją chronioną a jej otoczeniem. Jeśli jakaś populacja chroniona charakteryzuje się niską wartością genetyczną, np. pod względem cech jakościowych, to należy mieć świadomość, że przy jej odnowieniu naturalnym uzyskamy potomstwo również o niskiej jakości, a z dużym prawdopodobieństwem nawet niższej od populacji rodzicielskiej. Trzeba pamiętać, szczególnie w przypadku gatunków drzew wiatropylnych, że populacja taka może stać się również dla swego otoczenia źródłem genów zdefektowanych, „eksportując” je na znaczne odległości.

Z drugiej strony zachodzi zjawisko odwrotne, kiedy z zewnątrz do chronionej populacji docierają z pyłkiem geny ojcowskie, które mogą wpływać pozytywnie lub negatywnie na wartość genetyczną jej potomstwa w odnowieniu naturalnym (Chałupka 1998). Na ogół, poza nielicznymi specyficznymi przypadkami, populacje objęte ochroną nie są dostatecznie izolowane i ich zróżnicowanie genetyczne jest również skutkiem stałej wymiany genetycznej z otoczeniem.

Wpływ działalności człowieka na chronioną pulę genową drzew

Naturalna ingerencja z zewnątrz w procesy rozmnażania generatywnego chronionej populacji danego gatunku drzewa i w proces jej różnicowania genetycznego dokonuje się w sposób ciągły i nie jesteśmy w stanie temu zjawisku przeciwdziałać. Równocześnie wiadomo, że działalność człowieka w sposób niezamierzony wywołuje bardzo poważne skutki również na obszarach podlegających ścisłej ochronie. Dość wspomnieć katastrofę czarnobylską czy może jeszcze ważniejsze, bo o skutkach zupełnie nierozpoznanych, wieloletnie próby atomowe w atmosferze prowadzone w latach sześćdziesiątych XX wieku. Może mniej drastycznie, ale w podobny niekorzystny sposób oddziałują na chronione populacje zanieczyszczenia chemiczne (Mejnartowicz 1983).

Wszystkie takie oddziaływania zwiększają prawdopodobieństwo powstania defektów genetycznych u potomstwa także w populacjach chronionych. W konsekwencji wzrasta tzw. obciążenie genetyczne i pogłębia się degeneracja gene-

tyczna populacji. Tak więc, wbrew intencjom, niekontrolowana ingerencja człowieka w naturalne procesy genetyczne w chronionych populacjach drzew jest faktem, przy czym skutki tej ingerencji są praktycznie wyłącznie negatywne.

Postulat ochrony czynnej

Zasada ochrony cennych pul genowych populacji drzewiastych nie podlega dzisiaj dyskusji. Coraz bardziej oczywiste staje się jednak, że ochrona bierna usankcjonowania prawem nie jest wystarczająca dla zachowania zasobów genowych drzew leśnych w obiektach chronionych, że cenne populacje tych drzew pozostawione same sobie skazane są na samozagładę, niosącą równocześnie zubożenie zasobów genowych. Realną ochronę, zapewniającą zachowanie posiadanych zasobów genowych mogą zapewnić tylko formy ochrony czynnej. Formy takiej ochrony postulowano w Polsce już ponad 20 lat temu, chodzi bowiem nie tylko o samo zachowanie, ale także o skuteczne odtwarzanie puli genowej zawartej w chronionych populacjach drzew leśnych (Mejnartowicz 1976).

Jednym ze sposobów realizacji ochrony zasobów genowych jest dzisiaj forma ochrony *ex situ*. O ile jednak forma ta może być zaakceptowana przez zwolenników ochrony biernej, o tyle zasada *in situ*, oznaczająca świadome kierowanie procesami genetycznymi i wzbogacanie zmienności genetycznej poprzez metody hodowlane (np. trzebież selekcyjną), również w chronionych prawnie populacjach drzew uznanych za naturalne i rodzime, jest – jak się na razie wydaje – trudna do zaakceptowania prawnego. Niemniej jednak już w niedalekiej przyszłości może ona okazać się jedyną przydatną i skuteczną metodą ochrony zasobów genowych tam, gdzie przedmiotem ochrony ma być zachowanie i odtworzenie szczególnie cennego, określonego zakresu zmienności genetycznej (Mejnartowicz 1976).

Ważną kwestią do rozstrzygnięcia pozostaje także możliwość wykorzystania rezerwuarów zasobów genowych drzew leśnych z obszarów podlegających ścisłej ochronie. Należałoby w tych obiektach wykonać badania genetyczne, by osiąść wiedzę o strukturze tych zasobów, przepływie genów, różnorodności genetycznej na poziomie indywidualnym, wewnątrzpopulacyjnym i międzypopulacyjnym, itp. W przypadku stwierdzenia wysokiej wartości takich zasobów genowych, można by je wykorzystać z pożytkiem w gospodarstwie leśnym dla wzbogacenia różnorodności genetycznej w populacjach hodowlanych. Obecnie jest to niemożliwe z powodu przepisów ochrony ścisłej, które bardzo utrudniają podejmowanie wyżej wspomnianych badań.

ZAKOŃCZENIE

Zadanie ochrony zasobów genowych drzew leśnych nie może być tylko zadaniem Lasów Państwowych, ale powinno być realizowane w ramach progra-

mu o randze rządowej. Program taki obejmowałby wszystkie lasy w Polsce, bez względu na formę własności, a przesłanki konieczności jego powstania powinny stać się elementem tworzonego właśnie Narodowego Programu Leśnego oraz Strategii Leśnej Państwa.

Niepokojący jest fakt obejmowania różnymi formami ochrony przyrody coraz większych obszarów leśnych pozostających w gestii Lasów Państwowych, na których statutowa działalność gospodarcza napotyka na liczne utrudnienia. W związku z tworzeniem wciąż nowych form ochrony przyrody, jak też poszerzaniem zasięgu form już istniejących, Lasy Państwowe stają przed koniecznością zrekompensowania utraty korzyści ekonomicznych z działalności gospodarczej poprzez zwiększenie produkcji drewna na około 60% swojej powierzchni, nie objętej dotąd krajowymi formami ochrony przyrody. Szansę na to dają wyniki kilkudziesięcioletnich badań naukowych w zakresie genetyki leśnej, pozwalające na wprowadzenie do praktyki leśnej wyselekcjonowanych populacji i rodów o najlepszych efektach adaptacyjnych i przyrostowych.

Posiadana obecnie i uzyskana w przyszłości wiedza genetyczna o gatunkach drzew leśnych, będzie miała podstawowe znaczenie dla wypracowania nowych modeli hodowli lasu w przyszłości. W tym aspekcie ważne będzie rozstrzygnięcie sporu między zasadą rodzimości i naturalności gatunku a zdolnością adaptacyjną populacji. Wiadomo bowiem, iż teza o naturalności drzewostanów czy o rodzimości pochodzeń jest w Europie w większości przypadków nieprawdziwa, szczególnie gdy weźmie się pod uwagę masowy niekontrolowany obrót nasionami w ciągu ostatnich 200 i więcej lat.

Na podstawie stale poszerzającego się zakresu wiedzy o procesach genetycznych w obrębie populacji drzew leśnych możliwe będzie także przedyskutowanie w aspekcie historycznym zagadnienia o zasięgach zw. naturalnych, co będzie miało podstawowe znaczenie dla przyszłych decyzji o introdukcji lub reintrodukcji poszczególnych gatunków w różnych terenach. Poznane dotąd mechanizmy i wyniki przyszłych badań w zakresie genetyki pozwolą również na wypracowanie nowych, aktywnych metod ochrony procesów genetycznych i zachowania zmienności genetycznej drzew leśnych.

LITERATURA

- Burczyk J. 1998. Systemy kojarzenia drzew leśnych. Bydgoszcz, Wyd. Uczelniane WSP, ss. 125.
- Chałupka W. 1998. Pollen formed under pollution affects some quantitative characters of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seeds. *Forest Genetics*, 5(3), 133–136.
- Chałupka W., Barzdajn W., Błonkowski S., Burczyk J., Fonder W., Grądzki T. i in. 2011. Program zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew w Polsce na lata 2011–2035. Warszawa, CILP, ss. 142.

- Chałupka W., Mejnartowicz L., Lewandowski A. 2008. Reconstitution of a lost forest tree population: a case study of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.). *Forest Ecology and Management*, 255: 2103–2108.
- Fonder W. 2001. Ochrona zasobów genowych rodzimych gatunków drzew i krzewów leśnych w Lasach Państwowych. Biblioteczka Leśniczego 151(5). Warszawa, Wydawnictwo Świat.
- Giertych M. 1976. Doskonalenie składu genetycznego populacji drzew leśnych. Warszawa, Wyd. SGGW-AR, ss.60.
- Giertych M. 1999. The impact of selection practices on the biological diversity of production forests in Poland. W: *Evaluation of the Impact of Forest Management Practices on Biological Diversity in Central Europe* (eds K. Rykowski, G. Matuszewski, E. Lenart), Warsaw, Forest Research Institute, 59–78.
- Giertych M. 2002. Troska o bioróżnorodność. Sesja naukowa nt. „Zagospodarowanie oraz wartość genetyczna populacji drzew gatunków domieszkowych i introdukowanych w aspekcie stabilizacji ekosystemów leśnych Karpat. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie, 394, 289–301.
- Kosinska J., Lewandowski A., Chalupka W. 2007. Genetic Variability of Scots Pine Maternal Populations and Their Progenies. *Silva Fennica*, 41(1): 5–12.
- Koski V. 1970. A study of pollen dispersal as a mechanism of gene flow in conifers. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae*, 70, 4: 3–78.
- Koski V. 1996. Management guidelines for in situ gene conservation of wind pollinated temperate conifers. *Forest Genetic Resources (FAO)*, 24: 2–7.
- Lindgren D., Persson A. 1997. Vitalization of results from provenance tests. W: *Perspectives of Forest Genetics and Tree Breeding in a Changing World* (ed. C. Mátyás). IUFRO World Series, 6, 73–85.
- Matras J., Burzyński G., Czart J., Fonder W., Korczyk A., Puchniarski T. i in. 1993. Program zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew leśnych w Polsce na lata 1991–2010. Warszawa, DGLP, IBL, ss. 62.
- Matras J., Burzyński G., Czart J., Fonder W., Korczyk A., Puchniarski T. i in. 2000. Program zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew leśnych w Polsce na lata 1991–2010. Wyd. II poprawione, Warszawa, DGLP, IBL, ss. 79.
- Mátyás C. 1994. Modeling climate change effects with provenance test data. *Tree Physiology*, 14: 797–804.
- Mejnartowicz L. 1976. Introdukcja drzew i krzewów iglastych w oparciu o naturalne zasoby genowe. W: *Študie o ihličnatých drevinách* (ed. F. Benčat). Brno, Slovenska Akademie Vied, 149–160.
- Mejnartowicz L. 1983. Changes in genetic structure of Scots pine population affected by industrial emission of fluoride and sulphur dioxide. *Genetica Polonica*, 24: 47–56.

- Namkoong G., Kang H. 1990. Quantitative Genetics of Forest Trees. W: Plant Breeding Review (ed. J. Janick), vol. 8, Portland, Oregon (UAA), Timber Press, 139–188.
- Sabor J. 1998. Nasiennictwo, szkółkarstwo i selekcja drzew leśnych. Cz. III. Podstawy selekcji drzew. Kraków, Wydawnictwo AR, ss.112.
- Sabor J., Barzdajn W., Blonkowski S., Chałupka W., Fonder W., Giertych M. i in. 2005. Program testowania potomstwa drzewostanów wyselekcjonowanych (WDN), drzew matecznych (DD), plantacji nasiennych (PN) i plantacyjnych upraw nasiennych (PUN). Warszawa, DGLP, ss. 83.
- Savolainen O. 2000. Guidelines for gene conservation based on population genetics. W: Forest and Society: the Role of Research. XXI IUFRO World Congress, 7–12 August 2000, Kuala Lumpur, Malaysia, Sub-plenary session, 1: 100–109.
- Savolainen O., Yazdani R. 1991. Genetic comparison of natural and artificial populations of *Pinus sylvestris*. W: Genetic Variation in European Populations of Forest Trees (eds. G. Müller-Starck and M. Ziehe). Frankfurt am Main, Sauerländer's Verlag, 228–234.
- Skrøppa T. 1994. Impact of tree improvement on genetic structure and diversity of planted forests. *Silva Fennica*, 28(4): 265–274.
- Stahl P. H., Koski V. 2000. Impacts of silviculture and forest management on genetic diversity of trees. W: Forest and Society: the Role of Research. XXI IUFRO World Congress, 7–12 August 2000, Kuala Lumpur, Malaysia, Sub-plenary session, 1: 110–119.
- Tigerstedt P.M.A., Yao Y. 1997. Traditional tree improvement and the question of genetic diversity. W: Perspectives of Forest Genetics and Tree Breeding in a Changing World (ed. C. Mátyás), IUFRO World Series, 6: 17–26.
- Young A. 1996. Forest fragmentation: effects on population genetic processes. W: Caring for the Forest: Research in the Changing World. IUFRO XX World Congress, 6–12 August 1995, Tampere, Finland, Congress Report, II: 179–189.

Andrzej Lewandowski

Instytut Dendrologii PAN w Kórniku

Kwestia rodzimości polskich populacji w świetle XIX- i XX-wiecznego importu nasion – przykład świerka pospolitego

Polska, w porównaniu z innymi krajami europejskimi, posiada liczne jeszcze fragmenty drzewostanów rodzimych. Dotyczy to szczególnie obszarów położonych w dawnym zaborze rosyjskim, gdzie w lasach nie prowadzono tak intensywnych przekształceń, jak na terenach należących do innych zaborców. Jak wiemy, w wielu miejscach, gdzie gospodarowali leśnicy niemieccy, już na początku XIX wieku zaczęto prowadzić intensywną gospodarkę leśną. Wiązało się to, między innymi, ze znacznym poszerzeniem arealu świerka pospolitego, jako gatunku stosunkowo łatwego w hodowli, a także przynoszącego w krótkim okresie dobry zysk. Na terenie Austrii i Niemiec już w XIX wieku działały prężnie firmy nasienne, rozprawdzające materiał po całej Europie. Zazwyczaj nie zwracano wówczas uwagi na pochodzenie nasion i wpływające stąd zagrożenia, związane z niedopasowaniem materiału do warunków klimatycznych miejsca ich przyszłego wykorzystania. Powszechnie stosowaną przez te firmy praktyką było także mieszanie partii nasion różnego pochodzenia w trakcie ich łuszczenia. Swobodnemu rozwojowi handlu nasionami w tym czasie sprzyjała także intensywna rozbudowa sieci kolejowych w całej Europie. Jak podaje Ligman (1903), w okresach dziesięcioletnich, od 1860 do 1900 r., oddawano do użytku 50–60 tys. km linii kolejowych.

Dzisiaj, skala zamieszania rodzimych populacji materiałem obcego pochodzenia w wyniku niekontrolowanego przenoszenia nasion jest praktycznie nieznana. Na ten problem pewne światło mogą rzucić dostępne materiały archiwalne. Dokumenty historyczne jednoznacznie wskazują na znaczną skalę importu nasion z firm austriackich i niemieckich, sprowadzanych na tereny dzisiejszej Polski w ciągu całego XIX wieku i na początku XX. Decydowała o tym niższa cena, lepsza jakość oraz łatwiejsza dostępność materiału nasiennego oferowane-

go przez zagraniczne firmy nasienne niż materiału miejscowego. Zeszyty przeznaczonego dla leśników i właścicieli ziemskich, a istniejącego do dziś, czasopisma „Sylwan” z przełomu XIX i XX wieku wypełnione są ogłoszeniami firm nasiennych, głównie z Wiener-Neustadt i Innsbrucka, takich jak, np.: Juliusz Stainer, Ignacy Seckl czy Josef Jenewein (ryc. 1). W tym czasie polskie firmy nasienne praktycznie nie funkcjonowały. W latach nieurodzaju, przy braku zapasów nasion własnych, zapotrzebowanie było pokrywane importem. Na przykład „Sylwan” z roku 1884 podaje, że w związku ze słabym urodzajem nasion drzew szpilkowych, prawie całe zapotrzebowanie na ten rok w nasiona drzew iglastych dla Galicji (niestety w tekście nie podano skali potrzeb) będzie musiało być pokryte materiałem sprowadzonym (Anonim 1884). Podobnie było w Wielkim Księstwie Poznańskim. Na przykład H. Trąmpczyński, leśniczy z Zaniemyśla, w „Ziemianinie” z roku 1850 pisze: „Nasiona drzew i krzewów leśnych trudno u nas dostać w dobrym gatunku i po umiarkowanych cenach, dla tego polecam dom zagraniczny p. H.G. Trumpff w Blankenburgu przy Harcu. Nasiona brane z domu tego pokazały się jeszcze najlepsze i najtańsze. Za funt nasienia modrzewiowego płaci się tam 7srgr., za 1 funt świerkowego nasienia 1 ¾ srgr., jodłowego 1 i pół srgr. – Ceny poznańskie są o cztery razy wyższe”.



Rycina 1. Przykłady reklam firm nasiennych zamieszczonych w Sylwaniu z roku 1902

Na przełomie XIX i XX wieku skala importu nasion do Galicji z firm nasiennych w Wiener-Neustadt i Innsbrucku osiągnęła tak wysoki poziom, że w 1902 roku, dzięki poparciu Towarzystwa Leśnego Galicyjskiego, we Lwowie powstało Towarzystwo dla Popierania Produkcji Krajowych Nasion Leśnych. Jak można przeczytać w odezwie do leśników i właścicieli lasów wydanej przez Towarzystwo (Goralczyk i in. 1902), głównym celem jego działania miało być dążenie do zastąpienia nasion leśnych sprowadzanych z zagranicy nasionami własnymi. Założyciele Towarzystwa swoje działania uzasadniają następująco (pisownia oryginalna):

„Nasza dążność, aby sprowadzane dotychczas z zagranic kraju nasiona leśne zastąpić własnymi da się uzasadnić dwoma względami mianowicie: prawidłową hodowlą lasu i przysporzeniem jego dochodów. Najnowsze badania w dziedzinie hodowli lasu wykazały, że pod wpływem rozmaitych czynników zewnętrznych a głównie klimatycznych mogą powstawać u jednego i tego samego gatunku rozmaite odmiany klimatyczne, różniące się między sobą nie tylko budową zewnętrzną ale także różną chyżością przyrostu, i różną odpornością względem wpływów zewnętrznych. Dla klimatu i gleby każdej dzielnicy najstosowniejsze są te odmiany, które w swoich dzielnicach przez ciąg wielu wieków powstały. Tak więc jak dla równin najstosowniejsze jest nasienie zebrane na równinach, tak dla wysokich gór najlepsze będzie nasienie górskie. Handlarze na kwestię pochodzenia nie zwracają uwagi i nie mogą jej nawet zwracać, bo podrożyłoby to znacznie koszta produkcji. Sprowadzają oni nasiona drzew liściastych, szyszki drzew szpilkowych z całej Europy środkowej i północnej z gór i nizin, z Niemiec, Szwajcaryi, Tyrolu, Galicji, Rosji i Szwecji. Nasiona wyłuskane mieszają naturalnie razem, toteż w garści n. p. nasienia świerkowego sprowadzonego z Wiener-Neustadt albo z Insbruku mieszczą się ziarna z całej Europy, w kępie młodnika, który z tego nasienia powstanie, znajdujemy reprezentantów wszystkich krajów i dzielnic. Stąd powchodzi nierówność wzrostu w naszych młodnikach, stąd pochodzą częste szkody od okiści, a może i wiele innych kłesk, których często wytłumaczyć sobie nie możemy. Gdybyśmy używali naszego własnego krajowego nasienia, to wątpić nie można, że i kultury nasze lepiej by wyglądały i oszczędzilibyśmy młodnikom naszym niejednej kłęski, a sobie niejednego zawodu i rozczarowania.

Tak przedstawia się rzecz ze stanowiska samej hodowli lasu. A teraz przyjrzymy się jej ze strony finansowej. Z braku wszelkiej statystyki nie można na pewno oznaczyć, ile pieniędzy wychodzi z kraju corocznie za granicę na zakupno nasion leśnych. Według bardzo pobieżnego oszacowania zakupuje Galicya corocznie z Wiener-Neustadt i w Insbruku nasion leśnych przynajmniej za sumę 1 ½ miliona koron. Przy silnej woli i zapobiegliwości, moglibyśmy całą tę sumę pozostawić w kraju, a choćby tylko połowę tej całej potrzeby pokryli własnym nasieniem, to pozostałoby i tak 3/4 miliona koron w kraju i wpłynęłoby jako dochód z naszych lasów. Produkcya i sprzedaż nasion mogłaby być jednym ze

środków przyczyniających się do pomnożenia renty leśnej i mogłaby nią być w dwojaki sposób: po pierwsze przez dostarczenie dobrych, tanich i pewnych nasion własnych, po drugie: przez bezpośredni dochód z ich sprzedaży. Wiadomo nam wszystkim, czym jest dla leśnika dobre nasienie. Od niego zawisło całe dalsze powodzenie uprawy; jego jakość decyduje głównie o kosztach siewów, bo nasiona nasze są wogóle biorąc bardzo drogie”.

Przytoczony powyżej krótki przegląd materiałów archiwalnych jednoznacznie wskazuje, że skala przemieszczania materiału nasiennego na ziemiach polskich w XIX i na początku XX wieku była rozległa. Przy czym, na podstawie dokumentów historycznych, nawet w przybliżeniu nie da się określić, jakiego pochodzenia był materiał nasienny wykorzystywany do odnowień w konkretnych przypadkach. Podstawowy problem tkwi w tym, że firmy handlujące nasionami zazwyczaj nie podawały informacji na temat ich pochodzenia. Co więcej, jak pokazano wyżej, regułą było mieszanie przez nie materiału różnego pochodzenia w trakcie łuszczenia nasion.

W okresie powojennym, aż do roku 1993, w Lasach Państwowych obowiązywały dość ogólnie sformułowane zasady dotyczące regionalizacji nasiennej i przemieszczania materiału rozmnożeniowego zawarte w „Zasadach hodowli lasu”. Nieprecyzyjne wytyczne skutkowały tym, że praktycznie materiał rozmnożeniowy był dość swobodnie przemieszczany w obrębie kraju (Fonder i in. 2007). Dopiero opracowanie „Leśnej regionalizacji dla nasion i sadzonek w Polsce” unormowało kwestie związane z obrotem materiału rozmnożeniowego.

Dzisiaj, dynamiczny rozwój technik biologii molekularnej pozwala rzucić nowe światło na sprawy związane z rodzimością populacji drzew leśnych oraz na stopień ich zanieczyszczenia materiałem obcego pochodzenia. W niektórych przypadkach markery molekularne pozwalają na weryfikację populacji pod kątem pochodzenia. Do tych celów bardzo pomocne są dziedziczące się u nagozależkowych wyłącznie w linii matecznej markery mitochondrialnego DNA.

Badania z zastosowaniem tych markerów, przeprowadzone do tej pory w Pracowni Biologii Molekularnej Instytutu Dendrologii w Kórniku, jednoznacznie wskazują na zawleczenie na nasze tereny znacznych ilości świerka alpejskiego (Dering i Lewandowski 2009; Lewandowski i in. 2012a,b; Lewandowski 2013). W Polsce praktycznie nie ma obszaru wolnego od świerka tego pochodzenia. Jego obecność stwierdzono w 76 populacjach na 143 zbadane. Zanieczyszczenie populacji świerkiem alpejskim jest różne i wynosi 3–100%. Dotychczas stwierdzono go nawet w niektórych mikroregionach matecznych, które zostały przecież utworzone z myślą o ochronie rodzimych ekotypów świerka, oraz wśród drzew matecznych. W Nadleśnictwie Gołdap, ostoi świerka rominckiego – ekotypu świerka północno-wschodniego, stwierdzono drzewa pochodzenia alpejskiego zarówno w gospodarczych (GDN), jak i wyłączonych drzewostanach nasiennych (WDN). Na 21 zbadanych gospodarczych drzewostanów nasiennych pięć było zanieczyszczone świerkiem alpejskim w skali 6–56%,

natomiast wśród czterech wyłączonych drzewostanów nasiennych dwa były zanieczyszczone świerkiem tego pochodzenia. W jednym z nich zanieczyszczenie świerkiem alpejskim sięga aż 69%. Podobnie, na 24 zbadane drzewa mateczne, siedem okazało się być świerkiem alpejskim (Lewandowski i in. 2012a).

Określenie stopnia zamieszania i identyfikacji materiału pod względem pochodzenia jest ważne nie tylko w aspekcie hodowlanym. Jest także niezwykle istotne przy interpretacji wyników badań proveniencyjnych, zwłaszcza w aspekcie wykorzystania ich do prognozowania zmian klimatycznych, związanych z wpływem ocieplenia klimatu na populacje drzew leśnych. Należy sądzić, że podobna skala wymieszania materiału genetycznego dotyczy także innych gatunków naszych drzew leśnych, jak np. sosny zwyczajnej, czy nawet dębów.

LITERATURA

- Anonim 1884. Produkcja nasion. Sylwan, 139.
- Dering M., Lewandowski A. 2009. Finding the meeting zone: Where have the northern and southern ranges of Norway spruce overlapped? *Forest Ecology and Management*, 259: 229–235.
- Fonder W., Matras J., Załęski A. 2007. Leśna baza nasienna w Polsce. Warszawa, Centrum Informacji Lasów Państwowych.
- Goralczyk A., Rosenberg A., Szyszyłowicz I., Sokołowski S. Odezwa do leśników i właścicieli lasów. Towarzystwo dla Popierania Produkcji Krajowych Nasion Leśnych. Lwów, 1 marca 1902.
- Ligman J. 1903. Koleje żelazne na całym świecie z końcem XIX wieku. Sylwan, 21: 258–264.
- Lewandowski A., Litkowiec M., Grygier A., Dering M. 2012a. Weryfikacja pochodzenia świerka pospolitego (*Picea abies*) w Nadleśnictwie Gołdap. Sylwan, 156 (7): 494–501.
- Lewandowski A., Litkowiec M., Fischer A. 2012b. Śladami Władysława Jedlińskiego – określenie pochodzenia świerka na terenie Nadleśnictwa Skrwilno. Sylwan, 156 (9): 703–709.
- Lewandowski A. 2013. Markery mitochondrialnego DNA pomocne w ustaleniu pochodzenia świerka pospolitego w Polsce. *Postępy Techniki w Leśnictwie*, 122: 13–16.
- Trąpczyński H. 1850. Zatrudnienia leśne. *Ziemiańin*, 1: 359–361.

Justyna A. Nowakowska*, Catherine Bastien**

* Instytut Badawczy Leśnictwa w Sękocinie Starym

** Państwowy Instytut Badań Agronomicznych w Orleanie, Francja

Analizy DNA w praktyce gospodarstwa leśnego

Postęp, jaki dokonał się w ostatnich latach w genetyce molekularnej, przyczynił się do powstania nowoczesnych narzędzi badawczych, umożliwiających rozwiązanie kluczowych problemów w praktyce leśnej, związanych z zarządzaniem różnorodnością genetyczną na poziomie wewnątrz- i międzygatunkowym. Zmienność genetyczna odgrywa ważną rolę w procesach odporności drzewostanów. Wobec przewidywanych zmian klimatu przyjrzymy się dokładniej, na ile monitorowanie różnorodności genetycznej z wykorzystaniem markerów DNA może być częścią zrównoważonej gospodarki leśnej.

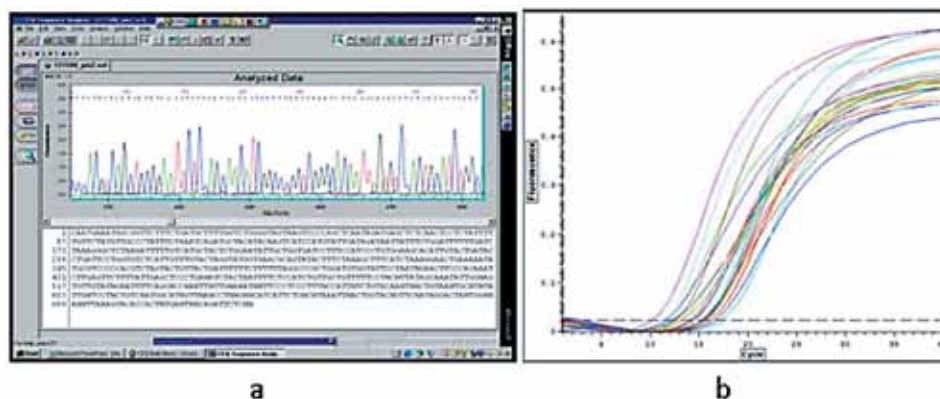
Markery DNA obejmują losowe obszary genomu drzew leśnych i mogą być miernikiem różnych procesów ewolucyjnych (w tym: migracji, systemu krzyżowania czy demografii); coraz częściej dostarczają też bezpośredniej informacji na temat polimorfizmu kluczowych cech, takich jak: pędzenie wiosenne, odporność na choroby i skład chemiczny drewna. Markery molekularne drzew leśnych różnią się sposobem dziedziczenia, prędkością mutacji, oraz poziomem zmienności.

Obecnie stosowane nowoczesne techniki sekwencjonowania umożliwiły poznanie tysięcy genów u gatunków drzew leśnych, dostarczając przez to nowe narzędzia przydatne w ocenie procesów adaptacyjnych gatunku na poziomie molekularnym. Ponieważ większość gatunków drzew leśnych charakteryzuje się złożonym genomem (np. drzewa iglaste), nadal dużym wyzwaniem dla współczesnej genetyki leśnej pozostaje określenie genów kodujących konkretne cechy funkcjonalne i strukturalne. Ostatnie postępy w genetyce molekularnej umożliwią wkrótce zintegrowanie danych molekularnych na poziomie sekwencji DNA z cechami hodowlanymi, co przyczyni się do lepszego przewidywania wartości genetycznej gatunku i do tworzenia np. nowych programów hodowlanych w oparciu dane genetyczne.

Zastosowanie markerów molekularnych w europejskiej gospodarce leśnej, zostało zilustrowane na następujących przykładach:

1. Szybka i niezawodna diagnostyka, identyfikacja i monitorowanie patogenów oraz szkodników leśnych na podstawie „kodu paskowego” DNA (barcoding)

W identyfikacji na poziomie genetycznym brane są pod uwagę fragmenty DNA (markery genetyczne) o wielkości od kilkudziesięciu do kilkuset par zasad, co umożliwia precyzyjną i szybką diagnostykę molekularną danego organizmu. W identyfikacji patogenów grzybowych lub grzybopodobnych (Oomycota) najczęściej stosowaną metodą jest sekwencjonowanie wewnętrznych transkrybowanych sekwencji rozdzielających rybosomalnego DNA (ang. *Internal Transcribed Sequence*, ITS) oraz genów cytochromowej oksydazy *cox1* i *cox2*, NADH dehydrogenazy *nad1*, czynnika elongacji *ef1 α* i β -tubuliny (Belbahri et al. 2006). Porównanie otrzymanej sekwencji DNA z sekwencjami referencyjnymi, dostępnymi w międzynarodowych bazach danych, np. GenBank, Q-base i innych, bardzo często umożliwia identyfikację danego patogenu z prawdopodobieństwem bliskim 100%. Przykład identyfikacji *Phytophthora plurivora* na podstawie sekwencji ITS DNA rybosomalnego przedstawiono na rycinie 1.

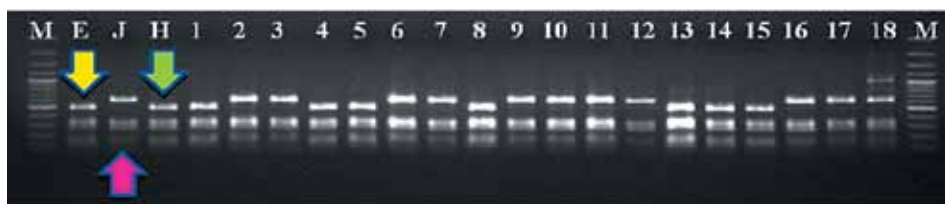


Rycina 1. Identyfikacja *P. plurivora* na podstawie: a – sekwencji DNA oraz b – krzywych amplifikacji w reakcji real-time PCR (źródło: archiwum IBL)

Również w celu identyfikacji *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. sensu stricto i *H. parviporum* (Niemelä and Korhonen), groźnych patogenów grzybowych rozwijających się na pniach świerka i sosny, opracowano markery genetyczne (Hantula i Vainio 2003). Markery te zastosowano po raz pierwszy w Polsce do celów sądowych (Nowakowska et al. 2013).

2. Identyfikacja gatunków i mieszańców międzygatunkowych drzew leśnych oraz możliwość śledzenia przepływu drewna i jego wyrobów „od lasu do konsumenta” na podstawie analizy profili DNA z drewna

Określenie różnic międzygatunkowych modrzewia na poziomie struktury DNA może pomóc w ustaleniu przynależności taksonomicznej osobników o nieokreślonej czy niepewnej pozycji taksonomicznej, co może być wykorzystane przy kwalifikacji drzewostanów do bazy nasiennej lub ich weryfikacji (Jagielska 2008). Opracowane w 2004 r. przez Acheré et al., markery identyfikujące modrzewia europejskiego i japońskiego posłużyły do ustalenia udziału modrzewia japońskiego oraz mieszańców modrzewia europejskiego i japońskiego w lasach regionu północno-zachodniej Polski (ryc. 2).



Rycina 2. Rozróżnienie gatunków modrzewia europejskiego (E), japońskiego (J) i ich mieszańców (H) na podstawie markera DNA chloroplastowego „*trn*”; M: wyznacznik masy molekularnej Ruller (Fermentas), 1–18: badane drzewa w drzewostanie (źródło: Jagielska A. 2008).

Największy udział modrzewia japońskiego został zanotowany w populacji „Ustka” (96%) i „Gdańsk” (64%), natomiast w populacjach „Podanin” i „Okonek” został stwierdzony największy udział mieszańców (odpowiednio 54 i 46%). Połączenie tradycyjnych metod hodowli z technikami molekularnymi umożliwia wprowadzenie obiektywnych kryteriów selekcji i doboru materiału rodzicielskiego modrzewia. Zastosowanie markerów molekularnych może wspomóc obecne programy hodowlane, przy ścisłej współpracy leśników – hodowców z biologami i genetykami.

3. Struktura genetyczna i fitogeografia gatunków drzew leśnych

Analiza danych paleo-ekologicznych łącznie z danymi molekularnymi (neutralne markery DNA) umożliwiła rekonstrukcję dróg migracji polodowcowej dębu, sosny i świerka. Badania genów chloroplastowego DNA wykazały, że europejskie współczesne populacje dębu szypułkowego i bezszypułkowego wywodzą się głównie z trzech refugium południowo-europejskich, a mianowicie: z półwyspów Iberyjskiego, Apenińskiego i Bałkańskiego (Petit i in. 2002). Na podstawie analiz markerów DNA jądrowego (SSR) i mitochondrialnego (STS)

można przypuszczać, że populacje sosny zwyczajnej na terenie naszego kraju przywędrowały głównie z Półwyspu Bałkańskiego, Półwyspu Apenińskiego oraz środkowej Rosji (Nowakowska 2007). Te ustalenia mogą być pomocne w opracowaniu regionalizacji nasiennej leśnego materiału podstawowego oraz w programie zachowania zasobów genowych w Polsce, m.in. poprzez właściwy dobór proveniencji sosny w trakcie tworzenia bazy nasiennej, weryfikację przebiegu granic regionów pochodzenia sosny oraz identyfikację materiału rozmnożeniowego tego gatunku.

Certyfikowane testy molekularne oparte na markerach SSR i STS mogą być w najbliższej przyszłości wykorzystywane przez praktykę leśną do identyfikacji geograficznego pochodzenia leśnego materiału rozmnożeniowego, np. świerka. Okazuje się bowiem, że struktura genetyczna drzewostanów świerkowych położonych w północno-wschodniej części Polski różni się od struktury populacji w tzw. zasięgu południowym (hercyńsko-karpackim). Granica spotkania się obu zasięgów na terenie Niżu Polskiego przebiega prawdopodobnie na wysokości Białowieży, która przynależy jeszcze do zasięgu południowego (Nowakowska 2009).

4. Badania różnorodności genetycznej i biologii reprodukcyjnej populacji drzew leśnych, na podstawie analiz neutralnych markerów DNA

Dane uzyskane dzięki analizie neutralnych markerów DNA umożliwiają poznanie podstawowych parametrów zmienności populacyjnej oraz dostarczają cennych informacji na temat wzorców przestrzennych różnorodności genetycznej i reprodukcji gatunku (system kojarzenia, przepływ pyłku i nasion). Parametry te mogą być pomocne w decyzjach podejmowanych w zarządzaniu zasobami genowymi w naturalnym odnowieniu oraz w zarządzaniu wieloobszarową różnorodnością genetyczną gatunku w celu określenia tzw. jednostek ochrony.

Analiza materiału organicznego na podstawie struktury DNA jest metodą szeroko stosowaną w kryminalistyce i medycynie sądowej, dostarczając wątpliwości co do identyfikacji i pochodzenia danej próbki, często o wielkości śladowej. Szacuje się, że kradzieże drewna na terenie będącym w zarządzie Lasów Państwowych powodują straty większe niż inne formy szkodnictwa leśnego, np. kłusownictwo, wandalizm czy pożary spowodowane bezmyślnym zachowaniem. Identyfikacja przez straż leśną i policję skradzionego drewna opierała się dotychczas przede wszystkim na badaniach mechanicznych, w tym na porównaniu grubości pniaka i kory, a szacowanie strat wynikających z kradzieży – na określeniu pierśnicy i miąższości drzewa na podstawie grubości pniaka (w przypadku sosny, świerka, jodły, dębu, buka i olszy).

Stosowaną dotychczas metodykę można z powodzeniem uzupełnić o analizę polimorfizmu DNA jądrowego i organellowego, które umożliwiają określenie osobnika z dokładnością „odcisku palca”. Atutem analiz DNA jest dziedziczenie

markerów molekularnych przez drzewa potomne oraz fakt, że zmienność strukturalna sekwencji DNA nie zależy od cech morfologicznych drzew i nie zmienia się wraz z wiekiem. Charakterystyka genotypu, określonego przede wszystkim na podstawie wybranych sekwencji DNA, stwarza narzędzie w postaci wzorca identyfikującego pojedynczo drzewo. Porównanie profili DNA komórek z drzewa i z pniaka nie wymaga zbierania danych takich, jak wiek drzewa, pierśnica, wysokość i miąższość, choć informacje te mogą być dodatkowym atutem w identyfikacji. Jedynym kryterium porównania jest profil genetyczny materiału dowodowego (kawałków drewna zabezpieczonych u podejrzanego) i materiału porównawczego (np. fragmenty pniaka w lesie, ryc. 3).



Rycina 3. Zestawienie profilu genetycznego (fragmentów DNA) materiału dowodowego (np. deski z tartaku) i materiału porównawczego (pozostawiony pniak w lesie) umożliwia ocenę identyczności obu prób z prawdopodobieństwem 99,99% (źródło: foto M. Klisz i archiwum IBL).

Przeprowadzenie analiz porównawczych na podstawie markerów DNA jest obecnie możliwe w przypadku 9 gatunków drzew leśnych, a mianowicie: sosny zwyczajnej, świerka pospolitego, jodły zwyczajnej, modrzewia europejskiego i japońskiego, buka zwyczajnego, dębu szypułkowego i bezszypułkowego, brzozy brodawkowatej, olszy czarnej i jesionu wyniosłego (Nowakowska 2011).

W podsumowaniu można stwierdzić, że dzięki badaniom struktury DNA uzyskujemy obecnie wiele cennych informacji w zakresie:

- różnorodności genetycznej ekosystemów leśnych (głównie na podstawie analiz neutralnych markerów DNA), w tym informacje dotyczące podsta-

wowych parametrów zmienności populacyjnej, tempa zmian ewolucyjnych i interakcji gatunków,

- procesów biologii reprodukcyjnej i ewolucji gatunków, w tym dotyczące systemu krzyżowania, przepływu pyłku i nasion, adaptacji do zmiennych warunków środowiska, migracji i demografii,
- oceny wartości genetycznej gatunku, głównie cech hodowlanych u drzew, w tym takich jak pędzenie wiosenne, odporność na choroby i skład chemiczny drewna,
- diagnostyki, identyfikacji i monitorowania patogenów oraz szkodników leśnych na podstawie kodu paskowego DNA,
- identyfikacji gatunków i mieszańców międzygatunkowych drzew leśnych.

Na podstawie analizy profili DNA z drewna uzyskuje się z kolei możliwość śledzenia przepływu drewna i jego wyrobów „od lasu do konsumenta” oraz identyfikacji geograficznego pochodzenia leśnego materiału rozmnożeniowego. Informacje te mogą być bardzo pomocne w tworzeniu nowych programów hodowlanych oraz w zarządzaniu zasobami genowymi (np. w trakcie naturalnego odnowienia) czy w zarządzaniu wieloobszarową różnorodnością genetyczną gatunku w celu określenia jednostek ochrony.

LITERATURA

- Acheré V., Faivre Rampant P., Pâques L. E., Prat D. 2004. Chloroplast and mitochondrial molecular tests identify European×Japanese larch hybrids. *Theor. Appl. Genet.*, 108: 1643–1649.
- Bal J. 2006. *Biologia molekularna w medycynie. Elementy genetyki klinicznej*, Warszawa, PWN, wyd. 2.
- Belbahri L., McLeod A., Paul B. i in. 2008. Intraspecific and within-isolate sequence variation in the ITS rRNA gene region of *Pythium mercuriale* sp. nov. (*Pythiaceae*), *FEMS Microbial Lett.*, 284, 17–27.
- Hantula J., Vainio E. 2003. Specific Primers for the Differentiation of *Heterobasidion annosum* (s. str.) and *H. parviporum* Infected Stumps in Northern Europe, *Silva Fennica*, 37(2), 181–187.
- Jagielska A. 2008. Zastosowanie markerów genetycznych w identyfikacji gatunkowej modrzewia europejskiego (*Larix decidua* Mill.) i japońskiego (*Larix kaempferi* Sorg.) oraz ich mieszańców. *Leś. Pr. Bad.*, Vol. 69(1): 21–25.
- Nowakowska J.A. 2007. Zmienność genetyczna polskich wybranych populacji sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na podstawie analiz polimorfizmu DNA. *Rozpr. hab.*, Sękocin Stary, IBL, ISBN 978-83-878647-70-4, ss. 118.
- Nowakowska J. 2009. Mitochondrial and nuclear DNA differentiation of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) populations in Poland. *Dendrobiology*, 61: 119–129.

- Nowakowska J.A., Borys M., Oszako T. 2013. Detection of *Heterobasidion anosum* (s. str.) and *H. parviporum* in infected *Picea abies* (L. Karst.) stumps based on DNA analysis. *Problems of Forensic Sciences / Z zagadnień Nauk Sądowych*, 93: 465–480.
- Nowakowska J.A. 2011. Application of DNA markers against illegal logging as a new tool for the Forest Guard Service. *Folia Forestalia Polonica, series A*, 2011, 53(2): 142–149.
- Petit R. J., Brewer S., Bordács S., Burg K., Cheddadi R., Coart E. i in. 2002. Identification of refugia and post-glacial colonization routes of European white oaks based on chloroplast DNA and fossil pollen evidence. *For. Ecol. Mgmt.*, 156: 49–74

Stanisław Karpiński*, **Magdalena Szechyńska-Hebda***, **Janusz Zawadzki****,
Piotr Przybysz****, **Kazimierz Przybysz******, **Andrzej Radomski****, **Barbara Karpińska***,
Ireneusz Ślesak*, **Joanna Dąbrowska-Bronk***, **Tomasz Zielenkiewicz****,
Teresa Kłosińska**, **Andrzej Antczak****, **Michał Drożdżek****, **Natalia Sidoruk***,
Damian Witoń*, **Adam Kupczyk*****, **Jakub Gawron*****, **Błażej Betliński***,
Dominika Bednarz*, **Maciej Bernacki***, **Ewa Archanowicz****, **Marta Kuncer******,
Kamila Buzala****, **Marcin Dubowik******, **Katarzyna Kowal******

* Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Katedra Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin

** Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Katedra Nauki o Drewnie i Ochrony Drewna

*** Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Katedra Organizacji i Inżynierii Produkcji

**** Politechnika Łódzka, Instytut Papiernictwa i Poligrafii w Łodzi

Modyfikacje genetyczne drzew: szanse i zagrożenia

WSTĘP

Globalne ocieplenie ziemi w XX i XXI wieku wymusza na społeczności światowej ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, głównie CO₂. W ostatniej dekadzie stało się jasne, że ocieplenie jest rezultatem globalnej industrializacji. Jednakże zmniejszenie się powierzchni lasów wskutek dewastacyjnej dla natury działalności człowieka oraz nieracjonalna gospodarka zasobami leśnymi przyczyniły się do pogłębienia problemu związanego z ociepleniem klimatu.

Zamieranie lasów, pozostających pod presją zanieczyszczeń przemysłowych, zwróciło uwagę na konieczność poszukiwania i poznawania mechanizmów reakcji drzew na szkodliwe czynniki pochodzenia antropogenicznego. W dalszym etapie poznanie tych mechanizmów prowadzi do ulepszania biotechnologicznego drzew poprzez genetyczną modyfikację naturalnych „predyspozycji” roślin do obrony przed presją środowiskową. W ciągu ostatnich 20 lat doszło do gwałtownego rozwoju biotechnologii drzew, której celem jest poprawa ich właściwości przemysłowych oraz rozwój plantacji drzew o relatywnie dużym jednostkowym przyroście biomasy drzewnej. W dziedzinie tej przodują głównie kraje strefy tropikalnej (Brazylia, Indonezja), w których uprawia się m.in. różne odmiany eukaliptusa i akacji. W strefie klimatu umiarkowanego są to przede wszystkim plantacje różnych odmian topoli. Plantacje tego typu stanowią poważną bazę surowcową dla produkcji pulpy celulozowej, paliw płynnych opartych na etanolu i jego pochodnych. Plantacje eukaliptusa czy topoli z genetycznie zredukowaną zawartością ligniny w drewnie są jednym z przykładów ekonomicznego sukcesu plantacji drzew jako organizmów genetycznie zmodyfikowanych (genetically modified organism – GMO).

POTENCJAŁ APLIKACYJNY BIOTECHNOLOGII LEŚNEJ

Okolo 40% światowej ekonomii jest bezpośrednio lub pośrednio zależna od produkcji celulozowej ściany komórkowej roślin. Produkty takie jak drewno konstrukcyjne, papier, ubrania, guma, biopaliwa i wiele innych, są pochodzenia roślinnego. Wobec kurczących się zasobów leśnych, tworzenie plantacji drzew w krajach strefy umiarkowanej stało się w ostatnich latach opłacalne dzięki stosowaniu nowych odmian drzew m.in. hybrydowych topoli o wysokim jednostkowym przyroście biomasy. Stanowią one alternatywę wobec produkcji drewna w lasach. Przyrost biomasy na tych plantacjach szacowany jest na ok. 30 mp/rok, a cykl produkcyjny na około 6 lat. Plantacje takie powstają m.in. w Kanadzie, USA, Niemczech, Finlandii, Francji czy Hiszpanii. Stanowią one źródło cennego surowca dla produkcji biopaliwa, przemysłu energetycznego (spalanie bezpośrednie, piroliza) i papierniczego.

Tabela 1. Obszar stanowisk topoli w głównych krajach raportujących do IPC.

Kraj	Powierzchnia (× 1000 ha)
Kanada	28300
Federacja Rosyjska	21500
USA	17700
Chiny	3000
Francja	40
Hiszpania	25
Rumunia	24
Chorwacja	9
Indie	9
Republika Korei	6

Źródło: IPC 2008 (International Poplar Commission Thematic Papers, "Poplars and willows in the world", chapter 12, Poplars and willows for rural livelihoods and sustainable development, Walter Kollert, Jim Carle, Linda Rosengren, January 2011).

Podążając za trendami światowymi, również w Polsce, zakłada się m.in. plantacje topoli. Odpowiednie odmiany i linie są dedykowane poprawie zaopatrzenia surowcowego w technologii produkcji papieru oraz opracowania technologii produkcji bioetanolu z drewna, stąd potencjalną grupę odbiorczą stanowi szeroko pojęty przemysł celulozowo-papierniczy i energetyczny.

Przemysł papierniczy

W ciągu ostatnich lat roczne zużycie papieru i tektury w Polsce zwiększyło się z ok. 2,5 mln ton do ok. 4,7 mln ton. Jednostkowe zużycie wyrobów papierowych wynosi ok. 120 kg rocznie na 1 mieszkańca. Jednak pomimo dynamicz-

nego wzrostu zużycia papieru, Polska nadal pozostaje w tej dziedzinie za czołowymi krajami Unii Europejskiej, gdzie zużywa się ok. 200 kg papieru na osobę. Luka, wynosząca obecnie ok. 80 kg – to potencjalna chłonność polskiego rynku. Aby dogonić kraje rozwinięte, Polska corocznie musiałaby zużywać o 60% więcej papieru niż obecnie. Produkcja mas celulozowych w Polsce, wynosząca ok. 1 mln ton, nie zaspokaja potrzeb krajowego przemysłu papierniczego. Jej niedobór jest uzupełniany poprzez import, wynoszący obecnie ponad 0,6 mln ton. Popyt na wysokiej jakości papier jest kreowany głównie przez dynamicznie rozwijającą się branżę elektronicznych urządzeń biurowych oraz branżę poligraficzną. Z kolei zapotrzebowanie na opakowania papierowe i kartonowe jest stymulowane przez wzrost wymagań dotyczących jakości opakowań i ich parametrów ekologicznych.

Parametry, które mogą mieć wpływ na przydatność drewna do celów papierniczych, a które mogą być modyfikowane w nowych liniach genetycznych, to stopień polimeryzacji celulozy oraz mikrostruktura drewna i jego wytrzymałość mechaniczna. Wprawdzie granica, poniżej której obserwuje się wyraźny spadek wytrzymałości drewna i papieru jest dość niska (ok. 700–1000), jednak zastosowanie celulozy o większym stopniu polimeryzacji pozwala na większą liczbę cykli wtórnego przerobu.

Istotne właściwości drewna, których modyfikacja jest możliwa przez generowanie nowych linii topoli, to również zawartość składników strukturalnych, czyli celulozy, hemiceluloz oraz ligniny, i ich proporcje. Ważnym elementem jest także skład chemiczny polisacharydów, szczególnie zawartość heksozanów i pentozanów oraz zawartość i rodzaj substancji ekstrakcyjnych, zwłaszcza substancji ekotoksycznych, czyli kwasów tłuszczowych i związków fenolowych. Podczas procesu wytwarzania mas celulozowych następuje recykulacja substancji niestrukturalnych w drewnie i stopniowe ich kumulowanie w wodzie obiegowej. Ich toksyczność względem organizmów wodnych powodować może duże straty w środowisku naturalnym. Nawet zastąpienie technologii bez udziału chloru cząsteczkowego (elemental chlorine free – ECF) technologiami całkowicie bezchlorowymi (totally chlorine free – TCF) nie powoduje ograniczenia toksyczności ścieków, ponieważ ilość substancji odpadowych bardziej zależy od zawartości surowca włóknistego w materiale wyjściowym, niż od parametrów procesu bielenia (BAT 2004). W przypadku drewna topoli wyróżnia się trzy główne grupy substancji toksycznych: (1) wolne i zestryfikowane kwasy tłuszczowe (triglicerydy, woski, estry alkoholi terpenowych) (Fengel i Wegener 2003); (2) związki fenolowe w korze i warstwie kambium (garbniki, kwas p-hydroksybenzoesowy, wanilinowy, syringowy i ferulowy, wanilina i aldehyd syringowy, p-etylofenol i fenol oraz glikozydy, np. populina, salicyna, salikortyna, tremuloidyna i trichokarpina) (Rowe i Conner 1979, Taylor i in. 1996, Taylor i Carmichael 2003, Fengel i Wegener 2003, Rehill i in. 2005); (3) sterole (beta-sitosterol oraz citrostadienol) (Fengel i Wegener 2003, Rowe i Conner 1979).

Wszystkie substancje są odpowiedzialne za silną toksyczność ługów warzelnych stosowanych w przypadku drewna topoli (Fernandez i in. 2001), a sterole dodatkowo mogą zakłócać działanie układów hormonalnych organizmów wodnych i powodować efekty androgeniczne (Kostamo i in. 2004). Regulacje unijne ograniczają stosowanie substancji toksycznych, dlatego konieczne jest zastępowanie ich technologiami bardziej przyjaznymi środowisku (Council Directive 91/689/EEC of 12 December 1991 on hazardous waste; Articles 17 to 20 of Directive 2008/98/EC).

Modyfikacja drzew pod kątem zmniejszenia obciążenia środowiska oznacza mniejsze zużycie chemikaliów w procesie otrzymywania papieru, a zatem również zanieczyszczenia ścieków poprodukcyjnych. Uzyskanie takich cech drewna może przynieść wymierne korzyści ekonomiczne, poprzez zmniejszenie kosztu przerobu drewna na masy celulozowe oraz uproszczenie procesu technologicznego.

Produkcja bioetanolu

Wytyczne Unii Europejskiej wskazują potrzebę zastępowania energii wytwarzanej z paliw kopalnych energią pochodzącą ze źródeł odnawialnych oraz konieczność upowszechniania naturalnych surowców odnawialnych pochodzenia roślinnego. W opracowanej w 1997 roku tzw. *Białej Księdze Energetyki Odnawialnej* Komisja Europejska założyła stopniowy wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie energetycznym Unii Europejskiej i zobowiązała każde z państw członkowskich do wyznaczenia w bilansie krajowym minimalnego udziału energii uzyskiwanej ze źródeł odnawialnych. Ponadto, fizyczne wyczerpywanie źródeł paliw konwencjonalnych oraz sięganie po te paliwa do coraz trudniej technicznie dostępnych zasobów powoduje wzrost ceny jednostki uzyskiwanego ciepła. Ta sama jednostka ciepła otrzymana ze źródeł odnawialnych jest i będzie nadal znacznie tańsza. W Polsce głównym źródłem energii odnawialnej jest drewno. Ponieważ lasy nie mogą być źródłem drewna do celów energetycznych, jego źródłem mogą być uprawy energetyczne.

Pomimo, że około 57% ogólnego pozyskania drewna w skali globalnej jest przeznaczane do celów energetycznych, jednak obecnie zużycie to jest na ogół nieracjonalne. Drewno jest bowiem spalane bezpośrednio jako paliwo stałe, ze względów logistycznych – w niewielkiej odległości od miejsca pozyskania. Ponadto znaczna część drewna jest spalana w paleniskach o niewielkiej sprawności energetycznej. Jednym z zasadniczych czynników umożliwiających racjonalne wykorzystanie drewna do celów energetycznych jest przekształcenie tego surowca w bardziej funkcjonalne biopaliwo ciekłe o relatywnie wysokiej wartości energetycznej.

Dobór odmian hodowlanych szybkoorosnących gatunków drzew jest kwestią pierwszorzędną przy ocenie opłacalności produkcji biopaliw. Jednak do-

datkowymi, istotnymi czynnikami ograniczającymi ekonomiczną efektywność przerobu drewna na ciekłe biopaliwo są: (1) niezmiernie wysokie koszty energetyczne rozdrabniania drewna na cząstki o wielkości umożliwiającej ich efektywną obróbkę biochemiczną (poniżej 1 mm) – szacunkowe zużycie energii to 2000 kWh/t drewna, (2) ochronny wpływ ligniny ograniczający efektywność działania enzymów celulolitycznych na składniki węglowodanowe drewna oraz powodujący zmniejszenie szybkości i wydajności procesu przekształcania węglowodanów w wielocukry i cukry proste, (3) wysokie koszty utylizacji pozostałości poreakcyjnej (głównie ligniny). Dlatego poszukiwanie odmian o dużym przyroście biomasy, o zwiększonej zawartości polisacharydów, a także o zmniejszonym stosunku pentozanów (zwłaszcza ksylanu) do heksozanów jest jednym z priorytetów hodowlanych.

Od kilkunastu lat szuka się możliwości pozyskania biokomponentu/biopaliwa z wysokowydajnych źródeł surowcowych, uwzględniając jednocześnie wysoką redukcję emisji CO₂. Zgodnie z dyrektywą 2009/28/EC udział biopaliwa otrzymanego z roślin niejadalnych, uprawianych na słabszych glebach miał (od kwietnia 2013 r.) wynieść nie mniej niż 35%, a w kolejnych latach powinien wzrosnąć nawet do 60%. Szacowano wówczas, że Polska może stać się potentatem europejskim w zakresie produkcji i eksportu biopaliw transportowych, produkowanych z roślin jadalnych (1. generacja). Zdolności produkcyjne w tym zakresie zostały określone na ponad 2 mld l/rok, ale ich wykorzystanie ze względu na masowy import biokomponentów było w ostatnich latach na znacznie niższym poziomie: około 20–30% w przypadku bioetanolu i 40–60% w przypadku biodiesla. Polskie paliwa są niekonkurencyjne, a technologie Polska kupuje z krajów UE i USA. Opóźnienie technologiczne wynosiło ok. 10 lat.

Udział sektorów biopaliw 1. generacji wynosi zaledwie 30–40% i stale maleje. Wpływ na tę sytuację mają m.in. uwarunkowania prawne, głównie ograniczenia udziału biopaliw w paliwie otrzymanym na bazie ropy naftowej, który w 2020 r. nie powinien przekroczyć 7%, zamiast zakładanego wcześniej poziomu 10%. Narodowy cel redukcyjny (NCR) na rok 2020 wynosi 6%, jednak będzie on bardzo trudny do osiągnięcia w przypadku biopaliw 1. generacji. W sytuacji niewywiązania się z założeń NCR do 2020 r. grożą Polsce wysokie kary. W związku z powyższym nie zaskakuje zwrot w kierunku atrakcyjnego sektora biopaliw 2. czy 3. generacji. Stopniowo jednak odchodzi się od pojęcia generacji biopaliw (podziału na paliwa 1. generacji i generacji wyższych), a wskazuje się priorytetowo na redukcję emisji CO₂ jako najważniejszej właściwości biopaliw transportowych, liczoną np. metodą Biograce. Należy przewidywać, że do produkcji biopaliw transportowych wyższych generacji wykorzystywany będzie krajowy surowiec, którego zasoby będą usytuowane w pobliżu instalacji do wytwarzania biokomponentu (lokalna korzyść gospodarcza i ekologiczna). Dlatego zakładanie plantacji szybko rosnących topól, transgenicznych roślin o zmodyfikowanych właściwościach ściany komórkowej (drewna), i podjęcie badań we

współpracy z przemysłem są racjonalne i mają ekonomiczne uzasadnienie. Korzyści z zastosowania takich rozwiązań w praktyce zostaną osiągnięte w trzech wymiarach: ekologicznym, społecznym i ekonomicznym.

Niewystarczająca plenność roślin energetycznych z grupy jadalnych i niezadawalająca redukcja emisji CO₂ przy dotychczas stosowanych niezaawansowanych surowcach/technologiach (fermentacja alkoholowa, estryfikacja i in.) uzasadniają konieczność poszukiwań nowych rozwiązań technologicznych, nowych surowców i łańcuchów logistycznych. Uprawa topoli i innych roślin wieloletnich może przyczynić się do wzrostu wydajności przeliczeniowej biopaliwa z 1 ha o ok. 40%, do dywersyfikacji rolnictwa i wzrostu dochodów rolniczych. Energia uzyskana dzięki zastosowaniu biopaliw wytwarzanych w zaawansowanej technologii może mieć strategiczne znaczenie dla bezpieczeństwa energetycznego kraju. W wyniku zwiększenia narodowego celu wskaźnikowego (NCW) popyt na bioetanol wzrośnie w Polsce od ok. 400 tys. ton w 2012 r. do ok. 600 tys. ton w 2020 r., ważne jest zatem, żeby ten popyt zaspokajać z wykorzystaniem krajowych zdolności produkcyjnych i surowców.

Poza realizacją narodowego celu wskaźnikowego (NCW) przy wykorzystaniu krajowych zdolności produkcyjnych (surowce, technologie), tworzenie plantacji roślin ulepszonych może oznaczać takie pozytywne efekty, jak:

- osiągnięcie redukcji emisji CO₂ na poziomie nie mniej niż 80–85% (wielkość zgodna z dyrektywą 2009/28/EC co najmniej do 2020 r.),
- podwójne wliczenie bioetanolu lignocelulozowego o tak wysokiej redukcji emisji CO₂ do obligatoryjnego NCW,
- uzyskanie przewagi konkurencyjnej Polski na arenie międzynarodowej w zakresie biopaliw transportowych, w konsekwencji również dostępu do rynku europejskiego i międzynarodowego.

ASPEKTY PROEKOLOGICZNE A OGRANICZONE ZAUFANIE SPOŁECZEŃSTWA

Plantacje drzew o podwyższonym lub jakościowo ulepszonym przyroście biomasy drzewnej w Polsce stanowią szansę zagospodarowania nieużytków rolnych oraz obszarów o ograniczonej przydatności dla rolnictwa. Wyselekcjonowane szybkorosnące formy topoli, o wysokim potencjale produkcyjnym biomasy, wykorzystywane są już obecnie do zakładania takich plantacji w krajach zachodniej Europy (krajem przodującym jest Szwecja). Wiele form topoli może rosnąć na stanowiskach o glebach silnie zdegradowanych, suchych, ubogich w składniki pokarmowe, pełniąc rolę pionierską w remediacji. Topola jest jednym z gatunków najlepiej przystosowanych do umiarkowanych warunków klimatycznych. Jednak odporność roślin na presję środowiska jest cechą silnie zależną od genomu rośliny i może się istotnie zmieniać w obrębie gatunku, odmiany, a nawet zależeć od etapu rozwojowego określonego osobnika.

Wykorzystanie silnie zanieczyszczonych, przesuszonych lub zasolonych gleb (wg danych FAO 43,1% powierzchni rolniczej w Polsce jest zdegradowana, a 25,4% bardzo silnie zdegradowana <http://www.fao.org/countryprofiles/>) w przypadku wielu gatunków przemysłowych jest niemożliwe. Podstawowy problem stanowi ujemna korelacja pomiędzy wzrostem i rozwojem rośliny a jej odpornością na skrajnie niekorzystne warunki glebowe.

Najnowsze badania (w tym w zespole WOODTECH) pozwoliły potwierdzić regulatorową rolę wielu genów w stresach abiotycznych związanych ogólnie ze stanem fizjologicznym rośliny określanym mianem nadmiaru energii wzbudzenia. Stan ten wywoływany jest przez pojedyncze czynniki takie jak: chłód/mróz, susza, nadmierne naświetlenie (zjawisko powszechne w słoneczny dzień, gdy natężenie promieniowania przekracza $1500 \mu\text{mol fotonów m}^2\text{s}^{-1}$) oraz infekcje i choroby, lub ich kombinacje. Przejawia się on rozregulowaniem procesu fotosyntezy, nadmierną dyssypacją zaabsorbowanej energii światła pod postacią ciepła (przegrzanie liści lub igieł), produkcją reaktywnych form tlenu, ograniczeniem asymilacji CO_2 , indukcją foforespiracji, co łącznie prowadzi do zahamowania wzrostu (podziałów komórkowych) i śmierci komórki. Rośliny mają jednak mechanizmy aklimatyzacyjne i ochronne, pozwalające na aklimatyzację i obronę oraz na kontynuowanie wzrostu i rozwoju w bardzo niekorzystnych warunkach. Mechanizmy regulacji tych procesów i oddziaływania na poziomie rośliny nie są jeszcze do końca poznane, jednak brak holistycznego zrozumienia procesów aklimatyzacyjnych i obronnych nie wyklucza możliwości funkcjonalnej identyfikacji i wykorzystywania w praktyce genów regulujących te procesy. Modyfikacje genetyczne w wyselekcjonowanych liniach powinny prowadzić do amelioracji produktywności i odporności roślin w niekorzystnych warunkach, dzięki czemu będą one konkurencyjne dla dotychczas używanych gatunków, linii, czy form roślin drzewiastych.

Wieloletnie użytkowanie wszelkich roślin w monokulturze narażone jest na rozwój chorób i szkodników, dlatego rośliny, w tym drzewa, powinny mieć odporność wielopoziomową. Zastosowanie linii ze zmodyfikowaną genetycznie grupą genów regulatorowych (tzw. regulonem) i wprowadzenie odporności na bazie kilku genów jest zdecydowanie lepszym rozwiązaniem niż odporność jednogenna. Takie rozwiązania, które już obecnie są na etapie praktycznego testowania (badania własne WOODTECH), ograniczają stosowanie nadmiernej ilości środków ochrony roślin i pozwalają na prowadzenie hodowli w sposób zdecydowanie bardziej proekologiczny, zgodny z założeniami unijnymi (Regulation EC NO 396/2006).

W Polsce uprawy i obrót organizmami genetycznie zmodyfikowanymi (GMO) są możliwe od 28.01.2013 r. dzięki ustawie o nasiennictwie oraz ustawie z dnia 22 czerwca 2001 r. o organizmach genetycznie zmodyfikowanych (Dz.U. z 2001 r. Nr 76, poz. 811; oraz z 2002 r. Nr 25, poz. 253). Środki regulujące produkcję i obrót GMO zostały podjęte ze względu na duże kontrowersje, jakie panują względem wprowadzania do środowiska odmian roślin zawierających kombinacje cech skonfigurowanych przez modyfikacje genetyczne. Przeciwnicy

GMO uważają, że mogą one generować wielowymiarowe i poważne zagrożenia dla ekosystemu, a skala i konsekwencje tych zagrożeń są dziś trudne lub niemożliwe do przewidzenia. Opinie te są oparte na nierzetelnych badaniach prowadzonych nad kukurydzą MON810 i doniesieniach o jej rzekomej szkodliwości dla środowiska i zwierząt. Uchwała prezydium Polskiej Akademii Nauk z września 2012 r. jednoznacznie stwierdza, że nie ma żadnych dowodów na szkodliwość GMO. Pomimo tego, modyfikacje genetyczne są znacznie łatwiej akceptowalne przez społeczeństwo w przypadku roślin przemysłowych niż w przypadku roślin spożywczych. Wobec ograniczonego zaufania społeczeństwa w stosunku do upraw przemysłowych roślin genetycznie zmodyfikowanych należy zaznaczyć, że: 1) topole GMO mogą być z powodzeniem sadzone i uprawiane, gdyż wycinka następuje na długo przed osiągnięciem przez drzewo dojrzałości, a więc zdolności do samoistnego wysiewania. Trwa to w zależności od gatunku i egzemplarza 15–20 lat, podczas gdy wycinkę prowadzi się po zakończeniu okresu najszybszego przyrostu biomasy, zazwyczaj nie dłuższego niż trzy do siedmiu lat. Linie topoli rozmnażane są wegetatywnie, nie jest więc możliwe, aby genetycznie modyfikowane topole samoistnie zasiedliły naturalne środowisko; 2) wprowadzone sekwencje nukleotydowe określonych genów biorą udział w ważnych dla roślin procesach życiowych i nie stanowią żadnego zagrożenia dla człowieka oraz środowiska. Wprowadzenie obcego genu (tzw. transgeny) zmienia ilościowo i jakościowo przyrost i zdolności do przetrwania roślin transgenicznych w porównaniu z organizmem wyjściowym w warunkach polowych. Wprowadzenie transgeny nie zwiększa natomiast przewagi selekcyjnej w przypadku uwolnienia GMO do środowiska naturalnego i nie wpływa negatywnie na inne organizmy. Transgeny integrowane są do genomu roślin stabilnie, to znaczy nie ulegają samorzutnej mobilizacji. Ponadto, transgeny są dziedziczone w kolejnych pokoleniach zgodnie z prawami Mendla; 3) potencjalne właściwości alergenne, jak również możliwość przenoszenia DNA pomiędzy transgenicznymi i nietransgenicznymi roślinami są bardzo mało prawdopodobne.

Rośliny transgeniczne są dopuszczane w uprawach przemysłowych w wielu krajach, ponieważ gwarantują zdecydowanie wyższą jakościowo i ilościowo produkcję materiału roślinnego.

GENETYCZNA MODYFIKACJA TOPOLI

Topola jest organizmem modelowym, którego genom został w pełni zsekwencjonowany, a ok. 45 000 genów zostało już zidentyfikowanych. W zachodniej Europie i Stanach Zjednoczonych istnieją firmy, które od lat zajmują się komercyjnym ulepszaniem odmian drzew pod kątem wykorzystania ich w przemyśle drzewnym, celulozowym i energetycznym. Przykładowo, SweTree Technologies z siedzibą w Szwecji zidentyfikował ok. 300 genów wpływających na

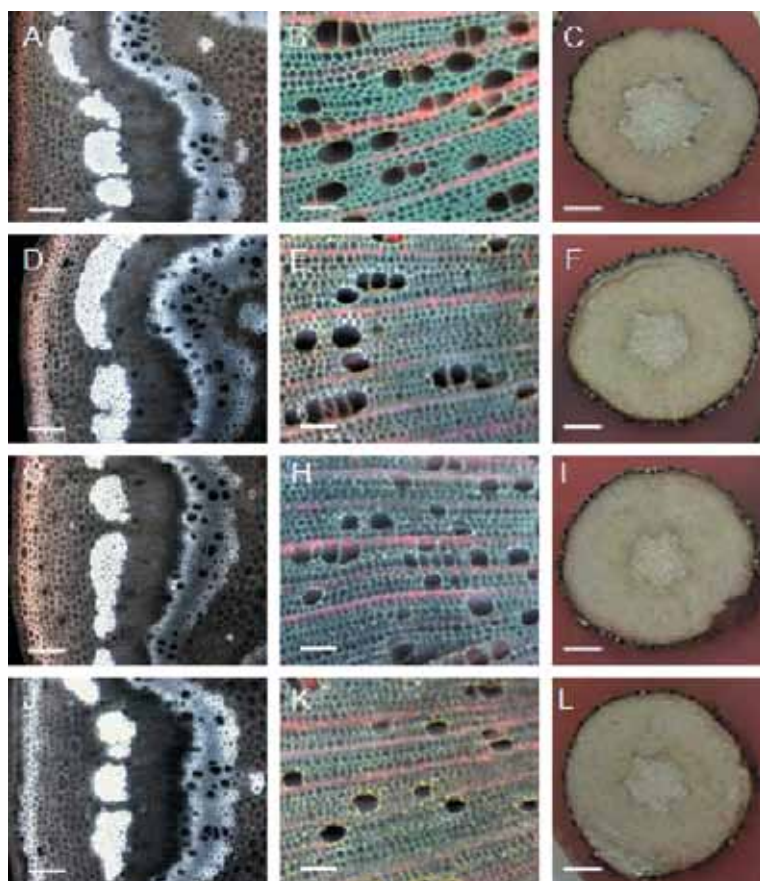
kompozycję chemiczną drewna oraz kontrolujących procesy przyrostu biomasy (www.swetree.com/application-areas/transgenic-trees.html). Naukowcy z Swe-Tree Technologies we współpracy z firmą Woodheads opracowali linie topoli z nadekspresją GA-20 Oxidase, natomiast we współpracy z Mendel Biotechnology Inc. linie z regulowanym poziomem Pectin Methyl Esterase. Zaowocowało to wyprowadzeniem linii drzew o składzie chemicznym drewna ulepszonym pod kątem produkcji mas celulozowych. Topola jest jednym z rodzajów, których zastosowanie w biotechnologii następuje najszybciej. Identyfikacją genów topoli odpowiedzialnych za formowanie drewna i kwitnienie drzew zajmują się liczni naukowcy skupieni w powstałej w 1997 r. platformie „The Gene Discovery Platform”. Efektem ich pracy było opublikowanie bioinformatycznej bazy danych dotyczących topoli (the Populus EST database).

Dotychczasowy rozwój biotechnologii drzew dotyczy manipulacji pojedynczych genów kodujących głównie czynniki transkrypcyjne i genów związanych z biosyntezą niektórych hormonów. W genomie topoli jest ponad 3500 prawdopodobnych czynników transkrypcyjnych i kilka tysięcy kinaz regulujących ich aktywność. Wydaje się, że ekspresja genów kinaz jest bardziej istotna dla regulacji wzrostu i rozwoju topoli niż ekspresja innych pojedynczych genów. Poza tym, ulepszenie wzrostu musi być powiązane ze zwiększeniem wydajności fotosyntezy i ograniczeniem tzw. programowanej śmierci komórki. Wszystkie te czynniki były do tej pory ignorowane przez badaczy. Istnieje zatem ogromny potencjał innowacyjny dla ukierunkowanego ulepszenia topoli i opracowania konkurencyjnych rozwiązań.

KIERUNKI MODYFIKACJI - BADANIA WŁASNE

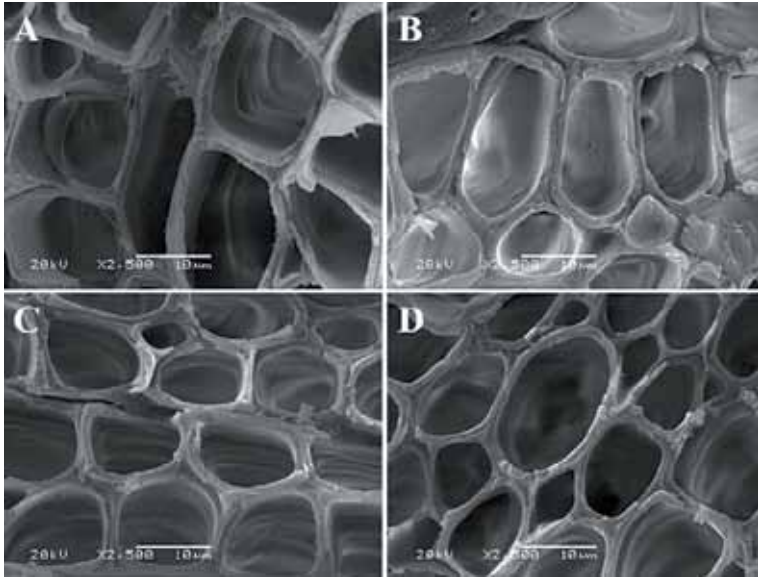
Badania nad genetycznie zmodyfikowanymi drzewami są w Polsce prowadzone m.in. pod kierownictwem prof. dr hab. Stanisława Karpińskiego w Katedrze Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin SGGW. Transgeniczne topole stworzone przez zespół S. Karpińskiego w ramach programu Welcome2008/1 Fundacji na rzecz Nauki Polskiej wyprowadzone zostały z wykorzystaniem gatunku mieszańcowego *Populus tremula* × *tremuloides*. Między innymi otrzymana została linia ze zmienioną ekspresją genu *PADA* (*PhytoAlexin Deficient 4*), który kontroluje jej odporność na infekcje. Pomimo, że szlaki sygnałowe, w których ten gen bierze udział, od lat kojarzone są z odpowiedzią rośliny na porażenie przez patogeny, opublikowane ostatnio badania wykazują uczestnictwo tych genów w całościowej odpowiedzi rośliny na wielorakie czynniki środowiskowe (patent WO/2013/093637, Wituszynska et al. 2013, Ślesak et al. 2014). Badania tej topoli prowadzone są w kierunku poznania komórkowych i molekularnych mechanizmów, które przetwarzają informację kwantową, generowaną w obrębie fotosytemu II-go i I-go, na sygnały elektrofizjologiczne i hormonalne, prowadzące do

regulacji podziałów komórkowych oraz programowej śmierci komórki. Kontrola tych dwóch antagonistycznych procesów jest bezpośrednio odpowiedzialna za przyrost biomasy i formowanie drewna. Zostało to potwierdzone dzięki porównaniu roślin typu dzikiego (t89) i linii transgenicznych z wyciszeniem genu na poziomie 25–40% (*pad4*) (ryc. 1). W pierwszym roku wzrost pędu głównego topoli linii transgenicznych i typu dzikiego był bardzo szybki, a rośliny osiągały wysokość 220–250 cm. Transformacja roślin spowodowała zmiany morfologii roślin (inny fenotyp). Pomimo, że nie stwierdzono różnic w przyroście wysokości pędów głównych w kolejnych latach, większy przyrost grubości pędu linii transgenicznych spowodował znaczne zwiększenie całkowitej objętości badanych genotypów. Średnica i liczba elementów tracheidalnych zmniejszyła się w pę-

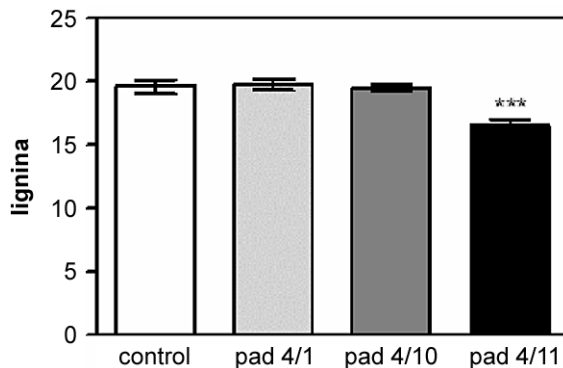


Rycina 1. Przekrój młodych pędów topoli. Przekrój poprzeczny był przygotowany z pędów przyciętych na wysokości 10 cm (A, D, G, J) i 30 cm (B, C, E, F, H, I, K, L) od wierzchołka. A-C - kontrola (typ dziki), D-F - *pad4-1*, G-I - *pad4-10*, J-K - *pad4-11*. Długość odcinka: 100 µm dla A, D, G, J, 25 µm dla B, E, H, K i 1 mm dla C, F, I, L (źródło: Ślesak et al. 2014, Plant Cell and Enviroment)

dach *pad4*, powodując jednocześnie zwiększenie całkowitej ilości komórek na jednostkę powierzchni przekroju pędu. Jednocześnie, promień pierścienia drewna był szerszy we wszystkich liniach *pad4*. Zmianom tym towarzyszyło zwiększenie średniej grubości ściany komórkowej, szczególnie dla linii *pad4/1* i *pad4/10* (ryc. 2). Zwiększona grubość ścian komórkowych była głównie efektem odkładania się większej ilości celulozy, ponieważ średnia zawartość ligniny w ścianie komórkowej była niższa w linii *pad4-11* (ryc. 3) (Ślesak et al. 2014).



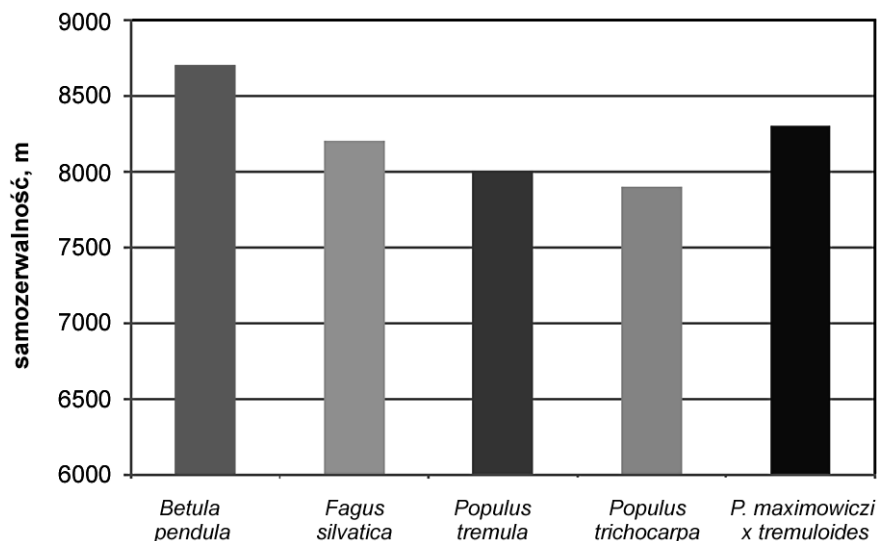
Rycina 2. Komórki drewna wtórnego pędu *P. tremula* × *tremuloides*: A - dzikiego typu t89, oraz linii transgeniczných: B - *pad4/1*, C - *pad4/10*, D - *pad4/11* (źródło: Ślesak et al. 2014, Plant Cell and Enviroment)



Rycina 3. Zawartość ligniny w drewnie. Słupki błędę ± SD (n = 3-8). *** - statystyczna istotność przy P < 0,001 (źródło: Ślesak et al. 2014, Plant Cell and Enviroment)

Obecnie prowadzone są badania nad przydatnością innych linii genotypu *P. maximowiczii* i *P. trichocarpa* do transformacji podobnej do przeprowadzonej dla *P. tremula* × *tremuloides*. W pierwszej kolejności jednak linie scharakteryzowane zostały pod kątem konkurencyjności dzikiego typu względem dotychczasowych linii.

W ramach prac badawczych realizowanych w Instytucie Papiernictwa i Poligrafii Politechniki Łódzkiej (partner konsorcjum WOODTECH) zoptymalizowano proces wytwarzania i określono zdolność papierotwórczą obu linii topoli dzikiego typu (*P. maximowiczii* i *P. trichocarpa*). Stwierdzono, że w przypadku badanych odmian optymalnymi warunkami roztwarzania jest temperatura wynosząca 160°C i dodatek alkaliów: 19% – dla mas niebielonych, oraz 26% – dla mas przeznaczonych do bielienia. Porównanie drewna linii topoli z referencyjnym drewnem liściastym pod względem przydatności do wytwarzania papieru, właściwości mas celulozowych (skład chemiczny, długość włókien, wytrzymałość włókien) i właściwości papieru (stopień spęcznienia włókien, mielność masy, samozerwalność, opór przedarcia, odporność na przepuklenie, gęstość pozorna), potwierdziło możliwość zastosowania drewna badanych gatunków topoli w przemyśle papierniczym. Przykładowo, na rycinie 4 przedstawiono samozerwalność papieru otrzymanego z mas włóknistych z referencyjnego drewna liściastego i badanych linii topoli zmielonych do takiej samej smarności, wynoszącej 30°SR. Zarówno smarność, jak i inne badane właściwości były zbliżone. Jednak gęstość papieru otrzymanego z drewna topoli, ze względu na krótsze włókna celulozowe niż u drzew referencyjnych, była znacznie większa.



Rycina 4. Samozerwalność mas celulozowych dla mas o smarności 30°SR

Unikatowy charakter kompozycji genomowej powoduje, że każdy fenotyp może charakteryzować się odmienną pulą cech morfologicznych i fizjologicznych i może generować różną odpowiedź na określone warunki środowiskowe. Z tego powodu modyfikacja genów w genotypach topoli *P. tremula* × *tremuloides*, *P. maximowiczii* lub/i *P. trichocarpa* może zapewnić zmienność genotypową i fenotypową na wysokim poziomie. Takie podejście jest uzasadnione szczególnie w przypadku, gdy zestaw pożądanych cech drewna jest odmienny – dla technologii produkcji papieru i do produkcji biopaliw. Podczas gdy w pierwszym przypadku czynnikiem krytycznym do uzyskania produktu końcowego o najlepszych jakościowych i ilościowych właściwościach jest długość włókien celulozowych, o tyle w drugim przypadku cechą priorytetową jest struktura mezoporowata drewna, zapewniająca efektywny proces hydrolizy enzymatycznej. Stąd dobór odpowiednich linii jest kwestią pierwszorzędą przy ocenie opłacalności poszczególnych technologii, co jednak wymaga odpowiednio liczebnej i zróżnicowanej populacji roślin. Drugim elementem jest dobór odpowiednich technologii. W Katedrze Nauki o Drewnie i Ochrony Drewna SGGW (drugi partner konsorcium) prowadzone są badania wybranych właściwości materiałów lignocelulozowych pochodzących z topoli do produkcji biopaliw i papieru. Określono wpływ wybuchu parowego i hydrolizy wysokotemperaturowej na objętość mezoporów. W przypadku hydrolizy wysokotemperaturowej temperatura procesu miała wyraźny wpływ na ubytek masy i istotnie wpływała na ilość substancji powstałych w wyniku hydrolizy polisacharydów do cukrów prostych i dalszego rozpadu cukrów prostych. Objętość właściwa porów drewna była największa po wybuchu parowym i hydrolizie w niższych temperaturach. W wyższych temperaturach następowało zmniejszenie objętości próbek, co można tłumaczyć uplastycznianiem się ligniny i zamykaniem porów. Stwierdzono istotne różnice w budowie chemicznej drewna badanych gatunków. Drewno *Populus maximowiczii* charakteryzowało się mniejszą zawartością cukrów – hemiceluloz oraz celulozy. Jednak po wyizolowaniu celulozy metodą Kürschnera-Hoffera okazało się, że pomimo mniejszej zawartości celulozy drewno *Populus maximowiczii* ma znacznie lepszą jakość. Średni stopień polimeryzacji celulozy obliczony na podstawie średniej wagowej masy cząsteczkowej był prawie dwukrotnie większy niż w przypadku *Populus trichocarpa*. Tradycyjnie liczoną średnią jest M_n , czyli liczbowo średnia masa cząsteczkowa. W tym przypadku średni stopień polimeryzacji celulozy *P. maximowiczii* był ponad dwukrotnie większy, co świadczy o mniejszej zawartości krótkich łańcuchów w drewnie tego gatunku. A zatem drewno topoli kalifornijskiej charakteryzuje się większą zawartością cukrów, a mniejszą ilością ligniny niż drewno topoli Maksymowicza w tym samym wieku. W przypadku jakości, czyli długości łańcuchów celulozowych, topola Maksymowicza wyróżnia się lepszymi właściwościami.

Kierunki przyszłych badań będą obejmować zarówno modyfikacje materiału roślinnego, jak i opracowanie technologii jego przetwarzania. Główne cele ko-

lejnycy badań obejmować będą: (1) określenie wpływu warunków delignifikacji drewna topolowego na skład chemiczny i właściwości zdelignifikowanych mas włóknistych i cieczy poreakcyjnych, z uwzględnieniem ich ekotoksyczności, (2) ocenę możliwości zastosowania procesów wspomagających zmianę struktury biomasy oraz wykorzystania produktów ubocznych, (3) cenę mas włóknistych otrzymanych z drewna topolowego o różnym stopniu delignifikacji pod kątem ich przydatności do wytwarzania papieru, przydatności do obróbki enzymatycznej i przerobu na biopaliwa.

PODSUMOWANIE I PERSPEKTYWY

Modyfikacja składu drewna ma zatem podstawowe znaczenie dla efektywności i jakości technologii jego przetwarzania. Optymalizacja w tych dziedzinach musi być komplementarna, co wymusza interdyscyplinarność badań oraz ściśle współdziałanie naukowców z zakresu technologii drewna, biologii molekularnej, fizjologii, chemii i inżynierii chemicznej i produkcji. Efektem takich działań powinno zatem być ustalenie korelacji pomiędzy rodzajem modyfikacji genetycznej a otrzymaną charakterystyką drewna oraz ściśle zdefiniowanie parametrów drewna dedykowanego określonym sektorom przemysłowo-technologicznym. W przypadku wykorzystania szybkoorosnących topoli o dużym przyroście biomasy do produkcji bioetanolu należy zwrócić szczególną uwagę na następujące problemy i zadania badawcze: selekcję optymalnego gatunku szybkoorosnących topoli; wstępną obróbkę biomasy w celu usunięcia inhibitorów enzymów hydrolitycznych i rozwinięcia struktury porowatej; hydrolizę enzymatyczną celulozy oraz ksylanu; fermentację alkoholową hydrolizatu celulozy i próby fermentacji ksylozy. Bardzo istotne i ważne są badania nad rozwojem technologii jednoczesnej hydrolizy i fermentacji z zastosowaniem reaktorów membranowych. Proponowana technologia powinna charakteryzować się bardzo wysokim współczynnikiem redukcji emisji CO₂. Przemysł papierniczy, w związku z dążeniem do poszerzenia bazy surowcowej, poszukuje odmian zapewniających szybki wzrost i umożliwiających zakładanie plantacji drzew szybkoorosnących. Topole, szczególnie gatunki obecnie badane w ramach konsorcjum WOODTECH¹, spełniają doskonale te warunki. Pod względem przyrostu badane gatunki topoli przewyższają znacznie zarówno *P. tremula* × *tremuloides*, jak i drzewa referencyjne, tj. brzozę czy buk. Z perspektywy papiernictwa szczególnie istotne jest prowadzenie badań roślin o relatywnie długich włóknach oraz małej zawarto-

¹ Badania są prowadzone w ramach konsorcjum naukowego WOODTECH (przewodniczący konsorcjum – S. Karpiński, kierownik projektu – M. Szechyńska-Hebda, koordynator grupy KNo-DiOD i KOiIP – J. Zawadzki, koordynator grupy IPP PŁ – P. Przybysz) i finansowane z projektu NCBiR PBS1/A8/0/2012.

ści pierwotnej frakcji drobnej, czyli cząstek o wymiarach poniżej 0,2 mm. Masy otrzymane z drewna odpowiednio zmodyfikowanych linii topoli mogą stać się znaczącym konkurentem coraz powszechniej stosowanych mas z eukaliptusa. Główną wadą obecnie stosowanych mas z eukaliptusa jest bardzo mała długość włókien, co w wielu wypadkach ogranicza obszar zastosowania tej masy. Kolejnym kierunkiem badań jest możliwość otrzymania linii topoli o zmniejszonej zawartości ligniny (ryc. 3). Badania w tym zakresie mogą mieć praktyczne i wymierne efekty, ponieważ proces roztwarzania drewna takich linii może przebiegać przy mniejszym dodatku ługów warzelnych bądź też w niższej temperaturze, a w konsekwencji znacznie obniżą się koszty jego prowadzenia.

LITERATURA

- BAT 2004. Zintegrowane zapobieganie i ograniczanie zanieczyszczeń (IPPC). Dokument referencyjny dla najlepszych dostępnych technik w przemyśle celulozowo-papierniczym. 2004. Ministerstwo Środowiska.
- Fengel D., Wegener G., 2003. Wood: chemistry, ultrastructure, reactions”. Verlag Kessel. ISBN 3-935638-39-6.
- Fernandez M.P., Watson P.A., Breuil C. 2001. Gas chromatography–mass spectrometry method for the simultaneous determination of wood extractive compounds in quaking aspen. *J. Chromatogr. A*, 922, 225–233.
- Kostamo A., Holmbom B., Kukkonen J.V.K. 2004. Fate of wood extractives in wastewater treatment plants at kraft pulp mills and mechanical pulp mills. *Water Research* 38, 972–982.
- Rehill B. Clauss A., Wiczorek L., Whitham T., Lindroth R. 2005. Foliar phenolic glycosides from *Populus fremontii*, *Populus angustifolia*, and their hybrids. *Biochem. Syst. and Ecol.*, 33, 125–131.
- Rowe J.W., Conner A.H. 1979. Extractives in eastern hardwoods – a review. General Technical Report FPL 18. Madison, WI, USDA Forest Service, Forest Products Laboratory.
- Taylor B.R., Carmichael N.B. 2003. You have full text access to this content Toxicity and chemistry of aspen wood leachate to aquatic life: Field study. *Environ. Toxicol. Chem.*, 22, 2048–2056.
- Taylor B.R., Goudey J.S., Carmichael N.B. 1996. Toxicity of aspen wood leachate to aquatic life: Laboratory studies. *Environ. Toxicol. Chem.*, 15, 150–159.
- Wituszynska W., Slesak I., Vanderauwera S., Szechyńska-Hebda M., Kornas A., Van Der Kelen K., Mühlenbock P., Karpinska B., Mackowski S., Van Breusegem F., Karpinski S. 2013. *Lesion simulating disease1*, enhanced disease susceptibility1, and phytoalexin deficient4 conditionally regulate cellular signaling homeostasis, photosynthesis, water use efficiency, and seed yield in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.*, 161, 1795–805.

Decyzje hodowlane w warunkach niepewności – czy można liczyć na wsparcie ze strony genetyki?

WSTĘP

Przewidywane scenariusze zmian klimatu, zapowiadające wzrost temperatury i zmniejszenie opadów, stanowią prawdopodobnie największe wyzwanie dla leśnictwa od czasu XVIII-wiecznego kryzysu dotyczącego zasobów drewna, który doprowadził do sformułowania koncepcji trwałego użytkowania lasu.

Reakcja miejscowych populacji drzew na ocieplenie będzie różniła się w zależności od stref klimatycznych. W strefie borealnej spodziewany wzrost temperatury będzie prowadził do wyraźnego przyspieszenia wzrostu. W niższych szerokościach geograficznych, w umiarkowanej strefie morskiej, przyrost również może przyspieszyć, jeśli opady ulegną zwiększeniu lub przynajmniej pozostaną na niezmiennym poziomie. Jednak w suchej umiarkowanej strefie kontynentalnej i suchej strefie śródziemnomorskiej nawet względnie niewielki wzrost temperatury w połączeniu ze stresem wywołanym suszą spowoduje utratę zdolności przystosowania się, większą podatność na choroby oraz wzrost śmiertelności. Na siedliskach na granicy występowania suszy ocieplenie prowadzi stosunkowo szybko do utraty produktywności oraz selektywnej śmiertelności (Berki i Rasztovcics 2004; Mátyás 2005). Należy zauważyć, że opisywane zjawiska stanowią uogólnienia. Istotne różnice mogą być spowodowane przez system genetyczny gatunku, przeszłość ewolucyjno-migracyjną oraz oddziaływanie klimatu regionalnego lub lokalnego. Na przykład w niektórych regionach strefy borealnej, gdzie już występuje stres z powodu niewielkiej wilgotności i małych opadów, wyższe temperatury i susze mogą prowadzić do zamierania drzew (Lapenis et al. 2005).

Praktyka leśna musi przygotować się na długofalowe zmiany, nie mające żadnej analogii. Dalszego wsparcia mogą udzielić jedynie nauki podstawowe,

jak ekologia czy genetyka. W referacie zostaną przybliżone wyniki z zakresu i ekologii ewolucyjnej, służące jako wskazówki dla zarządców lasów.

W poszukiwaniu możliwości wsparcia przystosowania drzew do przyszłych warunków klimatycznych logiczne wydaje się wykorzystanie adaptacyjnej zmienności genetycznej stworzonej w drodze selekcji naturalnej. Można założyć, że populacje właściwie dostosowane do warunków analogicznych do spodziewanych przyszłych warunków klimatycznych mogą lepiej odpowiadać oczekiwaniom co do ich stabilności i wzrostu. Stanowi to podstawę koncepcji „wspieranej migracji”.

Reakcja populacji na przeniesienie do nowego środowiska może być określona w doświadczeniach proveniencyjnych. Powszechnym rezultatem tych badań było stwierdzenie stabilności wydajności (*stability of performance*) w znacznie zmieniających się warunkach klimatycznych. Stopień stabilności, tj. zdolność populacji do zachowania produktywności w zmieniających się warunkach, jest dziedziczony i może różnić się w obrębie gatunku (np. proveniencje świerka z Karpat Wschodnich miały wysoką stabilność w całej Europie). Jeżeli zmiana środowiskowa przekracza poziom determinowanej genetycznie tolerancji i stabilności, żywotność zaczyna gwałtownie spadać, prowadząc w końcu do śmierci i wyginięcia populacji.

Jeżeli przewidywane zmiany mieszczą się w ramach stabilności typowej dla gatunku i populacji, można spodziewać się adaptacji bez wspieranego transferu. Na przykład populacja buka może zbuforować pogorszenie warunków klimatycznych przez stabilność fenotypową, jeśli wzrost deficytu wody wyrażony w ekologicznych liczbach wskaźnikowych Ellenberga¹ (ΔEQ) wynosi poniżej 5, pod warunkiem, że nie znajduje się na skrajnym siedlisku na granicy występowania suszy (Hlásny et al. 2014). Prognoza może być zmieniona w sytuacji niekorzystnej zdolności gleby do zatrzymywania wody, wysokiego wieku drzewostanu oraz obniżenia zdrowotności drzew przez antagonistów lub w wyniku niekorzystnych warunków konkurencyjnych czy strukturalnych w drzewostanie (wysokie zagęszczenie drzewostanu).

W niniejszym artykule przedstawiono wyniki doświadczeń proveniencyjnych (na podstawie Mátyása et al., 2010), w których za gatunki modelowe posłużyły sosna zwyczajna i świerk pospolity.

OCENA ODPORNOŚCI NA SUSZE NA PODSTAWIE WYNIKÓW BADAŃ PROWENIENCYJNYCH

Realne wyzwania ze względu na produktywność lasu stanowią: wzrost temperatury oraz zmniejszenie się opadów, więc zajmiemy się jedynie tymi zjawiskami. Istnieją dwie możliwości wyjaśnienia genetycznego tła odporności:

¹ Wskaźnik wilgotności Ellenberga: średnia temperatura najcieplejszego miesiąca (T_{07} ; °C) podzielona przez wielkość opadów rocznych (P_a ; mm): $EQ = 1000 (T_{07} / P_a)$

- analiza ilościowa reakcji adaptacyjnej w doświadczeniach proveniencyjnych,
- molekularne genetyczne śledzenie regulacji cech adaptacyjnych.

Współczesna genetyka molekularna podejmuje wiele wysiłków, by wyjaśnić mechanizm regulujący cechy ilościowe, jednak nie udało się jeszcze osiągnąć przełomu w tym zakresie. W porównaniu z cechami ilościowymi zmienność na molekularno-genetycznych (prawie wyłącznie neutralnych) loci jest niejednoznaczna (Savolainen et al. 2004), nawet w przypadku zidentyfikowanych genów cech ilościowych (QTL). Genów uczestniczących w ujawnieniu cech ilościowych mogą być setki. Identyfikacja przynajmniej głównych grup genów odpowiedzialnych za te cechy wydaje się być zadaniem na kolejne dekady (Neale i Wheeler 2004), dlatego nie można pomijać bezpośredniej analizy reakcji ilościowych w doświadczeniach proveniencyjnych.

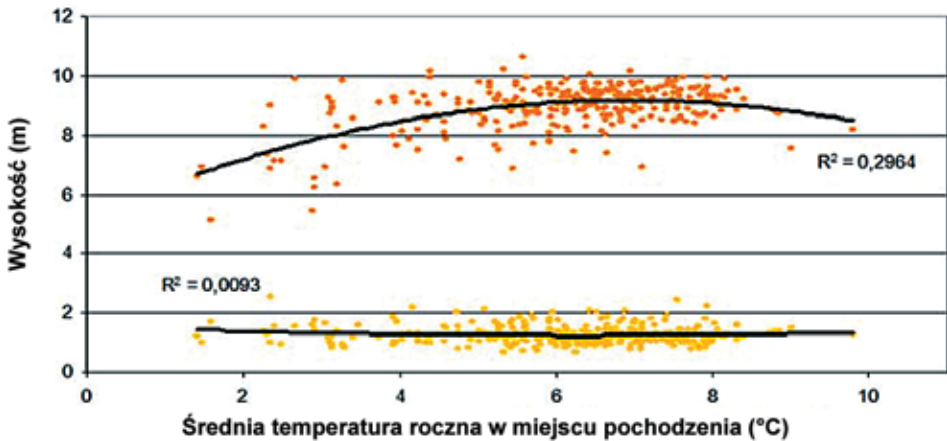
ANALIZA DANYCH Z TRANSFERU POPULACJI W DOŚWIADCZENIACH PROWENIENCYJNYCH

Analiza skutków transferu populacji (*transfer analysis*), w tym modelowanie i przewidywanie reakcji na różne scenariusze zmian klimatycznych, na podstawie danych z badań proveniencyjnych pierwotnie została zaproponowana przez autora niniejszego artykułu (Mátyás i Yeatman 1987, Mátyás 1994). Zasadą w tym podejściu jest wykorzystanie zmiennych ekologicznych wyrażających zmiany środowiska poprzez transfer populacji na stanowisko testowe. Reakcje przystosowawcze na zmiany mogą być interpretowane, uogólniane i porównywane dużo łatwiej, jeśli zostały wyrażone jako dystans ekologiczny, a nie geograficzny. W celu określenia odporności i plastyczności populacji (proveniencji) są one poddawane ocenie w różnych warunkach środowiskowych. W celu oceny dostosowania można zastosować analizę regresji. Przyjmując wzrost i warunki zdrowotne jako wskaźniki dostosowania, należy interpretować funkcję jako normę reakcji sprawności gatunku na badaną zmienną (opady, susza). Tak więc nowe warunki środowiskowe, w które zostały przeniesione i testowane w ramach doświadczeń proveniencyjnych populacje naturalne, mogą być interpretowane jako symulacja przyszłych zmian w pierwotnej lokalizacji. Analiza transferu populacji ułatwia przewidywanie reakcji przystosowawczej i efektów zmian środowiska (Mátyás, Nagy 2005; Rehfeldt et al. 2003). Podejście to zostało zastosowane przez licznych badaczy (np. Persson, Beuker 1996, Rehfeldt et al. 1999, Andalo et al. 2005, Wang et al. 2006).

W badaniach proveniencyjnych reakcja populacji jest analizowana w warunkach klimatycznych często znacznie odbiegających od panujących w miejscu pochodzenia populacji. Różnice średniej rocznej temperatury w miejscu pochodzenia populacji i w miejscu doświadczenia w skrajnych przypadkach przekra-

cza 5°C, co wykracza poza przewidywane scenariusze klimatyczne dla średnich szerokości geograficznych (ryc. 1). Dlatego też obserwacje w terenie dają wartościowe konkretne dane na temat reakcji populacji, niemożliwe do uzyskania na podstawie modeli teoretycznych.

W doświadczeniach proweniencyjnych rzadko jest obserwowana silna selekcja klimatyczna (śmiertelność) w okresie juvenilnym. Jednym z powodów jest pierwotna koncepcja wyboru miejsc do badań proweniencyjnych: z perspektywy czasu należy żałować, że lokalizacje doświadczeń skrajne pod względem warunków środowiskowych, powodujących wysoką śmiertelność, zostały pominięte. Obecne doświadczenia dostarczają więc przede wszystkim danych o plastyczności fenotypowej.



Rycina 1. Przeciętna wysokość drzew w wieku 16 lat i odchylenie standardowe w doświadczeniu proweniencyjnym IUFRO świerka pospolitego w Nyírjes (Węgry) w zależności od średniej temperatury rocznej miejsca pochodzenia (dane: Ujvári-Jármay, w: Mátyás et al. 2010)

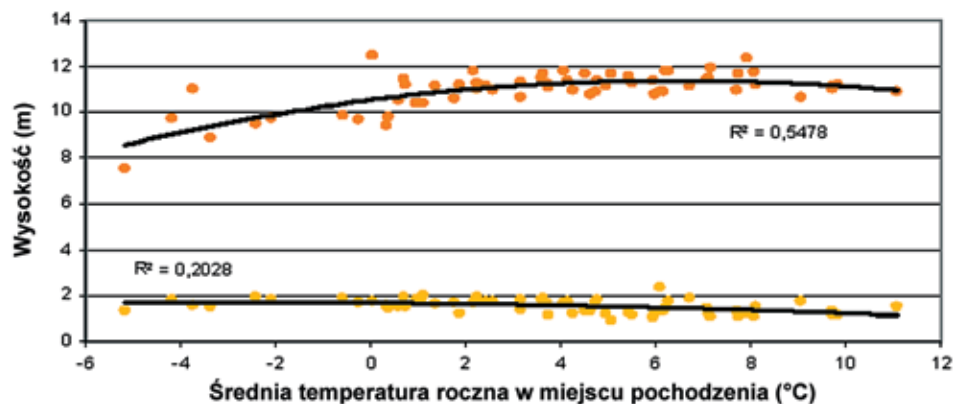
REAKCJA NA ZMIANY WARUNKÓW KLIMATYCZNYCH

Podczas badania populacji w danym miejscu można zaobserwować, że wzrost i żywotność populacji pochodzących z obszaru, na którym odbywa się doświadczenie, są zwykle najlepsze, a charakterystyki populacji gorzej przystosowanych pogarszają się wraz z ekologicznym dystansem od miejsca ich pochodzenia (Mátyás, Yeatman 1987, 1992). Równania opisujące te zjawiska zostały opracowane przez wielu autorów, a funkcje reakcji są szeroko wykorzystywane do określenia zasad transferu nasion i określenia regionów nasiennych. Wczesniejsze modele opierały się na opisie wzorców zmienności genetycznej na podstawie danych geograficznych, z wykorzystaniem długości i szerokości geograficznej oraz wysokości nad poziomem morza, opisującymi zmienność dla danego

obszaru (Shutyayev, Giertych 1997). Trafność wyboru tych zmiennych jest wątpliwa. Wraz ze wzrostem dostępności cyfrowych danych klimatycznych wieloczynnikowa analiza cech proveniencyjnych dała przekonujące wyniki dotyczące schematu selekcji i adaptacji klimatycznej. Doświadczenia proveniencyjne większości gatunków drzew potwierdzają, że populacje pochodzące z różnych warunków klimatycznych mają pewną adaptację do warunków lokalnych, natomiast w jednolitych warunkach doświadczenia proveniencyjne reagują w odmienny sposób. Przyrost wysokości jest skorelowany nawet z bardzo ogólnymi parametrami klimatycznymi, takimi jak średnia roczna temperatura w miejscu pochodzenia (Mátyás, Yeatman 1987, 1992; Rehfeldt et al. 2003). Funkcja regresji dla najlepiej przebadanych gatunków przedstawia charakterystyczny wzorec reakcji przyrostowej, wskazując wyraźne na stałe dostosowywanie do klimatu w zasięgu rozmieszczenia.

Na przykład zarówno w przypadku świerka pospolitego, jak i sosny zwyczajnej, stosunek wysokości w wieku 15–16 lat do średniej rocznej temperatury w miejscu pochodzenia może być opisany typową funkcją regresji, w której niezbyt wyraźne maksimum reakcji następuje przy średniej rocznej temperaturze około 6–7°C (ryc. 1 i 2).

Jednocześnie zmienność wewnątrzpopulacyjna (ryc. 1 i 2), tj. zakres genetycznej zmienności wzrostu poszczególnych osobników, pozostaje mniej więcej taka sama w całym zasięgu: ani centralne (optymalne), ani skrajne (brzegowe) populacje nie wydają się być refugium nadmiernej zmienności adaptacyjnej.

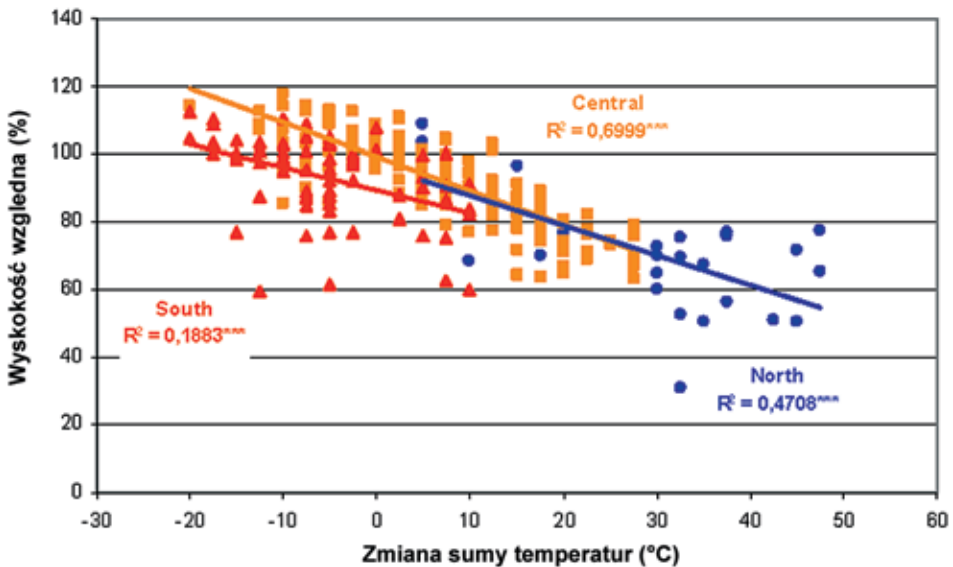


Rycina 2. Przeciętna wysokość drzew wysokości w wieku 15 lat oraz odchylenie standardowe w doświadczeniu proveniencyjnym sosny pospolitej w Recsk (Węgry) w zależności od średniej temperatury rocznej miejsca pochodzenia (dane: L. Nagy, w: Mátyás et al. 2010)

Wpływ warunków termicznych na przyrost wysokości drzew był badany na sześciu powierzchniach sosny zwyczajnej usytuowanych w centrum europejskiej

części Rosji (Mátyás, Nagy 2005). Występuje tam klimat kontynentalny, latem może występować deficyt wilgoci. Aby wyłączyć wpływ jakości siedliska, dane zostały zestandaryzowane przez przeliczenie rzeczywistej wysokości w wieku 16 lat na wysokość względną, określoną procentowo w stosunku do wysokości populacji przystosowanych do warunków lokalnych (zob. ryc. 3). Badane populacje zostały pogrupowane według swojego dostosowania; wyodrębniono grupę północną, centralną i południową. Obliczono regresję względnej wysokości drzew w zależności od różnicy między sumami temperatur okresu wegetacyjnego w miejscu prowadzenia badania i w miejscu pochodzenia. Porównanie współczynników regresji pokazuje, że trzy wyróżnione grupy (północna, centralna i południowa) reagują w bardzo podobny sposób i przejawiają wyraźne obniżenie przyrostu wraz ze wzrostem deficytu wody, tj. po przeniesieniu populacji w warunki bardziej suche niż te, do których były przystosowane, reagują one zmniejszeniem przyrostu wyrażonym wysokością względną. Z drugiej strony przeniesienie do środowiska chłodniejszego (= bardziej wilgotnego) spowodowało przyspieszenie wzrostu w porównaniu ze wzrostem populacji lokalnych, autochtonicznych (Mátyás, Nagy 2005).

Rycina 3 ilustruje, że symulacja ocieplenia klimatu, tj. przeniesienie do cieplejszego środowiska, skutkuje znaczącym spadkiem produktywności w cieplejszej części zasięgu, gdzie w pewnych okresach w ciągu roku występuje deficyt wilgoci.

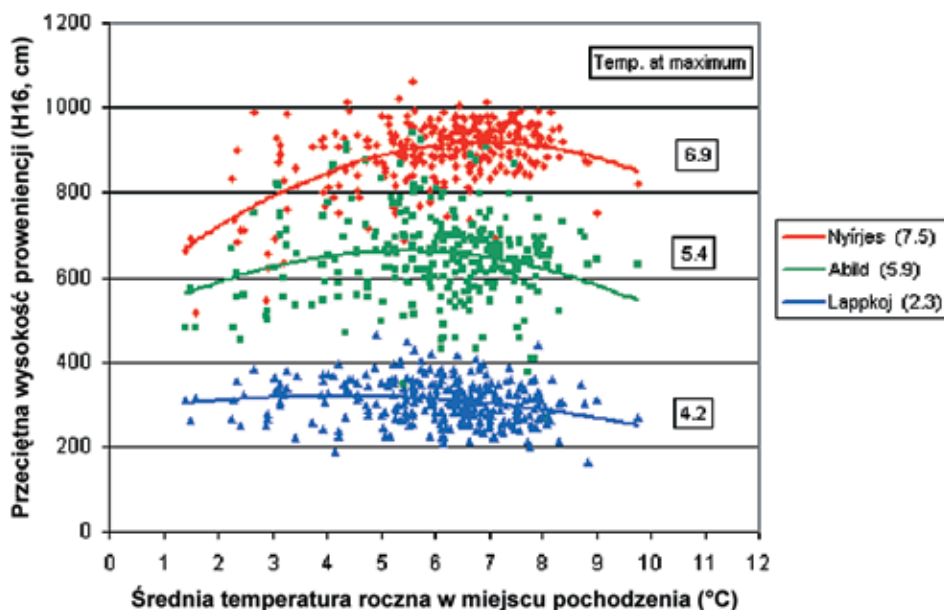


Rycina 3. Wysokość względna drzew w zależności od zmian sumy temperatur (stopniodni w °C) dla trzech grup proveniencji sosny zwyczajnej w 6 doświadczeniach rosyjskich (Mátyás, Nagy 2005)

SZEROKOŚĆ ZDOLNOŚCI ADAPTACJI: PLASTYCZNOŚĆ FENOTYPOWA

Analiza doświadczeń terenowych pokazuje szeroki zakres zdolności adaptacyjnej oraz wytrzymałości (i, w rezultacie, poszerzony zakres adaptacji „lokalnej”) w sytuacji nawet drastycznych zmian warunków cieplnych, a także, choć w mniejszym stopniu, w przypadku zmian zaopatrzenia w wilgoć. Zjawisko to wskazuje na znaczną zachowawczość wielu testowanych gatunków drzew, co ma naturalne podstawy genetyczne i mogło być wzmocnione w drodze ewolucji (Mátyás, Nagy 2005).

Dla zilustrowania tego przedstawiono dane z trzech powierzchni doświadczalnych międzynarodowego doświadczenia proveniencyjnego świerka pospolitego (Krutzsch 1974, Ujvári-Jármay, Ujvári 2006). Na znacznie różniących się pod względem klimatycznym powierzchniach doświadczalnych w Węgrzech (Nyírjes), południowej Szwecji (Abild) oraz północnej Szwecji (Lappkojberget, Persson, Persson 1992) zmierzono wysokość populacji świerka w wieku 16 lat, obejmujących 300 tych samych pochodzeń. Obliczono regresję reakcji ze średnią temperaturą roczną w miejscu pochodzenia populacji dla tych trzech powierzchni doświadczalnych (ryc. 4). Mimo dużych różnic warunków wzro-



Rycina 4. Przeciętna wysokość świerka pospolitego w wieku 16 lat w zależności od średniej temperatury rocznej (°C) w miejscu pochodzenia na trzech powierzchniach proveniencyjnych IUFRO: Nyírjes, Abild, Lappkojberget. Średnią temperaturę (°C) powierzchni doświadczalnych pokazano w legendzie, a wartość maksymalną krzywych na wykresach (dane: Ujvári-Jármay, w Mátyás et al. 2010)

stu trzech badanych populacji, reakcja nie wskazuje na wąskie (ściśle lokalne) przystosowanie. Wydaje się również, że **zróznicowanie dopasowania wzrasta w sytuacji bardziej korzystnych warunków środowiskowych**, tj. na południu. To zjawisko można wytłumaczyć faktem, że ujawnienie się różnic genetycznych jest wspierane przez polepszenie warunków siedliskowych.

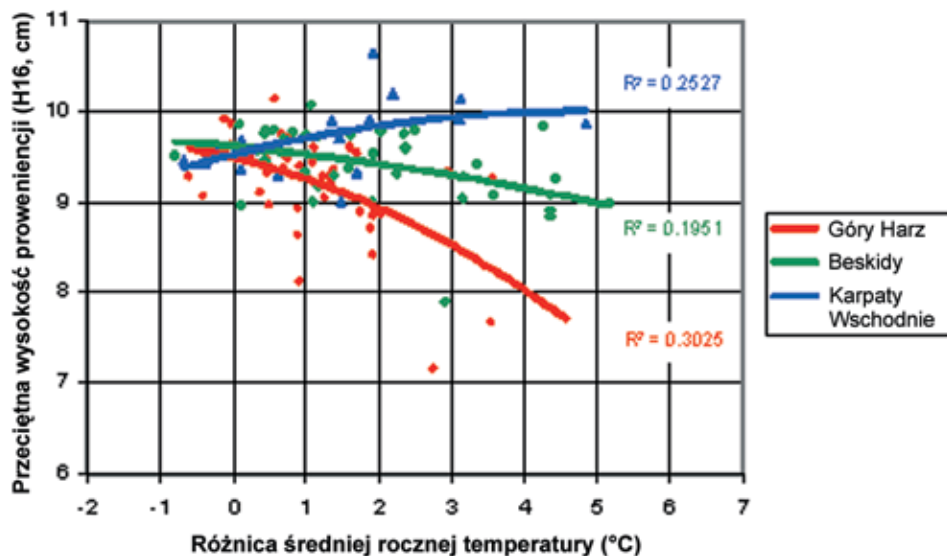
Tabela 1. Dane dla powierzchni doświadczalnych z udziałem świerka pospolitego (do ryciny 4)

Dane dla powierzchni doświadczalnych			Funkcja reakcji	
Nazwa doświadczenia	Średnia temperatura roczna (T_{exp} °C)	Średnia wysokość w doświadczeniu (cm)	temperatura w maksimum (T_{max} °C)	średnia temperatura przy T_{max} (cm)
Nyírjes (Węgry)	7,5	890,3	6,9	916,1
Abild (Szwecja)	5,9	643,1	5,4	661,7
Lappkojberget (Szwecja)	2,3	305,4	4,2	319,1

Gdy porówna się maksima funkcji regresji reakcji przyrostowych świerka w zależności od średnich rocznych wartości charakterystyk powierzchni doświadczalnych okazuje się, że w dwóch cieplejszych lokalizacjach populacje „najlepiej dostosowane” pochodzą z warunków nieco chłodniejszych, natomiast w surowej lokalizacji północnej nieco lepiej wypadają populacje z łagodniejszych warunków środowiskowych (ryc. 4, tab. 1). Różnica między średnią roczną temperaturą w miejscu pochodzenia odpowiadającą maksimum funkcji regresji reakcji oraz średnią na powierzchni doświadczalnej jest ujemna w lokalizacjach o łagodniejszych warunkach, co pokazuje, że populacje z chłodnych warunków klimatycznych osiągają lepsze wyniki ($\Delta T = T_{max} - T_{exp}$). Przeciwny rezultat jest w przypadku surowego siedliska północnego, gdzie populacje z łagodniejszych warunków przewyższają populacje lokalne (tab. 1). To zaskakujące zjawisko opisywane było także w niektórych innych doświadczeniach na obszarach borealnych (np. Andalo et al. 2005).

Plastyczność fenotypowa populacji z pewnych regionów geograficznych wykazuje charakterystyczne różnice, które mogą być wynikiem lokalnej ewolucji. Za przykład może posłużyć reakcja przyrostu wysokości świerka pospolitego z trzech regionów proweniencyjnych: Karpat Wschodnich, Beskidów i Gór Harzu. Wzrost przeciętnej średniej temperatury rocznej do 4°C nie miał w doświadczeniu znaczącego wpływu na wysokość proveniencji wschodniokarpackich w wieku 16 lat (ryc. 5). Jednocześnie populacje z Gór Harzu reagowały spadkiem przyrostu wynoszącym około 15%. W przypadku, gdy średnia temperatura powierzchni badawczej Nyírjes była podobna do tej w miejscu pochodzenia populacji ($\Delta T = 0$), przeciętna wysokość proveniencji ze wszystkich tych trzech

regionów była podobna ($H_{16} = 9,5$ m). Wyniki wskazują na wyższą plastyczność populacji z Karpat Wschodnich. Podobne rezultaty uzyskali także producenci sadzonek świerka pospolitego.



Rycina 5. Wysokość proveniencji świerka pospolitego w wieku 16 lat w zależności od różnicy średniej temperatury rocznej na powierzchni badawczej i w miejscu pochodzenia (wartości dodatnie oznaczają wyższą temperaturę powierzchni badawczej) w doświadczeniu w Nyirjes (Węgry). Wyróżniono trzy grupy proveniencyjne (Góry Harz, Beskidy, Karpaty Wschodnie) o różnym poziomie plastyczności (najlepszy: Karpaty Wschodnie). Wszystkie współczynniki korelacji są istotne na poziomie $p = 0,05$ (dane: Ujvári-Jármay, w: Mátyás et al 2010)

DYSKUSJA

Zdrowy rozsądek sugerowałby, że w każdym środowisku wzrost populacji przystosowanych lokalnie powinien przewyższać wzrost populacji przystosowanych do innych warunków środowiskowych i powinien osiągać maksimum. Zasada ta jest instynktownie przyjmowana przez leśników już od stuleci i wydaje się być podstawową regułą obowiązującą w handlu materiałem rozmnożeniowym i przy jego wykorzystaniu do dnia dzisiejszego.

Jak to opisano wcześniej, maksimum funkcji reakcji nie jest zbieżne z warunkami klimatycznymi powierzchni doświadczalnej. Innymi słowy: populacje przystosowane lokalnie niekoniecznie osiągają najlepsze wyniki. To opóźnienie adaptacji (*adaptation lag*; Mátyás 1990) następuje wbrew przyjętym zasadom optymalizacji ewolucyjnej i wymaga dalszych badań.

To, że opóźnienie może wynikać z różnic pomiędzy warunkami wzrostu odnowienia naturalnego pod okapem drzewostanu (przyjmuje się, że populacje są do tego przystosowane) i rażąco sztucznymi warunkami stworzonymi w doświadczeniu proveniencyjnym (sadzonki wyhodowane w szkółkach, przygotowanie siedliska, wyłączenie konkurencji ze strony chwastów), wydaje się oczywiste. Eriksson (Eriksson, Ekberg 2001) ukuł termin „dostosowanie do udomowienia” (*domestication fitness*) w celu wyjaśnienia różnic w zdolności do lokalnego dostosowania. Poza faktem, że ten wpływ wynika raczej z uprawy (dostosowanie uprawowe, *cultivation fitness*; Mátyás 2004) niż z udomowienia, nie wyjaśnia on w pełni osobliwości maksimum reakcji w różnych warunkach środowiskowych.

Poszukując wyjaśnienia powinno mieć się na uwadze to, że nie ma powodu, by przypuszczać, że dwa wymienione wcześniej mechanizmy adaptacyjne – selekcja (genetyczna) oraz plastyczność fenotypowa – działają alternatywnie lub niezależnie. Przeciwnie, powinny być rozważane jako wspólnie działające siły, o określonej pozycji w „krajobrazie adaptacyjnym”. Koncepcja ta, choć brakuje na nią dowodu eksperymentalnego, pojawiła się już w literaturze (cytowana w pracy Fournier et al. 2006), ale wymaga potwierdzenia w badaniach proveniencyjnych. Logicznym wyjaśnieniem mogłoby być to, że plastyczność częściowo buforuje działanie selekcji naturalnej. Wydaje się, że genotypy „zakamuflowane” przez plastyczność są genetycznie dostosowane do innych, bardziej korzystnych warunków siedliskowych. Wskutek tego reakcja przyrostowa takich populacji przejawia przesunięcie maksimum w kierunku „lepszych” warunków klimatycznych. Należy jednak pamiętać, że „lepsze” ma inne znaczenie na przeciwnych krańcach występowania. Blisko granicy suszy (brak wody, niższe położenia) czynnikiem ograniczającym jest wilgotność, więc niższa temperatura (i/lub wyższe opady) oznacza korzystniejsze warunki. Na granicy termicznej (położenia północne lub wyższe) wypada minimum sumy temperatur w okresie wegetacyjnym, i dlatego korzystniejsze wydają się siedliska zlokalizowane bardziej na południe.

W przypadku populacji przystosowanych do warunków klimatycznych w pobliżu granicy występowania suszy reakcja przyrostowa powinna zwiększać się w miarę przesuwania na północ od miejsca pochodzenia. Ten efekt ukazano na rycinie 3. Populacje przystosowują się do warunków lokalnych w wyniku selekcji klimatycznej jednoczesnej z selekcją genetyczną (naturalną) oraz z wykorzystywaniem plastyczności genotypowej. Wraz ze wzrostem odległości od optimum fizjologicznego/genetycznego dla danego gatunku zwiększa się opóźnienie adaptacji genetycznej populacji, które jest kompensowane przez plastyczność fenotypową. Wobec tego populacje autochtoniczne, lokalne, uznawane za „doskonałe” przystosowane, w rzeczywistości znajdują się w warunkach stałego stresu, a wypadają lepiej w korzystniejszych środowiskach, co zostało określone jako efekt nierównowagi adaptacyjnej (*adaptive non-equilibrium*).

Zaproponowany termin nierównowagi adaptacyjnej oznacza, że w zasięgu występowania danego gatunku, tzw. strefowego (*zonal species*) zachowuje on stałą zdolność do adaptacji do warunków klimatycznych jedynie w strefie optimum. W pobliżu termicznej i wilgotnościowej granicy zasięgów lokalne populacje znajdują się w warunkach stresu klimatycznego spowodowanego nieoptymalnym funkcjonowaniem selekcji genetycznej, która jest buforowana przez plastyczność genotypową. Zróżnicowanie genetyczne jest ustalane w stanie ni-by-równowagi.

We współczesnej ekologii paradygmat stanu nierównowagi ekosystemów leśnych jest ogólnie akceptowany. Odnosi się to do warunków regulacji na poziomie gatunkowym. Wydaje się, że paradygmat stanu nierównowagi systemów naturalnych może być również słuszny na genetycznym poziomie adaptacji do (warunków klimatycznych) środowiska. Stan nierównowagi pod względem genetycznym oznacza, że w większości przypadków populacje przystosowane lokalnie niekoniecznie zachowują maksymalne możliwości adaptacyjne.

PODSUMOWANIE

Ważnym wynikiem analizy transferu populacji jest asymetria reakcji. Wpływ zmian środowiska na populacje w różnych częściach zasięgu występowania jest rozbieżny, ponieważ selekcja zależy od presji różnych czynników klimatycznych. Zostało to ostatnio wykazane na podstawie analiz genetycznych przez Borovicsa i Mátyása (2013).

Spodziewane zmiany genetyczne będą niewielkie w północnej części zasięgu występowania, mimo szybkości przewidywanych zmian. Populacje drzew mogą wykorzystać lepsze warunki wzrostu dzięki swej plastyczności, bez większej selekcji. Ponieważ reakcję na zmiany będzie determinowała odziedziczona plastyczność, dla adaptacji genetycznej pozostaje niewiele miejsca. W Europie, w strefie umiarkowanej chłodnej z klimatem morskim, gdzie przewiduje się, że stres wywołany deficytem wilgotności pozostanie niski, populacje będą także dobrze chronione dzięki swojej zdolności adaptacyjnej.

Całkowicie różna jest sytuacja na południu, wzdłuż granicy wilgotnościowej zasięgu głównych gatunków drzew i wzdłuż granicy lasów zwartych strefy umiarkowanej. Tu selekcja naturalna staje się efektywna dzięki nieregularnie pojawiającym się spadkom zdrowotności i falom umieralności następującym po ekstremalnych zdarzeniach pogodowych. Pojawianie się szkodników (gradacje) i choroby mogą być mylone z przyczynami pierwotnymi (co stało się w wielu krajach w ostatnich dekadach). Wysoka intensywność selekcji z pewnością wywrze wpływ na zasoby genetyczne populacji narażonych na kolejne stresy, a jeśli sytuacje stresowe zaostrzą się, może to prowadzić do wymierania lokalnych populacji, nawet szeroko rozprzestrzenionych gatunków. Podkreśla to wagę za-

gospodarowania i ochrony leśnych zasobów genetycznych (Ledig, Kitzmiller 1992, Mátyás 2000).

Chociaż ograniczenia genetyczne, migracyjne i ewolucyjne są ogólnie potwierdzone (Namkoong 2001, Loeschke 1987, Davis, Shaw 2001, Mátyás 1990, 2006a), niektórzy naukowcy (np. Kelly et al. oraz inni cytowani w pracy Jump and Penuelas 2005, a także Hamrick 2004) uważają, że środki służące łagodzeniu skutków zmieniających się warunków nie będą potrzebne, ponieważ:

- zmienność genetyczna w populacjach jest dostateczna, a mogłaby być także uzupełniona przez migrację i przepływ genów;
- rokroczne wahania klimatu mają tę samą wielkość, co przewidywane zmiany w łagodniejszych scenariuszach, więc populacje są przygotowane do dostosowania się dzięki obecności osobników wstępnie przystosowanych;
- regeneracja jest zabezpieczona dzięki wytrzymałości, plastyczności fenotypowej oraz długiemu cyklowi życia populacji drzew leśnych;
- dane paleoekologiczne wskazują, że dostateczna zmienność została zakumulowana i jest chroniona w ostojach (refugiach), a ostatnie wahania klimatyczne nie miały na nią wpływu;
- adaptacja genetyczna może zajść w relatywnie krótkim okresie, 2–3 pokoleń.

Niektóre z tych opinii zostały już omówione w poprzednich rozdziałach. Twierdzenie o ograniczonych konsekwencjach zmian klimatycznych może dotyczyć przede wszystkim lasów w regionach borealnych, w warunkach zbliżonych do naturalnych, gdzie użytkowanie terenu przez człowieka nie miało dotychczas dużego wpływu. W krajobrazie naturalnym lub w parkach narodowych cykliczne zmiany roślinności nie stanowią poważnych zagrożeń, dopóki dostępne jest refugium ekologiczne dla zachowania populacji. W krajobrazach i regionach przekształconych przez człowieka brak takich refugium, szczególnie w pobliżu dolnej granicy wilgotnościowej zasięgu drzew. Tam migracja lub dopływ genów z lepiej przystosowanych populacji są nieefektywne.

Wszystkie modele klimatyczne oraz scenariusze corocznych fluktuacji klimatu wskazują, że zwiększać będzie się także skala zjawisk ekstremalnych: wzrośnie zatem stres wywołany suszą.

Silne biologiczne i genetyczne ograniczenia adaptacji powodują, że nie może ona być szybka. Z powodu ewolucyjnych kompromisów i ograniczeń adaptacja do pogarszających się warunków środowiska nie może być nieograniczona. Dowodem na to są zmiany na znacznych obszarach w geologicznej przeszłości. Z tego względu należy podkreślić potrzebę interwencji człowieka w celu złagodzenia skutków (Hulme 2005, Mátyás 2006). Ze względu na ograniczenia ekologiczne w zakresie spontanicznej adaptacji należy popierać politykę sztucznego przemieszczania materiału rozmnożeniowego, zamiast rozległego wzmocnienia łączności populacji, przynajmniej w odniesieniu do gatunków drzew.

Wprowadzenie do praktyki wyników genetyki ilościowej jest koniecznością (Mátyás, Borovics 2014). Nie należy pomijać niektórych aspektów gospodarki

leśnej podczas prognozowania reakcji i formułowania założeń strategii łagodzących. Większość lasów Europy była i jest nadal pod silnym wpływem człowieka. Są one zagospodarowane zgodnie z planami urzędzenia. Procesy spontaniczne, jak migracja czy sukcesja, są ograniczone, a skład gatunkowy drzewostanów jest określony w ramach polityki leśnej zgodnie z uwarunkowaniami ekonomicznymi. Oznacza to, że dostosowanie składu gatunkowego i genetycznego potencjału adaptacyjnego zostaną osiągnięte szybciej i efektywniej przy wsparciu ze strony człowieka (leśnictwa), niż miałyby to miejsce w przypadku procesów naturalnych, spontanicznych.

W warunkach występowania stresu spowodowanego suszą utrata przyrostu i większa częstość występowania chorób oraz szkodników mogą stanowić wyzwanie z punktu widzenia ekonomiki i skutkować przeniesieniem nacisku na zachowanie funkcji ekologicznych oraz zachowanie zasobów genetycznych (Geburek, Turok 2005).

LITERATURA

- Andalo C., J. Beaulieu, J. Bousquet. 2005. The impact of climate change on growth of local white spruce populations in Québec, Canada. *For. Ecol. Manage.*, 205: 169–182.
- Berki I., E. Rasztovcics 2004. [Research in drought tolerance of zonal tree species, with special regard to sessile oak.] (po węgiersku, z ang. abstraktem). W: Cs. Mátyás and P. Vig (eds), *Erdő és klíma [Forest and Climate]* IV. Sopron, Hungary, 209–220.
- Borovics, A., Mátyás Cs. 2013. Decline of genetic diversity of sessile oak at the retracting (xeric) limits. *Ann. Forest Sci.*, 70: 835–844.
- Davis M.B., R.G. Shaw. 2001. Range shifts and adaptive responses to quaternary climate change. *Science*, 292: 673–679.
- Eriksson G., I. Ekberg. 2001. *Introduction to Forest Genetics*. SLU Press, Uppsala, Sweden.
- Fournier N., A. Rigling, M. Dobbertin, F. Gugerli. 2006. Faible différentiation génétique à partir d'amplification aléatoire d'RAPD, entre les types de pin sylvestre d'altitude et de plaine dans les Alpes à climat continental. *Ann. Forest Sci.*, 63: 431–439.
- Geburek T., J. Turok (eds). 2005. *Conservation and Management of Forest Genetic Resources in Europe*, Arbora Publ., Zvolen, Slovakia.
- Hamrick J.L. 2004. Response of forest trees to global environmental changes. *For. Ecol. Manage.*, 197: 1–3: 323–336.
- Hlásny T., Cs. Mátyás, R. Seidl, L. Kulla, K. Merganičová, J. Trombik, L. Dobor, Z. Barcza, B. Konôpka. 2014. Climate change increases the drought risk in Central European forests: What are the options for adaptation? (*Klimatic-*

- ká zmena zvyšuje riziko sucha v stredoeurópskych lesoch: Aké sú možnosti adaptácie?). Lesn. Cas./Forestry Journal, 60: 5–18.
- Hulme P.E. 2005. Adapting to climate change: is there scope for ecological management in the face of a global threat? *J. Appl. Ecol.*, 42: 784–794.
- Jump A.S., J. Peñuelas. 2005. Running to stand still: adaptation and the response of plants to rapid climate change. *Ecology Lett.*, 8: 1010–1020.
- Krutzsch P. 1974. The IUFRO 1964/8 provenance test with Norway spruce (*Picea abies* Karst.). *Silvae Genet.*, 23: 58–62.
- Lapenis A., A. Shvidenko, D. Shepaschenko, S. Nilsson, A. Aiyyer. 2005. Acclimation of Russian forests to recent changes. *Global Change Biology*, 11: 2090–2102.
- Ledig F.T., J.H. Kitzmiller. 1992. Genetic strategies for reforestation in the face of global climate change. *For. Ecol. Manage.*, 50: 153–169.
- Loeschke V. (ed.) 1987. *Genetic Constraints of Adaptive Evolution*. Berlin, Springer Verl.
- Mátyás Cs. 1990. Adaptation lag: a general feature of natural populations. Invited lecture. Proc., WFGA–IUFRO Symp. Olympia, Wash. Paper no. 2.226, 10 p.
- Mátyás Cs. 1994. Modelling climate change effects with provenance test data. *Tree Physiol.*, Victoria B.C. 14, 797–804.
- Mátyás Cs. (ed.) 2000. *Forest Genetics and Sustainability*. Dordrecht, Kluwer.
- Mátyás Cs. 2004. Population, conservation and ecological genetics. In: Burley, J., J. Evans, J. Youngquist (eds). *Encyclopedia of Forest Sciences*. Oxford, Elsevier Major Reference Works, Vol 1, 188–197.
- Mátyás Cs. 2005. Expected climate instability and its consequences for conservation of forest genetic resources. W: T. Geburek and J. Turok (eds). *Conservation and Management of Forest Genetic Resources in Europe*. Zvolen, Slovakia, Arbora Publ. 465–476.
- Mátyás Cs. 2006. Migratory, genetic and phenetic response potential of forest tree populations facing climate change. *Acta Silvatica et Lignaria Hung.*, 2: 33–46.
- Mátyás, C., Nagy L., Ujvári-Jármay É. 2010. Genetic background of response of trees to aridification at the xeric forest limit and consequences for bioclimatic modelling: xeric limits and genetics. *Forstarchiv*, 81:130–141.
- Mátyás C., Borovics A., 2014: The genetic dimension of silvicultural response to climate change. *Acta Silvatica & Lignaria Hung.*, 10, submitted.
- Matyas C., Yeatman C.W. 1987. [Adaptive variation of height growth of *Pinus banksiana* populations] *Erd. Faip. Egy. Közl., Sopron*, 1–2: 191–197 (po węgiersku).
- Matyas C., Yeatman C.W. 1992. Effect of geographical transfer on growth and survival of jack pine (*Pinus banksiana* Lamb) populations. *Silvae Genetica*, 41, 6: 370–376.

- Namkoong G. 2001. Forest genetics – pattern and complexity. *Can. J. For. Res.*, 31 (4): 623–632.
- Neale D.B., N.C. Wheeler. 2004. Mapping of quantitative trait loci in loblolly pine and Douglas fir: a summary. *Forest Genet.*, 11 (3–4): 173–178.
- Persson B., E. Beuker. 1996. Distinguishing between effects of changes in temperature and light climate using provenance trials with *Pinus sylvestris* in Sweden. *Can. J. For. Res.*, 26: 572–579.
- Persson A., B. Persson. 1992. Survival, growth and quality of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) provenances at the three Swedish sites of the IU-FRO 1964/68 provenance experiment. Swedish Univ. of Agr. Sciences, Department of Forest Yield Research. Report 29. 1–67.
- Rehfeldt G.E., N.M. Tchebakova, L.K. Barnhardt. 1999. Efficacy of climate transfer-functions – introduction of Eurasian populations of *Larix* into Alberta. *Can. J. For. Res.*, 29: 1660–1668.
- Rehfeldt G.E., N.M. Tchebakova, L.I. Milyutin, E.I. Parfenova, W.R. Wykoff, N.A. Kouzmina. 2003. Assessing population responses to climate in *Pinus sylvestris* and *Larix* spp. of Eurasia with climate transfer models. *Eurasian J. For. Res.*, 6 (2): 83–98.
- Savolainen, O., F. Bokma, R. García-Gil, P. Komulainen, T. Repo 2004. Genetic variation in cessation of growth and frost hardiness and consequences for adaptation of *Pinus sylvestris* to climatic changes. *For. Ecol. Manage.*, 197: 79–89.
- Shutyayev A.N., M. Giertych. 1997. Height growth variation in a comprehensive Eurasian provenance experiment of *Pinus sylvestris* L. *Silvae Genet.*, 46: 332–349.
- Ujvári-Jármay É., F. Ujvári. 2006. Adaptation of progenies of a Norway spruce provenance test to local environment. *Acta Silvatica et Lignaria Hung.*, 2: 47–56.
- Wang T., A. Hamann, A. Yanchuk, G.A. O'Neill, S.N. Aitken. 2006. Use of response functions in selecting lodgepole pine populations for future climates. *Global Change Biol.*, 12: 2414–2416.

V.

**Odnowienia oraz pielęgnowanie
i kształtowanie struktury lasu**

Henryk Żybura

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Sztuczne czy naturalne odnowienie lasu?

WPROWADZENIE

Dzisiejsze lasy zostały ukształtowane przed dziesiątkami lat na podstawie ówczesnego stanu wiedzy i nie zawsze spełniają obecne oczekiwania. Nie ma również pewności, czy lasy kształtowane na podstawie dzisiejszej wiedzy będą odpowiadały oczekiwaniom społeczeństwa za lat kilkadziesiąt. Podejście do lasu i korzystania z jego funkcji zmieniło się w czasie, a w ostatnim okresie zmiany te przebiegają coraz szybciej, w miarę wzrostu presji na lasy. W naszych warunkach las jako całość nie może być tylko obiektem chronionym, luksusowym, podobnie jak nie może być tylko przedmiotem eksploatacji. Niezbędna jest równowaga między produkcją drewna a pozostałymi funkcjami lasu. Jest to jedno z podstawowych zadań hodowli lasu, które ma na celu utrzymanie, kształtowanie, odtwarzanie i doskonalenie lasu o charakterze zarówno bazy produkcyjnej, jak również ochronnej oraz socjalnej. Opierając się na wynikach poprawnie wykonanych prac badawczych oraz doświadczeniu czerpanym z praktyki, hodowla określa zasady i technikę odnowienia lasu oraz kształtowanie jego budowy i struktury, przy oszczędnym nakładzie środków. Postawione cele hodowlane realizowane są z zachowaniem zasady zmniejszenia i rozproszenia ryzyka. Dysponując dobrą wiedzą o prawach i prawidłowościach funkcjonowania lasów naturalnych, dobrego rozeznania obiektu, szczególnie warunków siedliskowych, historii wzrostu i rozwoju drzewostanów na danym terenie, możliwości i zasadności naturalnego odnowienia oraz doświadczenia hodowlanego, możemy zbudować w miarę poprawną wizję przyszłego drzewostanu oraz ustalić sposób jego osiągnięcia. Musimy przy tym przyjąć podstawowe założenie, stanowiące punkt wyjścia dla wszystkich decyzji hodowlano-leśnych: każdy drzewostan jest niepowtarzalnym obiektem i wymaga indywidualnego traktowania. Jest to podstawa współczesnej koncepcji półnaturalnej, czy bliższej naturze hodowli lasu.

Cel hodowlany realizowany jest w dwóch grupach zadań: odnowienie i pielęgnowanie lasu. Nie można jednoznacznie wskazać, które z wymienionych zadań ma większe znaczenie w realizacji zamierzonego celu. Pojawiają się niekiedy opinie, że podstawą sukcesu w hodowli lasu jest prawidłowe jego odnowienie. Błędy popełnione na etapie powstawania młodego pokolenia mogą wpływać na wzrost i rozwój drzewostanu w kolejnych fazach rozwojowych i stwarzać ryzyko osiągnięcia celu hodowlanego tylko częściowego. Dlatego też tak dużą wagę należy przykładać do decyzji podejmowanych na etapie odnowienia lasu. Jedną z nich jest wybór sposobu odnowienia lasu – naturalny lub sztuczny. Zalety i wady obu sposobów odnowienia znane są od bardzo dawna. Nie oznacza to wcale, że są one bezdyskusyjne i jednoznaczne w każdej sytuacji drzewostanowo-siedliskowej w lesie. Już na etapie definicji można zauważyć określone wątpliwości. Jako przykład można wskazać drzewostany, które powstały w wyniku samosiewu, po uprzednim wykonaniu w drzewostanie określonych cięć odnowieniowych i przygotowaniu gleby oraz drzewostany pochodzące ze sztucznego wysiewu nasion pod okapem drzewostanu, bez zabiegów poprzedzających tę czynność. Pierwszy z nich definiowany jest jako naturalny, drugi natomiast zaliczany jest do odnowień sztucznych.

Wady i zalety odnowienia, zarówno naturalnego, jak i sztucznego, stanowiące zbiór informacji o bardzo ogólnym charakterze, w zasadzie nie budzą kontrowersji ani znawców luźno związanych z problematyką leśną, ani też praktyków podejmujących decyzje o wyborze oraz realizacji sposobów odnowienia. Jednak należy bardzo mocno podkreślić, że choć jest to zbiór prawdziwy, to w konkretnym, odnawianym obiekcie tylko niektóre z nich będą wadami czy zaletami.

Wybór sposobu odnowienia wymaga dużej wiedzy i doświadczenia oraz umiejętności ich weryfikacji w istniejących obiektach, z myślą o możliwości realizacji celów etapowych i celu finalnego. Jest to szczególnie ważne obecnie, kiedy zbyt często bez wystarczającego uzasadnienia, projektujemy czy wręcz nakazujemy realizację naturalnego odnowienia. Wybitny polski hodowca lasu – Stanisław Sokołowski około sto lat temu pisał, że „uporczywe obstawanie przy samosiewie w warunkach, gdzie on jest niemożliwy albo bardzo utrudniony, nie może doprowadzić do dobrego wyniku. Dobrze, starannie i szybko wykonane odnowienie ręczne może dać w takich przypadkach lepszy wynik, niż odnowienie samosiewem” (Sokołowski 1921). W obowiązujących zasadach hodowli lasu znalazł się również zapis, że odnowienie naturalne powinno być stosowane jedynie przy dobrej jakości hodowlanej drzewostanów matecznych i możliwości zastosowania odpowiednich rębni bez ponoszenia nieuzasadnionych nakładów.

Mając na uwadze wybór sposobu odnowienia, należy przeprowadzić dokładną analizę warunków drzewostanowo-siedliskowych, rozważyć wszystkie „za” i „przeciw” i dopiero wtedy podjąć odpowiednią decyzję. Nie musi to być wybór jednego z dwóch możliwych wariantów. Maże okazać się, że w konkretnym przypadku najlepszym rozwiązaniem jest odnowienie połączone, naturalne uzu-

pełnione sztucznie sadzeniem czy siewem. Można również włączyć do młodego pokolenia już istniejące odnowienie naturalne, zarówno naloty, jak i podrostry, pod warunkiem, że uzyskają one pozytywną ocenę. Dlatego też wybór sposobu odnowienia należy dokonać w odniesieniu do przyjętego celu hodowlanego.

Znając skład gatunkowy następnego pokolenia w odnawianym drzewostanie, należy dokonać oceny możliwości i zasadności wykorzystania samosiewu poszczególnych gatunków. Wydaje się bezdyskusyjne, że w pierwszej kolejności należy rozważyć odnowienie naturalne.

SOSNA ZWYCZAJNA

Od kilku lat w praktyce leśnej coraz częściej gatunkiem odnawianym naturalnie jest sosna zwyczajna. Właśnie w samosiewach tego gatunku należy upatrywać możliwości zwiększenia powierzchni odnowień naturalnych.

Drzewostany sosnowe w lasach polskich, podobnie jak w innych krajach środkowoeuropejskich, najczęściej są zagospodarowane sposobem zrębowym. Nie oznacza to, że w ślad za tym sposobem pojawia się odnowienie sztuczne. Przykładem są kraje skandynawskie, gdzie dominuje system zrębowy, któremu towarzyszy duży udział odnowienia samosiewnego, uzyskanego najczęściej przy zastosowaniu rębni zupełnej z pozostawieniem nasienników lub cięć częściowych, oraz o krótkim okresie odnowienia.

Możliwości naturalnego odnowienia sosny w polskich lasach zależą od sposobu inicjowania samosiewu i warunków jego wzrostu. Dobre i średnie warunki wzrostu są w tych regionach kraju, w których średnia suma opadów w skali roku przekracza 550 mm, a w okresie maj – wrzesień wynosi ponad 340 mm (tab. 1) (Mierzejewski 1976).

Tabela 1. Warunki dla odnowienia sosny w krainach i dzielnicach przyrodniczo-leśnych

Kraina przyrodniczo-leśna	Warunki	
	dobrze	średnie
I	–	dzielnice 3 i 9
II	–	cała kraina
III	dzielnica 6	dzielnice 1 i 2
IV	dzielnice 1 i 2	–
V	dzielnica 1	cała kraina
VI	dzielnice 2,3,5,6,10,11	pozostałe dzielnice

Dobre warunki odnowienia sosny są na glebach niejednorodnych, w których górnej warstwie występuje piasek, w dolnej natomiast piasek gliniasty

lub glina spiaszczona o dużej pojemności wodnej i zasobności w składniki pokarmowe. Na takich glebach nie dochodzi do dużej konkurencji ze strony runa, szczególnie traw.

W warunkach naszego kraju największe są szanse na powstanie i rozwój odnowienia na siedliskach boru świeżego (Bśw) i boru mieszanego świeżego (BMśw) (Andrzejczyk 2000, Andrzejczyk i in. 2009). Znane są również przykłady udanego samosiewu sosny na żyzniejszych siedliskach. Jednak podjęcie decyzji o naturalnym odnowieniu w takich warunkach jest obarczone dużym ryzykiem, należy się liczyć z ograniczeniem lub nawet eliminacją samosiewu przez żywą pokrywę glebową. Z podobnym problemem można spotkać się również na siedliskach optymalnych (znane są przykłady przepadłych odnowień naturalnych w wyniku pojawienia się śmiałka pogiętego lub trzcinnika).

Ze szczególną ostrożnością należy kwalifikować powierzchnie do odnowienia naturalnego sosny, zwłaszcza obsiewem bocznym, kiedy w drzewostanie przeznaczonym do odnowienia występuje czeremcha amerykańska. Wyjątkowa zdolność odroślowa tego gatunku (zarówno z korzeni, jak i pnia) powoduje groźną konkurencję nie tylko dla odnowienia samosiewnego, ale także sztucznego z sadzenia.

Dobrą wskazówką przy przewidywaniu tempa i intensywności rozwoju żywej pokrywy glebowej jest obserwacja stanu gleby w 2–4-letnich uprawach położonych możliwie najbliżej odnawianego drzewostanu. Samosiew można projektować, jeżeli pokrycie roślinnością runa jest niewielkie, a sama gleba jest odsłonięta do warstwy mineralnej na znacznej powierzchni. W sytuacji, kiedy uprawy są zadarnione i wymagają regularnego wykaszania chwastów, należy zrezygnować z odnowienia naturalnego.

Odnowienie naturalne sosny należy preferować, jeśli pozwalają na to warunki siedliskowe, w drzewostanach o dobrej jakości technicznej i zdrowotności, dostosowanych do lokalnych warunków klimatyczno-środowiskowych. Projektując odnowienie naturalne, należy ustalić, czy w otoczeniu powierzchni przeznaczonej do odnowienia znajdują się drzewostany zdolne do zapewnienia obsiewu po wykonaniu określonych cięć. Istotna jest obecność drzewostanów III klasy wieku i starszych, które mają zdolność owocowania. Nie bez znaczenia jest również usytuowanie drzewostanu obsiewającego w stosunku do planowanego odnowienia. Największe szanse skutecznego obsiewu są wtedy, gdy drzewostan obradzający położony jest od strony zachodniej odnawianej powierzchni. Założenie, że nasiona mogą być przeniesione z dalej położonych, obradzających drzewostanów, jest bardzo ryzykowne. W praktyce rolę decydującą odgrywają drzewostany sąsiadujące.

Analiza czynników decydujących o sukcesie naturalnego odnowienia lasu, szczególnie w odniesieniu do sosny, wskazuje na trzy najistotniejsze. Są to: dobry urodzaj nasion zdolnych do kiełkowania, stan pokrywy glebowej nie stanowiącej konkurencji dla siewek (największe szanse na utrzymanie się nalotów

sosny są na powierzchni, na której w ciągu 3–4 lat nie nastąpi zadarnienie) oraz odpowiednie warunki klimatyczne w okresie wysiewu nasion i początkowego wzrostu.

W literaturze często spotykane jest zalecenie, że inicjowanie odnowienia naturalnego należy dokładnie zsynchronizować z rokiem nasiennym (rok obfitego urodzaju nasion). Jednak w odniesieniu do sosny nie jest to wymóg najistotniejszy; należy rozważyć wiele innych uwarunkowań, pamiętając o tym, że zbyt gęste samosiewy sosny niekoniecznie są lepszym rozwiązaniem – są bardziej zagrożone ze strony osutki, mają gorszy wzrost i małą stabilność, wymagają odpowiednich zabiegów pielęgnacyjnych regulujących zagęszczenie. Z powyższych względów praktycy sugerują, że średni urodzaj nasion jest wystarczający do uzyskania dobrej jakości odnowienia naturalnego.

Duże znaczenie dla osiągnięcia sukcesu przy odnawianiu naturalnym ma pokrywa gleby. Oceniając stan rozwoju roślinności runa w drzewostanie rębny przeznaczonym do odnowienia należy pamiętać, że może on ulec istotnym zmianom po wykonaniu cięcia odnowieniowego. Możliwe jest jednak odpowiednie przygotowanie gleby pod obsiew, co zapewni właściwe warunki do kiełkowania nasion i wzrostu siewek, bez zagrożenia zdominowania nalotu przez roślinność runa. Podejmując decyzję o odnowieniu naturalnym, szczególną ostrożność należy zachować w przypadku drzewostanów, w których występuje trzcinnik lub czeremcha amerykańska (Heinsdorf 1994). W takiej sytuacji wskazane jest odnowienie sztuczne sadzeniem, którego udatność jest również ryzykowna, jednak istnieje więcej możliwości zmniejszenia zagrożeń (mocny materiał sadzeniowy, staranność sadzenia, równomierne pokrycie odnowieniem całej powierzchni, równomierne dochodzenie do zwarcia).

Podstawowym warunkiem powstania samosiewu sosny jest odsłonięcie gleby mineralnej. Najczęstszym sposobem jest wyorywanie bruzd przy użyciu pługa leśnego dwuodkładnicowego. W ostatnich latach stosuje się również pługi z aktywną odkładnicą lub frezarki leśne. Innym sposobem jest również naorywanie wałków z wykorzystaniem pługa talerzowego. Skuteczność powyższych metod uwarunkowana jest żyznością siedliska, a zwłaszcza grubością nierozłożonej warstwy organicznej i typem pokrywy roślinnej. Generalną zasadą, obowiązującą podczas zabiegu jest odsłonięcie gleby mineralnej, bez naruszenia poziomu akumulacyjnego. Spełnienie tego warunku jest możliwe zarówno przy przygotowaniu gleby w bruzdy pługiem dwuodkładnicowym, jak i z zastosowaniem pługa z aktywną odkładnicą, zakładając, że zabieg ten będzie wykonany z należyłą starannością. Pojawiają się sugestie, że na słabszych siedliskach lepsze efekty daje zastosowanie pługa aktywnego, natomiast na żyzniejszych – tradycyjnego pługa LPz-75 (Andrzejczyk, Drozdowski 2003). Jednak z wieloletnich obserwacji odnowień naturalnych sosny wynika, że zastosowanie pługa dwuodkładnicowego jest najkorzystniejsze. Wprawdzie przy obu sposobach przygotowania gleby uzyskuje się podobny efekt w eliminowaniu żywej pokrywy, jednak dno

bruzdy wykonanej pługiem dwuodkładnicowym zapewnia nasionom lepsze warunki wilgotnościowe. Wynika to z faktu, że nasiona przylegają do gładkiej powierzchni gleby (do której dochodzą kapilary glebowe) i nawet w warunkach intensywniejszego parowania nasiona znajdują się w środowisku wystarczająco wilgotnym do kiełkowania. Natomiast bruzda wykonana pługiem z aktywną odkładnicą nie jest gładka, a na jej powierzchni znajduje się próchnica częściowo „przesiana” i gleba mineralna. W efekcie wierzchnia warstwa pozbawiona jest podsiąkania i szybko przesyca, a lekkie nasiona sosny zatrzymują się na niej i z braku lub niedostatku wilgoci nie kiełkują. Zjawisko to nasila się w latach, kiedy w trakcie wysiewu nasion ilość opadów jest mała, zwłaszcza gdy przy słonecznej pogodzie wystąpi susza wiosenna. Trudno więc nie przyznać racji praktykom, którzy powtarzają, że do odnowienia naturalnego sosny najlepiej przygotować glebę „niezawodnym LPz”.

Jednym z nowszych narzędzi do przygotowania gleby jest wysokoobrotowa frezarka leśna, pozwalająca na wykonanie pasów o szerokości około 40 cm. Początkowo budziła ona duże zainteresowanie i otrzymywała bardzo wysokie oceny, zwłaszcza, że łatwo pokonywała przeszkody terenowe w postaci pniaków i korzeni. W miarę upływu czasu, testowania narzędzia w różnych warunkach i obserwowania wzrostu i jakości upraw pojawiły się pewne wątpliwości co do celowości jego stosowania. Okazało się, że do głębokości pracy frezu (30–40 cm) gleba jest wymieszana z pozostałościami pozrębowymi, które najczęściej były rozdrobnione kruszarką. Do gleby dostaje się zbyt mało lub zbyt dużo materii organicznej (w zależności od ilości i stopnia rozdrobnienia pozostałości), co po wymieszaniu z glebą mineralną przyspiesza proces przesuszenia. Ponadto wąskie pasy (40 cm) szybko ulegają zachwaszczeniu, co generuje konieczność większych nakładów na pielęgnację. Wady tego sposobu przygotowania gleby szczególnie uwidaczniają się na glebach lekkich, łatwo przesycających, a właśnie w takich warunkach najczęściej rozpatrywana jest możliwość naturalnego odnowienia sosny.

Nasiona sosny kiełkują w krótkim czasie po wysiewie, jeśli tylko zaistnieją odpowiednie warunki środowiskowe. Największy wpływ na początek i przebieg kiełkowania ma temperatura i wilgotność podłoża. Korzystny układ tych czynników przyspiesza wschody, natomiast niedobór lub nadmiar któregoś z nich przedłuża i obniża wydajność kiełkowania. Przy niekorzystnych warunkach cieplnych i wilgotnościowych, nasiona sosny nie kiełkują, jednak nie tracą zdolności kiełkowania – w praktyce obserwuje się kiełkujące nasiona nawet w sierpniu. Natomiast w przypadku, kiedy po skiełkowaniu nasion nastąpi układ warunków niekorzystnych, np. długotrwała susza, siewki nie mają szans na przeżycie. Istotny wpływ na kształtowanie się warunków klimatycznych na zrębie ma jego kształt (stosunek długości do szerokości) oraz otoczenie (sąsiednie drzewostany). Rozpatrując sposób odnowienia na zrębie, należy wybrać odnowienie samosiewne sosny w przypadku korzystnego kształtu zrębu (większy stosunek długo-

ści do szerokości). Na zrębach o niekorzystnym kształcie pewnym wyjściem jest pozostawienie nasienników, jednak należy zdawać sobie sprawę z mankamentów tego sposobu postępowania (nie zawsze skuteczny obsiew, szkody w samosiewach przy usuwaniu nasienników, przedłużone zagrożenie od szeliniaka).

Jeżeli cięcia odnowieniowe zostaną wykonane na powierzchni o charakterze wrębu, istnieje możliwość uzyskania zadowalającego samosiewu nawet przy przeciętnym urodzaju nasion. Specyficzne warunki wrębu dają większe szanse na przetrwanie samosiewom o niewielkim zagęszczeniu.

Ze względu na różnorodność czynników decydujących o sukcesie naturalnego odnowienia sosny, konieczna jest indywidualność decyzji w stosunku do każdej powierzchni przeznaczonej do odnowienia. Im więcej czynników decydujących czy ograniczających uwzględnimy podczas podejmowania decyzji o odnowieniu, tym większa będzie szansa na pojawienie się, wzrost i rozwój samosiewu. Podczas planowania odnowienia nie mniej istotna od wnikliwej obserwacji i rozważań jest umiejętność przewidywania wpływu istniejących warunków na wzrost i rozwój młodego pokolenia, ponieważ samo pojawienie się samosiewu nie przesądza o tym, czy w przyszłości uzyskamy wielofunkcyjny drzewostan pochodzenia naturalnego. Należy przewidzieć, z pewnym przybliżeniem, jak będzie przebiegał wzrost i rozwój młodego pokolenia w następnych fazach rozwojowych. Podczas wyboru sposobu odnowienia nie można zapominać o kosztach zabiegów pielęgnacyjno-ochronnych. Nie należy również z góry zakładać, że celem jest osiągnięcie określonego udziału odnowienia naturalnego. Wskaźnik ten będzie zróżnicowany dla określonych regionów kraju czy nadleśnictw. Bezkrytyczne dążenie do zwiększenia powierzchni samosiewów generuje dodatkowe koszty i w konkretnych warunkach drzewostanowo-siedliskowych może być nieuzasadnione.

JODŁA POSPOLITA

Jodła pospolita jest gatunkiem, który w naszym kraju najczęściej jest odnawiany samosiewnie pod osłoną drzewostanu. Młode pokolenie powstaje z obsiewu górnego w najbliższym sąsiedztwie drzewa macierzystego, nie przekraczającym praktycznie połowy jego wysokości. Podczas wyboru sposobu odnowienia należy ustalić, oprócz obecności obradzającej jodły w drzewostanie, przewidywany jej udział w składzie gatunkowym młodego pokolenia. Należy mieć na uwadze fakt, że gatunek ten zaczyna obradzać w zwartych drzewostanach około 70 roku życia, utrzymując tę zdolność nawet do wieku 200 lat. Lata nasienne, w zależności od warunków klimatycznych i wzniesienia nad poziomem morza, powtarzają się co 3–8 lat. Zmienna długość okresów między latami nasiennymi nie ma istotnego wpływu na decyzję odnośnie wyboru sposobu odnowienia, jako że oczekiwanie na rok nasienny jest mniej ryzykowne w sytuacji, kiedy odno-

wienie powstaje pod okapem drzewostanu i prawdopodobieństwo pojawienia się konkurencyjnej pokrywy gleby jest mniejsze niż na powierzchni otwartej.

Stosunkowo bezproblemowe jest podjęcie decyzji o naturalnym odnowieniu jodły w drzewostanach zagospodarowanych przerębowo. W tych warunkach samosiew jest podstawowym sposobem odnowienia jodły. Nie wyklucza to jednak możliwości uzupełnień sztucznych zarówno siewem, jak i sadzeniem, zwłaszcza w przypadku problemów z obradzaniem nasion, kiedy ciągłość procesu odnawiania jest zagrożona. Z wkraczaniem z odnowieniem sztucznym należy się wstrzymać, traktując je jako ostateczność.

Powstanie naturalnego odnowienia jodły i dalszy jego wzrost zależą w dużym stopniu od typu próchnicy. Dobre warunki są na glebach z próchnicą typu moder i moder butwinowy. Natomiast próchnica typu mull prowadzi często do zamierania siewek jodły, co jest związane z obecnością aktywnego manganu, który ogranicza możliwość pobierania wody oraz dwuwartościowego żelaza decydującego o budowie chlorofilu. Ten typ próchnicy intensyfikuje ponadto oddziaływanie allelopacyjne (Becker i Drapier 1984, 1985). Podobnie jak w przypadku innych gatunków, nie bez znaczenia pozostaje wilgotność gleby, która może okazać się czynnikiem decydującym o uzyskaniu naturalnego odnowienia i jego dalszym wzroście. Podejmując decyzję o wyborze sposobu odnowienia, należy pamiętać, że w przypadku jodły siewki transpirują znacznie intensywniej niż starsze drzewka.

Spośród gatunków drzew tworzących nasze lasy jodła jest gatunkiem najbardziej cienioznośnym. Naturalne jej odnowienie może przetrwać w silnym ocienieniu nawet 100 lat (Jaworski 1973). W związku z tym można planować naturalne odnowienie tego gatunku w zwartych, „ciemnych” drzewostanach, bez konieczności wykonania cięć dopuszczających większą ilość światła. Jodła wymaga znacznego udziału niebieskiej części spektrum świetlnego. Takie warunki panują pod okapem drzewostanów sosnowych, brzoźowych, modrzewiowych, a nawet świerkowych (Mayer 1959). Główną przyczyną realizowania w powyższych warunkach odnowienia sztucznego jest jednak brak obradzających drzew matecznych. Natomiast najsłabsze odnowienie obserwuje się pod okapem litych jedlin, co oznacza, że zachowanie ciągłości procesu naturalnego odnawiania w drzewostanach jodłowych zagospodarowanych przerębowo nie jest sprawą prostą.

Podejmując decyzję o naturalnym sposobie odnowienia jodły, należy rozważyć, czy istnieje możliwość zapewnienia odpowiednio długiej osłony młodego pokolenia, ponieważ odnowienia samosiewne potrzebują dłuższego okresu do wyjścia ze strefy zagrożenia przez przymrozki późne niż podsadzenie podokapowe. Może okazać się, że sztuczne odnowienie, z zastosowaniem starszego, dobrze wyrosniętego, szkółkowanego materiału sadzeniowego, stworzy większą szansę na wyprowadzenie młodego pokolenia ze strefy zagrożenia (krótszy czas – większe prawdopodobieństwo przetrwania osłony). Jeżeli więc pojawiają się

obawy o stabilność drzewostanu i możliwość jego przetrwania przez odpowiednio długi okres, należy zachować bardzo dużą ostrożność podczas podejmowania decyzji o naturalnym odnowieniu.

ŚWIERK POSPOLITY

Świerk należy do gatunków drzew o szerokiej amplitudzie pod względem wymagań świetlnych, a więc dobrze odnawia się samosiewem zarówno bocznym, jak i górnym. Zaczyna obradzać w drzewostanie około 50 roku życia, a lata dobrego urodzaju występują u niego często. Nasiona przenoszone są na duże odległości, często przekraczające trzy- lub czterokrotnie wysokość drzewostanu. Duży zasięg obsiewu nasion oraz duża ich liczba powodują, że nawet pojedyncze świerki mogą zapewnić wystarczający obsiew odnawianej powierzchni. Przy małym udziale drzew matecznych samosiew jest rzadszy, a stopień pokrycia powierzchni zmienny. Pamiętajmy jednak, że poza siedliskami borów wysokogórskich i górskich, świerk stanowi jedynie domieszczę w drzewostanach wielogatunkowych na terenach nizinnych (tab. 2). Dlatego też częściowe pokrycie powierzchni samosiewem świerkowym nie stanowi problemu, a dla zapewnienia odpowiedniego udziału tego gatunku, nawet nieliczne obradzające drzewa stanowią wystarczającą bazę nasienną. Mniejsze zagęszczenie odnowienia tego gatunku jest również cechą pozytywną, ponieważ zapewnia lepsze tempo wzrostu i umożliwia uzyskanie większej stabilności w kolejnych fazach rozwojowych, co w odniesieniu do świerka ma bardzo istotne znaczenie.

Tabela 2. Udział świerka w drzewostanach wielogatunkowych na terenach nizinnych

Typ siedliskowy lasu	Udział świerka (%)
Bśw	<20
BMśw	<20
LMśw	<30
Lśw	<30
Bw	30–50
BMw	30–50
BMb	20–50
LMw	20–50

Pod okapem drzewostanu świerk dobrze odnawia się przy zastosowaniu cięć częściowych. Ze względu jednak na zagrożenie ze strony wiatrołomów i wiatrowałów, korzystniejsze może być stosowanie obsiewu bocznego powierzchni po cięciu zupełnym, gdzie ryzyko jest mniejsze.

Uzyskanie dobrego nalotu świerkowego i szansa na jego dalszy wzrost zależą od podatności gleby na zachwaszczenie. Na siedliskach żyzniejszych nawet przygotowanie gleby w bruzdy może okazać się mało skuteczne w ograniczeniu konkurencji ze strony żywej pokrywy gleby.

Świerk jest dobrym gatunkiem do tworzenia drugiego piętra. Skutecznie pielęgnuje pnie drzew górnej warstwy, a wprowadzony odpowiednio wcześniej pod okap drzewostanu (początek drugiej klasy wieku) może w przyszłości wydatnie zwiększyć jego zasobność. Rozważając tworzenie drugiego piętra, w pierwszej kolejności należy brać pod uwagę naturalne odnowienie tego gatunku. W odpowiednich warunkach, niewielkie, nawet punktowe przygotowanie gleby jest wystarczające do pojawienia się nalotów świerkowych.

BUK ZWYCZAJNY

Buk należy do gatunków dobrze odnawiających się samosiewem górnym. W literaturze leśnej zamieszczono wiele metod stosowanych w drzewostanach bukowych w celu uzyskania samosiewu. Jednak najczęściej, jako obarczoną stosunkowo niewielkim ryzykiem i zapewniającą najlepsze efekty w odnowieniu drzewostanu, wymienia się rębnię częściową wielkopowierzchniową.

Buk w drzewostanie zaczyna obradzać w wieku 60–80 lat. Obradza obficie co 5–10 lat, a drzewa doświetlone, z dobrze wypielęgnowaną koroną wydają bardzo duże ilości nasion. W odniesieniu do tego gatunku, w pierwszej kolejności należy rozważyć możliwość odnowienia naturalnego. W naszej praktyce leśnej ten sposób odnowienia jest realizowany wszędzie tam, gdzie jest to uzasadnione.

Istnieją jednak drzewostany bukowe lub z udziałem tego gatunku, gdzie naturalne odnowienie jest niewskazane. Głównym powodem rezygnacji z samosiewu jest najczęściej jakość drzewostanu matecznego, a przede wszystkim cechy pni drzew – dziedziczna skłonność do skrętu włókien, formowania fałszywej twardzieli, dychotomiczne rozwidlenia pędów.

Ważną informacją przy podejmowaniu decyzji o wyborze sposobu odnowienia jest stan pokrywy gleby zarówno w momencie rozpoczęcia procesu odnowienia, jak i prawdopodobieństwo jej zachwaszczenia w kolejnych etapach realizowania rębni. Obecność jeżyny czy trzcinnika jest wskaźnikiem dużego ryzyka uzyskania pełnowartościowego odnowienia. Należy również pamiętać o tym, że przy słabszym urodzaju nasion, przy nierównomiernym rozmieszczeniu drzew obradzających (np. jako pojedyncza domieszka) istnieje prawdopodobieństwo powstania samosiewów o niskim stopniu zagęszczenia. W takiej sytuacji trzeba liczyć się z koniecznością kosztownych uzupełnień sztucznych, a znając skłonność buka do tworzenia rozpieraczy, można spodziewać się znacznej liczby drzew o tych cechach w płatach podrostów. Uwzględniając powyższe

informacje, należy rozważyć, czy opłacalne jest fragmentaryczne odnowienie naturalne, czy też podjąć decyzję o odnowieniu sztucznym, które może przynieść znacznie lepsze efekty.

DĘBY

Uzyskanie dobrej jakości naturalnego odnowienia dębu wymaga od gospodarza dużej wiedzy i doświadczenia (Jaworski 2011). Dąb szypułkowy i bezszypułkowy zaliczane są do grupy „kapryśnych” w procesie odnowienia samosiewnego, ale łatwo można uzyskać dobre wyniki, stosując siew lub sadzenie (Danielewicz i Pawlaczyk 2006).

Zniechęcać do odnowienia naturalnego mogą nieregularne lata obfitego urodzaju żołędzi, duża podatność nasion na porażenia przez grzyby, uszkodzenia przez owady, gryzonie, dziki. Zdarzają się również sytuacje, że po skielkowaniu żołędzi, naloty utrzymują się przez 2–3 lata, rokując nadzieję na dobry podrost, a następnie masowo zamierają. Powodem może być zbyt mała ilość światła, nadmiernie zwięzła gleba, brak wilgoci, również szkody powodowane przez zwierzyną, zwłaszcza w pojedynczych drzewostanach dębowych otoczonych przez drzewostany gatunków iglastych.

Naturalne odnowienie dębów może być rozpatrywane w drzewostanach rosnących na różnych siedliskach, odpowiadających wymaganiom obu gatunków. Warunkiem podjęcia pozytywnej decyzji jest sprawna gleba i przekonanie, że pokrywa gleby nie stanie się czynnikiem eliminującym wzrost i rozwój młodego pokolenia.

Jeśli drzewostan dojrzały do odnowienia jest na tyle mocno prześwietlony, że w składzie runa występuje lanowo orlica, jeżyna, malina, żarnowiec, trzciniak lub trzęślica, nie należy decydować się na odnowienie naturalne. Wprawdzie można, poprzez przygotowanie gleby, stworzyć warunki do skielkowania nasion i uzyskania siewek, ale doprowadzenie ich do fazy podrostu wymagałoby dużych nakładów na zabiegi pielęgnacyjne. W takich warunkach należałoby rozważyć odnowienie sztuczne, z wykorzystaniem dobrze wyrosniętego i uformowanego materiału sadzeniowego.

Pełnowartościowego odnowienia można oczekiwać wtedy, gdy w drzewostanie owocuje co najmniej 50% drzew. Do naturalnego odnowienia należy kwalifikować drzewostany dębowe lub kępy dębu o dobrej jakości hodowlanej i technicznej (Andrzejczyk 2009). W drzewostanach o dużym udziale drzew z krzywizną pnia, mocno rozwidloną i miotlastą koroną wskazane jest odnowienie sztuczne, ponieważ te cechy są w dużym stopniu dziedziczone przez potomstwo. W pierwszej kolejności do odnowienia naturalnego należy przeznaczać gospodarcze drzewostany nasienne.

PODSUMOWANIE

W hodowli lasu, podejmując określoną decyzję lub dokonując wyboru, należy mieć na uwadze fakt, że skutki zarówno pozytywne, jak i negatywne będą widoczne przez długi okres. Szczególne znaczenie ma trafność decyzji na etapie odnowienia drzewostanu, ponieważ efekty obserwujemy przez cały, często ponadstuletni, cykl produkcyjny. Błędne jest twierdzenie, że im dłuższy okres produkcyjny, tym większa możliwość korygowania popełnionych błędów.

Podejmując określone działania, zawsze uwzględniamy ryzyko niepowodzenia, jednak umiejętność przewidywania zarówno przebiegu wzrostu drzew i drzewostanów, jak również czynników zewnętrznych stwarza szansę na osiągnięcie pozytywnego efektu. Mając dużą wiedzę zawodową, zweryfikowaną w wieloletniej działalności praktycznej umiejętność indywidualnego traktowania poszczególnych obiektów leśnych (drzewostanów i tworzących je gatunków drzew i krzewów) jesteśmy w stanie minimalizować ryzyko. Podczas podejmowania trudnej decyzji o sposobie odnowienia drzewostanu pomocne mogą być zalecenia zawarte w „Zasadach hodowli lasu” (2012), że naturalnie odnawiamy wtedy, gdy:

- samosiew realizuje cel hodowlany,
- warunki drzewostanowo-siedliskowe zapewniają nie tylko powstanie młodego pokolenia, ale stwarzają duże prawdopodobieństwo uzyskania dobrych podrostów,
- uzyskanie naturalnego odnowienia jest możliwe przy ekonomicznie uzasadnionych nakładach.

LITERATURA

- Andrzejczyk T. 2000. Wpływ odległości od ściany drzewostanu na zagęszczenie i przeżywalność nalotów sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na zrębach zupełnych i gniazdach. Sylwan, 1: 27–42.
- Andrzejczyk T., Drozdowski S. 2003. Rozwój naturalnego odnowienia sosny zwyczajnej na powierzchni przygotowanej pługiem dwuodkładnicowym. Sylwan, 5: 28–35.
- Andrzejczyk T., Aleksandrowicz-Trzcińska M., Żybura H. 2009. Wpływ cięć rębnych na zagęszczenie, wzrost i stan zdrowotny odnowień naturalnych sosny w warunkach Nadleśnictwa Tuszyma. Leśne Prace Badawcze, 70 (1): 5–18.
- Andrzejczyk T. 2009. Dąb szypułkowy i bezszypułkowy. Hodowla. Warszawa, PWRiL.
- Becker M., Drapier J. 1984. Rôle de l'allélopathie dans les difficultés de régénération du sapin (*Abies alba* Mill.). I. Propriétés phytotoxiques des hydrosolubles d'aiguilles de sapin. Acta Oecologica, 5, 4: 347–356.

- Becker M., Drapier J. 1985. Rôle de l'allélopathie dans les difficultés de régénération du sapin (*Abies alba* Mill.). II. Étude des lessivats naturels de feuillage, de litiéré et d'humus. *Acta Oecologica*, 6 (1): 31–40.
- Danielewicz W., Pawlaczyk P. 2006. Ekologia. Rola dębów w strukturze i funkcjonowaniu fitocenozy. W: Dęby. (W. Bugała red.). Poznań – Kórnik, Bogucki, Wydawnictwo Naukowe.
- Heinsdorf M. 1994. Uwagi dotyczące naturalnego odnowienia sosny. *Las Polski*, 24: 8–9.
- Jaworski A. 1973. Odnowienie naturalne jodły w wybranych zbiorowiskach leśnych Parków Narodowych: Tatrzańskie, Babiogórskie i Pienińskiego. Cz. II. Wpływ niektórych czynników środowiska na odnawianie się jodły. *Acta Agraria et Silvestria, Series Silvestris*, 13: 21–87.
- Jaworski A. 2011. Hodowla lasu. Tom I. Warszawa, PWRiL.
- Mayer H. 1959. Bodenvegetation und Naturverjüngung von Tanne und Fichte in einem Allgäuer Plenterbestand. *Bericht des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel*, 31: 19–41.
- Mierzejewski W. 1976. Wytyczne inicjowania i wykorzystania odnowień naturalnych sosny zwyczajnej i dębów rodzimych. Warszawa NZLP-IBL, maszynopis.
- Sokołowski S. 1921. Hodowla lasu. Księgarnia Polska Bernarda Połonieckiego. Lwów i Warszawa.
- Zasady hodowli lasu. 2012. CILP, Warszawa.

Peter Spathelf

Uniwersytet Zrównoważonego Rozwoju w Eberswalde, Niemcy

Czy hodowla bliska naturze jest stosowną koncepcją przystosowania lasu do zmian klimatu?

WSTĘP

Klimat jest ważną siłą napędową zmian środowiskowych (IPCC, 2007). W Niemczech na przykład średnia temperatura lądu w latach 2001–2012 wzrosła o 1,2°C w porównaniu z warunkami panującymi w okresie przedindustrialnym (1855–1890) (EEA, 2011). Temu trendowi ocieplania towarzyszyły częstsze i ostrzejsze ekstremalne zjawiska pogodowe, jak fale upałów, susze i silne opady (Wigley et al. 2009; Min et al. 2011). Również w przyszłości w Europie Środkowej oczekiwany jest wzrost częstotliwości i gwałtowności skrajnych zjawisk pogodowych (Gastineau, Soden 2009; Donat et al. 2011; EEA, 2011).

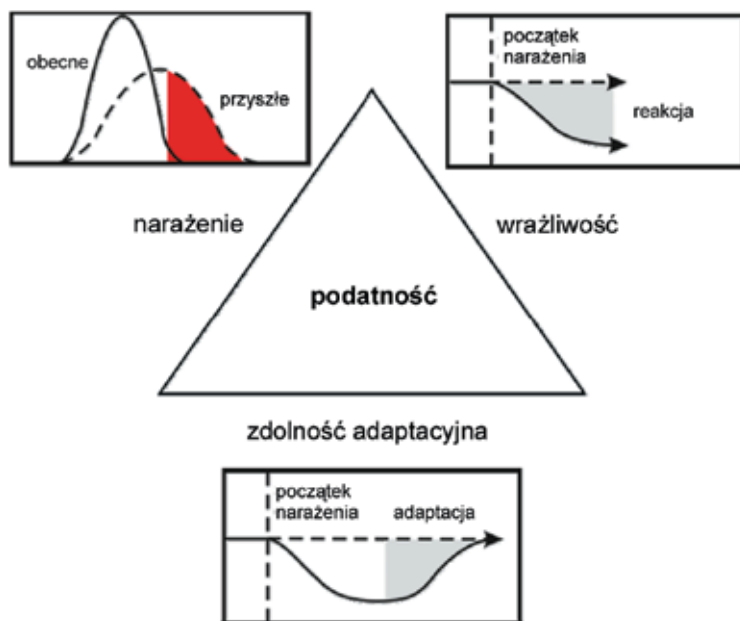
Ocieplenie klimatu może poprawić warunki wzrostu i wydłużyć okres wegetacyjny, wpływając przez to pozytywnie na przyrost lasu. Może tak jednak stać się jedynie w sytuacji wystarczającej dostępności wody (Nemani et al. 2003). Na siedliskach charakteryzujących się brakiem wody częstsze fale upałów i susz zapewne zwiększą prawdopodobieństwo zaburzeń, śmiertelności i utraty lasu (Bolte et al. 2009; Allen et al. 2010, Lindner et al. 2010). Co więcej, większe zagrożenie silnymi wiatrami może przyczynić się do wzrostu podatności lasów na zakłócenia biotyczne. Może być to szczególnie ważne w przypadku rozległych borów świerkowych na dużych obszarach Europy, w których już obecnie notuje się znaczne straty spowodowane współoddziaływaniem wiatrołomów, ocieplenia, susz i gradacji korników (Schelhaas et al. 2003; Schlyter et al. 2006; Bolte et al. 2010; Hanewinkel et al. 2013). Z tego powodu i ze względu na długookresową interakcję lasów i przyszłej dynamiki zmian klimatu, gospodarka leśna i hodowla lasu muszą dostosować się do zmieniających się dziś warunków środowiskowych, by w przyszłości zachować żywotne i produktywne lasy (Bolte and Degen 2010; Kolström et al. 2011).

W niniejszym przeglądzie rozpatrzono, czy bliska naturze hodowla lasu (*close-to-nature silviculture*), stanowiąca powszechne podejście hodowlane w Europie Środkowej, stanowi adekwatną koncepcję przystosowania lasów do zmian klimatu. Po pierwsze, opisano tu podstawowe definicje i aspekty „podatności”, odzwierciedlające narażenie na zmiany klimatu, wrażliwość i zdolność adaptacyjną. Następnie, w oparciu o ocenę podatności, zarysowane zostały strategie i możliwości przystosowania. Wreszcie przeanalizowano, czy koncepcja hodowli bliskiej naturze powinna być dopasowana do wspierania adaptacji lasów do zmian klimatu.

PODATNOŚĆ NIEMIECKICH LASÓW NA ZMIANY KLIMATU

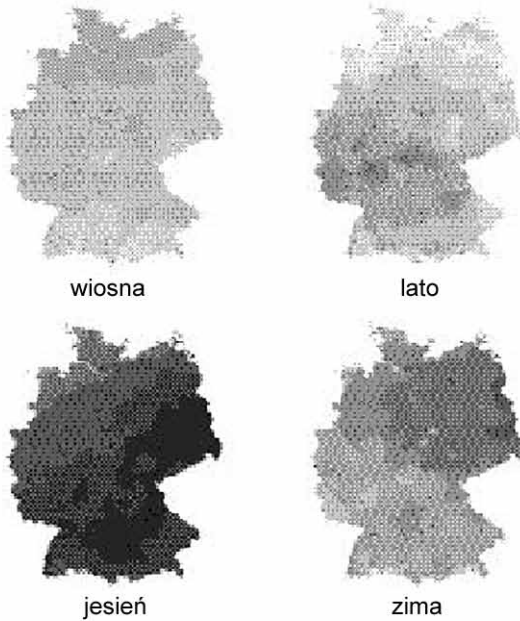
Definicje i koncepcje

„Podatność” (*vulnerability*) jest szeroko używanym terminem określającym wpływ zmian klimatu na ekosystemy leśne. Można ją opisać jako prawdopodobieństwo, z jakim system środowiskowy może zostać zniszczony przez zmiany w środowisku i (lub) społeczeństwie, mając na względzie jego zdolność adaptacyjną (Turner et al. 2003). W niniejszym przeglądzie różne elementy podatności, narażenia (*exposure*), wrażliwości (*sensitivity*) i zdolności adaptacyjnej (*adaptive capacity*) (ryc. 1) zostaną zdefiniowane na podstawie pracy Lindnera et al. (2010) oraz IPCC (2007, glossary terms WG II).



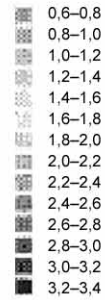
Rycina 1. Komponenty podatności ekosystemu

(a)

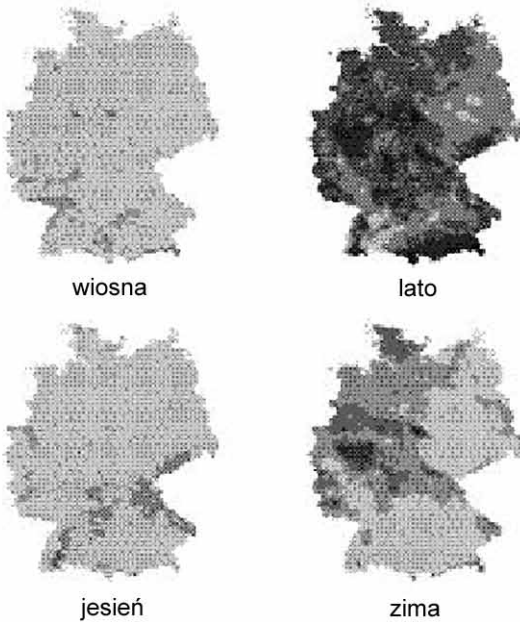


zmiana temperatury
2046/2055-1951/2003

różnica w K

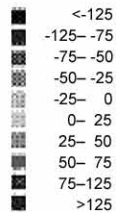


(b)



zmiana opadów
2046/2055-1951/2003

różnica w mm



Rycina 2. Przewidywane zmiany (a) temperatury oraz (b) sum opadów dla Niemiec (scenariusz A1b) za Stockiem (2008). Trendy temperatury i sum zostały obliczone jako różnica między latami 2046–2055 oraz 1951–2003 i zostały przedstawione dla wiosny, lata, jesieni i zimy

Ekosystemy leśne są **narażone** na czynniki klimatyczne, takie jak temperatura czy opady, na różne sposoby (tj. wartości średnie, zmienność oraz zjawiska ekstremalne; Reyer et al. 2013). Wrażliwość opisuje stopień, w jakim system podlega czynnikom zmian klimatu, zarówno w sposób niekorzystny, jak i korzystny. **Zdolność adaptacyjna** natomiast charakteryzuje zdolność systemu do dostosowania się do zmian klimatu, tj. zapobiegania potencjalnym zniszczeniom lub ich łagodzenia, a także wykorzystania możliwości. Wreszcie podatność określa stopień, w jakim system jest podatny i niezdolny do poradzenia sobie z niekorzystnymi wpływami zmian klimatu, w tym jego zmiennością i ekstremalnymi zjawiskami zaburzającymi. W kolejnych rozdziałach te różne elementy podatności zostaną omówione w odniesieniu do lasów w Niemczech jako przykładu dla Europy Środkowej.

Narażenie

Prognozy zmian klimatu dla Niemiec w ujęciu regionalnym (modele: REMO, WETTREG, CLM) na podstawie scenariusza A1b IPCC SRES przewidują znaczący wzrost temperatury do roku 2055 (ryc. 2a za Stockiem 2008). Temperatura wzrośnie szczególnie jesienią i zimą w zakresie od 0,6 do 3,4 K. W Europie Środkowej już teraz można zaobserwować sięgające dwóch tygodni wydłużenie okresu wegetacyjnego (Menzel 2006), a w przyszłości spodziewane jest dalsze, wynikające z ocieplenia przesuwanie się okresu pękania pąków i kwitnienia. Ponadto można spodziewać się zmian częstotliwości i ostrości zimowych i późnych przymrozków. W odniesieniu do opadów prognozy modelowe wskazują zmianę w rozkładzie sezonowym (przesunięcie z okresu lata na zimę) i mniej ciągle, ale bardziej intensywne deszcze (ryc. 2b). Chociaż będą w Niemczech np. regiony z mniejszą sumą opadów, i inne – ze zwiększoną (Becker et al. 2008; Stock et al. 2009), znacząco w całym kraju wzrośnie prawdopodobieństwo susz letnich i fal upałów.

Wrażliwość

W analizie potencjalnego wpływu zmieniającego się klimatu i zdarzeń ekstremalnych na wzrost i żywotność drzew cennym narzędziem okazały się badania dendroekologiczne (e.g. Schweingruber 1996; Büntgen et al. 2008). Dla Niemiec istnieje coraz więcej oznak, że drzewa cierpią bardziej z powodu letnich susz. Na przykład Schröder (2009) odkrył w ostatnich dwóch dekadach w drzewostanach sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*) w północno-wschodnich Niemczech kumulację negatywnych lat wskaźnikowych. Ponadto analiza powierzchni obserwacyjnych monitoringu intensywnego (sieć II rzędu) ujawnia znacząco zwiększoną od 1990 r. wrażliwość buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica*) na zmienność klimatu (Beck 2009; Beck 2011). Wysoka wrażliwość buka na

suszę jest także wykazywana w innych badaniach, natomiast za bardziej odporny na suszę gatunek uważany jest dąb bezszpulkowy (*Quercus petraea*) (Friedrichs et al. 2009; Scharnweber et al. 2011). Specyficzna dla gatunku tolerancja suszy wykazana została również dla gradientu wysokości w południowo-zachodnich Niemczech (van der Maaten-Theunissen et al. 2012). Stwierdzono negatywny wpływ na wzrost świerka pospolitego (*Picea abies*) na wszystkich wysokościach (400–1140 m n.p.m.), natomiast w przypadku jodły pospolitej (*Abies alba*) reakcja wzrostu na suszę miała miejsce tylko w niższych położeniach. Trudności w szacowaniu przyszłego wzrostu lasu sprawiają jednak różnice regionalne, odchylenia lokalne oraz zróżnicowanie czasowe wrażliwości na suszę, podobnie jak niepewność reakcji przyrostowych drzew na warunki klimatyczne, na jakie nigdy wcześniej nie były one narażone.

Badanie zaburzeń biotycznych i abiotycznych staje się także razem z obecnymi zmianami klimatu coraz bardziej ważne. Bezpośredni wpływ na szkodliwe organizmy i inne czynniki uszkadzające może mieć np. przyspieszenie ich cykli rozrodczych, a pośredni – np. osłabienie żywotności roślin żywicieli. Istnieją dowody, że lasy w Europie Środkowej w coraz większym stopniu cierpią i będą cierpieć w przyszłości ze strony szkodników, chorób, a także nowych szkodników, które nie stanowiły wcześniej problemu, np. węgorka sosnowca (*Bursaphelenchus xylophilus*) lub czynników powodujących zamieranie jesionów (*Chalara fraxinea*) (Bolte et al. 2009). W ostatnich latach ze względu na śmiertelność należało zwiększyć pozyskanie drewna. Na przykład spowodowane zamieraniem dębu w Brandenburgii cięcia sanitarne wzrosły z ok. 6000 m³ w 1995 r. do 13000 m³ w 2004 r. (Möller et al. 2006). W południowo-zachodnich Niemczech w lasach publicznych w ostatniej dekadzie stale odnotowywany jest wysoki poziom cięć sanitarnych, wynoszący ok. 50%, spowodowany rosnącym ryzykiem związanym z zagospodarowaniem drzewostanów świerkowych – silnymi wiatrami, suszą i czynnikami biotycznymi (Spiecker et al. 2004). Niemniej jednak należy wspomnieć, że cięcia sanitarne są zwiększone przez rekordową miąższość na pniu w lasach niemieckich (i europejskich) (European Commission, 2011; Oehmichen et al. 2011). Wreszcie coraz bardziej istotnym czynnikiem zaburzającym stają się pożary leśne. W Brandenburgii liczba pożarów wzrosła w ostatnich 20 latach do ok. 500 rocznie w następstwie suchych okresów, jak w latach 1976, 1992, 2003 (Badeck et al. 2004). W przyszłości zagrożenie pożarowe będzie nadal rosło (Gerstengarbe et al. 2003).

Zdolność adaptacyjna

Zdolność adaptacyjna drzew może być określona na poziomie poszczególnych drzew i (lub) populacji. Na poziomie osobniczym rośliny mogą reagować na stres środowiskowy zamieraniem (śmiertelnością) lub plastycznością fenotypową (reakcja krótkookresowa; West-Eberhard 2003; Nicotra et al. 2010). Z ko-

lei populacje mogą przystosować się poprzez adaptację ewolucyjną, np. w drodze procesów selekcyjnych (reakcja długookresowa; Aitken et al. 2008).

Istnieje obszerna literatura dotycząca reakcji krótkookresowej (konceptji stresu) roślin, jak produkcja substancji osmoregulacyjnych, tzw. osmolitów (*compatible solutes*) w celu stabilizacji potencjału wodnego rośliny po stresie wywołanym suszą, zimnem lub zasoleniem (Schulze et al. 2002). Substancje w igłach i liściach precyzyjnie reagują na zmiany środowiskowe, mogą być wykorzystane jako wskaźniki stresu środowiskowego (analiza z wykorzystaniem biomarkerów, zob. Kätzel 2003). Poza tym mogą być badane cechy anatomiczne drewna, ponieważ drzewa stale adaptują się do zmieniających się warunków środowiska przez dostosowanie swojego systemu gospodarki wodnej (rozmiar naczyń i struktura jamek; Fonti et al. 2010). Wreszcie analizowane mogą być parametry morfologiczne, takie jak powierzchnia korzeni lub stosunek korzeni do pędu, ponieważ są one uznawane za cechy adaptacyjne, szczególnie w przypadku reakcji na suszę (Rose et al. 2009).

Procesy selekcyjne na poziomie populacji, jako wynik zjawisk ekstremalnych, mogą prowadzić do niższego zróżnicowania genetycznego spowodowanego adaptacją kierunkową do szczególnych czynników środowiskowych (Hampe i Petit 2005). Dlatego szczególnie ważna dla wartościowania zdolności adaptacyjnej jest ocena zmienności genetycznej w obrębie populacji, zanim silna selekcja będzie miała miejsce (zob. rozdział 4 dotyczący możliwości adaptacyjnych).

Ocena podatności

Ocena jakościowa podatności gatunków drzew i regionów uwzględnia wrażliwość i zdolność adaptacyjną gatunków drzew oraz drzewostanów (Kreft et al., 2013). W Niemczech świerk pospolity jest uznawany za najbardziej podatny gatunek, ponieważ był on szeroko sadzony w monokulturach poza swoim zasięgiem naturalnym, często bez dostosowania do siedliska. Ponadto oznaki zamierania w wielu miejscach w Niemczech wykazuje jesion wyniosły oraz dąb (Möller 2009). W ujęciu przestrzennym regiony, takie jak obszar Berlina-Brandenburgii (stolica) i części doliny Renu, są uznawane za obszary wysoko podatne ze względu na niskie opady i niekorzystne gleby o niskiej zdolności gromadzenia wody (Stock et al. 2009, Zebisch et al. 2005).

HODOWLA LASU BLISKA NATURZE

Geneza hodowli lasu bliskiej naturze w Niemczech datowana jest na czasy przed XIX wiekiem, gdy prowadzono nieregularne, selektywne pozyskiwanie drewna. Dramatyczny wzrost popytu na drewno podczas rewolucji przemysłowej doprowadził jednak do intensyfikacji gospodarki leśnej i wprowadzenia

działań według zasad stosowanych w rolnictwie, jak orka gleby, nawożenie i ład przestrzenno-czasowy użytkowania lasów. W początkach XIX w. przywrócono lasom wielkie obszary, które podlegały wylesieniom i degradacji od okresu średniowiecza, a niemieckie leśnictwo głównego nurtu położyło nacisk na lasy jednowiekowe użytkowane zrębami zupełnymi (Thomasius 1996). Stopniowo wiele z tych równowiekowych monokultur zostało jednak utraconych wskutek rosnącej liczby gradacji szkodników i czynników abiotycznych. Wskutek tego pierwsi naukowcy leśni zaczęli uznawać, że jednowiekowe monokultury mogą nie być wystarczająco odporne i wytrzymałe na długookresową, odnoszącą ekonomiczne sukcesy gospodarkę leśną. Jednym z najwybitniejszych obrońców lasów mieszanych na przełomie XX w. był hodowca Karl Gayer z Monachium, który silnie wspierał rębnię przerębową grupową dla odnowienia drzewostanu (Gayer 1886, Heyder 1986). W latach 20. XX wieku Alfred Möller (Uniwersytet w Eberswalde) wspierał ideę lasu trwałego (*Dauerwald*). Popierał działania skierowane na pojedyncze drzewa, naturalne odnowienie, unikanie zrębów zupełnych i utrzymanie wielopiętrowych drzewostanów mieszanych (Möller 1922).

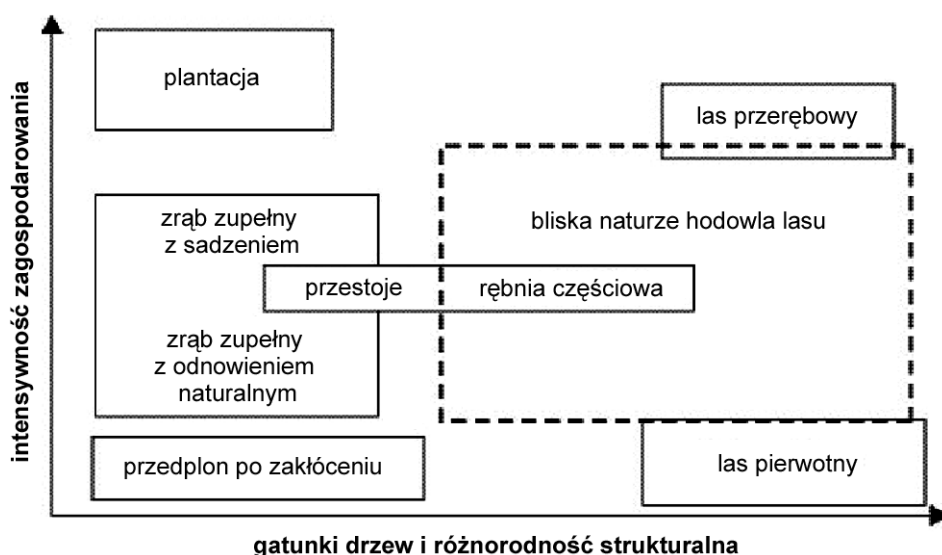
Choć początkowo hodowla lasu bliska naturze praktykowana była głównie przez właścicieli prywatnych, w ostatnim ćwierćwieczu XX w. wprowadzona została do lasów wszystkich kategorii własności w Niemczech. W ten sposób właściciele lasów zareagowali na nową sytuację i wyzwania środowiskowe (np. zamieranie lasów), główne zaburzenia (huragany) oraz coraz bardziej przekonujące dowody naukowe na poparcie tezy, że różnowiekowe lasy mieszane mogą być bardziej odporne i produktywnie niż monokultury (np. Brang et al. 2014, Pretzsch 2003, Knoke et al. 2008).

Główną zasadą tego podejścia hodowlanego jest wykorzystanie w zarządzaniu ekosystemami leśnymi naturalnych procesów przy jak najmniejszym wkładzie energii (kosztów). Innymi wyróżniającymi się elementami są (Johann 2006, Spathelf 1997):

- wspieranie naturalnego i (lub) dostosowanego do warunków siedliskowych składu gatunkowego (gatunki nierodzime, stanowiące domieszkę do gatunków rodzimych, są akceptowane w niewielkim stopniu),
- wspieranie lasów mieszanych i „ustrukturyzowanych”,
- unikanie, o ile to możliwe, zrębów zupełnych,
- wykorzystywanie odnowienia naturalnego,
- zabiegi hodowlane skierowane na pojedyncze drzewa,
- integracja usług ekosystemowych w niewielkiej skali przestrzennej (np. gospodarka wodna, rekreacja).

Hodowla lasu bliska naturze nie jest więc systemem lub techniką hodowlaną *sensu stricto*, ale szerokim podejściem, korzystającym z różnych elementów, które mogą być przystosowane do zmieniających się warunków naturalnych i społeczno-ekonomicznych (Spathelf 1997). Dotychczas podejście według opisanych powyżej zasad stosowane jest głównie w Europie Środkowej. Jego prak-

tyczny sukces w Niemczech polega na ograniczonym wpływie zabiegów pielęgnacyjnych i pozyskiwania drewna na pozostający drzewostan i glebę (*reduced impact logging*) i kontrolowaniu populacji zwierząt kopytnych. Hodowla bliska naturze scala w małej skali (trwałą) gospodarkę leśną i ochronę bioróżnorodności. Biorąc pod uwagę intensywność zagospodarowania lasu, gatunki drzew oraz niejednorodność, koncepcja ta zajmuje z jednej strony miejsce między indywidualnym doborem i lasami pierwotnymi, a z drugiej – lasami odtworzonymi po zaburzeniach na większą skalę lub nawet plantacjami (ryc. 3, za Püttmannem et al. 2008). Niniejsza klasyfikacja pokazuje zakres cięć odnowieniowych i docelowe struktury lasu, możliwe w ramach hodowli bliskiej naturze.

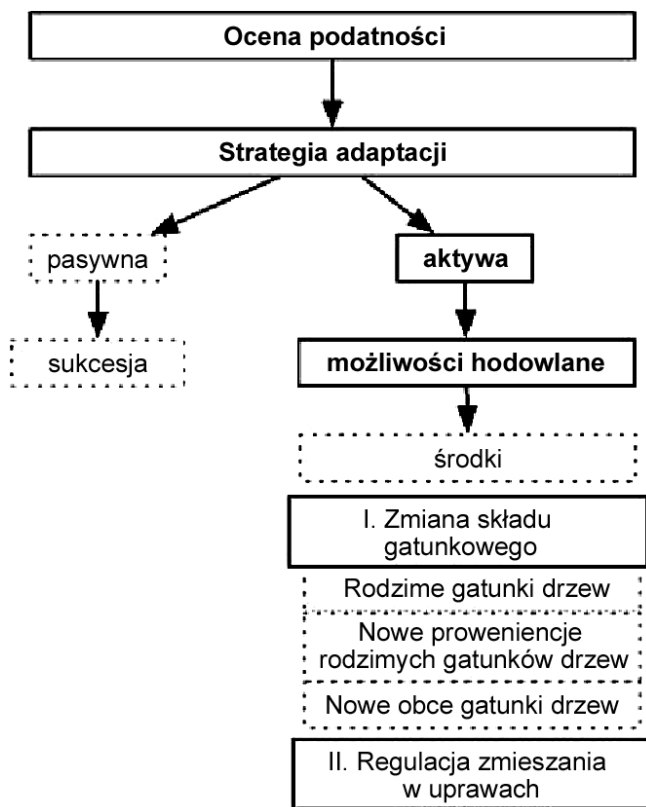


Rycina 3. Klasyfikacja systemu hodowli lasu według intensywności zagospodarowania oraz różnorodności gatunków i struktury (za Püttmannem et al. 2008)

MOŻLIWOŚCI ADAPTACJI I ICH ZGODNOŚĆ Z HODOWLĄ LASU BLISKĄ NATURZE

Ocena podatności (zob. pkt 2.5) pozwala na sformułowanie strategii i możliwości adaptacji. W związku z tym można rozróżnić adaptację pasywną i aktywną (Millar et al. 2007). Adaptacja pasywna opiera się na wykorzystaniu sukcesji lasu (ograniczenie działań hodowlanych), natomiast aktywna wymaga zastosowania metod hodowlanych (np. pielęgnowanie, trzebieże, przebudowa drzewostanu) w celu zmiany struktury i składu drzewostanu w sposób pozwalający na lepsze przystosowanie lasu do zmian klimatu (Bolte et al. 2009). Spośród możliwych hodowlanych działań adaptacyjnych, jak zwiększenie bogactwa gatunko-

wego drzew i różnorodności genetycznej lasów, ograniczenie zagrożeń biotycznych i abiotycznych, różne zabiegi i in. (por. Spittelhouse i Stewart 2003, Bolte et al. 2009), niniejszy przegląd skupia się na zwiększaniu bogactwa gatunkowego drzew i różnorodności strukturalnej oraz genetycznej zmienności populacji drzew (ryc. 4). W rozdziałach 4.1 i 4.2 podjęto próbę odpowiedzi czy te możliwości przystosowania są zgodne z hodowlą lasu bliską naturze (zob. też Brang et al. 2014 dla przeglądu rozmaitych zasad adaptacji).



Rycina 4. Schemat przebiegu hodowlanych możliwości adaptacji

Zwiększanie bogactwa gatunkowego i różnorodności strukturalnej

Zwiększenie bogactwa gatunkowego względem monokultur może pozytywnie wpłynąć na zdolność adaptacyjną drzewostanów, ponieważ poszerza się możliwość włączenia gatunków drzew charakteryzujących się wystarczającym dopasowaniem do zmian klimatu. Poza tym, w drzewostanach wielogatunkowych często występują rośliny o różnych „strategiach” w zakresie organiza-

cji i konkurencyjności (typy funkcjonalne roślin według McArthur'a i Wilsona 2001). A w wielu przypadkach lasy wielogatunkowe są bardziej produktywne niż te mniej zróżnicowane (Pretzsch et al. 2010).

Niedawne analizy funkcji roślinności potwierdzają, że bardziej „złożone”, mieszane lasy z cechami lasów pierwotnych wykazują większą tolerancję na stres niż monokultury o wyższym poziomie zaburzeń, w których pozyskiwane jest drewno (Norris et al. 2011). Gatunki odporne na stres (S), jak również gatunki konkurencyjne (C), można znaleźć w złożonych odpornych ekosystemach, podczas gdy gatunki ruderalne (R) występują w prostszych i zaburzonych systemach. W następstwie tego zakładanie jednogatunkowych i jednopiętrowych drzewostanów iglastych opanowanych przez gatunki ruderalne (R) przeciwdziała przystosowaniu się lasu do (przyszłego) stresu środowiskowego, ponieważ strategie S i R wzajemnie się wykluczają. Dlatego też wpływ zmian klimatu może być zbuforowany skuteczniej w lesie cechującym się różnorodnością reakcji, który może łatwiej stawić opór oraz odzyskać funkcjonalność sprzed zaburzenia (Drever et al. 2006).

Poza tym, w porównaniu do monokultur iglastych, bogactwo gatunkowe może pozytywnie przyczynić się do zwiększenia dostępności wody glebowej (Mitscherlich 1971). Jest to kluczowy czynnik, ponieważ niedobór wody dotknie prawdopodobnie wiele ekosystemów leśnych w przyszłości. Choć niewiele jest badań dotyczących wpływu zmieszania gatunków na dostępność wody glebowej, istnieją dowody, że straty wynikające z jej przechwytywania w jednogatunkowych drzewostanach sosnowych i świerkowych są wyższe w porównaniu z drzewostanami liściastymi lub mieszanymi z bukiem (Barbier et al. 2009, Berger et al. 2009). W badaniach w północno-wschodnich Niemczech Müller (2009) odkrył, że zmieszanie sosny zwyczajnej z bukiem pozwala na uzyskanie większego spływu po pniu niż w przypadku jednogatunkowych drzewostanów sosnowych. Ten pozytywny efekt wynika ze zmniejszenia w przypadku drzew liściastych strat wynikających z intercepcji oraz wyższego spływu po pniu w porównaniu z sosną. Ponadto w monokulturach sosnowych często grube warstwy roślinności zielonej sprzyjają dalszemu ograniczeniu wody glebowej, co ma negatywne konsekwencje dla transpiracji i wzrostu drzew (Müller, Bolte 2009).

Różnorodność strukturalna w lasach obejmuje zróżnicowanie grup wiekowych i klas wielkości drzew oraz rozmieszczenia przestrzennego różnych typów drzewostanów na poziomie krajobrazowym, a także – na poziomie drzewostanu – obecność takich elementów strukturalnych, jak duże żywe i martwe drzewa, leżące martwe drewno lub skupiska drzew nasiennych. Te elementy strukturalne zapewniają zachowanie niezbędnych procesów ekosystemowych (np. rozsiewanie się nasion, przemieszczanie składników odżywczych) i służą zachowaniu informacji genetycznej w fazie regeneracji ekosystemu po zaburzeniu. Zwłaszcza skład lasu sprzed zaburzenia stanowi ważny element w pętli reorganizacji cyklu adaptacyjnego (Drever et al. 2006).

Zgodność z bliską naturze hodowlą lasu i zalecane środki: generalnie zasada bogactwa gatunkowego drzew jest w wysokim stopniu zgodna z hodowlą lasu bliską naturze. Jednak niewłaściwe zastosowanie systemów hodowlanych w działaniach na niewielkich obszarach zawęża skład gatunkowy do mieszanina przeważnie gatunków cienioznośnych. Tam, gdzie istnieją już drzewostany mieszane, pierwszorzędne znaczenie ma zachowanie różnorodności gatunkowej. Szczególny nacisk należy położyć na gatunki biocenotyczne (bardzo rzadkie), które prawdopodobnie zwiększają różnorodność reakcji lasów. Jeśli występują monokultury „wysokiego ryzyka”, np. drzewostany świerkowe o zbyt dużym zadrzewieniu na niekorzystnych siedliskach, należy rozważyć przebudowę w kierunku lepiej dostosowanych do siedliska i odpornych lasów mieszanych. W ostatnich dwóch dekadach przebudowa drzewostanów stała się w Niemczech powszechną strategią, służącą przywróceniu na dużą skalę bardziej „naturalnych” lasów przez zwiększanie udziału naturalnie występujących gatunków. Niedopasowane do swoich siedlisk monokultury świerka pospolitego i sosny zwyczajnej są podsadzane gatunkami liściastymi, co służy ukształtowaniu w przyszłości lasów bardziej stabilnych i wielofunkcyjnych (Spiecker et al. 2004). Według drugiej Krajowej Inwentaryzacji Lasu w Niemczech drzewostany mieszane pokrywają już 73% obszarów leśnych (wszystkich form własności) (BMELV, 2008).

Mimo tego należy dołożyć wielu starań, by w wielogatunkowych drzewostanach z wielostronnymi interakcjami między poszczególnymi drzewami zachować mniej konkurencyjne i wydajne gatunki drzew. Może to stać w konflikcie z gospodarką leśną nastawioną na produkcję i wysokie dochody.

Z hodowlą lasu bliską naturze wysoce współgra różnorodność strukturalna. Wiąże się ona z zastosowaniem systemów hodowli służących zachowaniu w lesie różnego rodzaju pozostałości, nadających cechy pierwotne (pierwotność, *oldgrowthness*) (Bauhus et al. 2009), tj. dziedzictwa drzewostanu, jak przestoje i dojrzałe drzewa lub martwe drewno.

Zwiększanie zmienności genetycznej

Zmienność genetyczna populacji roślin jest wynikiem wielkości populacji i zróżnicowania genetycznego. Mutacja i selekcja umożliwiają sukcesywną adaptację populacji do określonych warunków środowiskowych. Kontynuowane różnicowanie pozwala na ustanowienie na długie okresy szczególnych cech populacji (tzw. ekotypów; McArthur and Wilson, 2001). Dlatego też populacje z refugiów (granice zasięgów gatunków) często okazują większą zmienność genetyczną niż populacje zlokalizowane bardziej w centrum (Hampe, Petit 2005). Na przykład dla buka zwyczajnego wykazano większą zmienność genetyczną w trzech południowoeuropejskich ostojach w porównaniu z populacjami tego gatunku w Europie Środkowej (Comps et al. 1998).

Zróznicowanie genetyczne w obrębie gatunków drzew i pomiędzy populacjami (dające się zmierzyć częstością alleli i odrębnością genetyczną) jest warunkiem wstępnym dla zdolności adaptacyjnej lasów (Hamrick 2004, Kätzel 2010). Na poziomie osobniczym im bardziej zmienne są genetyczne normy reakcji, tym większa będzie liczba możliwości adaptacji. Poza tym w populacjach o większej zmienności genetycznej korzystne w odniesieniu do zmieniających się warunków środowiska cechy drzew (tj. cechy adaptacyjne) mogą być w procesie ewolucji rozwinięte w prostszy sposób, niż ma to miejsce w genetycznie zawężonych populacjach (González-Martínez et al. 2006, Kätzel 2010). Co więcej, strategia rozmnażania płciowego drzew w bardzo dużym stopniu określa szybkość adaptacji (Kätzel 2010). Wysoki wskaźnik produkcji nasion, krótkie pokolenia i rozległe rozproszenie nasion zwiększają możliwości zmienności genetycznej na poziomie drzewostanu i dlatego dają gatunkom pionierskim znaczącą przewagę w adaptacji do szybkich zmian środowiskowych. Dlatego naturalne odnowienie lasu zyskuje na dużym bogactwie drzew matecznych i długotrwałym procesie odnowienia. Możliwość wzbogacania puli genowej populacji może stanowić sadzenie drzew, szczególnie jeżeli wykorzystywane są rośliny o zweryfikowanej zmienności genetycznej. W tym względzie ważnym źródłem ekotypów ze szczególnymi cechami adaptacyjnymi mogą być przede wszystkim proweniencje gatunków drzew z granic zasięgu (Bolte et al. 2007). Na przykład w Niemczech odporność na suszę i mróz staje się coraz ważniejszą cechą w związku z przewidywanymi zmianami klimatu. Dla buka i dębu, będących głównymi gatunkami liściastymi wykorzystywanymi w przebudowie lasów iglastych, obiecujące są ekotypy ze wschodnich granic zasięgu, ponieważ częstotliwość susz i mrozów wzrasta wraz z kontynentalnością (Rose et al. 2009).

Ponieważ cechy adaptacyjne drzew często są pod kontrolą wielu genów, pilnie potrzebne są skuteczne narzędzia służące identyfikacji i zrozumieniu zmienności przystosowawczej populacji. W przeszłości poważnym ograniczeniem było to, że przy użyciu aktualnych najnowocześniejszych technik marekrów, jak izoenzymy oraz markery DNA, mogła być analizowana jedynie niewielka liczba (odpowiednio 20 i 150) genetycznych loci, przeważnie nie związanych z adaptacją. W przyszłości jednak bardziej wartościowych informacji na temat zdolności adaptacyjnej drzew może dostarczyć sekwencjonowanie i mapowanie asocjacyjne genów kandydujących w cechach adaptacyjnych (technika QTL) (np. González-Martínez et al. 2006).

Zgodność z bliską naturze hodowlą lasu i zalecane środki: ogólnie środki obejmujące zwiększenie zróżnicowania genetycznego populacji drzew dobrze odpowiadają koncepcji bliskiej naturze hodowli lasu. Poza długookresowym odnowieniem naturalnym obiecującym sposobem mogłoby być wykorzystanie ulepszanego materiału sadzeniowego, np. roślin odpornych na stres spowodowany suszą (Kolström et al. 2011). Takie wprowadzenie ekotypów (proweniencji) z regionów, w których warunki klimatyczne już mają cechy przyszłych zmian,

jest ważnym sposobem zwiększania zdolności adaptacyjnej lasów. Można jednak zwrócić uwagę na inne cechy, jak jakość, która może być gorsza w porównaniu z lokalnymi ekotypami (Kätzel and Löffler, 2007).

WNIOSKI

Z niniejszego przeglądu dotyczącego podatności i potrzeb adaptacyjnych lasów na zmiany klimatu na przykładzie Niemiec i bliskiej naturze hodowli lasu, można wyciągnąć dwa główne wnioski.

1. Wzrost bogactwa gatunkowego powoduje zwiększenie różnorodności norm reakcji, co z kolei zwiększa prawdopodobieństwo odporności lasów lub zrównoważenia zaburzeń zakłóceń czy negatywnych efektów ekstremalnych zjawisk klimatycznych.
2. Z perspektywy ekosystemu niezbędne jest zwiększanie zmienności genetycznej populacji drzew. Dlatego też można zwiększać prawdopodobieństwo ustanowienia nowych cech adaptacyjnych, szczególnie gdy włączy się gatunki o wysokim tempie produkcji oraz dużym rozproszeniu nasion. Na poziomie osobniczym istnieje potrzeba poprawy odporności roślin na stres wywołany czynnikami klimatycznymi, np. letnimi suszami lub późnymi przymrozkami.

Fazy reorganizacji są niezbędnymi „dogodnymi okazjami” przystosowania lasu do zmian klimatu. Różne typy cięć odnowieniowych (rębnia przerębowa jednostkowa i grupowa, rębnia częściowa) pozwalają na odnowienie się szerokiej grupy gatunków (i strategii przeżycia) i przez to zwiększają odporność drzewostanu. Te systemy odnowienia naśladują w znacznej mierze niektóre ewentualne naturalne zjawiska zaburzające. Ograniczenia hodowli bliskiej naturze w wykorzystaniu odnowienia naturalnego i interwencji o „niskim oddziaływaniu” oraz skupienie systemów hodowli na gatunkach późniejszych stadiów sukcesji i gatunkach klimaksowych ograniczają jednak możliwości pomocy w adaptacji ze strony człowieka, np. przez wprowadzanie nierodzimych lub szczególnie odpornych na susze gatunków i proveniencji drzew lub przez zastosowanie ekstensywnych metod przygotowania siedliska (w tym małych zrębów zupełnych).

LITERATURA

- Aitken S.N., Yeaman S., Holliday J.A., Wang T.L., Curtis-McLane S. 2008. Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations. *Evol. Appl.*, 1: 95–111.
- Allen C.D., Macalady A.K., Chenchouni H., Bachelet D., McDowell N., Venetier M. et al. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mor-

- tality reveals emerging climate change risks for forests. *For. Ecol. Manag.*, 259: 660–684.
- Badeck F.-W., Lasch P., Hauf Y., Rock J., Suckow F., Thonicke K. 2004. Steigendes klimatisches Waldbrandrisiko. *AFZ-DerWald*, 59(2): 90–93.
- Barbier S., Balandier P., Gosselin F. 2009. Influence of several tree traits on rainfall partitioning in temperate and boreal forests: a review. *Ann. For. Sci.*, 66, 602, 11 pp.
- Bauhus J., Puettmann K., Messier C. 2009. Silviculture for old-growth attributes. *For. Ecol. Manag.*, 258: 525–537.
- Beck W. 2009. Growth patterns of forest stands – the response towards pollutants and climatic impact. *iForest*, 2: 4–6.
- Beck W. 2011. Impact of drought and heat on tree and stand vitality – results of the study commissioned by the Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection. In *TRACE: Tree rings in Archaeology, Climatology and Ecology*, Vol. 9, Proceedings of the Dendrosymposium 2010, Freiburg, Germany, October 22–25, 2010, Scientific Technical Report STR11/07. M. van der Maaten-Theunissen, H. Spiecker, H. Gärtner, I. Heinrich and G. Helle (eds.). GFZ Potsdam, pp. 20–27.
- Becker P., Deutschländer Th., Koßmann M., Namyslo J., Knierim A. 2008. Klimaszenarien und Klimafolgen. Informationen zur Raumentwicklung, 6/7, 341–451.
- Berger T.W., Inselsbacher E., Mutsch F., Pfeffer M. 2009. Nutrient cycling and soil leaching in eighteen pure and mixed stands of beech (*Fagus sylvatica*) and spruce (*Picea abies*). *For. Ecol. Manag.*, 258: 2578–2592.
- BMELV. 2008 Bundeswaldinventur 2. Available at: <http://www.bundeswaldinventur.de>. (accessed on 1 sep, 2013).
- Bolte A., Czajkowski T., Kompa T. 2007 The north-eastern distribution area of European beech – a review. *Forestry*, 80: 413–429.
- Bolte A., Ammer C., Löff M., Madsen P., Nabuurs G.-J., Schall P., Spathelf P., Rock J. 2009. Adaptive forest management in Central Europe – climate change impacts, strategies and integrative concept. *Scand. J. For. Res.*, 24: 473–482.
- Bolte A., Degen B. 2010. Anpassung der Wälder an den Klimawandel: Optionen und Grenzen. *Landbauforschung – vTI Agriculture and Forestry Research*, 60: 111–117.
- Bolte A., Hilbrig L., Grundmann B., Kampf F., Brunet J., Roloff A. 2010. Climate change impacts on stand structure and competitive interactions in a Southern Swedish spruce-beech forest. *Eur. J. For. Res.*, 129: 261–276.
- Brang P., Spathelf P., Larsen J.B. et al. 2014. Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry*. Doi:10.1093/forestry/cpu018.
- Büntgen, U., Esper J., Frank D.C. 2008. How do trees react to climate change? – Results from dendroclimatic research. In: *Yearbook of Arboriculture*, Vol.

12. D. Dujesiefken and P. Kockerbeck (eds.). Haymarket Media, Braunschweig, Germany, pp. 26–39.
- Comps B., Mátyás C., Letouzey J., Geburek T. 1998. Genetic variation in beech populations (*Fagus sylvatica* L.) along the alpine chain and in the Hungarian basin. *For. Genetics*, 5: 1–9.
- Donat M.G., Leckebusch G.C., Wild S., Ulbrich U. 2011. Future changes in European winter storm losses and extreme wind speeds inferred from GCM and RCM multi-model simulations. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 11: 1351–1370.
- Drever C.R., Peterson G., Messier C., Bergeron Y., Flannigan M. 2006. Can forest management based on natural disturbance maintain ecological resilience? *Can. J. For. Res.*, 36: 2285–2299.
- European Commission (EC) 2011. *Forestry in the EU and the world – A statistical portrait*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 107 pp.
- European Environment Agency (EEA) 2011. *Global and European temperatures (CSI 012/CLIM 001) – Assessment published May 2011*. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/global-and-european-temperature/global-and-european-temperature-assessment-4>. (accessed on 21 6, 2012)
- Fonti P., Arx von G., García-González I., Eilmann B., Sass-Klaassen U., Gärtner H., Eckstein D. 2010. Studying global change through investigation of the plastic responses of xylem anatomy in tree rings. *New Phytol.*, 185: 42–53.
- Friedrichs D.A., Trouet V., Büntgen U., Frank D.A., Esper J., Neuwirth B., Löffler J. 2009. Species-specific climate sensitivity of tree growth in Central-West Germany. *Trees*, 23: 729–739.
- Gastineau G., Soden B.J. 2009. Model projected changes of extreme wind events in response to global warming. *Geophys. Res. Lett.*, 36, L10810, 5 pp.
- Gayer J. 1886. *Der gemischte Wald, seine Begründung und Pflege, insbesondere durch Horst-und Gruppenwirtschaft*. Paul Parey Verlag, Berlin, 168 pp.
- Gerstengarbe F.-W., Badeck F., Hattermann F., Krysanova V., Lahmer W., Lasch P. et al. 2003. *Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst-und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven*. PIK Report 83, Potsdam, 91 pp.
- González-Martínez S.C., Krutovsky K.V., Neale D.B. 2006. Forest-tree population genomics and adaptive evolution. *New Phytol.*, 170: 227–238.
- Hampe A., Petit R.J. 2005. Conserving biodiversity under climate change: the rear edge matters. *Ecol. Lett.*, 8: 461–467.
- Hamrick J.L. 2004. Response of forest trees to global environmental changes. *For. Ecol. Manag.*, 197: 323–335.
- Hanewinkel M., Cullmann D.A., Schelhaas M.-J., Nabuurs G.-J., Zimmermann N.E. 2013. Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nat. Clim. Chang.*, 3: 203–207.

- Heyder J.C. 1986. Waldbau im Wandel. J.D. Sauerländer's Verlag Frankfurt am Main, 602 pp.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. WMO, Geneva, Switzerland, 18 pp.
- Johann E. 2006 Historical development of nature-based forestry in Central Europe. In: Nature-based forestry in Central Europe. Alternatives to industrial forestry and strict preservation. *Studia Forestalia Slovenica* 126. J. Diaci (ed.), University of Ljubljana, Slovenia, pp. 1–17.
- Kätzel R. 2003 Biomarker als Indikatoren zur Bewertung des Vitalitätszustandes der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*) im nordostdeutschen Tiefland. *Habitatsschrift Technische Universität Dresden*, 484 pp.
- Kätzel R. 2010 Conservation of forest genetic resources: the basis for adaptability in managed forests. In: Sustainable forest management in a changing world: a European perspective. Vol. 19, Spathelf P. (ed.), Springer, Dordrecht, pp. 93–114.
- Kätzel R., Löffler S. 2007. Die physiologischen Ökotypen der Kiefer in Brandenburg. In: Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 32. R. Kätzel, K. Möller, S. Löffler, J. Engel and K. Liero (eds.), Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, Potsdam, pp. 125–131.
- Knoke 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.
- Kolström M., Lindner M., Vilén T., Maroschek M., Seidl R., Lexer M.J., Nethere S., Kremer A., Delzon S., Barbati A., Marchetti M., Corona P. 2011. Reviewing the science and implementation of climate change adaptation measures in European forestry. *Forests*, 2: 961–982.
- Kreft S., Tucci F., Schluck M., Strixner L., Van Ahee I., Bienek M., Linke N., Ibsch P.L. 2013. Indexbasierte Vulnerabilitätsabschätzung für Schutzgebiete und Ableitung von Handlungsoptionen. In: Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen. BfN Heft 129, Naturschutz und Biologische Vielfalt. K. Vohland, F. Badeck, K. Böhning-Gaese, G. Ellwanger, J. Hanspach, P.L. Ibsch, S. Klotz, S. Kreft, I. Kühn, E. Schröder, S. Trautmann and W. Cramer (eds.), Bundesamt für Naturschutz, Bonn, pp. 177–218.
- Lindner M., Maroschek M., Netherer S., Kremer A., Barbati A., Garcia-Gonzalo J., Seidl R., Delzon S., Corona P., Kolström M., Lexer M.J., Marchetti M. 2010. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *For. Ecol. Manag.*, 259: 698–709.

- McArthur R.H., Wilson E.O. 2001. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 224 pp.
- Menzel A. 2006. Zeitliche Verschiebungen von Austrieb, Blüte, Fruchtreife und Blattverfärbung im Zuge der rezenten Klimaerwärmung. *Forum für Wissen (Eidgenössische Forschungsanstalt WSL)*, 2006, 47–53.
- Millar C.I., Stephenson N.L., Stephens S.L. 2007. Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecol. Appl.*, 17: 2145–2151.
- Min S.-K., Zhang X., Zwiers F.W., Hegerl G. 2011. Human contribution to more-intense precipitation extremes. *Nature*, 470: 378–381.
- Mitscherlich G. 1971. *Wald, Wachstum und Umwelt*. Bd. 2: *Waldklima und Wasserhaushalt*. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a.M., 365 pp.
- Möller A. 1922. *Der Dauerwaldgedanke – Sein Sinn und seine Bedeutung*. Springer, Berlin. 84 pp.
- Möller K., Apel K.-H., Engelmann A. 2006. Zur Beteiligung von Insekten am aktuellen Krankheitsgeschehen der Eiche in Brandenburg. In: *Aktuelle Ergebnisse und Fragen zur Situation der Eiche und ihrer Bewirtschaftung in Brandenburg*. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 25. Ministerium für ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, Potsdam, pp. 59–64.
- Möller K. 2009. Aktuelle Waldschutzprobleme und Risikomanagement in Brandenburgs Wäldern. In: *Wald im Klimawandel – Risiken und Anpassungsstrategien*. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 42. P. Spathelf and R. Kätzel (eds.). Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, Potsdam, pp. 63–72.
- Müller J. 2009. Forestry and water budget of the lowlands in northeast Germany – consequences for the choice of tree species and for forest management. *J. Water Land Dev.*, 13a, 133–148.
- Müller J., Bolt, A. 2009. The use of lysimeters in forest hydrology research in north-east Germany. *Landbauforschung – vTI Agriculture and Forestry Research*, 59: 1–10.
- Nemani R.R., Keeling C.D., Hashimoto H., Jolly W.M., Piper S.C., Tucker C.J., Myneni, R.B., Running S.W. 2003. Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999. *Science*, 300: 1560–1563.
- Nicotra A.B., Atkin O.K., Bonser S.P., Davidson A.M., Finnegan E.J., Mathesius U., Poot P., Purugganan M.D., Richards C.L., Valladares F., van Kleunen M. 2010. Plant phenotypic plasticity in a changing climate. *Trends Plant Sci.*, 15: 684–692.
- Norris C., Ibsch P., Hobson P. 2011. Searching for empirical evidence of forest resilience – developing indicators of the thermodynamic efficiency of ecosystems. In: *Beech forests: joint natural heritage of Europe*. BfN-Skripten 297. H.D. Knapp and A. Fichtner (eds.), Bundesamt für Naturschutz, Bonn, pp. 77–85.

- Oehmichen K., Demant B., Dunger K., Grüneberg E., Hennig P., Kroihner F., Neubauer M., Polley H., Riedel T., Rock J., Schwitzgebel F., Stümer W., Wellbrock N., Ziche D., Bolte A. 2011. Inventurstudie 2008 und Treibhausgasinventar Wald. Landbauforschung – vTI Agriculture and Forestry Research. Special Issue 343, 164 pp.
- Pretzsch H. 2003. Diversität und Produktivität von Wäldern. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 174: 88–98.
- Pretzsch H., Block J., Dieler J., Dong P., Kohnle U., Nagel J., Spellmann H., Zingg A. 2010. Comparison between the productivity of pure and mixed stands of Norway spruce and European beech along an ecological gradient. Ann. For. Sci., 67, 712, 12 pp.
- Püttmann K.J., Coates K.D., Messier C. 2008. A critique of silviculture. Managing for complexity. Island Press, Washington. 188 pp.
- Reyer C.P.O., Leuzinger S., Rammig A., Wolf A., Bartholomeus R.P., Bonfante A., de Lorenzi F., Dury M., Gloning P., Jaoudé R.A., Klein T., Kuster T.M., Martins M., Niedrist G., Riccardi M., Wohlfahrt G., de Angelis P., de Dato G., François L., Menzel A., Pereira M. 2013. A plant's perspective of extremes: terrestrial plant responses to changing climatic variability. Glob. Change Biol., 19: 75–89.
- Rose L., Leuschner C., Köckemann B., Buschmann H. 2009. Are marginal beech (*Fagus sylvatica* L.) provenances a source for drought tolerant ecotypes? Eur. J. For. Res., 128: 335–343.
- Scharnweber T., Manthey M., Criegee C., Bauwe A., Schröder C., Wilmking M. 2011. Drought matters – Declining precipitation influences growth of *Fagus sylvatica* L. and *Quercus robur* L. in north-eastern Germany. For. Ecol. Manag., 262: 947–961.
- Schelhaas M. J., Nabuurs G.-J., Schuck A. 2003. Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. Glob. Change Biol., 9: 1620–1633.
- Schlyter P., Stjernquist I., Barring L., Jönsson A.M., Nilsson C. 2006. Assessment of the impacts of climate change and weather extremes on boreal forests in northern Europe, focusing on Norway spruce. Clim. Res., 31: 75–84.
- Schröder J. 2009. Risiken durch Witterungsextreme für Kiefer und Eiche in Nordostdeutschland: Ansätze zur Schätzung des Gefährdungspotenzials. In: Wald im Klimawandel – Risiken und Anpassungsstrategien. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 42. P. Spathelf and R. Kätzel (eds.). Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, Potsdam, pp. 35–43.
- Schulze E.D., Beck E., Müller-Hohenstein K. 2002. Pflanzenökologie. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, 846 pp.
- Schweingruber F.H. 1996. Tree Rings and Environment: Dendroecology. Paul Haupt Publishers Berne, 609 pp.

- Spathelf P. 1997. Seminatural silviculture in southwest Germany. *For. Chron.*, 73: 715–722.
- Spiecker H., Hansen J., Klimo E., Skovsgaard J.P., Sterba H., von Teuffel K. 2004. Norway spruce conversion – options and consequences. European Forest Institute Research Report 18, Brill, Leiden. 269 pp.
- Stock M. 2008. Klimawandel und Szenarien für Deutschland und ihre möglichen Folgen für Land- und Wasserwirtschaft. *Arch. Tierz.*, 51: 5–11.
- Stock M., Kropp J.P., Walkenhorst O. 2009. Risiken, Vulnerabilität und Anpassungserfordernisse für klimaverletzliche Regionen. *Raumforschung und Raumordnung*, 67: 97–113.
- Thomasius H. 1996. Geschichte, Theorie und Praxis des Dauerwaldes. Landesforstverein Sachsen-Anhalt e.V., 63 pp.
- Turner B.L., Kasperson R.E., Matson P.A., McCarthy J.J., Corell R.W., Christensen L. et al. 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *PNAS* 100, 8074–8079.
- van der Maaten-Theunissen M., Kahle H.-P., van der Maaten E. 2013. Drought sensitivity of Norway spruce is higher than that of Silver fir along an altitudinal gradient in southwestern Germany. *Ann. For. Sci.*, 70: 185–193.
- West-Eberhard M.J. 2003. Developmental plasticity and evolution. Oxford University Press, New York, 814 pp.
- Wigley T.M.L. 2009. The effect of changing climate on the frequency of absolute extreme events. *Clim. Change*, 97: 67–76.
- Zebisch M., Grothmann T., Schröter D., Hasse C., Fritsch U., Cramer W. 2005. Climate change in Germany – vulnerability and adaption of climate sensitive sectors. *Climate Change* 8. Umweltbundesamt Dessau.

Tadeusz Andrzejczyk

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Pielęgnowanie lasu – aspekty przyrodnicze i gospodarcze

WSTĘP

Polski model leśnictwa zakłada trwały i zrównoważony rozwój lasu, w którym pełni on funkcje produkcyjno-gospodarcze, przyrodniczo-środowiskowe i szeroko rozumiane funkcje społeczne, zachowując przy tym znaczny stopień naturalności. Tak rozumiane leśnictwo stawia nowe wyzwania hodowli lasu, która poprzez odpowiednie ukierunkowanie odnowienia i pielęgnowania ma nie tylko kształtować drzewostany o wysokiej jakości i zasobności, ale także dbać o bogactwo biocenozy i trwałość siedliska leśnego (Bernadzki 2000).

Zabiegi pielęgnacyjne sterują rozwojem drzewostanu, począwszy od fazy inicjalnej (odnowienia), a skończywszy na fazie dojrzałości. Kształtują jego skład gatunkowy, budowę, wzrost, jakość i odporność na różne zagrożenia. Kolejne zabiegi są podporządkowane osiągnięciu celu finalnego (typu drzewostanu), który – zgodnie z przyjętymi priorytetami gospodarowania – jest uznany za najbardziej pożądaný (optymalny). W leśnictwie wielofunkcyjnym cel finalny jest kompromisem między potrzebami gospodarczymi i produkcją poszukiwanego na rynku drewna a utrzymaniem naturalności lasu.

Realizacja prac pielęgnacyjnych w dużym stopniu jest związana z ekonomicznymi i społecznymi uwarunkowaniami funkcjonowania leśnictwa. W roku 2014 sytuacja ekonomiczna Lasów Państwowych, na skutek nowelizacji ustawy o lasach z 24.01.2014 r. i konieczności wnoszenia znaczących wpłat do budżetu państwa, wyraźnie się pogorszyła. Należy się ponadto liczyć z tym, że w przyszłości, podobnie jak w wielu krajach zachodniej Europy, koszty zabiegów pielęgnacyjnych w naszych lasach wzrosną. Dlatego też ważnym zagadnieniem jest wypracowanie, tam gdzie to jest możliwe, nowych rozwiązań w zakresie pielęgnowania drzewostanów: tańszych, a jednocześnie w pełni satysfakcjonujących.

CEL I ZAKRES PIELĘGNOWANIA LASU

Pielęgnowanie lasu jest działalnością gospodarczą obejmującą liczne i bardzo zróżnicowane działania i zabiegi, które są ukierunkowane na osiągnięcie celów zarówno typowo gospodarczych (produkcja wysokiej jakości drewna), jak i przyrodniczo-ochronnych (ochrona cennych zespołów leśnych, ochrona różnorodności biologicznej, ochrona gleb i potencjału siedliska). Dzięki zabiegom pielęgnacyjnym i ochronnym lasy zagospodarowane, w porównaniu z lasami naturalnymi, charakteryzują się większą produkcją drewna z jednostki powierzchni w określonym czasie.

Zgodnie z „Zasadami hodowli lasu” (2003) w zakres pielęgnowania lasu wchodzi:

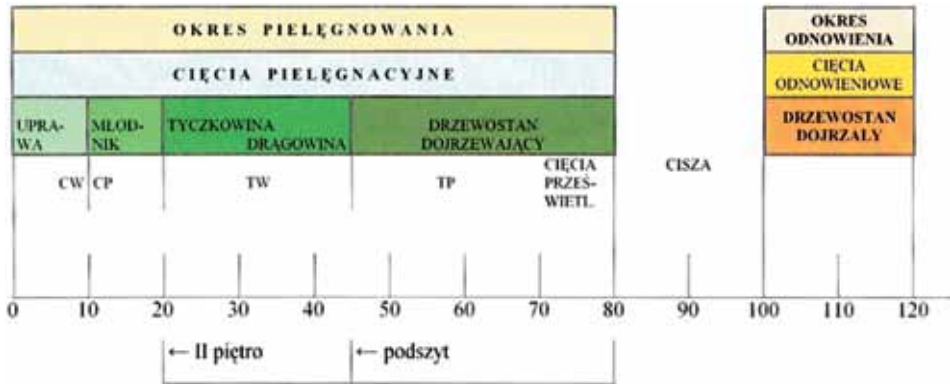
- pielęgnowanie drzewostanu,
- pielęgnowanie biocenozy,
- pielęgnowanie siedliska (gleby i klimatu).

Spośród trzech składowych pielęgnowania lasu najlepiej opracowane pod względem merytorycznym, organizacyjnym i technicznym jest pielęgnowanie drzewostanów. Ta problematyka od początku rozwoju i funkcjonowania leśnictwa budziła duże zainteresowanie, gdyż ma bezpośredni wpływ na wielkość produkcji drewna, jej jakość i wartość oraz na proporcje między użytkowaniem głównym i przedrębnym. Jednocześnie poszukiwane są rozwiązania optymalizujące koszty zabiegów i osiągnane efekty.

Pielęgnowanie drzewostanu obejmuje szereg zabiegów wykonywanych w kolejnych fazach rozwojowych drzewostanu (ryc. 1). Określają one bezpośrednio stosunki konkurencyjne między drzewami i ich zagęszczenie, kształtują strukturę i budowę drzewostanu, a pośrednio wpływają na przyrost, stabilność i zdrowotność poszczególnych drzew i całego drzewostanu oraz na warunki środowiskowe wewnątrz lasu.

Głównym celem pielęgnowania drzewostanu jest:

- uzyskanie typu drzewostanu optymalnego z punktu widzenia gospodarczego i przyrodniczego, wyrażonego składem gatunkowym i budową w fazie dojrzałości. Docelowy skład gatunkowy drzewostanu zależy od położenia przyrodniczo-leśnego, typu siedliskowego lasu, a także funkcji lasu. Zgodnie z „Instrukcją zarządzania lasu” (2013) typ drzewostanu, odpowiednio do funkcji lasu, może przyjmować kierunek gospodarczy (dominacja funkcji produkcyjnej) lub ochronny (dominacja funkcji ekologicznych z uwzględnieniem potrzeb ochrony leśnych siedlisk przyrodniczych);
- podniesienie jakości i wartości produkcji drzewostanu;
- skrócenie okresu produkcji;
- zapewnienie odporności drzewostanu na szkody i zagrożenia (podniesienie stabilności).



Rycina 1. Związek cięć pielęgnacyjnych z fazą rozwojową i wiekiem drzewostanu (CW: czyszczenia wczesne, CP: czyszczenia późne, TW: trzebieże wczesne, TP: trzebieże późne)

Pielęgnowanie siedliska w naszych lasach miało miejsce od dawna, przy czym polegało prawie wyłącznie na wprowadzaniu podszytów na ubogich siedliskach. Pielęgnowanie biocenozy jest natomiast wdrażane do praktyki leśnej od stosunkowo niedawna. Nacisk na pielęgnowanie biocenozy i siedliska oraz podkreślanie znaczenia tych działań zbiega się w czasie z wdrażaniem w życie koncepcji leśnictwa wielofunkcyjnego i rozwiązań gospodarczych opartych na ekosystemowym podejściu do lasu (lata 90. ubiegłego wieku). W dziedzinie tej stosuje się wiele różnych działań i rozwiązań praktycznych, lecz dotychczas brakuje badań nad skutecznością i efektywnością tych zabiegów.

Pielęgnowanie biocenozy ma na celu zachowanie lub podniesienie różnorodności biologicznej lasu poprzez takie działania jak:

- dostosowanie składu gatunkowego drzewostanu do warunków siedliskowych i jego uzupełnienie o gatunki drzew i krzewów typowo biocenotyczne,
- pozostawianie na zrębie starych drzew w formie pojedynczej i kępowej,
- pozostawianie martwych drzew jako specyficznego siedliska grzybów, flory i fauny,
- wyznaczenie stref ochronnych dla ptaków drapieżnych,
- ochrona czynna wybranych elementów biocenozy leśnej (np. roślin runa, ptaków, mrowisk itd.).

Pielęgnowanie siedliska ma na celu utrzymanie bądź przywrócenie sprawności i żyzności siedliska, w tym gleby, poprzez takie działania jak:

- dobór składu gatunkowego drzewostanu pod kątem pozytywnego oddziaływania na glebę; na glebach zagrożonych lub objętych procesem bielicowania powinny być preferowane gatunki drzew o łatwo rozkładającej się ściółce (grab, lipa);
- wprowadzanie podszytów na siedliska borowe;

- przeciwdziałanie degradacji pokrywy glebowej (np. rozwojowi trzcinnika, śmiałka pogiętego) poprzez utrzymanie właściwego zwarcia drzewostanu, dolesianie luk, wprowadzanie dolnych warstw;
- tworzenie stref ekotonowych w postaci zamkniętej dla wiatru ściany drzewostanu w celu ochrony ściółki przed wywiewaniem;
- pozostawianie odpadów pozrębowych w lesie;
- stosowanie mało inwazyjnych w stosunku do gleby metod pozyskania drewna (zrywka) i przygotowania gleby pod odnowienie.

Z powyższego przeglądu wynika, że pielęgnowanie siedliska i biocenozy znacznie wykracza poza zakres typowego pielęgnowania drzewostanów, gdyż obejmuje działania związane m.in. z odnowieniem, ochroną lasu i ekosystemów leśnych, a nawet użytkowaniem lasu. Jednocześnie typowe cięcia pielęgnacyjne poprzez kształtowanie cech drzewostanów mają także istotny wpływ na ekosystem leśny (biocenozę i siedlisko), m.in. poprzez modyfikację warunków świetlnych, termicznych, wilgotnościowych poszczególnych warstw drzewostanu i dna lasu, co ma istotny wpływ na środowisko życia roślin, zwierząt i mikroorganizmów.

Wydaje się, że doskonalenie pielęgnowania siedliska i biocenozy powinno zmierzać w kierunku ściślejszego powiązania poszczególnych zabiegów i działań ze specyfiką ekosystemu leśnego, tj. głównie z warunkami glebowymi i charakterem zbiorowiska leśnego.

ŚRODKI PIELĘGNOWANIA

Według Leibundguta (1972) pielęgnowanie drzewostanu oparte jest głównie na selekcji hodowlanej, wychowywaniu i niekiedy dodatkowych zabiegach specjalnych, których celem jest poprawa pokroju i jakości poszczególnych drzew.

Selekcja hodowlana jest stałym elementem wszystkich zabiegów pielęgnacyjnych, w których ma miejsce redukcja zagęszczenia drzew i regulacja składu gatunkowego. Wyprzedza i zastępuje selekcję naturalną, która faworyzuje gatunki i drzewa o najwyższej zdolności konkurencyjnej w danych warunkach (o dużym potencjale wzrostowym, wysokiej żywotności) bez względu na ich wartość użytkową. Natomiast selekcja hodowlana wspiera gatunki i drzewa najbardziej pożądane z punktu widzenia realizacji celów hodowlano-leśnych i funkcji lasu. Wybór drzew odbywa się na podstawie cech wzrostowych, pokrojowych i zdrowotnych. Jest stosowana w dwóch wersjach: jako selekcja negatywna i selekcja pozytywna.

Selekcja o charakterze negatywnym polega na wyborze i usuwaniu drzew o małej przydatności do dalszej hodowli (negatywnie oddziałujące na inne, osłabione i zainfekowane, o wadliwym pokroju). Jest stosowana głównie w początkowej fazie młodnika.

Selekcja o charakterze pozytywnym, stosowana począwszy od fazy późnego młodnika i tyczkownicy, polega na wskazaniu drzew najbardziej wartościowych

w drzewostanie do dalszej hodowli oraz poprawie warunków ich wzrostu i rozwoju poprzez usunięcie z ich bezpośredniego otoczenia drzew konkurencyjnych (przeszkadzających). Na etapie czyszczeń późnych wybierane są drzewa określone jako kandydaci na drzewa dorodne, a w okresie trzebieży – jako drzewa dorodne lub drzewa docelowe. Selekcja pozytywna może odbywać się według różnych kryteriów stosownie do realizowanych celów hodowlano-leśnych. I tak w lasach produkcyjnych głównym kryterium będzie wartość użytkowa drzewa (pokrój, wzrost i żywotność), w lasach rekreacyjnych kryterium może być wartość estetyczna (np. pokrój drzewa), w lasach ochronnych – stabilność drzewa (głęboki system korzeniowy, odporność na wiatry), w lasach rezerwatowych i chronionych – wartość przyrodnicza (skład gatunkowy, zgodność z celem ochrony).

W typowych lasach gospodarczych konsekwentnie prowadzona selekcja pozytywna pozwala na skoncentrowanie przyrostu drzewostanu u drzew najwyższej jakości i tym samym na zwiększenie wartości produkcji drzewostanu. Warto przypomnieć, że oparcie pielęgnacji drzewostanów na selekcji pozytywnej stanowi kamień milowy w myśli hodowlanej, którą leśnictwo zawdzięcza Walterowi Schädelinowi, profesorowi hodowli lasu ze Szwajcarii, który zasady trzebieży selekcyjnej opublikował w 1934 roku.

Kolejnym środkiem pielęgnowania drzewostanu jest wychowywanie. Przez pojęcie to należy rozumieć tworzenie warunków środowiskowych, które pozwalają rozwijać korzystne, a tłumić niepożądane cechy drzew. Warunki takie uzyskuje się m.in. poprzez odpowiednie dla gatunku i fazy rozwojowej drzewostanu zagęszczenie drzew i zwarcie, sposób zmieszania gatunków, wytworzenie drzewostanu podrzędnego. Ostatnie zalecenie jest szczególnie ważne w przypadku hodowli drzewostanów dębowych, w których dolne piętro, złożone z gatunków cienioznośnych (grab, lipa, buk), ogranicza powstawanie pędów epikormicznych (wilków) na pniach dębów i tym samym pozwala na uzyskanie produkcji wyższej jakości.

W zestawie środków hodowlanych znajdują się także zabiegi specjalne, takie jak formowanie przewodnika i korony drzewa, przycinanie drzew na tzw. bezpieńkę oraz podkrzesywanie. Zabiegi te z jednej strony są stosowane w drzewostanach o obniżonej jakości jako sposób na jej poprawę, a z drugiej – w drzewostanach o dobrej jakości (podkrzesywanie) w celu uzyskania produkcji najwyższej wartości.

WARUNKI RACJONALNEJ PIELĘGNACJI

Do podstawowych warunków racjonalnej i skutecznej pielęgnacji, a więc takiej, w której osiąga się założone cele przy możliwie niskich nakładach należy zaliczyć:

- właściwą diagnozę stanu drzewostanu i potrzeb w zakresie pielęgnowania,

- znajomość reakcji drzewa na zabiegi pielęgnacyjne,
- precyzyjne określenie celu hodowlano-gospodarczego pielęgnowanego drzewostanu.

Diagnoza drzewostanu i potrzeby pielęgnacyjne

Aktualny stan drzewostanu jest wynikiem naturalnych procesów wzrostu i rozwoju drzew w określonych warunkach środowiskowych, oddziaływania szeregu zmiennych czynników biotycznych i abiotycznych oraz dotychczasowych zabiegów hodowlanych (m.in. określonego sposobu odnowienia, pielęgnowania), ochronnych i innych. To sprawia, że każdy drzewostan charakteryzuje się określoną specyfiką i wymaga indywidualnego traktowania. Ten sam zabieg pielęgnacyjny (np. czyszczenie późne) w różnych drzewostanach może mieć do spełnienia różne zadania, a zatem będzie miał inny charakter.

Sposób pielęgnowania drzewostanu zależy od wielu czynników, m.in. od sposobu jego odnowienia (naturalne, sztuczne, łączone), składu gatunkowego, formy zmieszania gatunków, zróżnicowania wiekowego drzew, warunków siedliskowych, występowania gatunków inwazyjnych (np. czeremchy amerykańskiej) czy presji zwierzyny.

Procesy rozwojowe drzewostanu i właściwości gatunków drzew

Ocena reakcji drzew na zabiegi pielęgnacyjne ma ważne znaczenie dla właściwego pielęgnowania zwłaszcza na etapie trzebieży. Reakcja ta zależy przede wszystkim od fazy rozwojowej drzewa, jego pozycji biosocjalnej (usytuowania w warstwie drzewostanu) i tolerancji na ocienienie.

Rozwój każdego drzewa przechodzi przez trzy fazy: juwenilną, pędzenia (optymalną) i starzenia się, które mają istotny związek z pielęgnowaniem:

- w fazie juwenilnej, o relatywnie wolnym wzroście, drzewa mogą podlegać silnej presji ze strony roślin runa, drzew i krzewów pochodzenia odroślowego oraz gatunków lekkonasiennych. W tym okresie podstawowym zadaniem zabiegów pielęgnacyjnych (CW, CP) jest ograniczenie gatunków konkurencyjnych;
- w fazie pędzenia, o bardzo szybkim wzroście drzew i nasilającej się konkurencji wewnątrzgatunkowej, zabiegi pielęgnacyjne mają na celu ograniczenie tej konkurencji i poprawę warunków wzrostu poprzez wspieranie drzew o największej wartości hodowlanej. Ze względu na szybko zachodzące zmiany w drzewostanie zabiegi muszą być często powtarzane, a ich nasilenie dostosowane do właściwości gatunku i celów hodowlanych. Jednocześnie faza ta ma kluczowe znaczenie dla kształtowania jakości pni drzew ze względu na zachodzący proces oczyszczania;

- w fazie starzenia wzrost drzew na wysokość i ich oczyszczanie słabnie, konkurencja zmniejsza się i dlatego zabiegi mogą być rzadziej stosowane, a ich nasilenie jest na ogół umiarkowane; drzewa o dominującej pozycji biosocjalnej charakteryzują się na ogół dobrym przyrostem grubości i miąższości.

Reakcja przyrostowa drzew na cięcia pielęgnacyjne (trzebieże) jest związana ze stanowiskiem biosocjalnym: drzewa usytuowane w głównym pułapie drzewostanu (panujące i współpanujące) mające dostęp do bezpośredniego światła, reagują lepiej niż pozostałe. Dlatego też spośród nich powinny być wybierane drzewa dorodne. Do pewnego stopnia reakcja przyrostowa zależy także od tolerancji gatunku na zacienienie. Przygłuszone drzewa gatunków cieniożośnych lub półcienistych mogą reagować na trzebież lepiej niż gatunki światłoządne.

Cel hodowlano-gospodarczy

Jasne określenie etapowego i finalnego celu hodowlano-gospodarczego, a więc docelowego typu i budowy drzewostanu oraz charakteru produkcji decyduje o sposobie pielęgnowania, zwłaszcza na etapie trzebieży.

Różnice w sposobie pielęgnowania drzewostanów wynikają nie tylko z różnego składu gatunkowego, wieku czy warunków siedliskowych, ale także z celu produkcyjnego. I tak na przykład pielęgnacja drzewostanu dębowego będzie przebiegała w inny sposób, gdy celem gospodarczym będzie okleina, a w inny – gdy celem będzie grube drewno tartaczne.

W pierwszym przypadku konieczna jest systematyczna trzebież selekcyjna o umiarkowanym nasileniu, tak by przyrost grubości drzew utrzymać na stosunkowo niskim poziomie (szerokość słoja rocznego nie powinna przekraczać 2–3 mm). Jednocześnie należy zadbać o powstanie i rozwój drugiego piętra drzewostanu, złożonego z gatunku cieniożośnego (np. grab), który pełni rolę pielęgnacyjną w stosunku do dębu (osłona pni i przeciwdziałanie rozwojowi pędów epikormicznych). Zakładając, że docelowa pierśnica drzew powinna wynosić 60–70 cm, cykl produkcji drewna okleinowego będzie wynosić około 170–180 lat.

W drugim przypadku można przystąpić do wczesnego (w wieku 30–35 lat) wyboru stosunkowo małej liczby drzew docelowych (ok. 80 sztuk na hektarze) i ich mocnego uwalniania od nacisku sąsiedztwa. Postępowanie takie, określane mianem trzebieży ‘swobodnego wzrostu’ (odpowiednik trzebieży prześwieceniowej), pozwoli na rozwój silnej korony i zintensyfikowanie przyrostu na grubość. W rezultacie cykl produkcji można skrócić do około 100 lat, uzyskując drzewa o pierśnicy około 60 cm, o średnim przyroście słoja rocznego 7–9 mm. W przypadku drewna tartaczego szerokie słoje roczne są jak najbardziej dopuszczalne, pod warunkiem że są wyrównane. W przypadku produkcji drewna tartaczego, podobnie jak drewna okleinowego, należy chronić dolne warstwy drzewostanu, złożone z gatunków cieniożośnych.

UWARUNKOWANIA PIELĘGNOWANIA DRZEWOSTANÓW W POLSKIM LEŚNICTWIE

W Polsce pielęgnowanie drzewostanów, zwłaszcza w młodym wieku, cechuje bardzo duża intensywność i pracochłonność zabiegów. Sytuacja ta wynika z następujących czynników:

- dużej złożoności zabiegów pielęgnacyjnych na poziomie pojedynczego wydzielenia. Jest to pochodna hodowli mieszanych drzewostanów i stosowania złożonych rębni o średnim lub długim okresie odnowienia, w których proces odnowienia odbywa się w kilku etapach. W rezultacie w jednym wydzieleniu drzewostanowym zachodzi potrzeba pielęgnowania różnych faz rozwojowych: upraw lub odnowień naturalnych, młodników, a niekiedy także tyczkownic i drągownic, często różniących się składem gatunkowym. Nowym i ważnym aspektem pielęgnowania w takich warunkach jest konieczność kształtowania linii styku między różnymi gatunkami lub grupami i kępami drzew różniących się wiekiem. Czynnikiem ten stwarza duże wyzwania organizacyjne dla gospodarza lasu i wymaga dobrego przygotowania oraz umiejętności zawodowych robotników leśnych;
- częstego występowania gatunków inwazyjnych (głównie czeremchy amerykańskiej), a także ekspansywnych gatunków runa (jeżyna, trzcinnik, śmiałek pogięty), jako efektu eutrofizacji (nitryfikacji) siedlisk;
- oparcia pielęgnowania upraw i odnowień naturalnych na metodach przyjaznych naturalnemu środowisku, tj. bez stosowania herbicydów i arborycydów; przy takim podejściu konieczne jest wielokrotne, szczególnie na żywych siedliskach, powtarzanie zabiegu odchwaszczania;
- dużego nasilenia szkód ze strony zwierzyny płowej; czynnik ten stwarza konieczność poszukiwania takich metod pielęgnacji i ochrony, które ograniczają negatywny wpływ zwierzyny na młode drzewostany.

Powyższe czynniki z pewnością nie wyczerpują wszystkich uwarunkowań, które rzutują na wysokość nakładów finansowych na pielęgnowanie młodych drzewostanów. Należy się liczyć, że w przyszłości nakłady te jeszcze wzrosną ze względu na wzrost kosztów pracy.

KIERUNKI DOSKONALENIA CIĘĆ PIELĘGNACYJNYCH W ŚWIETLE WSPÓŁCZESNYCH WYZWAŃ; PROPOZYCJE ROZWIĄZAŃ

Rosnące koszty pielęgnacji powodują, że należy poszukiwać tańszych rozwiązań. W Europie zachodniej czynnik ekonomiczny już od dawna ma duży wpływ na realizację zadań z zakresu pielęgnowania. Deficytowe są tam nie tylko oczyszczenia wczesne i czyszczenia późne, ale także trzebieże. W polskich wa-

runkach sytuacja jest bez porównania lepsza, z powodu mniejszych kosztów pracy i stosunkowo wysokiej ceny drewna. Dzięki temu w naszych warunkach trzebieże przynoszą zysk. Tym niemniej także i u nas należy poszukiwać sposobów prowadzących z jednej strony do obniżenia kosztów zabiegów pielęgnacyjnych, a z drugiej do zwiększenia dochodów.

Leśnictwo europejskie proponuje w tym zakresie dwa rozwiązania, jedno oparte na koncentracji zabiegów, drugie na racjonalizacji biologicznej (Schütz 2003, Ammann 2005). Wydaje się, że w warunkach Lasów Państwowych znaczną poprawę efektywności gospodarki leśnej można także osiągnąć poprzez działania na rzecz podniesienia ilości i wartości użytków przedrębnych, a zwłaszcza produkcji finalnej.

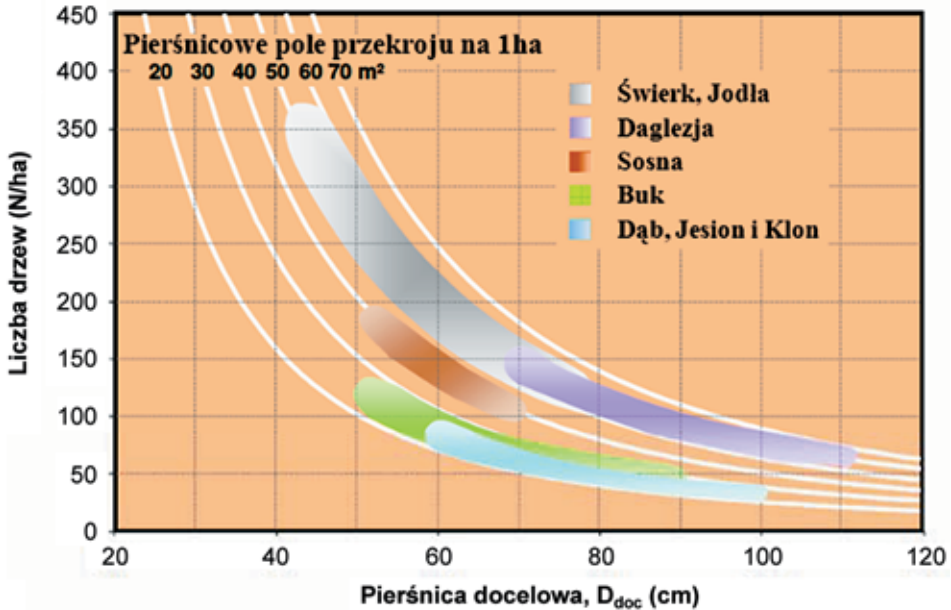
Koncentracja pielęgnacji na najważniejszych dla celu hodowlanego elementach drzewostanu, zwana także „pielęgnacją punktową” lub trzebieżą przyszłościową polega na skoncentrowaniu zabiegów na stosunkowo małej liczbie wcześniej wybranych drzew. Kryteriami ich selekcji są jakość i żywotność (gwarancja dotrwania do fazy dojrzałości). Są to tzw. drzewa docelowe, które w przyszłości utworzą dojrzały drzewostan. Ich liczba zależy od gatunku i celu produkcji – docelowej pierśnicy (ryc. 2). W kolejnych zabiegach powiększa się przestrzeń wzrostu jedynie drzew docelowych, natomiast w pozostałej części drzewostanu nie wykonuje się żadnych zabiegów. Powinny tam działać naturalne procesy samoregulacyjne. Według Schütza (2002) trzebież przyszłościowa ma następujące zalety: selekcja koncentruje się na nielicznych „nośnikach wartości”, nie naruszając stabilności drzewostanu i nie powodując tzw. szoku trzebieżowego, co ma duże znaczenie w drzewostanach narażonych na śniegołomy; nasilenie zabiegu jest małe (mała liczba drzew przyszłościowych oznacza małą liczbę usuwanych konkurentów), co powoduje obniżenie kosztów zabiegu oraz zmniejszenie szkód w pozostającym drzewostanie.

Racjonalizacja biologiczna polega na szerokim wykorzystaniu naturalnych procesów rozwojowych zachodzących w przyrodzie na etapie odnawiania i pielęgnowania drzewostanów. Rola hodowcy polega na twórczym ich włączeniu i ukierunkowaniu zgodnie z przyjętymi celami hodowlano-gospodarczymi. Takie rozwiązania mają na celu ograniczenie kosztów hodowli lasu, w tym pielęgnacji. Możliwości takie wskazują także aktualne „Zasady hodowli lasu” (2012) w zapisie: „Nakłady na hodowlę lasu mogą być racjonalizowane (...) poprzez sukcesję naturalną wszędzie tam, gdzie jest to możliwe i uzasadnione celami przyrodniczymi i hodowlanymi” (§ 2, pkt. 2).

Oto kilka przykładowych propozycji opartych na racjonalizacji biologicznej.

Zakładanie upraw dębowych metodą korytarzową lub metodą grupową.

Jakość i pokrój dębu w dużym stopniu zależy od zagęszczenia drzew w fazie uprawy i młodnika. Tradycyjnie na 1 hektarze wysadza się 6–8 tys. sadzonek w więźbie $1,5 \times 0,85 = 1,1$ m. Dzięki dużemu zagęszczeniu drzewa stosunkowo wcześniej osiągają zwarcie i dobrze się oczyszczają. Ujemną stroną takiego po-



D _{doc}	Św, Jd, Dg		So		Md		Bk		Db, Js, Kl	
	N _{ZB}	A	N _{ZB}	A	N _{ZB}	A	N _{ZB}	A	N _{ZB}	A
50	270	6,5	180	8,0	140	8,5	110	10,0	130	9,0
60	200	7,5	130	9,0	100	10,5	80	11,5	90	11,0
70	150	8,5	100	10,5	80	11,5	60	13,5	70	12,5
80	120	9,5			60	13,5	50	14,5	50	14,5
90	100	10,5								
100	80	11,5								

Rycina 2. Liczba drzew docelowych (N_{ZB}) i ich odstęp (A) przy regularnej więźbie trójkątnej w zależności od pożądanej pierśnicy docelowej (D_{doc}) (źródło: Klädtke i Abetz 2010)

dejęcia są stosunkowo duże koszty zakładania upraw i pielęgnowania oraz trudności związane z uzyskaniem w przyszłości dolnego piętra złożonego z pielęgnacyjnych gatunków domieszkowych (grab, lipa, buk).

Metoda korytarzowa polega na zakładaniu upraw w rozluźnionej więźbie, poprzez dwu- lub trzykrotne zwiększenie odległości między rzędami sadzenia (3,0 lub 4,5 m). Metoda ta nawiązuje do starej metody Mołczanowa (Ilmurzyński 1969). Na pasach pomiędzy rzędami dębu następuje naturalne odnowienie różnych gatunków drzew i krzewów, które są traktowane jako czasowa (np. brzoza, osika) lub trwała domieszka pielęgnacyjna (grab, lipa) lub produkcyjna (sosna). Z dwóch podanych odległości między rzędami dębu wydaje się, że lepszym rozwiązaniem jest odległość 4–4,5 m, gdyż pozwala na utrzymanie w środkowej części pasa części samosiewów, pełniących rolę pielęgnacyjno-

-osłonową (brzoza) lub produkcyjną (sosna na siedliskach średniożyźnych). Metoda ta pozwala na znaczne zmniejszenie pracochłonności zabiegów pielęgnacyjnych w fazie uprawy i młodnika, które wykonuje się tylko w bezpośrednim sąsiedztwie rzędów dębu, natomiast pasy między rzędami pozostawia się bez pielęgnacji.

Z kolei metoda grupowa, zaproponowana przez niemieckich hodowców Gockela-Rocka (2003), polega na wysadzeniu 100–120 grup drzew na hektarze. Każda grupa składa się z 26–28 drzewek posadzonych w typowej więźbie (1,4–1,5×0,8 m; 1×1 m); grupy są rozmieszczone w więźbie 10×10 m (100 grup/ha) lub 9×9 m (120 grup/ha). Oczekuje się, że pomiędzy rzędami lub grupami gatunku głównego (buk, dąb) nastąpi samosiewne odnowienie różnych gatunków drzew (brzoza, sosna, grab i inne), które będą pełnić rolę pielęgnacyjną poprzez zapewnienie zwarcia uprawie. Pielęgnowanie na etapie uprawy zostaje ograniczone tylko do bezpośredniego sąsiedztwa posadzonych drzew, obejmując około 30–35% powierzchni uprawy. Na etapie czyszczeń późnych pielęgnacja będzie prowadzona na większej powierzchni z powodu konieczności wycinania konkurencyjnych drzew rosnących w dalszej odległości od grupy. Natomiast począwszy od trzebieży wczesnej następuje typowa koncentracja cięć pielęgnacyjnych. Z każdej grupy należy wybrać jedno najlepsze jakościowo drzewo dorodne i w kolejnych cięciach zapewniać mu optymalne warunki wzrostu i rozwoju. Nie przewiduje się cięć trzebieżowych na powierzchni między regularnie rozmieszczonymi drzewami dorodnymi, jeśli koszty tych cięć będą większe od wartości pozyskanego surowca.

Powyższe rozwiązania oprócz zalet ekonomicznych mają także zalety przyrodnicze (zwiększenie różnorodności biologicznej drzewostanu) i ekologiczno-środowiskowe (mniejsza ingerencja w glebę z powodu ograniczenia miejsc przygotowania pod założenie uprawy).

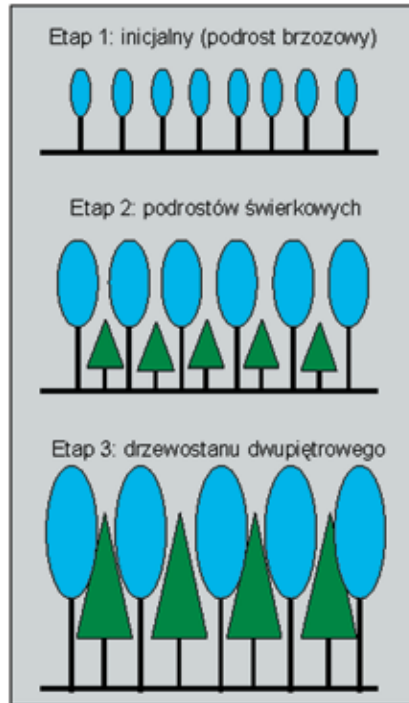
Wykorzystywanie samorzutnych odnowień podokapowych. W sprzyjających warunkach siedliskowych i drzewostanowych często występują samorzutne odnowienia podokapowe, m.in. takich gatunków lasotwórczych, jak sosna, świerk, jodła, dąb, jawor i inne (Andrzejczyk i Żybura 2012). Odnowienia takie, szczególnie na etapie podrostów, powinny być w większym stopniu wykorzystywane do dalszej hodowli, jeżeli są zgodne z typem drzewostanu i spełniają podstawowe kryteria jakościowo-wzrostowe, dotyczące pokrycia, zagęszczenia, tempa wzrostu i żywotności. Podejście takie jest uzasadnione zarówno względami przyrodniczymi, jaki i gospodarczymi. Przyczynia się bowiem do kształtowania zróżnicowanego strukturalnie drzewostanu i skraca cykl produkcji drzewostanu. Daje przy tym oszczędności finansowe z tytułu braku kosztów na odnowienie i pielęgnowanie w pierwszych fazach rozwojowych; poziom tych oszczędności zależy od powierzchni zagospodarowanych podrostów. Należy podkreślić, że całkowite odsłonięcie podrostów rosnących pod zwartym okapem powinno być poprzedzone stopniową ich adaptacją do nowych warunków po-

przez częściową redukcję osłony górnej. Podrosty przegęszczone i wysmuklone przed osłonięciem powinny zostać przerzedzone.

Stosowanie wczesnosukcesyjnych typów drzewostanu. Zjawisko sukcesji naturalnej w lesie zagospodarowanym jest najczęściej ograniczone do przypadków losowych, w których z różnych względów nie uzyskano zakładanego celu hodowlano-gospodarczego. Z reguły przypadki takie są odbierane jako porażka hodowlana, np. drzewostany brzożowe lub grabowe na żyznych siedliskach lasowych. W pewnych warunkach siedliskowo-leśnych proces naturalnej sukcesji zasługuje jednak na świadome i celowe wykorzystanie w hodowli lasu jako rozwiązanie racjonalne, zarówno z przyrodniczego, jak gospodarczego punktu widzenia. Wydaje się, że takie podejście może być zaadaptowane przede wszystkim na średniożyznych siedliskach wilgotnych i bagiennych (BMw, BMB, LMw, LMB). Na siedliskach tych mogą być projektowane drzewostany brzożowe, a w regionach naturalnego lub antropogenicznego występowania świerka także drzewostany brzożowo-świerkowe. Drzewostany takie z powodzeniem mogą powstać i rozwijać się w wyniku naturalnego odnowienia (sukcesji leśnej) na powierzchni otwartej przy zrębowym zagospodarowaniu lasu. W takich warunkach oba gatunki brzozy – brodawkowata i omszona, oraz świerk pospolity bardzo dobrze odnawiają się naturalnie oraz charakteryzują się dobrym wzrostem i dużą produktywnością.

Szczególnie interesujące są drzewostany brzożowo-świerkowe, które bardzo często spotykane są na wilgotnych i bagiennych siedliskach w północno-wschodniej Polsce. W ich rozwoju można wyróżnić trzy etapy: 1) inicjalny (brzożowy), 2) występowania świerka w warstwie podrostów, 3) występowania świerka w drugim piętrze (konkurencja brzozy w warstwie koron) (ryc. 3). Na otwartej powierzchni pozrębowej odnowienie brzozy i świerka pojawia się zazwyczaj jednocześnie, aczkolwiek świerk może pochodzić także z późniejszego okresu. Z uwagi jednak na różnice tempa wzrostu obu gatunków, świerk przez pierwszych kilkanaście lat pozostaje w warstwie nalotów i podrostów, a następnie stopniowo awansuje do drugiego i pierwszego piętra drzewostanu. Warunkiem przejścia świerka do warstwy górnej drzewostanu jest przerwanie zwarcia okapu brzożowego. Zatem najpóźniej w momencie, kiedy świerk dorasta do nasady koron brzozy należy ją wycinać, gdyż w przeciwnym razie gałęzie brzozy spowodują trwałe uszkodzenie pędów głównych (utrącenie pączków wierzchołkowych) i zahamowanie wzrostu świerka na wysokość.

Przyjęcie sukcesyjnego typu drzewostanu i wykorzystanie naturalnych procesów jest praktycznym rozwiązaniem półnaturalnej hodowli lasu. Pozwala na duże oszczędności finansowe na etapie odnowienia i pielęgnowania (nie ma potrzeby pielęgnacji gleby, czyszczenia wczesne i czyszczenia późne są stosunkowo proste i sprowadzają się do redukcji zbyt przegęszczonych partii brzozy). Należy wspomnieć, że siedliska wilgotne i bagienne są niekiedy zaliczane do tzw. trudnych właśnie ze względu na duże nakłady związane z przygotowaniem



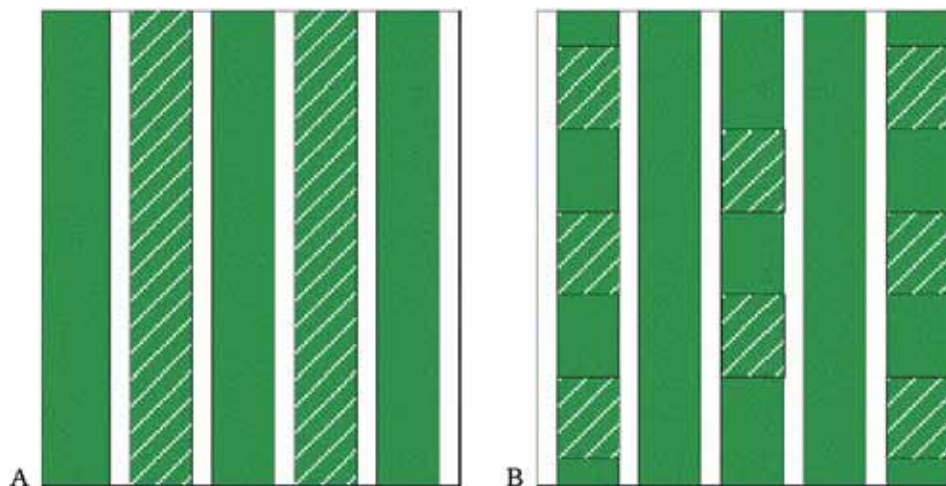
Rycina 3. Etapy rozwoju drzewostanu brzożowo-świerkowego powstałego z naturalnego odnowienia

gleby przy odnowieniu sztucznym oraz z pielęgnowaniem upraw (silne zachwaszczenie i ekspansja brzozy). Dużym atutem rozwiązania sukcesyjnego jest także krótki cykl produkcji brzozy (35–50 lat) i uzyskanie znaczących efektów finansowych (relatywnie wysoka stopa zwrotu).

Pielęgnowanie odnowień naturalnych dębu i buka w fazie podrostów za pomocą cięć korytarzowych i metodą niepełnej powierzchni. Charakterystyczną cechą odnowień naturalnych jest ich duże zagęszczenie. Stąd konieczne są zabiegi pielęgnacyjne (CW i CP), mające na celu ich przerzedzenie. Zabiegi takie są pracochłonne i kosztowne ze względu na trudne warunki pracy i konieczność ich wielokrotnego powtarzania. Rozwiązaniem alternatywnym mogą być tzw. cięcia korytarzowe, polegające na wycinaniu równoległych wierzek o szerokości 1–1,5 m, w odstępach co 2–4 m, połączone z tradycyjnym czyszczeniem podrostów w obrębie uformowanych pasów. Sposób ten pozwala na udostępnienie powierzchni do dalszych prac pielęgnacyjnych i przyczynia się do poprawy stabilności podrostów (Andrzejczyk 2009).

Typowe czyszczenia, polegające na usunięciu niepożądanych gatunków domieszkowych (np. grabu) oraz przerzedzaniu i selekcji podrostów, mogą być wykonane metodą niepełnej powierzchni (Jaworski 2013). Oznacza to, że za-

bieg pielęgnacyjny nie jest wykonywany na całej powierzchni, lecz tylko na jej części, np. na co drugim pasie podrostów (50% powierzchni) lub w innym układzie przestrzennym, np. pielęgnując stanowiska przyszłych drzew dorodnych (ryc. 4). Warto zaznaczyć, że pielęgnowanie metodą niepełnej powierzchni nie musi być zawsze związane z wycinaniem korytarzy, lecz może być prowadzone na wyznaczonych pasach lub powierzchniach kołowych rozmieszczonych regularnie na pielęgnowanej powierzchni.



Rycina 4. Schemat pielęgnowania naturalnych podrostów metodą niepełnej powierzchni w powiązaniu z cięciami korytarzowymi: (a) pielęgnacja na co drugim pasie o szerokości 3 m (pielęgnacji podlega 50% powierzchni odnowień), (b) pielęgnacja stanowisk przyszłych drzew dorodnych na poletkach o wymiarach 3×4 m (pielęgnacji podlega 25% powierzchni odnowień)

Podstawową zaletą pielęgnowania metodą korytarzową i metodą niepełnej powierzchni jest znaczne ograniczenie pracochłonności i kosztów pielęgnacji. W przypadku pielęgnowania podrostów dębu na żyznych siedliskach metoda ta pozwala zarazem na utrzymanie domieszki grabu w obrębie niepielęgnowanej części drzewostanu, w przyszłości zapewniającej dębom osłonę pni, co chroni je przed rozwojem pędów epikormicznych.

Eksperymentalne pielęgnowanie podrostów dębowych cięciami korytarzowymi i metodą niepełnej powierzchni ma miejsce od ponad 10 lat na terenie Nadleśnictwa Gostynin. W jednym drzewostanie wycięte wizurki i pozostawione pasy podrostów pomiędzy nimi miały szerokość 1 m, a w drugim drzewostanie szerokość wizurek była podobna, natomiast pasy podrostów miały szerokość 3 m. Zatem po cięciu korytarzowym w pierwszym przypadku zredukowano podrosty na 50% powierzchni, a w drugim – na 25%. Dalszą pielęgnację podrostów wykonywano w dwóch wariantach: na całej powierzchni i na co drugim pasie.

Z dotychczasowych badań wynika, że w warunkach dużej konkurencji grabu pielęgnacja na niepełnej powierzchni daje bardzo dobre wyniki pod warunkiem, że szerokość pielęgnowanych pasów wynosi 3 m. W Nadleśnictwie Garwolin dęby na pasach o szerokości 1 m w dużym stopniu ucierpiały z powodu konkurencji grabów z sąsiednich, niepielęgnowanych pasów. Graby te miały większą wysokość i zasłaniały dęby.

Pielęgnowanie metodą niepełnej powierzchnią na etapie czyszczeń wczesnych może być w uzasadnionych przypadkach stosowane także w uprawach sztucznych i polegać na wycinaniu gatunków domieszkowych na co drugim międzyrzędziu, a na pozostałej powierzchni ograniczeniu się do usuwania drzewek o wysokości równej lub większej od gatunku pielęgnowanego. Taki sposób pielęgnacji można zalecić w warunkach dużej presji zwierzyny płowej, szczególnie tam, gdzie na międzyrzędziach występuje obficie grab z odnowienia naturalnego – gatunek chętnie zgryzany przez sarnę. W Nadleśnictwie Rogów takie czyszczenia z bardzo dobrym rezultatem wykonano w podokapowej uprawie bukowej. Niepielęgnowane międzyrzędzia stanowiły bazę żerową dla zwierzyny; niemal wszystkie graby były tu zgryzione do wysokości około 70–80 cm. Przedstawione rozwiązanie ma podwójne zalety w porównaniu z pielęgnowaniem standardowym: jest tańsze (mniejsza pracochłonność) i zmniejsza poziom szkód od zwierzyny w uprawach leśnych. Wynika stąd, że poprzez odpowiednie zabiegi pielęgnacyjne można łagodzić konflikt „hodowla – szkody od zwierzyny”.

Przedstawione powyżej rozwiązania i przykłady dotyczą w większości pielęgnowania młodych drzewostanów. Wynika to z faktu, że na tym etapie drzewostany są bardzo zróżnicowane, co wynika ze sposobu odnowienia i warunków siedliskowych. Poszukiwanie rozwiązań racjonalizacyjnych na tym etapie jest jak najbardziej uzasadnione ze względu na obniżenie kosztów pielęgnacji, a jednocześnie stworzenie jak najlepszych warunków do dalszego rozwoju drzewostanu. Zabiegi we wczesnych fazach rozwojowych często przesądzają o jakości hodowlanej i produkcyjnej przyszłego drzewostanu. Z drugiej strony w dobie szukania oszczędności finansowych istnieje silna pokusa, by w poszukiwaniu oszczędności zabiegi te ograniczać, a nawet pomijać.

Działania na rzecz podniesienia ilości i wartości produkcji

Efektywność gospodarowania można znacząco podnieść poprzez zwiększenie udziału cennych sortymentów drzewnych. Z danych Burschella i Hussa (2003) dotyczących struktury sortymentów i struktury wartości drewna dębowego w Bawarii (tab. 1) wynika, że udział cennego drewna okleinowego w ogólnej miąższości wynosi zaledwie 4,4%, podczas gdy w ogólnej wartości ponad 30%. Zatem nawet niewielkie zwiększenie udziału miąższościowego cennych sortymentów dzięki starannej pielęgnacji, może przynieść znaczący wzrost wartości produkcji.

Tabela 1. Struktura miąższości i wartości drewna dębowego w lasach bawarskich (źródło Burschel i Huss 2003)

Sortyment	Udział wg miąższości (%)	Udział wg wartości (%)
Okleina	4,4	33,3
Częściowa okleina	3,6	9,7
Drewno tartaczne A	1,4	3,0
Razem drewno cenne	9,4	46,0
Drewno tartaczne		
B	37,5	37,9
C	34,2	12,6
D	2,1	0,6
Drewno opałowe	16,8	2,9
Razem drewno o małej wartości	53,1	16,1
Ogółem drewno dłużycowe	83,2	96,0

Przebudowa składu gatunkowego drzewostanów. Na rzecz poprawy wartości finalnej produkcji można podejmować przebudowę składu gatunkowego drzewostanów. Zmiana składu gatunkowego może zachodzić we wszystkich fazach rozwojowych, pod warunkiem, że istnieje ku temu potencjał gatunkowy. Mimo iż możliwości przekształcenia są największe w młodych drzewostanach, to warto zwrócić uwagę, że niekiedy uzasadniona jest przebudowa także drzewostanów dojrzewających, a nawet wtedy, gdy jeden gatunek osiągnął już fazę dojrzałości.

Dobrym przykładem ilustrującym to zagadnienie są jednowiekowe drzewostany sosnowo-dębowe lub dębowo-sosnowe o jednostkowej lub grupowej formie mieszania, najczęściej z udziałem dębu bezszypułkowego. Są one spotykane w niektórych regionach kraju, z reguły na średniożywnych siedliskach (LMśw). Jednoczesne użytkowanie obu gatunków drzew nie jest racjonalne z gospodarczego punktu widzenia, gdyż dąb w wieku 100–120 lat (wiek rębności sosny) nie osiąga jeszcze grubości optymalnej (60–70 cm), która w przypadku tego gatunku jest istotnym kryterium wartości rynkowej. Dlatego też celowe jest zróżnicowanie wieku rębności tych gatunków, z wcześniejszym wycięciem sosny i utrzymaniem dębu na dalsze 50–60 lat. Warunkiem zakwalifikowania drzewostanu do takiej przebudowy jest dobra jakość dębu (ok. 100 drzew na hektarze – drzewa docelowe) oraz występowanie w drzewostanie dolnej warstwy osłaniającej pnie dębów (jej brak naraża dęby na obniżenie jakości z powodu rozwoju pędów epikormicznych). Optymalne jest równomierne rozmieszczenie drzew docelowych na powierzchni, ale można także dopuścić rozmieszczenie grupowe lub kępowe z dosadzaniem w lukach

gatunku pielęgnacyjnego lub produkcyjnego (lipa, buk). Pozyskanie sosny w takich drzewostanach należy prowadzić z dużą ostrożnością, by nie uszkodzić dębów docelowych i nie zniszczyć warstw podokapowych. Z tego względu optymalnym rozwiązaniem byłoby wycinanie jej w dwóch lub trzech nawrotach.

Innym przykładem drzewostanów do przebudowy za pomocą cięć pielęgnacyjnych (trzebież przekształceniowa) są drzewostany na siedliskach żywnych (Lśw) z jednostkową domieszką dębu, występującego w dużym rozproszeniu. Mogą to być drzewostany grabowe, brzożowe, świerkowe lub inne mieszane w wieku ok. 60–70 lat (por. Bielak 2010). Na pierwszy rzut oka wydaje się, że są to typowe drzewostany do całkowitej przebudowy ze względu na niewłaściwy skład gatunkowy. Tymczasem mogą one w pełni nadawać się do dalszej hodowli i przekształcenia w kierunku drzewostanów z dębem jako gatunkiem głównym. Warunkiem jest równomierne występowanie dębu dobrej żywotności i jakości w górnej warstwie drzewostanu w liczbie około 100 drzew na hektarze (odległość między drzewami 9–11 m). W kolejnych trzebieżach należy w sąsiedztwie wytypowanych dębów wycinać drzewa przeszkadzające. Dęby stopniowo rozbudują koronę, wzmocnią pozycję biosocjalną i w wieku 160–180 lat osiągną docelowo pierśnicę kwalifikującą je do wyrobu okleiny (60–70 cm).

Przykład ten wskazuje, jak duże znaczenie gospodarcze ma ocena wartości hodowlanej całego drzewostanu i jego składowych elementów oraz decyzja dotycząca dalszego postępowania hodowlanego. W analizowanym przykładzie mogła to być decyzja o przebudowie całkowitej i rozpoczęciu procesu odnowienia lub decyzja o promowaniu istniejącego dębu. Pierwsza generowałaby w kolejnych dziesięcioleciach duże koszty pielęgnacji i ochrony (np. gradzenie), druga zaś nie wymaga dodatkowych nakładów finansowych, a jej atutem jest możliwość uzyskania produkcji finalnej o wysokiej wartości.

Podniesienie ilości i wartości użytkowania przedrębne. W przypadku hodowli drzewostanów liściastych o długim cyklu produkcyjnym (dębowych i bukowych) i wymagających dużych nakładów na pielęgnację młodych faz istnieje możliwość poprawy efektywności gospodarowania poprzez działania na rzecz zwiększenia ilości i wartości użytkowania przedrębne. Rozwiązanie może polegać na wzbogaceniu składu gatunkowego drzewostanu o czasową domieszkę gatunków szybkorosnących (np. brzoza, świerk), które będą użytkowane w wieku 30–40 lat.

Hodowla takich drzewostanów wymaga jednak właściwego dostosowania formy zmieszania gatunków do ich właściwości ekologicznych i tempa wzrostu. I tak brzoza w uprawie bukowej może być wysadzona w formie rzędowej typu 1+1 (jeden rząd brzozy i jeden rząd buka), natomiast w uprawie dębowej w formie rzędowej typu 1+3 (jeden rząd brzozy i trzy rzędy dębu) (Andrzejczyk i Głodowski 2010).

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wdrażanie w życie koncepcji wielofunkcyjnego leśnictwa i rozwiązań gospodarczych opartych na ekosystemowym podejściu do lasu stawia nowe wyzwania pielęgnowaniu lasu, zwłaszcza w zakresie pielęgnowania siedliska i biocenozy.

Mimo, iż w ostatnim 20-leciu nastąpił bardzo duży postęp w dziedzinie pielęgnowania siedliska i biocenozy, brakuje kompleksowych kryteriów i metod oceny efektywności podejmowanych działań w tym zakresie. Doskonalenie pielęgnowania siedliska i biocenozy powinno zmierzać w kierunku ściślejszego powiązania poszczególnych zabiegów ze specyfiką ekosystemu leśnego (warunki glebowe, zbiorowisko).

W zakresie pielęgnowania drzewostanów dysponujemy sprawdzonymi i skutecznymi metodami postępowania. Mimo to, z uwagi na zmieniające się uwarunkowania ekonomiczne leśnictwa, konieczne są poszukiwania nowych, bardziej racjonalnych (oszczędnych) rozwiązań.

Podniesienie efektywności gospodarowania można osiągnąć, w większym stopniu wykorzystując procesy naturalne zachodzące w lasach (automatyzm przyrody) lub podnosząc wartość produkcji drzewostanu (zwiększyć udział sortymentów cennych).

LITERATURA

- Ammann P. 2005. Biologische Rationalisierung. Teil 1: Einleitung und ökonomische Grundlagen. *Wald und Holz*, 1: 42–45.
- Andrzejczyk T. 2009. Dąb szypułkowy i bezszypułkowy. Hodowla. Warszawa, PWRiL.
- Andrzejczyk T., Głodowski Z. 2010. Wpływ gatunków domieszkowych na wzrost i pokrój dębu szypułkowego w uprawie założonej metodą Szymańskiego. *Leś. Pr. Bad.*, 71 (4): 321–330.
- Andrzejczyk T., Żybura H. 2012. Sosna zwyczajna. Odnawianie naturalne, alternatywne metody hodowli. Warszawa, PWRiL.
- Bernadzi E. 2000. Półnaturalna hodowla lasu. Biblioteczka leśniczego. Zeszyt 129, Warszawa, Wydawnictwo Świat.
- 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.
- Burschel P., Huss J. 2003. Grudriss des Waldbaus. Berlin, Parey Buchverlag.
- Gockel H.A., Rock J. 2003. Die Eichen – Trupppflanzung. Eine Alternative zur Bestandesbegründung von Eichenkulturen. Düsseldorf, Ministerium für

Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

Ilmurzyński E. 1969. Szczegółowa hodowla lasu. Warszawa PWRiL.

Instrukcja Urządzania Lasu. 2013. Część ogólna. Warszawa, MOŚiN.

Jaworski A. 2013. Hodowla Lasu. T. II. Pielęgnowanie lasu. Warszawa, PWRiL.

Klädtker J., Abetz P. 2010. Durchforstungshilfe 2010, Df-10. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg.

Leibundgut H. 1972. Pielęgnowanie drzewostanów. Warszawa, PWRiL.

Schütz J.-Ph. 2003. Silvicultural tools to develop irregular and diverse forest structures. *Forestry*, 75 (4): 329–337.

Zasady hodowli lasu. 2003. DGLP, Warszawa.

Zasady hodowli lasu. 2012. Warszawa, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych.

Władysław Barzdajn

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Cele i metody kształtowania drzewostanów jedno- i wielogeneracyjnych

WPROWADZENIE

Kształtowanie drzewostanów jest zadaniem hodowli lasu. Spośród wielu prób zdefiniowania „hodowli lasu”, na uwagę zasługuje ujęcie Morozowa (1904, 1949, polskie wydanie 1953), który uważał, że składa się ona z dwóch części: z nauki o lesie oraz nauki o przekształcaniu lasu i jego trwałym użytkowaniu, czyli właściwej hodowli lasu. Formalnym odbiciem wyróżniania hodowli lasu jako nauki stosowanej i nauki o lesie – jego teoretycznej podstawy, był podział hodowli lasu na ogólną i szczegółową. Podział ten w dzisiejszych czasach staje się coraz mniej ostry w związku ze stopniowym usamodzielnianiem się dawnych działów hodowli lasu (np. ekologia lasu, typologia leśna, genetyka leśna itp.). Hodowlę lasu można zdefiniować jako naukę o powstawaniu lasu i jego celowym przekształcaniu, tzn. dostosowywaniu go do oczekiwanych funkcji, wspierającą się na biologii drzew i ekologii lasu.

Definicja hodowli lasu i określenie jej celów w ujęciu Morozowa nie jest powszechnie przyjmowane. Według Polanskýego (1971) hodowla lasu jest wiedzą o hodowaniu drzewostanów, tj. o ich pielęgnowaniu i odnawianiu, a głównym celem hodowli lasu (jej praktycznego aspektu) jest uzyskiwanie maksymalnej produkcji drewna. Pogląd Polanskýego jest mocno powiązany z tradycyjną definicją leśnictwa, rozumianego jako dział gospodarki narodowej, którego celem jest trwale zaopatrzenie różnych gałęzi gospodarki w produkty leśne, przede wszystkim w drewno. Drewno było, jest i będzie jednym z podstawowych surowców, który poza cennymi właściwościami technicznymi ma jedną zasadniczą zaletę: jest surowcem odnawialnym. Jednakże

rola leśnictwa jako producenta dóbr materialnych słabnie, gdyż leśnictwo ma ograniczone warunki rozwoju, przede wszystkim terytorialnego. Jedyną drogą zwiększenia produkcji leśnej niekolidującą zbytnio z postulatami ochrony przyrody jest pełniejsze wykorzystanie siedlisk przez dobór gatunków i rozwój hodowli selekcyjnej. Wiele innych gałęzi gospodarki nie ma takich ograniczeń. W rezultacie udział leśnictwa w produkcji krajowym brutto zmniejsza się i będzie się zmniejszał, a wzrastać będzie zainteresowanie społeczeństw funkcjami ochronnymi i społecznymi (Płotkowski 1999, Paschalis-Jakubowicz 2007). Leśnictwem przyszłości będzie zatem leśnictwo wielofunkcyjne. Leśnictwo takie łączy rozmaite funkcje lasu, które mogą być zgodne lub przynajmniej niesprzeczne, lub konfliktowe. Przykładem funkcji konfliktowych są: funkcja produkcyjna w lesie zrębowym z funkcjami ochronnymi i społecznymi, funkcja produkcyjna z utrzymywaniem wysokiego stanu liczbowego dużych roślinożerców, głównie łownych, funkcja produkcyjna z funkcją glebochroną na stromych stokach oraz – w drzewostanach świerkowych – funkcja produkcyjna z funkcją wodochroną.

Hodowla lasu w wielofunkcyjnym modelu leśnictwa powinna godzić ze sobą rozmaite funkcje, co może wymagać stworzenia systemu priorytetów dla różnych obiektów leśnych (Rutkowski i Zientarski 2013; Zasady hodowli lasu 2012, par. 7).

Elementy lasu na które oddziałuje hodowca, to przede wszystkim drzewostan i gleba. Działalność hodowcy polega na regulacji składu gatunkowego, struktury poziomej i budowy pionowej. Narzędzia, jakimi dysponuje hodowla lasu, to sposoby zagospodarowania lasu, sposoby odnowienia i systemy pielęgnacyjne.

Wpływ składu gatunkowego na funkcje lasów można w skrócie określić w ten sposób, że gatunki iglaste na ogół lepiej pełnią funkcje produkcyjne, a gatunki liściaste na ogół lepiej realizują funkcje społeczne i ochronne. Jest to duże uproszczenie, lecz jest przydatne do ogólnych rozważań. Obowiązuje zasada, że skład gatunkowy upraw i typ drzewostanów powinny być dostosowane do możliwości produkcyjnych siedlisk. Jest oczywiste, że skład gatunkowy nie może być kształtowany dowolnie. Decydują o tym względy ekofizjologiczne. Przy ustalaniu typu drzewostanu należy pamiętać, że wartość ekonomiczna i produkcyjność różnych gatunków są różne. Oparcie składu gatunkowego ściśle na wzorcach z natury będzie musiało prowadzić do strat ekonomicznych. Na przykład podstawowym gatunkiem grądów, dosyć rozpowszechnionych na obszarze Polski zespołów potencjalnej roślinności naturalnej, jest grab, a więc gatunek o niskiej produkcji i mało wartościowym drewnie. Szczególnie cennymi gatunkami grądowymi są dęby, a lokalnie także domieszkowe gatunki iglaste: świerk i jodła, o bardzo dużym potencjale produkcyjnym. W zespołach kwaśnych dąbrów zasoby siedliska są o wiele lepiej wykorzystywane przez sosnę niż przez dęby. W społecznych dyskusjach często podnoszona jest sprawa uprawy w lesie gatunków egzotycznych, w tym także gatunków krajowych,

poza granicami zasięgu. Krytycy uprawy modrzewia, jodły, świerka czy buka poza oficjalnie uznanymi granicami zasięgu zdają się nie rozumieć, że granice te nigdy nie są i nie były liniami, lecz zawsze strefami, nieraz znacznej szerokości, i zawsze zmieniały się. Nadanie im charakteru normatywnego petryfikuje pewien stan z przeszłości, uniemożliwiając jakąkolwiek zmianę, nawet wynikającą z przyczyn naturalnych. Znaczenie gatunków egzotycznych sensu stricto, tzn. pochodzących z odległych kontynentów, jest w polskim leśnictwie marginalne. Najważniejszym z tych gatunków jest daglezja zielona. Jej najważniejszą właściwością, decydującą o wprowadzaniu jej do lasów, jest bardzo wysoka produkcja dobrej jakości surowca. Jednakże porównanie jej produktywności z produktywnością gatunków krajowych – modrzewia, świerka czy jodły, ma wciąż bardzo powierzchowny charakter. Nie ma w kraju powierzchni doświadczalnych, na których weryfikowano by hipotezę o szczególnie wysokiej produktywności daglezji.

Ze względu na właściwości ekologiczne drzew leśnych można je podzielić na gatunki pionierskie, gatunki postpionierskie i driady (Rameau i in. 1989). Gatunki pionierskie są zdolne do kolonizowania otwartych powierzchni. Gatunki postpionierskie zwykle osiedlają się w ich cieniu i pod ich ochroną. Driady są gatunkami, które nie są zdolne do wchodzenia na otwarte, bezleśne powierzchnie. Ich całe życie, od skiełkowania nasion do dojrzałości biologicznej, przebiega w lesie. Są to gatunki budujące szczególnie długotrwałe zespoły leśne. Rozwój tych zespołów już nie odbywa się na drodze sukcesji ekologicznej, lecz jest raczej cykliczny (Korpel' 1978). Taka ogólna klasyfikacja gatunków drzew jest przydatna przy omawianiu sposobów zagospodarowania lasu.

Tradycja hodowlana wyróżnia dwa sposoby zagospodarowania lasu: sposób zrębowy, w wyniku którego powstaje las klas wieku, i sposób przerębowy, którego skutkiem jest las wielogeneracyjny. W Polsce wyróżnia się jeszcze sposób pośredni, przerębowo-zrębowy, dający w wyniku las przejściowo dwugeneracyjny. Wszystkie te sposoby zagospodarowania lasu mają swoje wady i zalety. Wszystkie można stosować w lasach wielofunkcyjnych, chociaż eksponują one różne funkcje lasów. W dużym uproszczeniu można przyjąć, że sposób zrębowy sprzyja funkcji produkcyjnej drzewostanów z gatunkami pionierskimi, sposób przerębowo-zrębowy jest właściwy dla maksymalizowania funkcji produkcyjnej gatunków postpionierskich, z uwzględnieniem jednak funkcji ochronnych lasu, a sposób przerębowy jest najlepszy dla trwałości driad, maksymalizując jednocześnie funkcje produkcyjne i ochronne. W rozwoju leśnictwa sposób przerębowy był pierwotny i na początku nie miał wsparcia nauki leśnej. Było to po prostu nieuregulowane płądrowanie lasu w celu pozyskania cenniejszych sortymentów. Dlatego w opinii wielu leśników stosowanie sposobu przerębowego było uważane za przejaw zacofania lub recesji gospodarstwa leśnego (Strzelecki 1889, Biehler 1922).

ZRĘBOWY SPOSÓB ZAGOSPODAROWANIA LASU

Dla gatunków pionierskich i niektórych postpionierskich właściwą i naturalną strukturą drzewostanów jest las jednowiekowy i jednopiętrowy. W lesie zrębowym urządzenie lasu dąży do wytworzenia porządku ostępowego i do prostokątnego rozkładu (jednakowego udziału) klas wieku. Trwanie lasu jest przerywane powtarzającymi się cyklicznie zrębami. Przerywana jest zatem naturalna sukcesja, tzn. rozwój lasu jest cofany do stadium przedleśnego, co bardzo sprzyja gatunkom pionierskim. Jednorazowe lub następujące w krótkim okresie odnowienie powoduje, że następane pokolenie lasu jest w zasadzie jednowiekowe.

Zalety gospodarstwa zrębowego można określić następująco:

- 1) czytelny ład przestrzenny, ułatwione planowanie i kontrola,
- 2) sprzyja funkcji produkcyjnej drzewostanów z gatunkami pionierskimi,
- 3) jest jedynie możliwe w warunkach skrajnych,
- 4) najniższe koszty pozyskania drewna,
- 5) niektóre gatunki roślin, zwierząt i grzybów, w tym chronione, wymagają warunków otwartych powierzchni.

Wady zrębowego sposobu zagospodarowania lasu są następujące:

- 1) rębnie zupełne są niszczące dla środowiska. Zrąb wycofuje jednorazowo znaczną masę organiczną, będącą pokarmem destruentów i znaczną masę pierwiastków odżywczych. Obieg materii i przepływ energii zostają poważnie zakłócone. Na niechronionej przez las powierzchni zachodzi erozja gleb i przyspieszony rozkład próchnicy. Uwalniane z próchnicy pierwiastki pokarmowe nie są pobierane i znikają z ekosystemu. Funkcje środowiskowe są więc pełnione ułomnie, nie w całym zakresie;
- 2) przygotowanie powierzchni do odnowienia niszczy profil glebowy, tworzy trwałą mikrorzeźbę, wspomaga rozwój chorób korzeni (np. w wyniku kolonizacji przez opieńki);
- 3) zróżnicowanie składów gatunkowych upraw jest trudne, gdyż gatunki charakteryzują się zróżnicowaną szybkością wzrostu i konkurencją wygrywa zwykle jeden z nich;
- 4) jednowiekowe i zwykle prawie jednogatunkowe drzewostany narażone na szkody abiotyczne i biotyczne;
- 5) występuje dominujący udział odnowienia sztucznego;
- 6) o wprowadzenie domieszek i o ich utrzymanie w lesie z reguły musi zadbać leśnik.

Zróżnicowanie budowy i struktury można osiągnąć przez tworzenie drzewostanów dwugeneracyjnych, przy czym młodsza generacja – w dolnym piętrze, może różnić się składem gatunkowym od drzewostanu w górnym piętrze. W lesie zrębowym generacja młodsza ma utworzyć podszyt lub dolne piętro, którego celem hodowlanym jest:

- 1) podgon;
- 2) pielęgnacja pni (strzał);
- 3) ocienienie gleb, chroniące klimat leśny, zapobiegające zachwaszczeniu i umożliwiające silniejsze cięcia pielęgnacyjne;
- 4) produkcja łatwo rozkładającego się detrytusu, który przyspiesza obieg materii i sprzyja wzrostowi drzew;
- 5) realizowanie celów biocenotycznych: stworzenie niszy siedliskowej dla wielu gatunków, zwłaszcza prokariotów, grzybów i zwierząt.

PRZERĘBOWO-ZRĘBOWY SPOSÓB ZAGOSPODAROWANIA LASU

Charakterystyczne dla niego jest występowanie w okresie odnowienia dwóch generacji drzew. Po okresie odnowienia drzewostany znów stają się jednogeneracyjne i w przybliżeniu jednowiekowe. Dlatego las zagospodarowany tym sposobem jest tak samo lasem klas wieku jak las zrębowy. Odnowienie lasu następuje pod okapem. Przy odnowieniu naturalnym zwykle odnawia się ten sam gatunek, który występuje w drzewostanie odnawianym. Rzadko są to 2–3 gatunki. Przy odnowieniu sztucznym może to być inny gatunek, jeśli realizowany jest cel przebudowy składu gatunkowego.

Ważnymi zaletami tego sposobu zagospodarowania są:

- 1) zachodzenie na siebie cykli produkcyjnych, co skraca każdy z nich, zwiększając produktywność drzewostanów;
- 2) przyrost z prześwietlenia;
- 3) nieprzerywanie pokrywy leśnej gruntu, co zapewnia ciągłość pełnienia wszystkich funkcji lasu i chroni środowisko leśne;
- 4) przydatność do przebudowy (wprowadzanie gatunków postpionierskich);
- 5) eksponowanie odnowień naturalnych, co zmniejsza koszty zagospodarowania lasu;
- 6) młode pokolenie pełni dodatkowo funkcje domieszek pomocniczych.

Podstawowymi wadami sposobu przerębowo-zrębowego są:

- 1) złożona budowa i struktura jest zjawiskiem przejściowym;
- 2) przy użytkowaniu górnych pięter występują straty w dolnych piętrach i w podrościach. Straty w wyniku ścinki są zwykle umiarkowane, a podstawową przyczyną strat jest zrywka (Barzdajn i in. 1996a). Nieumiejężna lub źle zorganizowana zrywka może być dewastująca;
- 3) unikanie szkód od ścinki i zrywki podraża koszty pozyskania drewna.

Na możliwość wykorzystania dolnego piętra w celach produkcyjnych i skrócenia dzięki temu cyklu produkcyjnego nawet na przeciętnych siedliskach sosnowych (BMśw, *Leucobryo-Pinetum*) wskazują wyniki eksperymentów w Nadleśnictwie Gubin (Barzdajn i in. 1996a, b). W jednym z nich, wykonanym w drzewostanie sosnowym w wieku 150–170 lat z dolnym piętrzem sosnowym

w wieku 33–59 lat, po usunięciu górnego piętra otrzymano drzewostan sosnowy, w którym w ciągu 5 lat po cięciu roczny przyrost grubizny wynosił 10 m³/ha. Porównawcza uprawa nie wykazała w tym okresie, co jest oczywiste, zapasu grubizny. W innym eksperymencie, wykonanym w 90-letnim drzewostanie wypełnionym podrostem sosnowym, na 0,5-hektarowych poletkach usunięto znad podrostów 100%, 75%, 50%, 25% lub 0% drzew drzewostanu głównego (Barzdajn i in. 1996b). Część wyników z cytowanej pracy zawiera tabela 1. Po pięciu latach na poletku, z którego usunięto 100% drzew, podrosty przekształciły się w młodnik o zasobności grubizny 6,5 m³/ha. Na pozostałych poletkach zaobserwowano, że w drzewostanie o mniejszym zagęszczeniu średnia pierśnica jest większa niż w drzewostanie o zagęszczeniu większym. Zmniejszenie zagęszczenia do połowy nie skutkowało zmniejszeniem się przyrostu do połowy, lecz tylko o 22%. Jest to jednoznaczny dowód na istnienie przyrostu z prześwietlenia, nawet u sosn 90-letnich.

Tabela 1. Wybrane wyniki eksperymentu w Nadleśnictwie Gubin w drzewostanie sosnowym w wieku 150–170 lat (Barzdajn i in. 1996b)

Cecha	Nr powierzchni próbnej o wielkości 0,5 ha				
	I	II	III	IV	V
Procent usuniętych drzew	100	75	0	50	25
Liczba drzew	177	60	250	126	195
Wiek (lata)	20,0	90,0	90,0	90,0	90,0
Bonitacja	I	III	III	III	III
Zadrzewienie	–	0,3	0,9	0,5	0,7
Średnia pierśnica (cm)	8,5	30,6	27,2	30,0	27,3
Średnia wysokość (m)	7,3	20,5	19,7	19,7	20,2
Pole przekroju drzewostanu (m ²)	1,4	4,5	13,1	7,5	10,8
Zasobność na powierzchni (m ³)	3,2	41,7	119,7	66,6	97,1
Zasobność na 1 ha (m ³)	6,5	83,5	239,5	133,2	194,1
Przyrost bieżący 5-letni grubizny z lat 1998–2003 (m ³)	–	4,2	7,9	6,2	7,1

PRZERĘBOWY SPOSÓB ZAGOSPODAROWANIA LASU

W wyniku jego zastosowania powstaje las trwale wielogeneracyjny (wszechgeneracyjny). Właściwy jest dla driad (lecz nie tylko dla nich). W wypadku jodły, typowej driady, jest to najlepsza forma lasu w celu trwałego utrzymania jej w składzie gatunkowym. Przerębowy sposób zagospo-

darowania lasu jest dla jodły optymalny (Korpel' i Vinš 1965), ale można go zastosować także w drzewostanach wielu innych gatunków, według Ammona (1951) w drzewostanach wszystkich gatunków rodzimych, występujących na odpowiadających im siedliskach. W uzupełnieniu można zauważyć, że będzie on sprzyjał raczej gatunkom budującym trwałe zespoły leśne niż gatunkom charakterystycznym dla pionierskich i przejściowych faz sukcesyjnych lasu.

Sposób przerębowy nie przerywa trwania lasu, a konsekwentne wykonywanie cięć przerębowych sprawia, że las niewiele zmienia się w czasie. Ma to ogromne znaczenie dla funkcji ochronnych (elementów środowiska nieożywionego i dla świata organizmów żywych) i dla estetyki lasu. Estetyka lasu nie może być lekceważona, w szczególności w miejscowościach turystycznych, wypoczynkowych i uzdrowiskowych. W tych miejscowościach zalety estetyczne lasu można bezpośrednio przeliczyć na pieniądze, ale mają one swoją wartość wszędzie. Nie należy zapominać, że budowa i struktura przerębowa lasu wynika z wykonywania w nim cięć przerębowych, zatem jest ona charakterystyczna dla lasu gospodarczego z dominującą funkcją produkcyjną, lecz pełnią bez konfliktu z najważniejszymi funkcjami pozaprodukcyjnymi. W lasach naturalnych budowa i struktura przerębowa występuje jedynie przejściowo, w okresie wymiany pokoleń lasu (Korpel' 1978).

Ważną właściwością lasu przerębowego jest określanie etatu rębego na podstawie przyrostu bieżącego. Do zalet przerębowego sposobu zagospodarowania należą:

- 1) maksymalizuje on funkcje produkcyjne, pozwalając na zachowanie wszystkich innych funkcji lasu, jest więc szczególnie przydatny dla lasów ochronnych wszelkich kategorii;
- 2) eksponowanie odnowienia naturalnego.

Jego wady są następujące:

- 1) wymaga bieżącej kontroli zapasu, co generuje wysokie koszty urządzania lasu;
- 2) wymaga najwyższych kwalifikacji od służby leśnej;
- 3) trwałe utrzymanie struktury przerębowej wymaga nieustannej ingerencji;
- 4) podnosi znacznie koszty pozyskania drewna;
- 5) ewentualne odnowienie sztuczne (zalesienia, przebudowy, uzupełnienia, dolesienia) jest trudne i kosztowne.

PODSUMOWANIE

Wszystkie sposoby zagospodarowania lasu mają swoje wady i zalety. Wszystkie nadają się do lasów wielofunkcyjnych, chociaż eksponują różne funkcje lasów. W dużym uproszczeniu można przyjąć, że sposób zrębowy sprzyja

funkcji produkcyjnej drzewostanów z gatunkami pionierskimi, sposób przerębowo-zrębowy jest właściwy dla maksymalizowania funkcji produkcyjnej gatunków postpionierskich z uwzględnieniem funkcji ochronnych, a sposób przerębowy jest najlepszy dla trwałości driad, maksymalizując jednocześnie funkcje produkcyjne, ochronne i społeczne.

W każdym wypadku pożądana jest budowa złożona, choć w zależności od sposobu zagospodarowania dolne piętro będzie pełniło różne funkcje. W lesie zrębowym zadania podszytów i dolnego piętra będą biocenotyczne, pielęgnacyjne, ochronne, ekosystemowe i dawanie dodatkowej produkcji. W lesie przerębowo-zrębowym dochodzą jeszcze: możliwość przebudowy składów gatunkowych, możliwości wykorzystania naturalnego odnowienia, przyrostu z prześwietlenia i nakładania się na siebie cykli produkcyjnych. W lesie przerębowym złożona budowa i struktura jest naturalną i nieodłączną jego cechą.

LITERATURA

- Ammon. W. 1951. Das Plenterprinzip in der Waldwirtschaft. Bern, Verlag P. Haupt.
- Barzdajn W., Drogoszewski B., Zientarski J. 1996a. Charakterystyka drzewostanu sosnowego (*Pinus sylvestris* L.) wyrosłego pod okapem drzew matecznych. Pr. Kom. Rol. Leś. PTPN, 82: 15–25.
- Barzdajn W., Drogoszewski B., Zientarski J. 1996b. Struktura odnawiających się drzewostanów sosny zwyczajnej w Nadleśnictwie Gubin. Sylwan, 140 (11): 19–31.
- Biehler R. 1922. Hodowla lasu. Warszawa, Trzaska, Evert i Michalski.
- Korpel' Š. 1978. Obnova lesných porastov v rubáňovom spôsobe hospodárenia. W: Vyskot M. i in. 1978. Pěstění lesů. Praha, Státní Zemědělské Nakladatelství.
- Korpel' Š., Vinš B. 1965. Pestovanie jedle. Bratislava, Slovenské Vydateľ'stvo Pôdohospodárskej Literatúry. ss. 340.
- Morozow G. 1953. Nauka o lesie. Warszawa, PWRiL.
- Paschalis-Jakubowicz P. 2007. Wielofunkcyjność lasu w kontekście zrównoważonego rozwoju. W: Quo vadis forestry? (Z. Sierota red.). Sękocin Stary, Instytut Badawczy Leśnictwa.
- Płotkowski L. 1999. Ekonomiczne aspekty gospodarki leśnej – stan i perspektywy. W: Publiczne funkcje lasów: przyszłość lasów państwowych: zasady funkcjonowania i struktura organizacyjna; Gdańsk, Wieś Jutra.
- Polanský B. 1971. Hodowla lasu. Warszawa, PWRiL.
- Rameau J. V., Mansion D., Dumé G. 1989. Flore forestière française. Guide écologique illustré. 1. Plaines et collines. Institut pour le développement forestier.

- Rutkowski P., Zientarski J. 2013. Sterowanie funkcjami lasu w kontekście metod zagospodarowania (hodowli) lasu. Zimowa Szkoła Leśna przy Instytucie Badawczym Leśnictwa V sesja. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary.
- Strzelecki H. 1889. Gospodarstwo lasowe. Cięcie lasu. Księgarnia Gubrynowicza i Szmidta, Lwów (reprint).
- Zasady hodowli lasu. 2012. Warszawa, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych.

Piotr Sewerniak

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Hodowanie sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na glebach drobnoziarnistych jest nieracjonalne

ABSTRAKT

W Polsce drzewostany sosnowe występują w dużej części na siedliskach związanych z drzewostanami liściastymi (Olaczek 1976). W efekcie promowania sosny gatunek ten występuje czasami na nielicznych w polskich lasach (poza terenem górskim) glebach drobnoziarnistych (najczęściej płowych i brunatnych), które, ze względu na swoją wysoką żyzność, przeznaczone są najczęściej do celów rolniczych. Wprowadzanie sosny na gleby o drobnoziarnistym uziarnieniu ma miejsce także obecnie. Zgodnie z obowiązującą instrukcją (Klasyfikacja 2000), na glebach brunatnych i płowych możliwe jest zdiagnozowanie siedliska nie tylko jako Lśw, lecz także LMśw, co oznacza, że udział sosny w składzie gatunkowym nowozakładanej uprawy może wynosić 30 lub nawet 50%.

Głównym elementem przy kształtowaniu składu gatunkowego drzewostanów w gospodarce leśnej w celu maksymalnego wykorzystania możliwości produkcyjnych siedlisk są uwarunkowania ekologiczne (w tym zagadnienie zgodności fitocenozy z biotopem). Nie ulega wątpliwości, że roślinnością potencjalną gleb płowych i brunatnych są drzewostany liściaste (m.in. Klasyfikacja 2000). Kształtowanie pełnej zgodności między fitocenozą a biotopem na tych glebach jest możliwe jedynie pod warunkiem zdiagnozowania siedliska jako Lśw. Jak wykazały wyniki niedawnych badań przeprowadzonych w południowo-zachodniej Polsce (Sewerniak, 2011, 2013), na glebach drobnoziarnistych dopuszczanie diagnozy siedliska jako LM, co oznacza akceptację na nich sosny – często jako gatunku współpanującego, jest kontrowersyjne nie tylko

z ekologicznego punktu widzenia, lecz także nieracjonalne pod względem produkcyjnym. Na podstawie analizy bonitacji sosny (wyrażonej jako modelowa wysokość drzewostanu w wieku 100 lat) w 320 drzewostanach na siedliskach świeżych wykazano, że wartość tego wskaźnika wzrasta wraz ze wzrostem trofizmu gleby (określonego m.in. wskaźnikiem SIG (Brożek i in. 2011)) jedynie w zakresie gleb piaszczystych, w następującym szeregu: bielice właściwe (śr. wartość SIG: 13,5; śr. bonitacja drzewostanu sosnowego: 19,0 m) › gleby bielicowe właściwe (15,4; 21,4 m) › gleby rdzawe bielicowe (15,9; 22,3 m) › gleby rdzawe właściwe (18,0; 23,7 m) › gleby rdzawe brunatne (21,8; 25,2 m). Wskaźnik bonitacji sosny, analizowany łącznie dla gleb płowych i brunatnych, pomimo zdecydowanie większego trofizmu tych gleb (śr. wartość SIG: 29,7), był zaledwie podobny (25,1 m) jak w przypadku najżyźniejszych gleb rdzawych.

Osiąganie przez sosnę najwyższych bonitacji jest związane nie tyle z występowaniem siedlisk eutroficznych, co z korzystnym stanem ekologicznym siedliska, wynikającym m.in. z obecności gatunków pozytywnie wpływających na glebę. Ma to odzwierciedlenie w różnych rejonach Polski, w przypadku drzewostanów sosnowych, które cechują się wysoką bonitacją, a rosną na glebach o uziarnieniu piasków luźnych, jednak przy obecności gatunków fitomelioracyjnych (najczęściej grabu). Przykładem takich ekosystemów mogą być drzewostany sosny taborskiej (Borowiec, 1961). Na podstawie przeprowadzonych badań (Sewerniak, 2011, 2013) można stwierdzić, że dopuszczanie hodowli sosny na glebach drobnoziarnistych jest nieracjonalne ze względu na stopień wykorzystania potencjału produkcyjnego tych siedlisk. W wielofunkcyjnej gospodarce leśnej wykorzystanie wysokiej żyzności gleb płowych i brunatnych w sposób racjonalny jest możliwe jedynie przez przeznaczenie takich gleb do hodowli gatunków liściastych. W warunkach nizinnych i wyżynnych gleby te powinny być w pracach glebowo-siedliskowych jednoznacznie wiązane z siedliskiem Lśw, co umożliwi optymalne wykorzystanie ich wysokiej wartości produkcyjnej w gospodarce leśnej.

LITERATURA

- Borowiec S. 1961. Gleby brunatne¹ wylugowane siedlisk sosny taborskiej. Sylwan, 105 (5), 31–41.
- Brożek S., Zwydak M., Lasota J., Rózański W. 2011. Założenia metodyczne badań związków między glebą a zespołami roślinnymi w lasach. Roczniki Gleboznawcze, 62 (4), 16–38.
- Klasyfikacja gleb leśnych Polski. 2000. CILP, Warszawa.

¹ Według obecnie stosowanych kryteriów są to gleby rdzawe.

- Olaczek R. 1976. Zmiany w szacie roślinnej Polski od połowy XIX wieku do lat bieżących. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 177, 369–408.
- Sewerniak P. 2011. Wpływ uziarnienia gleby na bonitację drzewostanów sosnowych w południowo-zachodniej Polsce. Leśne Prace Badawcze, 72 (4), 311–319.
- Sewerniak P. 2013. Bonitacja drzewostanów sosnowych w południowo-zachodniej Polsce w odniesieniu do typów siedliskowych lasu i taksonów gleb. Sylwan, 157 (7), 516–525.

Gerhard Oesten

Uniwersytet we Fryburgu, Niemcy

Wartość lasu poza przychodami i kosztami. O ograniczeniach oceny ekonomicznej we wspieraniu decyzji hodowlanych

WSTĘP

Od wielu lat próbuje się wartościować las i jego funkcje, np.:

- Löwenstein podaje, że wartość rekreacji w południowym Harzu wynosi 2,33 € na osobę na dzień i oblicza jej wysokość na 237 € na rok i hektar powierzchni leśnej (za Bergen i in. 2002).
- Autor bestsellerów, Vester, informuje swoich czytelników, że jakiś ptak wart jest x DM (marek niemieckich).
- Altwegg-Attz podaje, że wartość funkcji ochronnych szwajcarskich lasów górskich wynosi x miliardów franków szwajcarskich (informacja sprzed 25 lat).
- W 1997 r. znani ekonomiści publikują w „Nature” – czołowym naukowym czasopiśmie w obszarze anglo-amerykańskim – artykuł, w którym określają wartość korzyści z bioróżnorodności dla człowieka na całym świecie („kapitał naturalny” na Ziemi) na niewyobrażalnie wielką kwotę $16\text{--}54 \times 10^{12}$ USD rocznie.
- Wang ustala utratę dochodów z powodu ustanowienia lasu ochronnego „Holmut” (koszty objęcia ochroną) na x DM rocznie na hektar (Wang 2001).

Niektóre z tych szacunków dotyczących dóbr przyrodniczych można odbierać jako pouczające i pożyteczne – przeważnie dotyczą one kosztów ochrony przyrody, obejmowania ochroną i in. W wielu przypadkach jednak tego rodzaju szacowanie, szczególnie dotyczące korzyści wykraczających poza rachunek przychodów i kosztów, przyjmowane jest przez laików z najwyższym sceptycy-

zmem, a nierzadko nawet z oburzeniem. „Ekonomiści znają cenę wszystkiego, ale nie znają wartości żadnej rzeczy” – tak czy podobnie opisywane są wątpliwości wobec szacowania tego rodzaju korzyści. Wśród naukowców takie szacunki również budzą kontrowersje.

Wraz z przytoczoną krytyką i wątpliwościami pojawiają się dwa podstawowe pytania:

1. Czy **można** w sposób metodycznie bezspreczny, zrozumiały i teoretycznie uzasadniony określić poza rynkiem ekonomiczną wartość lasu i jego wszystkich funkcji? W ostatnich latach w tym zakresie prowadzone były szerokie badania, szczególnie przez naukowców z Getyngi i Hamburga (Bergen et al. 2002). Na podstawie ich prac można odpowiedzieć na to pytanie w zasadzie twierdząco (Elsasser i Meyerhoff 2002), nie jest to jednak przedmiotem niniejszej pracy.
2. Czy dobra przyrodnicze **powinno się monetyzować**, tzn. czy ujmowanie regulacyjnych, życiowych, społecznych i kulturowych funkcji ekosystemów leśnych w jednostkach pieniężnych jest moralnie uzasadnione? Gdzie są ograniczenia ekonomicznego wartościowania lasu? I jakie są w związku z tym zadania badań z zakresu ekonomiki leśnictwa na uniwersytetach czy w instytutach badawczych?

Pytania te – oczywiście nie postawione na nowo, a odpowiedzi na nie już wyczerpująco omówione w licznych opracowaniach – są przedmiotem niniejszej przeglądowej pracy.

DO CZEGO WŁAŚCIWIE NIEZBĘDNE JEST OKREŚLENIE WARTOŚCI?

Gospodarka leśna – jak każda gospodarka – wymaga podejmowania decyzji. Podejmowanie decyzji – dotyczących na przykład: użytkowania drewna, przebudowy lasu, określonych czynności hodowlanych, ochrony przyrody – oznacza wybór między działaniami alternatywnymi, po wprowadzeniu ich porównywalności. Ekonomia – a dokładniej ekonomika neoklasyczna (przez swoją specyfikę) – może służyć jako wsparcie w podejmowaniu decyzji w świecie pełnym deficytu dóbr. Zasadą ekonomiczną jest zasada tożsamości ekonomii (Oesten i Roeder 2002). Tak więc nie dziwi fakt, że wartościowanie lasu od samego początku historii ekonomiki leśnictwa było w centrum wszystkich przedsięwzięć badawczych.

W tym kontekście ważne jest to, że wspieranie decydentów przy pomocy wartościowania ekonomicznego ma na celu ustanowienie i przedstawienie porównywalności alternatyw działania. Rozsądne oszacowanie wartości zakłada, że dobra podlegające wycenieniu są w szerokim znaczeniu zamienne, porównywalne i/lub zastępowalne (substytucyjne).

SZCZEGÓLNE CECHY GOSPODARKI LEŚNEJ¹

Różne wymiary gospodarki leśnej nie charakteryzują się – gdy się im dokładniej przyjrzeć – z reguły żadnymi szczególnymi cechami. Ich suma i interakcje tworzą jednakże unikatową dla gospodarki konstelację (tab. 1) z daleko sięgającymi konsekwencjami, m.in. dla wartościowania lasu.

Tabela 1. Ogólna charakterystyka gospodarki leśnej

Ekologiczny wymiar użytkowania przyrody – majątek przyrodniczy i produktywność ekosystemów leśnych:
<ul style="list-style-type: none"> ■ przyroda leśna jako źródło zasobów i środowisko wszelkiej produkcji i konsumpcji, ■ produktywność przyrody: zasada tożsamości produkcji i reprodukcji, ■ możliwość nieodwracalnego zniszczenia sił wytwórczych: postulat utrzymania produktywności przyrodniczej.
Wymiar ekonomiczny – szczególne cechy oddziaływania lasu na otoczenie lub świadczeń gospodarstwa leśnego:
<ul style="list-style-type: none"> ■ złożone konflikty użytkowania w związku z różnorodnością realizacji jednocześnie i na tym samym obszarze różnych funkcji lasu lub świadczeń gospodarstwa leśnej, ■ brak lub niewielkie możliwości zastąpienia (substytucji) funkcji/świadczeń, ■ komplementarność funkcji lasu lub świadczeń gospodarstwa leśnego, ■ wieloraki charakter dóbr publicznych.
Wymiar czasowy gospodarki leśnej – długi okres wzrostu drzewostanów:
<ul style="list-style-type: none"> ■ problem niepewności i niewiedzy w odniesieniu do decyzji w gospodarstwie leśnym, ■ wymiar etyczny sprawiedliwości międzypokoleniowej.
Wymiar przestrzenny – związan z miejscem i rozprzestrzenianie się obszaru oddziaływania/świadczeń
Wymiar normatywny – społeczne wartościowanie funkcji/świadczeń

Majątek przyrodniczy i produktywność ekosystemów leśnych

Każde gospodarowanie wymaga nieodwracalnego wykorzystania „majątku przyrodniczego” (niem. *Naturvermögen*). Przyroda jest więc podstawą każdej produkcji i każdej konsumpcji jako:

- źródło zasobów (np. drewno, węgiel, produkty spożywcze),
- składowisko odpadów,
- bezpośrednio miejsca konsumpcji (np. wypoczynku).

Pod pojęciem produktywności przyrodniczej (niem. *Naturproduktivität*) ekosystemów rozumie się ich właściwości pozwalające na ciągłe odnawianie „majątku przyrodniczego”, choćby w formie drewna, różnorodności biologicznej itd. Powszechnie pojęcie to oznacza nieustające pełnienie wielorakich funkcji

¹ Fragment tekstu – skrót z Oesten i Roeder 2002

regulacyjnych, środowiskowych i produkcyjnych ekosystemów. Lasy są więc nie tylko „miejscem” produkcji leśnej, ale zarazem „miejscem” „reprodukcji” warunków produkcji i konsumpcji dla danego systemu gospodarczego, na który lasy świadczące wymienione powyżej usługi mają wpływ.

Nadmierna eksploatacja społeczna i gospodarcza lasów może jednak prowadzić do takiego zmniejszenia majątku przyrodniczego, że „produkcyjność przyrodnicza” zostanie bezpowrotnie utracona.

Gospodarka leśna, o ile jest prowadzona zgodnie z zasadą trwałości, różni się od gospodarki przemysłowej tym (tab. 2), że część produkcji pozostaje na miejscu. Przyroda jest poza tym bezpośrednim i głównym czynnikiem produkcji (podobnie jak i reprodukcji) leśnej. Zasadnicza cecha trwałego użytkowania odnawialnych zasobów naturalnych może być określona jako użytkowanie majątku przyrodniczego przy zachowaniu produkcyjności przyrodniczej.

Tabela 2. Odmienne wykorzystanie przyrody w ramach produkcji leśnej i przemysłowej

Gospodarka leśna	Gospodarka przemysłowa
<p>Główny czynnik produkcji:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Przyroda ■ Produkcja i reprodukcja jako proces ■ Reprodukacja warunków dla produkcji przemysłowej 	<p>Główne czynniki produkcji:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Kapitał i praca ■ Przyroda: zasoby i „środowisko” (wyłącznie) ■ Oddzielenie produkcji i reprodukcji ■ Reprodukacja pracy w gospodarstwach domowych ■ Reprodukacja kapitału w przedsiębiorstwach

Różnorodność funkcji i konflikty w użytkowaniu

W tak gęsto zaludnionych obszarach jak Europa Środkowa w wielu miejscach różnorodne funkcje lasów lub świadczenia gospodarki leśnej są realizowane na tej samej powierzchni i w tym samym czasie. Trzeba więc wciąż rozwiązywać trudne konflikty związane z użytkowaniem przyrody, wynikające np. z odmiennych wymagań ze strony myśliwych, zwolenników ochrony przyrody, przemysłu powodującego szkodliwe emisje, przedsiębiorstw, gospodarstw leśnych itd. Powyższe działania, zależnie od ram prawnych, mogą być regulowane przez państwo, nastawione na zaspokojenie potrzeb społecznych, albo przez rynek lub drogą mediacji.

Szczególne cechy funkcji lub świadczeń – trudna substytucyjność, komplementarność, jak również status dóbr publicznych

Potrzeba regulowania konfliktów na tle użytkowania istnieje także w innych gałęziach gospodarki. Szczególne ich cechy w zakresie gospodarki leśnej wynikają jednak z charakterystycznych funkcji lasów lub świadczeń gospodarki

leśnej, często trudnej substytucyjności i komplementarności lub ich braku, jak również właściwości dóbr publicznych.

Przez brak lub trudną **substytucyjność** rozumie się fakt, że przyroda będąca podstawą każdego ludzkiego życia lub gospodarowania stanowi fundamentalną kategorię, której funkcje nie mogą lub mogą w niewielkim stopniu być naśladowane lub zastąpione przez kulturowe artefakty. Nieodwracalne uszkodzenia środowiska przyrodniczego (zubożenie gatunkowe, obniżenie poziomu wód gruntowych, zmiany w gospodarce składnikami odżywczymi gleb w wyniku odprowadzania substancji szkodliwych, zanik „lasów ochronnych” w regionach alpejskich itp.) nie dają się zatem zrekompensować lub jest to możliwe w bardzo ograniczonym stopniu – technologiczne rozwiązania problemów środowiskowych są co do zasady bardzo ograniczone.

Pojęcie **komplementarności** odnosi się do faktu ogromnej złożoności (kompleksowości) ekosystemów leśnych z ich jawnymi i ukrytymi interakcjami, która to złożoność sprawia, że zapewnienie świadczeń gospodarczych powiązane jest w całą sieć fundamentalnych założeń podstawowych warunków i sytuacji. Zmiana w jednej części tej „sieci” wpływa bezpośrednio na inną. Innymi słowy, jeżeli część składowa środowiska przyrodniczego zostanie zmieniona lub poddana oddziaływaniu, z reguły nie pozostanie to bez wpływu na nieprzewidywalną liczbę innych komponentów lub stan faktyczny ekosystemu.

Wiele funkcji lasów lub świadczeń gospodarstwa leśnego posiada cechy tzw. **dóbr publicznych**. Nie będąc przedmiotem wymiany rynkowej, są one z reguły ogólnie dostępne, tzn. nikt nie może zostać wyłączony z ich konsumpcji, a między ich użytkownikami zazwyczaj nie ma rywalizacji. Z jednej strony wynika to ze szczególnych cech lasu, przykładowo w ramach danych „warunków przyrodniczych” nie można korzystać wyłącznie z funkcji „poprawy jakości powietrza”. Z drugiej strony status dobra publicznego jest zagwarantowany prawnie, jak na przykład ustawowa zasada wolnego wstępu do lasu dla celów rekreacji. Ograniczenie pełnego urynkwienia dóbr leśnych jest w końcu ściśle wyznaczone przyczynami czysto obiektywnymi albo technicznymi: logiczne jest, że takie dobra, jak np. funkcja ochrony wód lub funkcje estetyczne, dla potrzeb rynku byłyby niemożliwe lub bardzo trudne do jednoznacznego określenia.

Długość procesu wzrostu drzewostanów

Decyzje związane z ochroną i zagospodarowaniem lasu, jak np. dotyczące wyboru gatunków drzew, budowy dróg, przebudowy drzewostanów czy wyznaczania rezerwatów ścisłych, mają z reguły dalekosiężne skutki. Z powodu długiego cyklu życia drzew leśnych okres między decyzjami hodowlanymi, ich realizacją oraz możliwą obserwacją i oceną wszystkich skutków sięga dekad lub stuleci. Krajobrazy leśne w swojej dzisiejszej postaci stanowią zazwyczaj wynik wielowiekowej historii użytkowania. Ich strukturę (granice rolno-leśną, układ

klas wieku, zasobność, skład gatunkowy i in.) można zrozumieć często dopiero po dogłębnym przestudiowaniu historii gospodarki leśnej. Bezpośrednie skonfrontowanie dzisiejszych gospodarzy lasów ze wszystkimi skutkami ich decyzji jest możliwe zazwyczaj jedynie za pomocą (siłą rzeczy niedoskonałych) modeli. Błędne decyzje – o ile są one w ogóle odwracalne – z powodu długości procesu wzrostu drzewostanów mogą być skorygowane często także jedynie po upływie dekad czy stuleci.

Z powodu długiego odstępu czasu między działaniem sprawczym i jego wynikiem oraz ze względu na wysoką złożoność ekosystemów leśnych decyzje z zakresu leśnictwa cechują się zazwyczaj całkowitą niepewnością („ignorancją”). Gospodarka leśna często więc stoi przed podejmowaniem decyzji w warunkach niepewności. Wiele z tych decyzji oddziałuje nie tylko na pokolenie żyjące obecnie, lecz dotyka również podstaw życia przyszłych formacji. Zabezpieczeniem dla kolejnych generacji jest – jako kategoria moralna – zaakcentowany już wymóg trwałego zagospodarowania lasu.

Przestrzenny wymiar gospodarki leśnej

Zachowanie funkcji lasu albo zapewnienie świadczeń ze strony gospodarstw leśnych dotyczy – zależnie od rodzaju funkcji lub świadczenia oraz lokalnej sytuacji – różnych obiektów lub poziomów decyzyjnych (np. drzew, drzewostanów, gospodarstw, regionów). Pewne funkcje lub świadczenia są silnie związane z miejscem i obejmują najmniejszą powierzchnię (np. pojedyncze drzewo będące pomnikiem przyrody). Ich zapewnienie wymaga jednostkowych działań gospodarczych. Inne funkcje czy świadczenia są wprawdzie również związane z miejscem, jednak ich realizacja wymaga rozległych powierzchni (np. zarządzanie obszarami ochrony wód, utrzymanie zdolnej do przeżycia populacji rysia po reintrodukcji). Zapewnienie tego rodzaju funkcji wymaga regulacji wykraczających poza obszar jednego gospodarstwa. Wreszcie istnieją pewne świadczenia gospodarstwa leśnego, które nie są związane z miejscem (np. podaż surowca drzewnego).

Społeczne wartościowanie zagospodarowania ekosystemów leśnych

Ekosystemy leśne ze względu na swoje funkcje regulacyjne, życiowe i produkcyjne, jak też funkcje socjalne i kulturowe, mają szczególne znaczenie społeczne. Dlatego działania gospodarki leśnej podlegają w szczególnej mierze nadzorowi publicznemu i są głęboko zakorzenione w społecznym systemie norm i wartości. Kwestie moralnego uzasadnienia działań odgrywają w gospodarstwie leśnym szczególną rolę.

Co powyższe cechy gospodarstwa leśnego oznaczają dla wartościowania poza przychodami i kosztami?

PIERWSZE OGRANICZENIE WARTOŚCIOWANIA: WARTOŚĆ WEWNĘTRZNA

Pierwsze ograniczenie monetyzacji przyrody sformułował w obszerny sposób Immanuel Kant: „To, co ma cenę, można zastąpić także przez coś innego, jako jego równoważnik, co zaś wszelką cenę przewyższa, a więc nie dopuszcza żadnego równoważnika, posiada godność”²

To, czym jest „godność”, można wyjaśnić poprzez rozważenie wartości człowieka. W rozumieniu niemieckiej konstytucji każdy człowiek posiada niepodważalną wartość, w języku ekonomistów określaną jako „wartość wewnętrzna” (*intrinsische Wert*), dlatego nie ma „równoważnika”. Z punktu widzenia ekonomistów człowiek jest bezgranicznie cenny, niezastępowalny i jego godność jest nienaruszalna. Kategoria wartości wewnętrznej jest niewystarczająca do wartościowania ekonomicznego. Rozstrzygać w uzasadniony sposób o niej można jedynie przez osąd, tzn. poprzez refleksję etyczną w społeczeństwie.

Gdy ekonomiści podejmują się wartościowania ludzi, np. w formie wynagrodzenia za pracę lub w związku z ubezpieczeniem itp., mają na myśli oczywiście inne kategorie wartości: mianowicie instrumentalną, jak też tzw. inherentną wartość dobra (*inhärente Wert eines Gutes*; Oesten i Reoder 2002).

Z ekonomiczną wartością danego dobra wiąże się najpierw jego instrumentalna wartość – potencjał użytkowy dobra jako obiektu wykorzystania i wymiany. Na świecie nie ma prawie niczego, co nie posiadałoby wartości instrumentalnej dla człowieka i jako takie przez rozstrzygnięcia w ukryty lub jawny sposób nie mogłoby zostać „zmonetyzowane”.

Zatem np. „piękno przyrody” zostaje przywiązane do instrumentalnej wartości turystyki. Ludzie dowiadują się o przywiązanej wartości w formie wynagrodzenia za pracę itd.

Kategorię wartości inherentnej danej rzeczy wyjaśniono na poniższym przykładzie. W gospodarstwie leśnym znajdują się ruiny zamku będące zabytkiem, któremu grozi zawalenie się. Ruiny nie posiadają żadnej „wartości instrumentalnej”. Ich zawalenie się byłoby jednak przez ludzi uznane za stratę, ponieważ ruiny stanowią część „ojczyzny” o tyle, że są odbierane jako kształtujące krajobraz, „mówiące o historii” itd. Są przyjmowane przez ludzi jako „jedyne w swoim rodzaju”. Uznanie ich wartości może być zauważone np. poprzez społeczną zbiórkę pieniędzy lub wykonanie prac służących zachowaniu zamku „dla ludzi”, lub też w sytuacji, gdy gospodarstwo leśne wyraża gotowość do przeprowadzenia prac pielęgnacyjnych ze względu na „odpowiedzialność społeczną”.

Inherentne wartości w ramach subiektywnej neoklasycznej teorii wartości podlegają wartościowaniu ekonomicznemu. Wiele przemawia za tym, że sza-

² Tłumaczenie za: Immanuel Kant, *Uzasadnienie metafizyki moralności*, tłum. Mściśław Wartenberg, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN 1971, s. 71–72 [przyp. A Kaliszewski].

cowanie wartości „leśnej przyrody” (ogólnie w odniesieniu do funkcji lasów/ świadczeń gospodarstwa leśnego, które nie są przedmiotem wymiany rynkowej) w naszym społeczeństwie zasadniczo również bazuje na przyporządkowaniu wartości inherentnych. Rzeczy, którym przypisuje się wartość inherentną – poprzez intuicyjne szacowanie wartości przez człowieka – odznaczają się brakiem lub bardzo ograniczoną substytucyjnością.

Wartościowanie ekonomiczne jest zawsze tylko częściowe. Wartość wewnętrzna – „godność” rzeczy według słów Kanta – zasadniczo nie poddaje się ekonomicznemu wartościowaniu. Rozstrzygnięcia dotyczące wartości wewnętrznej mogą więc w ujęciu antropocentrycznym być podejmowane tylko na podstawie osądu, poprzez uzasadnienia etyczne, ale nie przez misterne kalkulacje ekonomiczne.³

Zamieszanie w debatach ekonomicznych wprowadza często fakt, że rzeczy z „godnością” mogą mieć **także** wartość instrumentalną i inherentną. Te komponenty wartości są dostępne dla wartościowania ekonomicznego. Trudność wynika często z tego, że ekonomiści mogą także podejmować tylko częściowe wartościowanie, nigdy nie będąc w stanie określić całkowitej wartości. Zatem można wywieść dla ekonomistów leśnych zasadę, że szacunki wartości, będące przywiązaniem wartości do ludzi lub lasu (przyrody), wymagają każdorazowo dokładnej interpretacji.

DRUGIE OGRANICZENIE WARTOŚCIOWANIA: DŁUGOŚĆ PROCESU WZROSTU DRZEWOSTANÓW I PROBLEMY SPRAWIEDLIWOŚCI MIĘDZYPOKOLENIOWEJ ORAZ NIEWIEDZA LUB NIEPEWNOŚĆ CO DO PRZYSZŁOŚCI

Już tylko ze względu na międzypokoleniowe korzystanie z zasobów naturalnych i faktu, że stanowią one podstawę egzystencji ludzi pełna wycena dóbr przyrodniczych jest z powodów logicznych niemożliwa – poniżej zatem wyjaśnienie drugiej, istotnej tezy artykułu⁴.

Przeprowadzenie ekonomicznej wyceny w ramach ekonomii neoklasycznej oznacza, że uwzględniono i „prawidłowo” włączono wszystkie koszty i korzyści z perspektywy wszystkich ludzi, na których wpływ mają podejmowane de-

³ Obecnie jest prowadzona nader kontrowersyjna debata w kwestii, jak dalece także przyroda ma (lub nie ma) przypisaną własną wartość. Ten spór między przedstawicielami antropocentryzmu i biocentryzmu nie jest przedmiotem tego artykułu – widać jednak przy debatach na temat samoświadomości nauk leśnych, w dyskusjach między przedstawicielami ochrony przyrody, przy aspektach certyfikacji lub przy dokładnym śledzeniu tekstów międzynarodowych na temat wymiarów różnorodności biologicznej, że wszyscy w sposób pośredni lub bezpośredni mają wciąż z tą zasadniczą kwestią do czynienia.

⁴ Szczegółowo: Hampicke 1988 lub 1998, jak również Gronemann i Hampicke 1997.

cyzje. Z powodu długości cyklu wzrostu drzewostanów wiele decyzji związanych z lasem ma również wpływ na przyszłe pokolenia. Logicznie niemożliwe jest żądanie, by włączyć koszty lub korzyści dla wszystkich osób, jak to wynika z teorii ekonomicznej, całkowita monetyzacja dóbr przyrodniczych wymagałaby wówczas zapytania wszystkich pokoleń od chwili obecnej o oszacowanie wartości np. różnorodności biologicznej, co faktycznie nie jest wykonalne. „...Kto uważa, że bez tej niemożliwej procedury dojdzie do pełnej monetyzacji różnorodności gatunkowej, porzuca grunt metodycznego indywidualizmu w ekonomii neoklasycznej; kto uważa za wystarczające, by zapytać jedynie osób nam współczesnych, przenosi dyktaturę ludzi dziś żyjących na tych, co będą żyć w przyszłości...” (Gronemann i Hampicke 1997). Już samo międzypokoleniowe istnienie dóbr przyrodniczych sprawia, że określenie na podstawach naukowych ich pełnej wartości w procesie podejmowania decyzji jest niemożliwe. Decydemtom pozostaje tylko rozstrzygnięcie dylematów w kontekście etycznym „odpowiedzialności za przyszłe pokolenia”.

Zasada trwałości dotyczy ludzkiej odpowiedzialności za przyszłość: powinno się przekazać lasy przyszłym pokoleniom tak, aby zachować produktywność i majątek przyrodniczy, i przez to umożliwić przyszłym pokoleniom trwałe korzystanie z zasobów przyrodniczych (por. Höltermann 2001). Do tego etycznego aspektu zasady trwałości neoklasyczna ekonomia, główny nurt – wartościowanie lasu, nie może wnieść żadnego zasadniczego wkładu.

Kolejne dwa problemy wartościowania lasu, związane z długością procesu wzrostu drzew i drzewostanów, zostały pominięte w niniejszej pracy. Są to: problem dyskontowania⁵, problem konieczności podejmowania w praktyce ostatecznych decyzji ze skutkami w przyszłości, choć nasza wiedza odnośnie do przyszłości jest niewystarczająca i niepewna⁶.

SZCZEGÓLNE CECHY PRZYRODY: SUBSTYTUCYJNOŚĆ, KOMPLEMENTARNOŚĆ I NIEODWRACALNOŚĆ

Cechy przypisywane ekosystemom leśnym – niewystarczająca substytucyjność lub jej brak, komplementarność i nieodwracalna degradacja produktywności przyrodniczej – były przedmiotem rozważań powyżej. Oczywiście jest, że cechy te nie dadzą się pogodzić lub można je pogodzić w ograniczonym zakresie z głównym wymogiem wartościowania lasu – „wymienialnością”.

Ograniczenia monetyzacji znajdują się także tam, gdzie wycenie poddaje się: tylko część większej jedności, obiekty niesubstytucyjne i/lub obiekty nieodwracalnie zniszczone.

⁵ Por. na ten temat Oesten 1991.

⁶ Por. na ten temat Höltermann 2001.

Można krótko podsumować wyniki i otwarte pytania dotyczące powyższych rozważań:

- Monetyzacja oznacza nawiązanie ilościowej relacji wymiennej między alternatywnymi działaniami. Istnieją zasadnicze wątpliwości etyczne, czy określone rzeczy w ogóle powinny być poddawane takiej relacji; należą do nich życie i godność ludzi. Pytanie, czy to samo obowiązuje wobec niezwiązanej z człowiekiem (pozaludzkiej) przyrody.
- Monetyzowanie i późniejsza wymiana oznacza, że właściciele wymienianych rzeczy muszą koegzystować. Gdy należą oni do różnych, niewspółistniejących pokoleń, jest to logicznie niemożliwe. Dobra przyrodnicze w dużej mierze mają charakter międzypokoleniowy, a w tego rodzaju przypadkach granice kalkulacji wymiennej są bardzo wąskie. O zakresie przekazywanego późniejszym pokoleniom majątku przyrodniczego można decydować jedynie na podstawie osądu.
- Zmonetyzowane mogą być wyłącznie takie dobra, których wymiana ma sens, które są zatem substytucyjne i nie są wobec siebie komplementarne. Wiele dóbr przyrodniczych jest jednak względem siebie komplementarnych. Często sens ma tylko ekosystem jako całość. Pozwala to na wzajemne wartościowanie porównawcze jego części i dlatego nie jego monetyzację.
- Ze względu na wymienione powyżej zastrzeżenia monetyzacja zawsze jest związana z wewnętrznymi ekonomiczno-technicznymi trudnościami, wynikającymi z teorii kapitału i procentu. Chodzi tu o problem dyskontowania i postępowania w przypadku decyzji obarczonych niewiedzą i niepewnością.

WNIOSEK KOŃCOWY: WARTOŚCIOWANIE EKONOMICZNE DÓBR NATURALNYCH JEST ZASADNICZO BEZSENSOWNE

Hampicke doszedł na podstawie przeglądu przedstawionych ograniczeń ekonomicznego wartościowania dóbr przyrodniczych do wniosku, że „co-raz bardziej zawęża się krąg potencjalnie dających się zmonetyzować rzeczy. Krok za krokiem są wykluczane z monetyzacji związki [konteksty], w których zabrania tego moralność, w których jest ona psychologicznie niewykonalna, w których partnerzy wymiany nie mogą stanąć naprzeciw sobie, w których brak jest jakiegokolwiek substytucyjności i w których w końcu opór budzi wewnątrzekonomiczna kalkulacja dyskontowania; tak pozostaje jeszcze tylko resztką, do której nie pasują kryteria wykluczające. Pytanie brzmi, jak duża jest ta resztką i czy nie składa się ona jedynie z trywialnych problemów...” (Hampicke 1988).

Autor niniejszej pracy wniosków końcowych nie zawęża: ze wszystkich wymienionych powodów problem stanowi przyporządkowanie kwoty pienię-

dzy elementom przyrody, takim jak gatunki zwierząt i roślin, ekosystemy czy krajobrazy, która to kwota powinna uwzględniać ich wartość **w pełnym sensie**. Mając na uwadze wartościowanie lasu poza dochodami i kosztami, tego rodzaju „fundamentalne oszacowania” zasadniczo nie są możliwe ze względu na niewystarczającą podbudowę teoretyczną.

Wprawdzie autor uważa razem z Hampicke, że błędem jest wnioskowanie odrzucenia fundamentalnej monetyzacji na podstawie powyższej argumentacji i że wartościowanie lasu poza przychodami i kosztami w ogóle było bezsensowne. Wręcz przeciwnie: problemy decyzyjne dotyczą poszczególnych aspektów, wobec których powinno być bezstronnie postawione kryterium pieniężne i ekonomiści mogliby dostarczyć przydatnych informacji. Hampicke określa to jako „monetyzację drugiego rzędu”. Nie powinna ona polegać na określaniu pełnej wartości dóbr przyrodniczych, ale dawać poboczne (marginalne), starannie zinterpretowane wyniki cząstkowe. Możliwe jest też to, by ekonomiści przedstawiali praktycznie przydatne cząstkowe i marginalne wyniki szacowania wartości. Oto kilka przykładów:

- Ustalenie pieniężnego szacunku wartości przyrody dla ludzi obecnie żyjących, w formie aktualnej ich gotowości do zapłacenia świadczenia, ma w przypadku wielu praktycznych problemów gospodarki leśnej wysoką wartość informacyjną.
- Możliwość dostarczania przez lasy świadczeń dających się zmonetyzować, które mają wartość instrumentalną, co daje interesującą wiedzę, mimo że nie mogłaby zostać uchwyconą pełna wartość przyrody. Las np. może zapewniać ochronę przed erozją i lawinami, której techniczne substytuty, jeśli w ogóle mają porównywalną wartość, kosztują wiele miliardów franków szwajcarskich (por. pracę Altwegg-Artz 1987). Tego rodzaju oszacowania podają dolne granice wartości dóbr przyrodniczych, ich „rzeczywista wartość” może być znacznie wyższa lub nawet nieskończenie wysoka.
- Częściowa monetyzacja mogłaby przedstawiać koszty ochrony i zagospodarowania lasu lub koszty zapobieżenia klęskom naturalnym. Tego rodzaju szacunki mówią, z jakich dóbr dających się zmonetyzować społeczeństwo musi zrezygnować, aby spełnić obowiązek zachowania przyrody.

ZADANIA UNIwersytetów I Instytutów Badawczych W Zakresie Wartościowania Lasu

Wartościowanie lasu stanowi, ze względów metodologicznych, teoretycznych i praktyczno-badawczych, trudne zadanie.

Ze względów metodologicznych chodzi tu o:

- określenie teoretycznych zagadnień dotyczących człowieka i przyrody (wiedza o preferencjach),

- uzyskanie istotnej i przydatnej w praktyce wiedzy o zarządzaniu,
- wagę tematu w ujęciu historycznym⁷.

Te trzy warunki metodologiczne, dostarczenie wiedzy o preferencjach i o zarządzaniu w aspekcie historycznej względności, są ważne nie tylko na uniwersytetach, ale także w instytutach badawczych. Badaniom w instytutach stawiane są jednak na co dzień wyższe wymagania, bowiem często zajmują się one bezpośrednim doradztwem politycznym i gospodarczym (por. Oesten 1998).

Polityka i zarządzanie gospodarstwami leśnymi czy krajową administracją leśną stanowią całkiem innego rodzaju systemy działania niż nauka – z własnymi prawidłowościami i wymogami, dokładnie tak, jak nauka musi sprostać własnym zasadom i wymaganiom. Właśnie w kwestiach dotyczących wartości i wartościowania nieuniknione są napięcia pomiędzy obszarem polityki i zarządzania z jednej strony a obszarem naukowym z drugiej. Nauka na uniwersytetach i w instytutach badawczych może tylko wtedy rozwijać się owocnie, gdy w związku ze świadomością istnienia tego obszaru napięcia zapewniona zostanie „wolna przestrzeń”.

PERSPEKTYWA: O EKONOMICZNEJ WARTOŚCI LASU POZA EKONOMIĄ NEOKLASYCZNĄ

Dotychczas omówiono w artykule kwestie w obrębie głównego nurtu ekonomiki leśnictwa – bazującej na ekonomii neoklasycznej – dotyczące ograniczeń oraz możliwości wyceny pieniężnej wartości przyrody poza przychodami i kosztami. Neoklasyczna ekonomia, jak każda nauka, uwzględnia w swoich założeniach wiedzę o:

- ludziach,
- interakcjach ludzkich w społeczeństwie,
- związku człowieka z przyrodą.

Helmut Brandl zajmował się ekonomiką głównego nurtu, biorącego za podstawę obraz człowieka i przyrody; dotyczy to jego prac o lasach zagospodarowanych w kierunku wiązania CO₂, o znaczeniu prawa entropii, o znaczeniu asymilacji lub o dobru powszechnym jako kategorii wartości wspólnoty (zob. wykaz literatury).

W obszarze ekonomiki leśnictwa ważne są dyskusje na temat jej paradygmatów. Należy te debaty koniecznie kontynuować – bo gdzie, jeśli nie na styku problemów lasu i społeczeństwa, tego rodzaju pytania będą najlepiej przedyskutowane?

⁷ Helmut Brandl te zadania i wymagania rozwiązał po mistrzowsku, należy tu podkreślić jego historyczno-leśne prace, które wciąż udowadniają konieczność historycznej relatywizacji wyników badań ekonomiczno-leśnych.

LITERATURA

- Beckenbach F., Hampicke U., Leipert C., Meran G., Minsch J., Nutzinger H. G., Pfriem R., Weimann J., Wirl F., Witt, U. (Hrsg.) 2001. Jahrbuch Ökologische Ökonomik. Band 2: Ökonomische Naturbewertung. Marburg.
- Birnbacher D. 1988. Verantwortung für zukünftige Generationen. Stuttgart.
- Bergen V., Löwenstein W., Olschewski R. 2002. Forstökonomie. Volkswirtschaftliche Grundlagen. München.
- Blum A., Detten R. v., Klein C., Oesten G., Schanz H., Schmidt S., Seling I. 1996. Die Natur weiß es am besten? Über die Grundannahmen einer am Leitbild „Natur“ orientierten Forstwirtschaft am Beispiel des Prozeßschutzes. Arbeitsberichte des Instituts für Forsteinrichtung und Forstliche Betriebswirtschaft der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. 24-1996. Freiburg.
- Brandl H., Oesten G. 1996. Die monetäre Bewertung positiver und negativer externer Effekte der Forstwirtschaft: Erfahrungen und Perspektiven. In: Linckh, G., Sprich, H., Flaig, H., Mohr, H. (Hrsg.) (1996): Nachhaltige Land- und Forstwirtschaft: Expertisen. Berlin, Heidelberg. 441–471.
- Bürgin R. 1999. Handeln unter Unsicherheit und Risiko: Eine Zusammenschau verschiedener Zugänge und disziplinärer Forschungslinien. Arbeitsberichte des Instituts für Forstökonomie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. 27–99. Freiburg.
- Bundesamt für Naturschutz (BfN) (2013): Weitere Nationalparke für Deutschland?! Argumente und Hintergründe mit Blick auf die aktuelle Diskussion um die Ausweisung von Nationalparks in Deutschland (see http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/gebietsschutz/Argumente_fuer_NLP10_final.pdf [data dostepu: 13.042014]).
- Daly H.E., Farley J. 2011. Ecological Economics. Principles and Applications. Second Edition. Island Press. Washington, D.C.
- Detten R. v. 2011. Sustainability as a guideline for strategic planning? The problem of long-term forest management in the face of uncertainty. In: European Journal of Forest Research, 130: 451–465.
- Detten R. v., Oesten G. 2013. Nachhaltige Waldwirtschaft – ein Modell für nachhaltige Entwicklung? In: Natur und Landschaft, Zeitschrift für Naturschutz und Landschaftspflege, 88(2): 52–57.
- Elsasser P., Meyerhoff, J. 2001. Ökonomische Bewertung von Umweltgütern: Methodenfragen zur kontingenten Bewertung und praktischen Erfahrungen im deutschsprachigen Raum. Marburg.
- Hampicke, U. 1998. Ökonomische Bewertungsgrundlagen und die „Grenzen“ der Monetarisierung der Natur. In: Theobald, W. (Hrsg.) (1998): Integrierte Umweltbewertung. Berlin, Heidelberg. 95–117.

- Höltermann, A. 2001. Verantwortung für zukünftige Generationen in der Forstwirtschaft. Schriften aus dem Institut für Forstökonomie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Band 14. Freiburg.
- Löwenstein 1994. Reisekostenmethode und Bedingte Bewertungsmethode. Schriften zur Forstökonomie, Bd. 6. Frankfurt.
- MEA/Millennium Ecosystem Assessment. 2005. General Synthesis Report. Island Press. Washington D.C.
- Miosga, O. 2011. Wie teuer ist ein Blaukehlchen? Der ökonomische Wert wild lebender Vögel – eine exemplarische Wertermittlung. In: Natur und Landschaft, 43(5): 147–153.
- Naturkapital Deutschland – TEEB DE 2012. Der Wert der Natur für Wirtschaft und Gesellschaft. Eine Einführung. München, Bundesamt für Naturschutz.
- Oesten, G., Roeder, A. 2013. Management von Forstbetrieben. 3 Bände. Freiburg. (download <http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/9365/> und <http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/9366/> und <http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/9367/>).
- Ott, K., Döring, R. 2008. Theorie und Praxis starker Nachhaltigkeit. 2. Auflage. Marburg.
- Pavan Sukhdev et. al. 2008. TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity – An Interim Report (see <http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/>)
- Pearce, D., Atkinson, G., Mourato, S. 2006. Cost-benefit-analysis: Recent developments. Paris (OECD).
- Pertz, K. 1983. Grenzen einer marktwirtschaftlichen Interpretation der Forstwirtschaft. In: Forstarchiv, 54(4): 147–152.
- Roeder A. 2003. Forstbetriebliches Management bei zeitlich offenen Entscheidungsfeldern. In: Forst und Holz, 58(11): 315–318; 58(12): 364–367.
- Stern N. 2006. The Economics of Climate Change. The Stern Review. (http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm).
- TEEB 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations. Edited by Pushpam Kumar. Earthscan, London and Washington (see <http://www.teebweb.org/our-publications/teeb-study-reports/ecological-and-economic-foundations/>).
- Wurz A. 2001. Naturproduktivität, Nachhaltigkeit und Gemeinwohl: Bestimmungsgründe des Waldwertes aus theoriegeschichtlicher Perspektive. Schriften aus dem Institut für Forstökonomie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Band 16. Freiburg.

Lyubov Andrushko

Politechnika Świętokrzyska w Kielcach

Problematyka oceny efektywności wykorzystania zasobów gospodarczych w sektorze leśno-drzewnym – wybrane zagadnienia

WPROWADZENIE

Na zwiększenie efektów i efektywności działalności gospodarczej państwowych i prywatnych przedsiębiorstw leśnych w procesie transformacji gospodarki leśnej i restrukturyzacji rolnictwa mają wpływ: polityka prywatnych właścicieli, praktyka operacyjna i administracyjna w sektorach leśnym i rolniczym, stan wiedzy o lesie (ekosystemie), czynniki ekologiczne, ekonomiczne i socjalne, obowiązujące ustawodawstwo, programy Unii Europejskiej, programy krajowe (na podstawie materiałów FAO).

Najczęściej poruszane zagadnienia w dziedzinie racjonalnego wykorzystania zasobów leśnych według V. Beltona i T. J. Stevata to: nowe zatrudnienie w regionie, opłacalność inwestycji w sektorze leśnym, koszty społeczne inwestycji, PKB brutto regionu, rentowność przemysłu drzewnego i gospodarki leśnej, oszacowanie i ocena obszarów chronionych przez ekologów, regulacja wody w rzekach. Natomiast mało jest literatury na temat kształtowania relacji krótko- i długoterminowych pomiędzy gospodarką leśną a sektorem przetwórstwa przemysłowego i oceny efektów i efektywności w ujęciu całościowym.

W bioekonomii – powstającej w ostatnich latach dziedzinie ekonomii, zajmującej się ekonomicznymi zagadnieniami produkcji i przerobu surowców biologicznych – wskazuje się na to, że działalność takich sektorów jak rolnictwo i leśnictwo powinna doprowadzać do **zwiększenia efektywności wykorzystania surowców biologicznych**, poczynając od produkcji biomasy, a kończąc na produktach finalnych gospodarki żywnościowej, przemysłu i gospodarki energetycznej.

Według Michaela Portera (1992) konkurencyjność przedsiębiorstwa będzie w dużym stopniu uzależniona od czterech podstawowych aspektów:

- wyposażenia w czynniki wytwórcze,
- uwarunkowań popytowych,
- kształtowania się układu branżowego (branż wpierających i pokrewnych),
- warunków tworzenia organizacji i zarządzania przedsiębiorstwem.

Uwzględniając powyższe, konkurencyjność gospodarki zależy nie tylko od wyposażenia tej gospodarki w czynniki produkcji, ale także od **efektywności ich wykorzystania**, z kolei szansa na zachowanie zdolności do konkurowania zależy od efektywności wykorzystania zasobów produkcyjnych.

PROGRAMY STRATEGICZNE A EFEKTYWNOŚĆ GOSPODAROWANIA

W dokumentach strategicznych UE oraz krajowych pojawiają się coraz częściej wskazówki dotyczące efektywności gospodarowania. W Strategii Innowacyjności i Efektywności Gospodarki „Dynamiczna Polska 2020” opracowanej przez Ministerstwo Gospodarki zwrócono uwagę na fakt, że **wzrost efektywności gospodarowania** powinien spełnić warunek **generowania większej wartości** przy użyciu **mniejszej ilości materiałów** i zastosowania innego sposobu ich zużycia.

W Rezolucji Parlamentu Europejskiego z dnia 25 kwietnia 2007 r. w sprawie strategii tematycznej dotyczącej zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych (2006/2210 (INI))” szczególną uwagę zwrócono na to, że:

- niezbędna jest potrzeba zmiany systemu produkcji i konsumpcji,
- zwiększona produktywność prowadzi do zmniejszenia ilości zużywanych zasobów naturalnych, a tym samym do mniejszego obciążenia środowiska i poprawy konkurencyjnej pozycji państw członkowskich,
- w „Planie realizacji” z Johannesburga wezwano do rozdzielenia powiązań między wzrostem gospodarczym i degradacją środowiska naturalnego poprzez bardziej wydajne i zrównoważone wykorzystanie zasobów oraz procesów produkcyjnych, jak również ograniczenie zjawiska degradacji zasobów, zanieczyszczeń i odpadów,
- zarówno coraz bardziej kurczące się zasoby naturalne i zasoby surowców, jak i rosnące trudności w ich pozyskaniu stanowią zagrożenie dla ochrony bioróżnorodności oraz **powodują wzrost cen** w takiej skali, która prowadzi do mniejszej lub większej destabilizacji systemów gospodarczych i społecznych UE oraz państw trzecich;
- poziom **obecnej wiedzy jest wystarczający**, by już teraz podjąć konkretne kroki w celu poprawy zrównoważonego wykorzystania zasobów gospodarczych.

W tej rezolucji zwrócono również uwagę na potrzebę doboru wskaźników efektywnego wykorzystania zasobów gospodarczych oraz wskaźników

z uwzględnieniem oddziaływania wykorzystania zasobów gospodarczych na środowisko naturalne. Zaproponowano następujące wskaźniki eksploatacji zasobów naturalnych: TMR (Total Material Requirement), DMI (Direct Material Input) i DCM (Domestic Material Consumption). Wskaźniki te określają ilość zasobów naturalnych, jaką pochłaniają gospodarki. Dzieląc PKB przez ich wartość, można zmierzyć wydajność wykorzystania zasobów naturalnych.

W Strategii Innowacyjności i Efektywności Gospodarki „Dynamiczna Polska 2020” zaproponowano mierzenie produktywności materiałowej jako PKB do konsumpcji materiałów, natomiast na poziomie przedsiębiorstwa – wartość dodaną do zużycia materiałów i surowców. W latach 2000–2009 materiałochłonność gospodarki dla Polski wynosiła od 0,33 do 0,42, podczas gdy średnia krajowa dla UE-27 mieściła się w zakresie 1,22–1,41. Takie wyniki gospodarowania wskazują na potrzebę intensyfikacji działań zmierzających do obniżenia zużycia materiałów i surowców do produkcji.

W Komunikacie Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów dotyczącym „Nowej strategii leśnej UE na rzecz lasów i sektora leśno-drzewnego” z dnia 20.09.2013 r. pod pojęciem efektywności gospodarowania zasobami rozumie się wykorzystanie zasobów leśnych w sposób minimalizujący wpływ na środowisko i klimat, a także nadanie priorytetowego znaczenia produktom o **wyższej wartości dodanej**, tworzenie nowych miejsc pracy i przyczynianie się do lepszego bilansu dwutlenku węgla. W tym dokumencie określono cel strategiczny na rok 2020: tworzenie podstaw dla leśnictwa i **całego łańcucha wartości w sektorze leśnym**, aby leśnictwo mogło być konkurencyjne i zdolne do przetrwania w gospodarce opartej na **biotechnologii**. Podkreślono również, że konkurencyjność drewna w przyszłości wymaga jednak nowych procesów i produktów, efektywnych pod względem wykorzystania zasobów i energii oraz bardziej przyjaznych dla środowiska.

CEL, ZAKRES I METODYKA BADAŃ

W celu ukazania efektywności gospodarowania zasobami gospodarczymi przez Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe i sektor przetwórstwa przemysłowego (obejmujący podsekcje: wyroby z drewna, papier, tektura oraz meble), dokonano doboru instrumentów, kategorii ekonomicznych specyficznych dla sektora leśnego. Następnie ukazano dynamikę poszczególnych wskaźników ekonomiczno-technicznych dla leśnictwa oraz przetwórstwa przemysłowego. Są nimi:

- wartość dodana brutto w sektorze leśno-drzewnym (mln zł);
- wartość dodana brutto według rodzajów działalności przemysłowej (mln zł);
- struktura podziału wartości dodanej według poszczególnych działów (%);
- przeciętne zatrudnienie w podmiotach gospodarczych (przemysłowych) z liczbą pracujących powyżej 9 pracowników (tys. osób);

- tempo wzrostu średnioważonej ceny sprzedaży drewna (%);
- tempo wzrostu wartości dodanej (mln zł);
- efektywność gospodarowania w sektorze leśno-drzewnym (zł/ha).

W praktycznej części badań posłużono się danymi statystycznymi Głównego Urzędu Statystycznego. Do prezentacji wyników badań zastosowano metodę opisową oraz graficzną. Użyto wzorów obliczeń wartości dodanej brutto oraz efektywności gospodarczej. Analiza wybranych ekonomiczno-technicznych wskaźników przeprowadzona została dla lat 2000 i 2012.

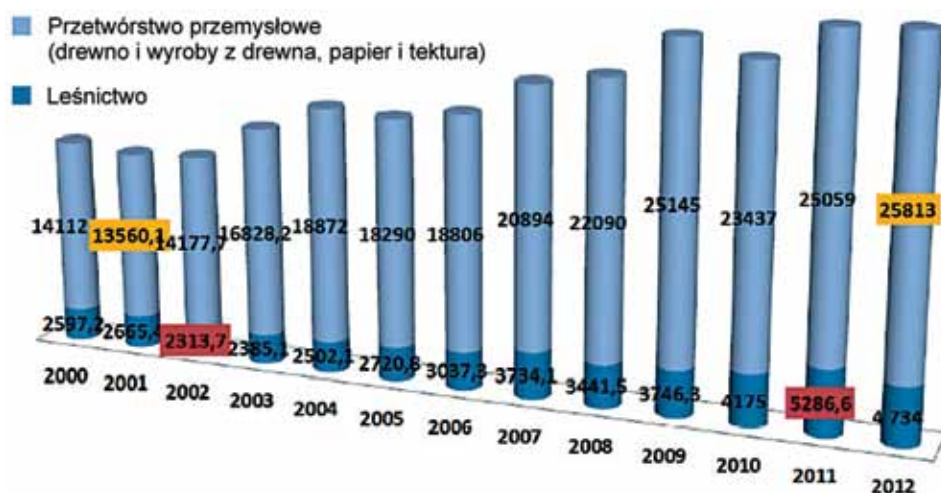
WYNIKI BADAŃ

Przy pozyskaniu drewna od 27 659 tys. m³ w roku 2000 do 37 145 tys. m³ w roku 2012 gospodarka leśna wygenerowała wartość dodaną brutto na poziomie od 2313,7 do 5286,6 mln zł (tab. 1, ryc. 1).

Tabela 1. Wybrane wskaźniki z zakresu leśnictwa w latach 2000, 2012

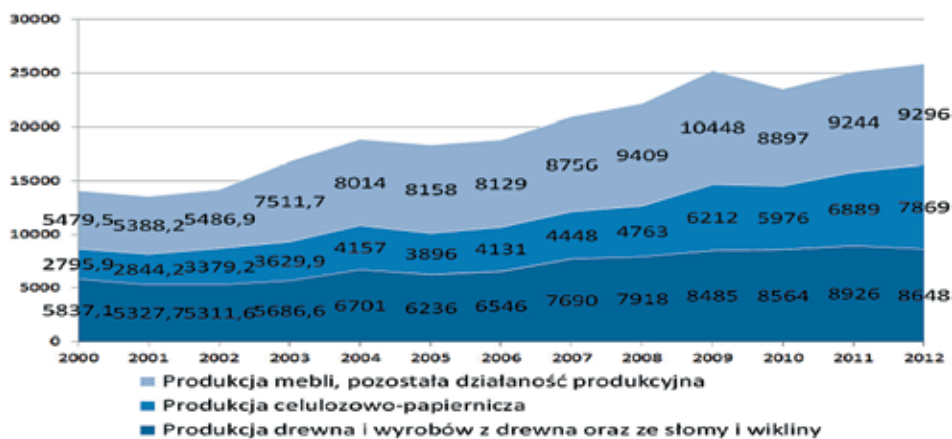
Wskaźniki	Rok	
	2000	2012
Powierzchnia lasów, tys. ha	8 864,8	9 143,3
Pozyskanie drewna, tys. m ³	27 659,0	37 145,0
Wartość dodana brutto, mln zł	2 597,2	4 433, 5
Lesistość, %	28,4	29,3

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS



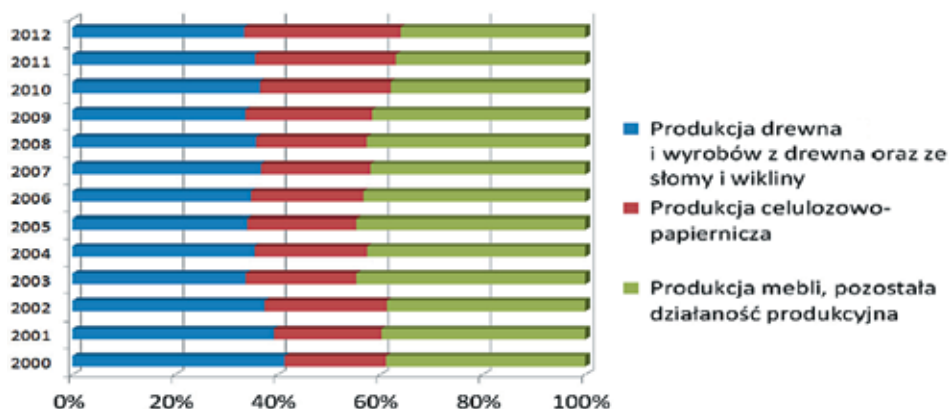
Rycina 1. Wartość dodana brutto w sektorze leśno-drzewnym w latach 2000–2012 (mln zł)

Przetwórstwo przemysłowe, wykorzystujące w swojej działalności drewno jako podstawowy surowiec w procesach produkcyjnych, uzyskało dochód na poziomie od 13 560,1 do 25 813 mln zł rocznie. Na rycinie 2 można zaobserwować tendencję wzrostową generowania dochodu przez przedsiębiorstwa przemysłowe produkujące meble, celulozę i papier oraz produkujące drewno i wyroby z drewna. Porównując rok 2012 do roku 2000 wartość dodana brutto produkcji mebli wzrosła o 1,69 razy, produkcji celulozowo-papierniczej o 2,8 razy, produkcji drewna i wyrobów z drewna o 1,48 razy.



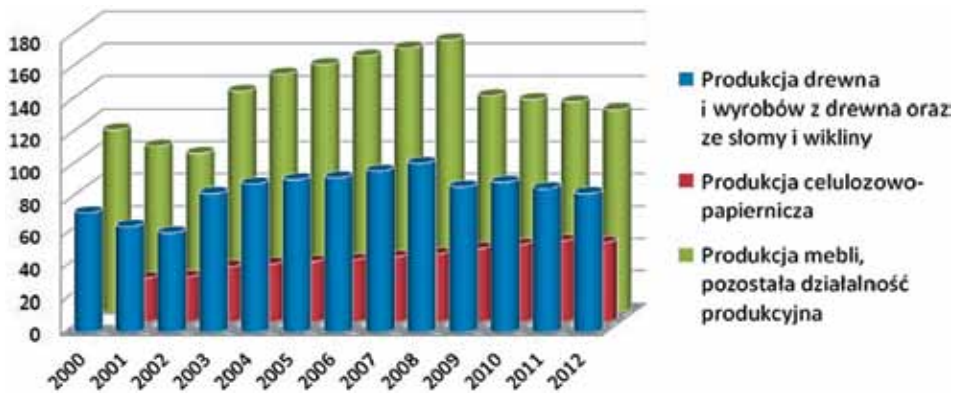
Rycina 2. Wartość dodana brutto według rodzajów działalności przemysłowej (mln zł)

Na uwagę zasługuje przyspieszone tempo wzrostu produkcji celulozowo-papierniczej oraz wzrost jej wartości dodanej brutto w ogólnej wartości dodanej wygenerowanej przez badane działy gospodarcze przetwórstwa przemysłowego (ryc. 3).



Rycina 3. Struktura podziału wartości dodanej według poszczególnych działów w latach 2000–2012 (%)

Przeciętne zatrudnienie w podmiotach gospodarczych zajmujących się produkcją mebli, produkcją drewna i wyrobów z drewna zmniejszało się od 2000 do 2003 roku. Od roku 2003 aż do 2008 zaobserwowano tendencję wzrostową tego wskaźnika. Od 2008 do 2012 roku dla tych rodzajów produkcji zaobserwowano malejącą tendencję wskaźnika przeciętnego zatrudnienia. Tylko w podmiotach gospodarczych produkujących celulozę i papier od 2000 do 2012 roku systematycznie zwiększało się przeciętne zatrudnienie pracowników (ryc. 4).

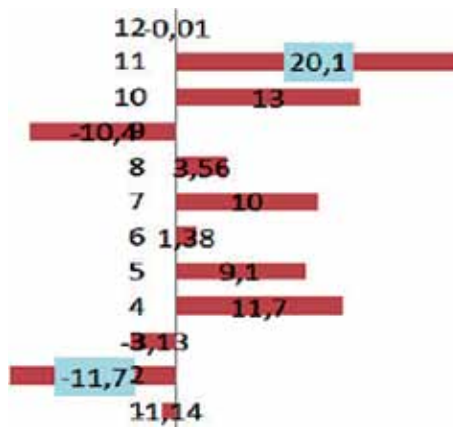


Rycina 4. Przekładane zatrudnienie w podmiotach gospodarczych (przemysłowych) z liczbą pracujących powyżej 9 pracowników, w latach 2000–2012 (tys. osób)

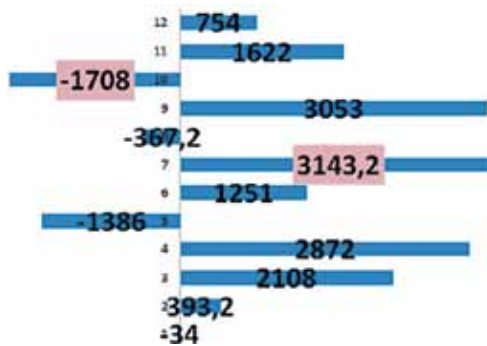
Na efekty i efektywność gospodarowania w sektorze przetwórstwa przemysłowego wywierały wpływ różnorodne czynniki ekonomiczne. W relacjach „gospodarka leśna – przetwórstwo przemysłowe” wahanie poziomu ceny sprzedaży drewna, jako podstawowego surowca do produkcji, może zachwiać równowagę gospodarczą oraz wywrzeć wpływ na poziom oraz tempo generowania wartości dodanej brutto.

W badanych latach średnioważona cena sprzedaży drewna wzrosła od 115 do 186,42 zł/m³. Tempo wzrostu ceny wahało się od -11,72 do 20,1% (ryc. 5). Analiza tempa wzrostu wartości dodanej brutto sektora przetwórstwa przemysłowego wybranych działów produkcji wskazuje na to, że wzrost wartości dodanej brutto w porównaniu z poprzednim rokiem wynosił od – 1708 do 3143,2 mln zł (ryc. 6).

Według P. Samuelsona (tab. 2) wzrost ceny w sposób przewidywalny i zrównoważony nie przyczynia się do strat gospodarczych, wzrost ceny przewidywanej, ale niezrównoważonej zmniejszy efektywność gospodarowania. Wzrost cen w sposób nieprzewidywalny, ale zrównoważony wywrze wpływ na powtórny podział dochodu i bogactwa narodowego. Gdy wzrost cen będzie się odbywać w sposób nieprzewidywalny i niezrównoważony może to doprowadzić zarów-



Rycina 5. Tempo wzrostu ceny (%)



Rycina 6. Tempo wzrostu wartości dodanej brutto (mln zł)

no do zmniejszenia efektywności, jak i powtórnego podziału dochodu (wartości dodanej brutto) pomiędzy przedsiębiorstwami, pracownikami a pracodawcami oraz przedsiębiorstwami i państwem.

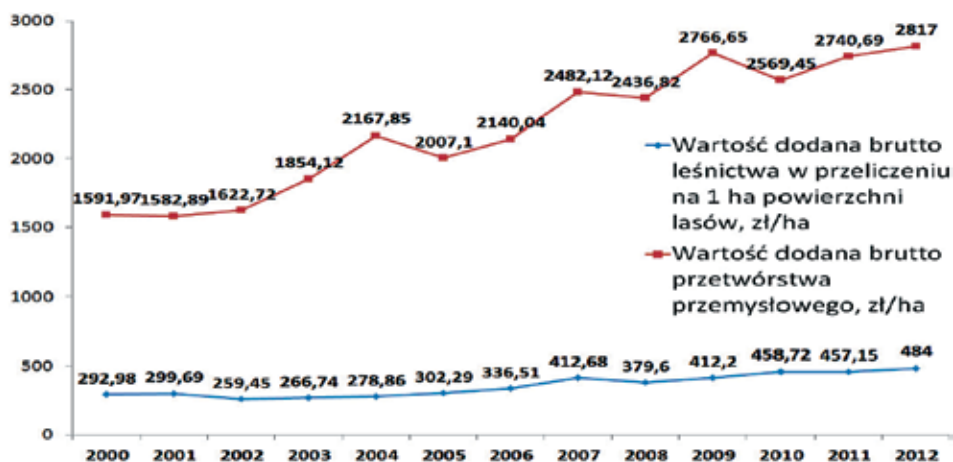
Tabela 2. Skutki inflacji uwarunkowane czynnikami zrównoważenia i przewidywania

Dwa wymiary strat inflacyjnych		
Inflacja	Zrównoważona	Niezrównoważona
Przewidywalna	Inflacja nie przyczynia się do strat	Zmniejszenie efektywności gospodarczej
Nieprzewidywalna	Powtórny podział dochodu i bogactwa	Zmniejszenie efektywności i powtórny podział dochodu

Źródło: Tłumaczenie własne na podstawie: Pol' A. Semuëlson, Vil'âm D. Nordgauz.1995. Makroekonomika, «Osнови», Kii, s. 360

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych analiz można wywnioskować, że wahanie ceny sprzedaży drewna nie wywarło negatywnego wpływu na efekty gospodarowania w sektorze leśno-drzewnym (ryc. 7). Ogólna tendencja efektywności gospodarowania wzrasta zarówno na poziomie gospodarki leśnej, jak i w sektorze przetwórstwa przemysłowego wykorzystującego drewno jako podstawowy surowiec do swojej produkcji. Natomiast dla oceny poziomu dochodu wygenerowanego przez badane sektory przetwórstwa przemysłowego należałoby przeprowadzić charakterystykę porównawczą, wykorzystując wyniki gospodarowania innych państw UE.



Rycina 7. Efektywność gospodarowania w sektorze leśno-drzewnym (zł/ha)

LITERATURA

- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Nowa strategia leśna UE na rzecz lasów sektora leśno-drzewnego” Bruksela, dnia 20.09. 2013 r. COM (2013) 659 final.
- Leśnictwo, 2000, 2003, 2004, 2006, 2009, 2010, 2013, GUS, Warszawa.
- Porter M.E. 1992. Strategia konkurencji. Metody analizy sektorów i konkurentów. PWE, Warszawa. Strategia Innowacyjności i Efektywności Gospodarki „Dynamiczna Polska 2020”, http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/resource_efficiency/pl.pdf [data dostępu: 2.06.2014].
- Rezolucja parlamentu Europejskiego z dnia 25 kwietnia 2007 r. w sprawie strategii tematycznej w sprawie zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych (2006/2210 (INI)).
- Rocznik Statystyczny Przemysłu, 2000, 2003, 2006, 2010, 2013, GUS, Warszawa.

WNIOSKI

VI SESJI ZIMOWEJ SZKOŁY LEŚNEJ PRZY IBL (MARZEC 2014 R.)

Blok I. Hodowla lasu w polityce leśnej

1. Hodowla lasu jest podstawowym działem gospodarki leśnej. Jej cele i metody osiągnięcia tych celów określają Zasady Hodowli Lasu, wydawane przez dyrektora generalnego Lasów Państwowych m.in. na podstawie Ustawy o lasach (1991 r.) oraz zaleceń zawartych w Polityce Leśnej Państwa (1997 r.). Postępujące zmiany warunków przyrodniczych, gospodarczych i społecznych gospodarki leśnej prowadzą do permanentnej oceny zakresu zgodności struktury lasu i jego właściwości z obserwowanymi zmianami otoczenia lasów i leśnictwa.
2. Jedną z głównych przesłanek przebudowy monokulturowych drzewostanów jest dostosowanie ich składu gatunkowego do siedliska leśnego w celu optymalnego wykorzystania jego możliwości produkcyjnych oraz zwiększenia odporności drzewostanów na różne czynniki szkodotwórcze. Zarówno względy gospodarcze, jak i przyrodnicze sugerują jednak zachowanie w naszych warunkach udziału sosny w składzie gatunkowym lasu na poziomie co najmniej 65%.
3. Produkcyjne cele hodowli lasu były w ostatnim okresie wstydliwie pomijane, mimo że dochody ze sprzedaży drewna były i są nadal podstawowym źródłem finansowania wszystkich pozaprodukcyjnych funkcji lasu. Ma to również miejsce w krajach zachodnich, w których jeszcze niedawno wydawało się, że leśnictwo europejskie jest ekonomicznie niewydolne i nie może utrzymać się bez subwencji państwowych. W ciągu ostatnich dwóch dekad sytuacja uległa radykalnej poprawie. Obecnie państwowa gospodarka leśna m.in. w Niemczech stała się dochodowa, a nawet wysoce rentowna.
4. Konkurencyjny charakter ochronnych i produkcyjnych funkcji lasu, którego przykładem jest m.in. martwe drewno, wywołuje niekończące się dyskusje zarówno o możliwościach godzenia tych funkcji, jak i o godzeniu pożądanego „naturalności” z zaprogramowanym ładem przestrzennym i czasowym lasu. Prowadzony w tych kwestiach dialog społeczny jest podstawą określania rozwiązań kompromisowych.
5. Realizacją oczekiwań społecznych względem funkcji lasu są Leśne Kompleksy Promocyjne (LKP), obejmujące obszary leśne o dominującej funkcji ekologicznej, edukacyjnej i społecznej lasu. LKP stanowią polską propozycję rozwiązań z zakresu Polityki leśnej państwa oraz są odzwierciedleniem naszych zobowiązań z Helsinek (Rezolucja H1). Promowana przez LKP idea ekologizacji gospodarki leśnej realizowana jest w 25 LKP o łącznej powierzchni 1222 tys. ha.

6. Lasy stanowią bardzo istotny element gospodarki przestrzennej kraju, z uwagi na ich udział w strukturze użytkowania ziemi i oddziaływanie na jakość życia, pełnione funkcje produkcyjne, kluczową rolę w tworzeniu infrastruktury przestrzennej i stymulowanie ładu przestrzennego, wpływającego na jakość środowiska przyrodniczego i wartość krajobrazu.
7. Optymalne wykorzystanie zasobów środowiska przyrodniczego wraz z lasem oraz ochrona jego najcenniejszych fragmentów, obok problematyki społecznej i gospodarczej, stanowi podstawę przestrzennego zagospodarowania w państwach UE, w tym również w polskich dokumentach strategicznych.
8. W planach przestrzennego zagospodarowania lasu zwłaszcza lasy miejskie są traktowane nieadekwatnie do pełnionej przez nich funkcji produkcyjnej oraz funkcji publicznych, w tym wielu funkcji ochronnych.

Blok II. Ekologiczne aspekty hodowli lasu

9. Zróżnicowanie przyrodniczych warunków produkcji leśnej jest podstawową przesłanką regionalizacji przyrodniczo-leśnej kraju. Jej obecna wersja obejmuje dwa poziomy hierarchiczne jednostek przyrodniczo-leśnych: niższy poziom reprezentują mezoregiony przyrodniczo-leśne (183 jednostki), wyższy – krainy przyrodniczo-leśne (8 jednostek). Podział ten, wraz z regionami pochodzenia leśnego materiału podstawowego, może być punktem wyjścia typologii lasów.
10. Dotychczasowe doświadczenia pozwalają sądzić, że zmiany klimatu potęgują ryzyko hodowli niektórych gatunków drzew leśnych. W naszym regionie Europy dotyczy to m.in. drzewostanów świerkowych, które w przyszłości będą częściowo zastępowane przez drzewostany o mniejszej produktywności, ale o większej odporności na ryzyko.
11. Warunki życia i rozwoju lasu są definiowane jako siedlisko leśne. Składa się na nie zespół względnie trwałych czynników klimatycznych, topograficznych, wodnych i glebowych. Klimat, jako czynnik siedliska, wyznacza granice zasięgu drzew leśnych, natomiast gleba determinuje ich rozmieszczenie w granicach zasięgu danego gatunku drzew.
12. Prace nad stworzeniem jednolitej klasyfikacji siedlisk leśnych Polski podjęto w IBL po II wojnie światowej. Do 2011 r. powszechnie stosowana była oryginalna metoda sporządzania map glebowo-siedliskowych opracowana w IBL. W metodzie tej podstawą diagnozowania siedliska są gleba, runo i drzewostan. Brak jednoznacznych powiązań między typami siedliska a typami gleb prowadził do subiektywnej klasyfikacji siedlisk. W związku z tym od lat 90. podjęto w Katedrze Gleboznawstwa Leśnego w Krakowie prace nad numerycznymi metodami waloryzacji gleb, w tym służącymi do projektowania składu gatunkowego odnowień.
13. Do modyfikacji rozmieszczania głównych gatunków drzew, a nawet utraty gatunków o dużej produktywności (np. świerk), mogą doprowadzić zmiany

temperatury i opadów. Działania dostosowawcze do zmian klimatu mogą być podejmowane przez decydentów jedynie wtedy, gdy zmiany te są bardzo prawdopodobne.

14. Liczebność zwierzyny w Europie wzrosła do stanów niespotykanych od lat. Konsekwencje tego procesu na ogół są oceniane negatywnie, zwłaszcza z uwagi na:
 - ograniczenie niszy pokarmowej jeleniowatych do lasów pierwszej klasy wieku, co doprowadziło do zwiększenia presji ze strony zwierzyny na uprawy i młodniki,
 - ograniczenie liczebności dużych drapieżników (wilk, ryś) sprzyja wzrostowi populacji jeleniowatych,
 - brak wiarygodnych informacji o pogłowie jeleniowatych może prowadzić do błędnych decyzji dotyczących regulacji ich stanu liczebności,
 - niedostatek metod sterowania przez Lasy Państwowe liczebnością jeleniowatych.
15. Symptomem wzrostu liczebności jeleniowatych w ostatniej dekadzie jest 2,5-krotny wzrost nakładów na ochronę lasów przed zwierzyną. Poprawa tego stanu wymaga:
 - doprowadzenia do równowagi możliwości wyżywieniowej biotopów oraz zagęszczenia jeleniowatych,
 - odstąpienia od gradzenia upraw i młodników, co z kolei jest uwarunkowane uregulowaniem populacji zwierzyny,
 - objęcia gospodarką łowiecką również łosi i bobrów, które są sprawcami coraz większych szkód w lasach,
 - uwzględnienia w zasadach gospodarki leśnej możliwości rezygnacji z ochrony rezerwatowej w sytuacji dezaktualizacji celu ochrony.

Blok III. Las jako przedmiot gospodarki

16. Przeciwdziałanie zamieraniu drzewostanów świerkowych koncentruje uwagę na budowie drzewostanów o dużym zróżnicowaniu gatunkowym, a tym samym o obniżonym ryzyku hodowlanym. Obniżaniu ryzyka sprzyja również przebudowa drzewostanów jodłowych. Równocześnie jednak wymaga to rezygnacji z dążenia do wysokiej zasobności drzewostanów i maksymalnej produkcji leśnej.
17. Podstawowym celem hodowli lasu jako nauki i praktyki gospodarczej jest zapewnienie trwałości oraz stabilności użytkowania lasu, a także zrównoważonego funkcjonowania ekosystemów leśnych. Osiągnięcie tych celów wymaga zachowania nadrzędności postępowania hodowlanego nad innymi celami ekosystemów leśnych. Tymczasem około połowy powierzchni lasów państwowych w Polsce stanowią lasy ochronne, zaliczone do 10 kategorii ochronności. Zagospodarowanie tych lasów jest często sprzeczne z zasadami i celami hodowli lasu, która z natury rzeczy kieruje się potrzebą racjonalne-

go zróżnicowania metod zagospodarowania lasu, respektujących uwarunkowania przyrodnicze, społeczne i ekonomiczne gospodarki leśnej. W „Zasadach hodowli lasu” lasom ochronnym poświęcono zaledwie kilka akapitów, odsyłając kwestię zagospodarowania tych lasów do planu urządzania lasu, choć Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 1992 r. zobowiązuje do kierowania się szczegółowymi zasadami prowadzenia gospodarki w lasach ochronnych.

18. Ekologizacja zagospodarowania lasu oznacza działania zapewniające „optymalną realizację funkcji środowiskowych i ochronnych” dzięki wprowadzeniu do praktyki nowoczesnych metod hodowli lasu, wynikających z modelu gospodarki leśnej zbliżonej do natury. Dzięki naturalnej zdolności samoodnawiania lasu, blisko 60% kosztów ponoszonych na odnowienia sztuczne w ogóle nie występowało w przykładowym Nadleśnictwie Tuszynie (2005 r.).
19. Poznanie struktury, dynamiki oraz uwarunkowań rozwoju lasów naturalnych nie ma na celu kopiowania procesów naturalnych, lecz zmierza do określenia przesłanek sprzyjających kształtowaniu lasów wielofunkcyjnych, różnorodnych i stabilnych, a przy tym cechujących się wysoką zdolnością adaptacyjną do zmian w ich otoczeniu.
20. Główne nurty obecnych badań w IBL Badenii-Wirtembergii koncentrują uwagę na:
 - zmianach klimatu i ich oddziaływaniu na wzrost i rozwój lasu,
 - przebudowie drzewostanów równowiekowych w celu zwiększenia ich różnorodności biologicznej i poprawy stabilności,
 - optymalizacji wybranych elementów hodowli lasu, takich jak właściwa liczba drzew w fazie uprawy oraz dynamika trzebieży.

Blok IV. Hodowla selekcyjna i genetyka drzew leśnych w wielofunkcyjnej gospodarce

21. Ważne dla przyszłości zadanie ochrony zasobów genowych drzew leśnych nie może być tylko celem Lasów Państwowych, ale powinno być realizowane w ramach programu realizowanego w oparciu o krajowe uregulowania prawne. Program taki powinien obejmować wszystkie lasy w Polsce bez względu na formę własności, a przesłanki konieczności jego powstania powinny stać się elementem tworzonego właśnie Narodowego Programu Leśnego oraz Strategii Leśnej Państwa.
22. Należy z niepokojem zwrócić uwagę na fakt obejmowania różnymi formami ochrony przyrody coraz większych obszarów leśnych pozostających w gestii Lasów Państwowych, na których statutowa działalność gospodarcza napotyka na liczne utrudnienia. W związku z tworzeniem wciąż nowych form ochrony przyrody, jak też poszerzania zasięgu istniejących, istotnie zmniejsza się obszar, gdzie główną funkcją jest produkcja drewna przy jednocze-

- snym wzroście popytu na surowiec drzewny. Szansę na przynajmniej częściowe rozwiązanie tego problemu dają wyniki kilkudziesięcioletnich badań naukowych w zakresie genetyki leśnej, pozwalające na wprowadzenie do praktyki leśnej wyselekcjonowanych populacji i rodów o najlepszych efektach adaptacyjnych i przyrostowych.
23. Posiadana obecnie i uzyskana w przyszłości wiedza genetyczna o gatunkach drzew leśnych będzie miała podstawowe znaczenie dla wypracowania nowych modeli hodowli lasu w przyszłości. W tym aspekcie ważne będzie rozstrzygnięcie sporu między zasadą rodzimości i naturalności gatunku a zdolnością adaptacyjną populacji. Wiadomo bowiem, iż tezy o naturalności drzewostanów lub „rodzimości” pochodzeń są w Europie w większości przypadków nieprawdziwe, szczególnie gdy weźmie się pod uwagę masowy, niekontrolowany obrót nasionami w ciągu ostatnich 200 i więcej lat.
 24. Na podstawie stale poszerzającego się zakresu wiedzy o procesach genetycznych w obrębie populacji drzew leśnych możliwe będzie także przedyskutowanie zagadnienia tzw. naturalnych zasięgów w aspekcie historycznym, co będzie miało podstawowe znaczenie dla przyszłych decyzji o introdukcji lub reintrodukcji poszczególnych gatunków. Poznane dotąd mechanizmy i wyniki przyszłych badań w zakresie genetyki pozwolą również na wypracowanie nowych, aktywnych metod ochrony procesów genetycznych i zachowania zmienności genetycznej drzew leśnych.
 25. Baza Nasienna utworzona w ramach realizowanych dotychczas w Lasach Państwowych programów hodowli selekcyjnej drzew leśnych jest w pełni funkcjonalna, posiada bardzo nowoczesną infrastrukturę techniczną, właściwą osłonę naukową i w pełni zaspokaja bieżące zapotrzebowanie na leśny materiał rozmnożeniowy zarówno lasów państwowych, jak i lasów innych własności. Proponowana do wykorzystania baza, w której głównym źródłem są populacje, charakteryzuje się wysokim zróżnicowaniem genetycznym, a jej najbardziej wartościowymi elementami są wyróżnione w oparciu o badania proveniencyjne, najcenniejsze pod względem hodowlanym populacje o charakterze matecznym; baza ta powinna być w maksymalnym stopniu wykorzystywana do pozyskania leśnego materiału rozmnożeniowego na cele gospodarcze.
 26. Bardzo istotnym działaniem realizowanym od 2006 r. w ramach „Programu ochrony leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew leśnych na lata 2011–2035” jest „Program testowania potomstwa wyłączonych drzewostanów nasiennych, drzew doborowych, plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych”. Program ten, realizowany zgodnie z zasadami przyjętymi w Dyrektywie EU nr 105 z 1999 r. i Ustawie o obrocie leśnym materiałem rozmnożeniowym, stanowi jakościową zmianę w podejściu do tworzenia bazy nasiennej z fenotypowej na genetyczną i umożliwi utworze-

- nie nie istniejącej dotychczas w Polsce kategorii leśnego materiału rozmnożeniowego „przetestowany”.
27. Zakładane scenariusze zmian klimatycznych, w tym przede wszystkim wzrost temperatury i zmniejszenie opadów, stanowią prawdopodobnie największe wyzwanie dla leśnictwa od czasu osiemnastowiecznego kryzysu dotyczącego zasobów drewna, który doprowadził do sformułowania koncepcji trwałego użytkowania lasu. Pragmatyczna praktyka leśna musi przygotować się na długoterminowe zmiany, nie mające jak dotychczas żadnego odpowiednika. Wsparcie może nadejść jedynie ze strony badań podstawowych, takich jak ekologia czy genetyka.
 28. Reakcja populacji na przeniesienie do nowych warunków może być obserwowana na powierzchniach proveniencyjnych założonych w różnych warunkach glebowych i klimatycznych. Umożliwi to ocenę stabilności cech ilościowych i jakościowych (*stability of performance*) populacji rosnących w zróżnicowanych warunkach. Stopień stabilności, wyrażający zdolność populacji do zachowania produktywności w zmieniających się warunkach, jest dziedziczony i może istotnie różnicować populacje w obrębie gatunku. Jeżeli zmiana środowiskowa przekracza poziom determinowanej genetycznie tolerancji i stabilności, żywotność zaczyna gwałtownie spadać i konieczne są działania wspomagające (przemieszczanie).
 29. Naturalna selekcja i stabilność fenotypowa (plastyczność) mogą nie rozwiązywać kwestii adaptacji do przewidywanych zmian klimatu, szczególnie na obszarach nizinnych, a powszechnie głoszona teoria mówiąca, że rodzime pochodzenie jest najlepsze, może okazać się niesłuszna w przyszłości.
 30. Uzyskane w badaniach proveniencyjnych informacje o plastyczności proveniencji powinny być wykorzystywane przy wyborze populacji do rozmnażania. Populacje rosnące w warunkach skrajnych (susza) charakteryzują się zmniejszonym zróżnicowaniem genetycznym oraz obniżonym potencjałem adaptacyjnym, dlatego nie mogą być wykorzystywane w szerszym zakresie.
 31. Migrację wspieraną jako przyszłą opcję działań ograniczających niekorzystny wpływ zmian klimatycznych należy brać pod uwagę, uwzględniając konsekwencje ekologiczne i genetyczne.
 32. Dynamicznie rozwijające się badania molekularne dostarczają wielu cennych informacji o gatunkach drzew leśnych dotyczących m.in. różnorodności genetycznej, poznania procesów biologii reprodukcyjnej i ewolucji gatunków, charakterystyki i oceny wartości genetycznej, na poziomie osobników, rodów i populacji, identyfikacji gatunków i mieszańców międzygatunkowych drzew leśnych, diagnostyki, monitorowania patogenów oraz szkodników leśnych oraz identyfikacji geograficznego pochodzenia leśnego materiału rozmnożeniowego.
 33. Informacje molekularne powinny być w maksymalnym stopniu wykorzystywane przy tworzeniu nowych programów hodowlanych, oraz w podejmowa-

- niu decyzji odnośnie do zarządzania zasobami genowymi (np. w trakcie naturalnego odnowienia), lub też wieloobszarowej różnorodności genetycznej gatunku w celu określenia tzw. „jednostek ochrony”.
34. Produkty takie jak drewno konstrukcyjne, papier, ubrania, guma, biopaliwa i wiele innych są pochodzenia roślinnego. Rosnące zapotrzebowanie na te produkty nie w pełni może być pokryte z produkcji leśnej. W ostatnich latach doszło do gwałtownego rozwoju biotechnologii drzew o relatywnie dużym przyroście biomasy. Plantacje eukaliptusa i topoli stanowią znaczną bazę surowcową do produkcji pulpy celulozowej, paliw płynnych opartych na etanolu i jego pochodnych. Plantacje te z genetycznie zredukowaną zawartością ligniny są jednym z przykładów plantacji drzew GMO.
 35. Na świecie odczuwalny jest brak wydajnych technologii produkcji biopaliw wyższych generacji, dlatego zakładanie plantacji szybko rosnących odmian topól, transgeniczne modyfikacje właściwości ścian komórkowych (drewna) i nowe badania podjęte we współpracy z przemysłem są zdecydowanie zasadne, a korzyści zastosowania tych rozwiązań w praktyce będą miały wymiar ekologiczny, społeczny i ekonomiczny.
 36. Pośród działań ludzkich prowadzonych w ostatnim okresie w leśnictwie najistotniejszymi są: hodowla selekcyjna drzew leśnych ukierunkowana na produkcję drewna i decydująca o ekonomice tej gałęzi, jak również ochrona zasobów genowych. Ulepszone odmiany – zwykle 1-ej generacji – zostały wyselekcjonowane dla większości podstawowych gatunków drzew leśnych i są w większości krajów wykorzystywane do odnowień i zalesień. Włączenie tych odmian do długookresowych programów hodowli selekcyjnej drzew leśnych, w nowych socjo-ekonomicznych i klimatycznych uwarunkowaniach wymaga szczególnej ostrożności, integracji wiedzy naukowej i technicznej oraz działań wielodyscyplinarnych gwarantujących stabilność funkcjonowania długookresowych programów. Ścisła współpraca międzynarodowa jest konieczna do osiągnięcia lepszych efektów realizacji tych programów. Projekty badawcze finansowane przez EU, szczególnie projekty dotyczące infrastruktury badawczej „Research infrastructure network programme”, stwarzają możliwości tworzenia wspólnych platform badawczych – europejskich centrów hodowli selekcyjnej drzew leśnych „European Tree Breeding Centre”.

Blok V. Odnowienia oraz pielęgnowanie i kształtowanie struktury lasu

37. Cele hodowli lasu obejmują dwie grupy zadań odpowiadających dwóm etapom reprodukcji lasu, do których należą: 1) odnawianie lasu oraz 2) pielęgnowanie lasu. Pierwszy z tych etapów ma decydujący wpływ na skład gatunkowy drzewostanów, ich strukturę wiekową, zasobność i produktywność drzewostanów oraz ekonomiczne aspekty gospodarki leśnej. Jednym słowem odnowienie lasu określa strukturę przedmiotową inwestycji leśnych.

38. Dzięki zabiegom pielęgnacyjnym i ochronnym lasy zagospodarowane, w porównaniu z lasami naturalnymi, charakteryzują się większą pod względem ilościowym i jakościowym produkcją drewna z jednostki powierzchni w określonym czasie. Obok zwiększenia produkcji drewna pod względem ilościowym i jakościowym celem pielęgnacji jest również: 1) uzyskanie optymalnego z punktu widzenia przyrodniczego i gospodarczego typu drzewostanu, 2) skrócenie okresu produkcji oraz 3) zwiększenie odporności drzewostanu, ale także 4) zwiększenie bezpieczeństwa osób przebywających na terenach leśnych, szczególnie w pobliżu miast i osiedli.
39. Pielęgnowanie lasu oparte jest głównie na selekcji hodowlanej. Jej pozytywny wariant sprzyja skoncentrowaniu przyrostu na drzewach o najwyższej jakości, co prowadzi do zwiększenia wartości produkcji drzewostanu.
40. Pielęgnowanie drzewostanów w Polsce cechuje bardzo duża intensywność i pracochłonność zabiegów, zwłaszcza drzewostanów młodszych klas wieku. Rosnące przy tym koszty pielęgnacji i deficytowe czyszczenie wczesne i późne, a nawet trzebieże, zmuszają do poszukiwania rozwiązań sprzyjających obniżeniu kosztów i zwiększeniu dochodów z pielęgnacji drzewostanów. Działania te polegają głównie na koncentracji zabiegów pielęgnacyjnych (tzw. pielęgnacja punktowa) oraz na szerokim wykorzystaniu naturalnych praw rozwojowych drzewostanów. Mimo dysponowania sprawdzonymi i skutecznymi metodami pielęgnacji, konieczne jest poszukiwanie nowych, bardziej racjonalnych, rozwiązań z uwagi na zmieniające się uwarunkowania ekonomiczne leśnictwa.
41. Decyzje hodowlane są na ogół bardzo złożone, gdyż wynikają z aspektów środowiskowych, ekonomicznych, społecznych i kulturowych. Do istotnych i nadal oczekujących na pełne rozwiązanie problemów ekonomicznych, wzorem innych sektorów gospodarki, należy określenie ścisłego i jednoznacznego związku między pieniężną wartością przyrodniczych (naturalnych) zasobów majątku leśnego a bieżącą wartością dochodów i nakładów gospodarki leśnej. Brak koherencji między tymi elementami jest wynikiem rozbieżności między metodami służącymi do monetaryzacji z jednej strony materialnych zasobów majątku leśnego, z drugiej zaś – rynkowych strumieni dochodów i nakładów.
42. Podstawą sukcesu w hodowli lasu jest prawidłowe jego odnowienie, a zwłaszcza wybór sposobów odnowienia. Preferowanie odnowienia naturalnego wymaga spełnienia kilku podstawowych warunków, w tym dobrego urodzaju zdolnych do kiełkowania nasion, niezadarnionej przez kilka lat powierzchni objętej odnowieniem oraz odpowiednich warunków klimatycznych w okresie wysiewu nasion.
43. Bioekonomia, która zajmuje się ekonomicznymi zagadnieniami produkcji i przerobu surowców biologicznych, koncentruje uwagę na zwiększeniu efektywności produkcji biomasy i wykorzystania otrzymanych z niej pro-

- duktów. Dotyczy to całego sektora leśno-drzewnego, w tym PGL Lasy Państwowe.
44. Wartość ekonomiczna nie obejmuje wszystkich kategorii wartości, jakie ludzie wiążą z materialnymi dobrami, w tym z lasem. Tym niemniej ekonomiczne kryteria wartości sprzyjają analizowaniu ludzkich decyzji z punktu widzenia dokonywanych wyborów, poszukiwania kompromisu między różnymi stopniami niezaspokojonych potrzeb zarówno materialnych, jak i niematerialnych.

*Opracowali:
prof. dr hab. Andrzej Klocek i dr inż. Jan Matras*

