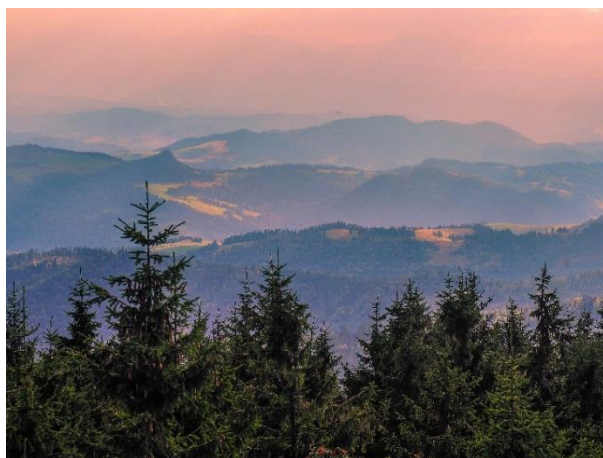


Mgr inż. Wojciech Młynarski

**ZASTOSOWANIE METODY  
DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)  
W BADANIU EFEKTYWNOŚCI  
GOSPODAROWANIA NADLEŚNICTW**



**Autoreferat rozprawy doktorskiej wykonanej  
w  
Instytucie Badawczym Leśnictwa**

Promotor: **Dr hab. Janusz Kocel, prof. nadzw.**

Recenzenci: **Dr hab. Lech Płotkowski, prof. nadzw. UŁ**

**Dr hab. Krzysztof Adamowicz**

SEKOCIN STARY 2017

## 1. WSTĘP

Gospodarka rozumiana jest jako działanie mające na celu możliwie najlepsze zaspokojenie nieograniczonych potrzeb ludzkich za pomocą ograniczonych środków (Szoega 2005). W przypadku gospodarstwa leśnego działanie to sprowadza się do realizacji określonych funkcji lasu (produkcyjnych i pozaprodukcyjnych).

Gospodarka leśna na przestrzeni ostatnich wieków przeszła przemianę zarządzania i celów produkcji leśnej. Pierwsze zasady jej prowadzenia, podporządkowane funkcji produkcyjnej miały swój początek w XVII wieku, kiedy w wyniku rozbudowy infrastruktury przemysłowej i komunikacyjnej gwałtownie wzrosło zapotrzebowanie na drewno. Zmiana nastąpiła w I połowie XIX w., kiedy pod wpływem nurtu liberalnej ekonomii wolnorynkowej Adama Smitha materiałowa funkcja produkcji leśnej została zdominowana przez funkcję ekonomiczną (Klocek 2001). W okresie powojennym, aż do lat osiemdziesiątych XX wieku, gospodarka leśna w Polsce podlegała scentralizowanemu systemowi gospodarczemu. Specyfiką tego okresu była gospodarka dochodowa oparta na pozyskaniu i urzędowych cenach drewna (Broda 2007). Dopiero liberalizacja reform gospodarczych w Polsce w latach osiemdziesiątych, obejmująca również przedsiębiorstwa Lasów Państwowych, była pomostem do gospodarki rynkowej (Broda 2007).

Przełom w rozwoju leśnictwa nastąpił na początku lat dziewięćdziesiątych w wyniku przemian gospodarczych i ustrojowych. Gospodarka Lasów Państwowych przekształciła się z systemu (modelu) gospodarki nakazowo-rozdzielczej (centralnej) w system gospodarki popytowo-podażowej (rynkowej), a wchodząca w życie w roku 1991 ustawa o lasach określiła nowe zasady finansowania Lasów Państwowych.

Nową erę globalnego podejścia do leśnictwa zapoczątkował w 1992 roku Szczyt Ziemi w Rio de Janeiro. Podczas konferencji przyjęto m.in. Agendę 21, Deklarację z Rio oraz Zasady Leśne. Ostatni dokument wyznaczył nowe kierunki w zakresie ochrony lasów, ich użytkowania w sposób zrównoważony, prowadzenia stałego monitoringu stanu lasów oraz międzynarodowej współpracy w zakresie leśnictwa (Paschalis-Jakubowicz 2011). Wypracowany został model trwale zrównoważonej i wielofunkcyjnej gospodarki leśnej mający swoje odzwierciedlenie w „Polityce leśnej państwa” (MOŚZNiL 1997) i „Polityce ekologicznej państwa (MŚ 2008)

Dostosowywanie się do gospodarki wolnorynkowej było dla Lasów Państwowych poważnym wyzwaniem. Funkcjonując w warunkach konkurencji gospodarstwo musiało

podjąć szereg działań służących poprawie jego sytuacji ekonomicznej. Skupiały się one m.in. na decentralizacji zarządzania, optymalizacji wielkości nadleśnictw, sprzedaży zbędnej infrastruktury oraz obniżeniu kosztów pracy w drodze redukcji zatrudnienia i prywatyzacji prac leśnych (Kocel 2013). Jednocześnie Lasy Państwowe zobligowane zostały do prowadzenia gospodarki leśnej w sposób zrównoważony pod względem środowiskowym, społecznym i ekonomicznym. Ustawa o lasach z 1991 roku podkreśla wagę efektywności gospodarowania w Lasach Państwowych. W myśl artykułu 50 tej ustawy „Lasy państwowe prowadzą działalność na zasadzie samodzielności finansowej i pokrywają koszty działalności z własnych przychodów”, dlatego ważną funkcją Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe (PGLLP) jest funkcja produkcyjna (gospodarcza). Stanowi ona podstawę ekonomicznej egzystencji współczesnej gospodarki leśnej a wytworzone i sprzedane dzięki niej dobra materialne pokrywają koszty realizacji funkcji pozaprodukcyjnych (Klocek 2003).

Efektywność gospodarki leśnej jest wynikiem procesów zachodzących w gospodarstwie leśnym określanych za pomocą nakładów (czynników produkcji) i efektów (produkcja leśna). Rolą gospodarstwa leśnego jest więc poszukiwanie sposobów pozwalających na uzyskanie najkorzystniejszego (optymalnego) stosunku między poniesionymi nakładami a osiągniętymi efektami (Klocek i Płotkowski 2009). Sprowadza się to najczęściej do tego, aby przy posiadanych zasobach dążyć do maksymalizacji efektów przy określonych nakładach (zasada największej wydajności) lub minimalizować nakłady w celu osiągnięcia oczekiwanych efektów (zasada oszczędności). Głównym narzędziem wykorzystywanym do rozpatrywania i oceny tych zagadnień jest analiza ekonomiczna, która, dostosowana do specyfiki gospodarki leśnej i uwzględniająca szerokie spektrum wskaźników, powinna być fundamentem prowadzenia racjonalnej gospodarki finansowej w leśnictwie.

Informacja na temat czynników wpływających na efektywność gospodarowania nadleśnictw jest podstawą efektywnej realizacji funkcji pełnionych przez PGLLP. Mnogość funkcji i celów stawianych gospodarce leśnej sprawia, że efektywne gospodarowanie nadleśnictwem jest czynnością skomplikowaną i wymagającą wsparcia ze strony analiz ekonomicznych, zwłaszcza w wymiarze pomiaru efektywności.

## **2. CEL I ZAKRES PRACY**

Głównym celem podjętych badań była ocena efektywności oraz identyfikacja czynników wpływających na efektywność gospodarowania nadleśnictwami w latach 2008-2012 z wykorzystaniem metody granicznej analizy danych DEA (*Data Envelopment Analysis*) oraz modelu ekonometrycznego Tobit.

Na podstawie analizy merytorycznej, w pracy przyjęto następujące hipotezy badawcze:

1. Metoda DEA stanowi uniwersalne i użyteczne narzędzie do pomiaru efektywności gospodarowania nadleśnictwami.
2. Pomiar efektywności z zastosowaniem nieparametrycznej metody DEA wskazuje, że nadleśnictwa z przewagą siedlisk wyżynnych i górskich są mniej efektywne od nadleśnictw gospodarujących na terenach nizinnych.
3. Wyniki efektywności finansowej mierzone za pomocą nieparametrycznej metody DEA oraz syntetycznego miernika rozwoju (SMR) są istotnie dodatnio skorelowane.
4. Wybrane czynniki zewnętrzne (egzogeniczne) mają istotny wpływ na efektywność gospodarowania nadleśnictwami.

## **3. METODYKA BADAŃ**

### **3.1. Grupowanie nadleśnictw**

W celu zapewnienia porównywalności wyników badań pogrupowano jednostki organizacyjne pod względem zbliżonej struktury typów siedliskowych typów lasu (TSL), według metodyki zaproponowanej przez Kocela (2004). Pozwoliło to na podział nadleśnictw w zależności od procentowego udziału siedliskowych typów lasu na trzy kategorie: „górskie”, „wyżynne” i „nizinne” (tabela 1). Do kategorii nadleśnictw „górskich” zaliczono obiekty, w których udział siedlisk górskich przekraczał 50%. Analogicznie zdefiniowano pozostałe dwie kategorie: w kategorii nadleśnictw „wyżynnych” znalazły się jednostki z udziałem siedlisk wyżynnych przekraczającym 50%, a w grupie nadleśnictw „nizinnych” udział siedlisk nizinnych wyniósł ponad 50%.

Tabela 1. Pogrupowanie nadleśnictw według struktury siedliskowych typów lasu

Kategoria	Nazwa	Kryteria	Liczba nadleśnictw	Przyjęte w analizie DEA	Liczba nadleśnictw
I	„Nadleśnictwa nizinne”	udział siedlisk nizinnych powyżej 50%	62	„Nadleśnictwa nizinne”	62
II	„Nadleśnictwa wyżynne”	udział siedlisk wyżynnych powyżej 50%	15	„Nadleśnictwa wyżynno-górskie”	51
III	„Nadleśnictwa górskie”	udział siedlisk górskich powyżej 50%	36		

Liczba nadleśnictw „wyżynnych” nie spełniła wymogu minimalnej liczby jednostek (DMU), zgodnie z którym powinna ona być przynajmniej 3 - krotnie większa od łącznej liczby zmiennych biorących udział w analizie efektywności metodą DEA, gdyż może dojść do zawyżania wskaźników efektywności (Guzik 2009). W związku z tym dokonano połączenia dwóch kategorii nadleśnictw: „wyżynnych” i „górskich” w jedną kategorię nadleśnictwa „wyżynno-górskie”. W dalszym etapie skorygowano liczbę nadleśnictw o jednostki, na terenie których wystąpiły zjawiska klęskowe, które w badanym okresie przyczyniły się do przekroczenia rozmiaru niektórych zadań w zakresie gospodarki leśnej o kilkaset procent. W efekcie do dalszych badań i analiz przyjęto 110 nadleśnictw z podziałem na nadleśnictwa „wyżynno-górskie” (48) i nadleśnictwa „nizinne” (62).

### 3.2. Wybór zmiennych wejściowych i wyjściowych charakteryzujących nadleśnictwa

Nieparametryczna metoda DEA opiera się na doborze zmiennych reprezentujących nakłady i efekty (tzw. zmienne wejściowe i wyjściowe). Prawidłowa identyfikacja zmiennych jest kluczowym etapem w analizie efektywności, a wybranie niereprezentatywnych zmiennych może doprowadzić do zafałszowania wyników.

Nakłady i efekty wytypowano zgodnie z założonym celem badań. Na możliwość wyrażania nakładów i efektów w jednostkach naturalnych (technicznych) oraz wartościowych (pieniężnych) w gospodarstwie leśnym zwracał uwagę Marszałek (1974). W związku z tym analizę efektywności gospodarowania nadleśnictw podzielono na dwa rodzaje efektywności: finansową i zasobów gospodarczych. W procesie produkcji leśnej

wyrażeniem efektywności zasobów gospodarczych są nakłady materialne (czynniki produkcji) w relacji do efektu materialnego. Efektywność finansowa polega natomiast na transformacji nakładów (kosztów) w produkt końcowy (efekt), który jest przychodem z gospodarki leśnej.

W pracy przyjęto następujące zmienne wejściowe (nakłady) w efektywności finansowej nadleśnictw:

- a) Koszty pozyskania drewna [zł].
- b) Koszty zagospodarowania lasu [zł].
- c) Koszty Służby Leśnej [zł].
- d) Pozostałe koszty działalności administracyjnej [zł].

Jako zmienną wyjściową po stronie efektów wybrano przychody ze sprzedaży drewna [zł], które są ewidencjonowane w ramach przychodów ze sprzedaży działalności podstawowej. Ich sumaryczna wartość obejmuje przychody w zakresie wszystkich sortymentów drzewnych.

W ramach efektywności zasobów gospodarczych przyjęto następujący zestaw nakładów (zmiennych wejściowych):

- a) Powierzchnia nadleśnictwa [ha].
- b) Zatrudnienie wyrażone liczbą pracowników.
- c) Zapas drewna na pniu w nadleśnictwie [ $m^3$ ].

Po stronie efektów przyjęto jedną zmienną wyjściową. Jest nią wielkość pozyskanego drewna [ $m^3$ ]. Stanowi ona sumaryczną ilość pozyskanego drewna w danym roku kalendarzowym w ramach rębego i przedrębego użytkowania lasu.

### 3.3. Wybór modeli DEA

W metodyce DEA zakłada się, iż badana grupa jednostek gospodarczych posługuje się zbliżoną technologią. W szczególności jednostki wytwarzają te same rodzaje efektów (wyjść – *outputs*) z tych samych rodzajów nakładów (wejść – *inputs*). Efektywność techniczna, zgodnie z koncepcją Farella, oznacza zdolność pojedynczej jednostki do produkcji maksymalnych efektów przy określonym poziomie nakładów (orientacja na efekty) lub maksymalnej redukcji nakładów przy utrzymaniu danego poziomu efektów (orientacja na nakłady). Przyjmuje się, że jednostki decyzyjne (w tym przypadku nadleśnictwa), których celem jest przede wszystkim minimalizacja nakładów, powinny być analizowane za pomocą modelu zorientowanego na nakłady, zaś obiekty

maksymalizujące wpływy za pomocą modelu zorientowanego na efekty. W związku z tym w badaniu przyjęto orientację na nakłady.

W postępowaniu badawczym, do obliczenia miary efektywności finansowej i zasobów gospodarczych nadleśnictw przyjęto model zmiennych korzyści skali VRS (*Variable Returns to Scale*) zapisany w postaci formuły:

$$\theta_0 \rightarrow \text{MIN} \quad (1)$$

$$\theta_0 \mathbf{x}_0 \geq \sum_{j=1}^n \lambda_{j0} \mathbf{x}_j, \mathbf{y}_0 \leq \sum_{j=1}^n \lambda_{j0} \mathbf{y}_j, \sum_{j=1}^n \lambda_{j0} = 1, \quad (2)$$

$$\theta_0 \in \mathbb{R}, \lambda_{j0} \geq 0, j = 1, \dots, n \text{ (zmiennie decyzyjne)}; \quad (3)$$

gdzie:

$\theta_0^*$  – miara efektywności danej jednostki,

$n$  – liczebność nadleśnictw,

$m$  – liczba nakładów,

$s$  – liczba produktów,

$\lambda_{j0}$  – wagi intensywności,

$\mathbf{x}_j = [x_{1j}, \dots, x_{mj}]$  – wektor ilości nakładów zużytych przez  $j$ -tą jednostkę,

$\mathbf{y}_j = [y_{1j}, \dots, y_{sj}]$  – wektor ilości efektów wytworzonych przez  $j$ -tą jednostkę,

Dodatkowo, przy ustaleniu lokalnego typu efektów skali charakteryzujących dane nadleśnictwo, skorzystano z metody efektywności skali, wykorzystującej modele CRS i NIRS.

Do obliczeń wskaźników efektywności wykorzystano program optymalizacji liniowej EMS (Efficiency Measurement System), który został pobrany ze strony internetowej [www.holger-scheel.de/ems/](http://www.holger-scheel.de/ems/).

### 3.4. Metoda efektywności skali

Jedną z zalet metody DEA jest możliwość określenia typu efektów skali badanych nadleśnictw. Efekt skali w ogólnym ujęciu pokazuje oddziaływanie podniesienia nakładów na poziom osiągniętych efektów. Przyjmuje się, że jednostka osiąga rosnące korzyści skali, jeżeli proporcjonalnemu wzrostowi nakładów towarzyszy wyższy niż proporcjonalnie przyrost efektów, co oznacza, że zwiększenie skali produkcji spowoduje wzrost jej efektywności. O malejących korzyściach skali (niekorzyściach), mówimy

wówczas, gdy proporcjonalnemu wzrostowi nakładów towarzyszy mniej niż proporcjonalny wzrost produkcji (efektów). Jednostki działające w tym obszarze charakteryzują się stosunkowo wolnym rozwojem. Za jednostkę działającą w obszarze stałych (optymalnych) efektów skali uważa się taką, w której produkcja rośnie wprost proporcjonalnie do zaangażowanych nakładów.

W pierwszej kolejności dla danej jednostki oblicza się miernik efektywności skali  $S_1$  określony wzorem (Prędko 2016):

$$S_1 = \frac{E_{CRS}}{E_{VRS}} \quad (4)$$

gdzie:

$E_{CRS}$  – efektywność techniczna pochodząca z modelu CRS,

$E_{VRS}$  – efektywność techniczna pochodząca z modelu VRS.

Przyjmuje się, że nadleśnictwo jest efektywne względem skali, tzn. znajduje się w obszarze stałych efektów skali (optymalnych) jeżeli wartość wskaźnika  $S_1$  równa będzie jedności. W przypadku, gdy wskaźnik  $S_1$  jest mniejszy od jedności, jednostka nie jest efektywna względem skali i znajduje się w obszarze lokalnie malejących lub rosnących efektów skali. W celu rozstrzygnięcia, w którym z tych dwóch obszarów znajduje się jednostka nieefektywna, obliczono wskaźnik  $S_2$  zgodnie ze wzorem (Prędko 2016):

$$S_2 = \frac{E_{CRS}}{E_{NIRS}} \quad (5)$$

gdzie:

$E_{CRS}$  – miernik efektywności  $\theta_0$  liczony za pomocą modelu CRS,

$E_{NIRS}$  – miernik efektywności  $\theta_0$  liczony za pomocą modelu NIRS.

Jeżeli wartość wskaźnika  $S_2$  równa się jedności, to nadleśnictwo znajduje się w sferze lokalnie rosnących efektów skali. Natomiast  $S_2$  poniżej jedności oznacza, że badana jednostka jest w sferze lokalnie malejących efektów.



### 3.5. Ocena sytuacji finansowej nadleśnictw za pomocą syntetycznego miernika rozwoju (SMR)

W pracy przyjęto, że kondycja finansowa nadleśnictw określona za pomocą syntetycznego miernika rozwoju stanowi odzwierciedlenie ich efektywności finansowej. W związku z tym wyniki tej analizy zostały wykorzystane jako metoda porównawcza w odniesieniu do efektywności finansowej określonej metodą DEA. Za cechy diagnostyczne, które tworzą miernik syntetyczny przyjęto 8 wskaźników finansowych. Syntetyczny miernik rozwoju obliczono za pomocą formuły (Nowak 1990):

$$SMR = k^{-1} \cdot \sum_{k=1}^k z_{ik} ; (i = 1, \dots, N) \quad (6)$$

gdzie:

$SMR$  – syntetyczny miernik rozwoju

$z_{ik}$  – znormalizowana wartość  $k$ -tej cechy w  $i$ -tej jednostce,

$k$  – liczba cech diagnostycznych,

$N$  – nadleśnictwa.

Syntetyczny miernik rozwoju umożliwił ustalenie rankingu nadleśnictw według stopnia ich kondycji finansowej w latach 2008-2012. Wartości wskaźników syntetycznych umiejscowione są w przedziale od zera do jedności (0-1). Im wyższa wartość  $SMR$  tym lepsza jest kondycja (efektywność) finansowa nadleśnictwa.

### 3.6. Pomiar zmian efektywności w czasie – indeks Mälmqvista

W toku dalszych badań dokonano pomiaru zmian efektywności nadleśnictw w czasie za pomocą indeksu Mälmqvista. Do określenia indeksu Mälmqvista zostały wykorzystane wskaźniki efektywności technicznej obliczone metodą DEA w orientacji na nakłady.

Indeks Mälmqvista obliczono z pomocą formuły (Althin 2001, Färe i Grosskopf 1994):

$$M_o^{t,t+1} = \left[ \frac{E^t(\mathbf{x}_{o,t+1}, \mathbf{y}_{o,t+1})}{E^t(\mathbf{x}_{ot}, \mathbf{y}_{ot})} \times \frac{E^{t+1}(\mathbf{x}_{o,t+1}, \mathbf{y}_{o,t+1})}{E^{t+1}(\mathbf{x}_{ot}, \mathbf{y}_{ot})} \right]^{1/2} \quad (7)$$

gdzie:

$E^t(\mathbf{x}_{ot}, \mathbf{y}_{ot})$  – miara efektywności jednostki  $o$  w okresie  $t$  i technologii z okresu  $t$ ,

$E^{t+1}(\mathbf{x}_{o,t+1}, \mathbf{y}_{o,t+1})$  – miara efektywności jednostki  $o$  w okresie  $t + 1$  i technologii z okresu  $t + 1$ ,

$E^{t+1}(\mathbf{x}_{ot}, \mathbf{y}_{ot})$  – międzyokresowa miara efektywności jednostki  $o$  w okresie  $t$  i technologii z okresu  $t + 1$ ,

$E^t(\mathbf{x}_{o,t+1}, \mathbf{y}_{o,t+1})$  – międzyokresowa miara efektywności jednostki  $o$  w okresie  $t + 1$  i technologii z okresu  $t$ .

Wartość wskaźnika Malmquista większa, mniejsza lub równa jedności świadczy odpowiednio o poprawie, pogorszeniu lub niezmienności obiektu  $o$  (nadleśnictwa) między okresem (rokiem)  $t$  a okresem (rokiem)  $t + 1$ . Powyższy indeks jest średnią geometryczną dwóch indeksów bazowych, gdzie mierzy się zmianę efektywności wykorzystania nakładów względem technologii odpowiednio z roku  $t$  i  $t + 1$ .

### 3.7. Czynniki wpływające na efektywność nadleśnictw

Ostatni etap badań obejmował identyfikację potencjalnych czynników wpływających na efektywność nadleśnictw. Jak zaznaczono wcześniej, posłużył temu model regresji ekonometrycznej Tobit, użyty do przeprowadzenia analizy z podziałem na efektywność finansową oraz zasobów gospodarczych w ramach nadleśnictw „nizinnych” i „wyżynnych”. Wskaźniki efektywności DEA z modelu VRS stanowiły zmienną zależną, a jako zmienne niezależne wybrano potencjalne czynniki zewnętrzne mogące wpływać na efektywność nadleśnictw.

Ponieważ wartości miary efektywności w orientacji na nakłady należą do przedziału  $[0, 1]$ , w analizie wykorzystano tzw. regresję cenzurowaną. Najprostszym w aplikacji modelem z tej klasy jest tzw. model tobitowy typu I z wartością progową równą zero. Wymaga on jednak, by wartości zmiennej objaśnianej należały do przedziału  $[0, \infty]$ . Stąd rolę zmiennej objaśnianej pełni w nim odwrotność wspomnianej miary pomniejszona o jeden, która spełnia ten warunek.

Poniżej podano postać ogólną wspomnianego modelu tobitowego (Kostrzewska 2011):

$$y_i = \begin{cases} y_i^* & \text{gd}y y_i^* > 0, \quad i = 1, \dots, n_1 \\ 0 & \text{gd}y y_i^* \leq 0, \quad i = (n_1 + 1), \dots, n, \end{cases} \quad (8)$$

gdzie:

$y_i^* = \mathbf{X}_i \boldsymbol{\beta}^T + u_i$  – równanie regresji,

$\mathbf{X}_i = [1, X_{1i}, \dots, X_{ki}]$  - wektor zmiennych objaśniających dla  $i$ -tej obserwacji (jednostki),

$\boldsymbol{\beta} = [\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k]$  - wektor parametrów równania regresji,

$u_i$  – składniki losowe równania, niezależne i pochodzące z tego samego rozkładu o wartości oczekiwanej równej 0 oraz stałej wariancji  $\sigma_u^2$  i rozkładzie normalnym.

Indeks  $i$  numeruje nadleśnictwa, zaś  $X_1, \dots, X_k$  stanowią czynniki egzogeniczne, wpływające na miarę efektywności  $E_i$  zorientowaną na nakłady.

Do zbioru zmiennych niezależnych włączono poniższe czynniki zewnętrzne (egzogeniczne):

- a) Wskaźnik zróżnicowania terenu ( $W_{tri}$ ).
- b) Wskaźnik rozdrobnienia kompleksów leśnych ( $W_{komp}$ ).
- c) Gęstość zaludnienia ( $G_z$ ).
- d) Przeciętna liczba lat pracy nadleśniczego w Lasach Państwowych ( $Staż$ ).
- e) Powierzchnia rezerwatów ( $P_{rez}$ ).

Przyjęcie powyższych czynników posiada racjonalne uzasadnienie merytoryczne oraz znajduje odzwierciedlenie w literaturze przedmiotu (Kocel i in. 2015, Gruchała 2005, Janusz 2010, Janeczko i Parzych 2007).

#### **4. WYNIKI BADAŃ**

W analizie efektywności metodą DEA dobór zmiennych jest punktem wyjścia do dalszych badań. Ostateczny wybór zmiennych został podyktowany analizą współczynników korelacji Pearsona między nakładami a efektami, osobno dla zestawów przyjętych do analizy efektywności zasobów gospodarczych i analizy efektywności finansowej. Z przeprowadzonej analizy wynika, że zachowane jest założenie o dodatniej i statystycznie istotnej korelacji pomiędzy nakładami a efektami. Wyniki analizy korelacji Pearsona w efektywności finansowej i efektywności zasobów gospodarczych nie wykluczają żadnej zmiennej z dalszej analizy, potwierdzając jednocześnie merytoryczny wybór zmiennych.

#### 4.1. Analiza efektywności nadleśnictw „nizinych”

Średni wskaźnik efektywności finansowej analizowanych nadleśnictw w latach 2008-2012 wyniósł 0,896 (tabela 2). Oznacza to, że nadleśnictwa „nizinyne” mogłyby osiągnąć tę samą wielkość przychodów z pozyskania drewna przy kosztach działalności mniejszych o 10,4%  $((1-0,896) \cdot 100\%)$ .

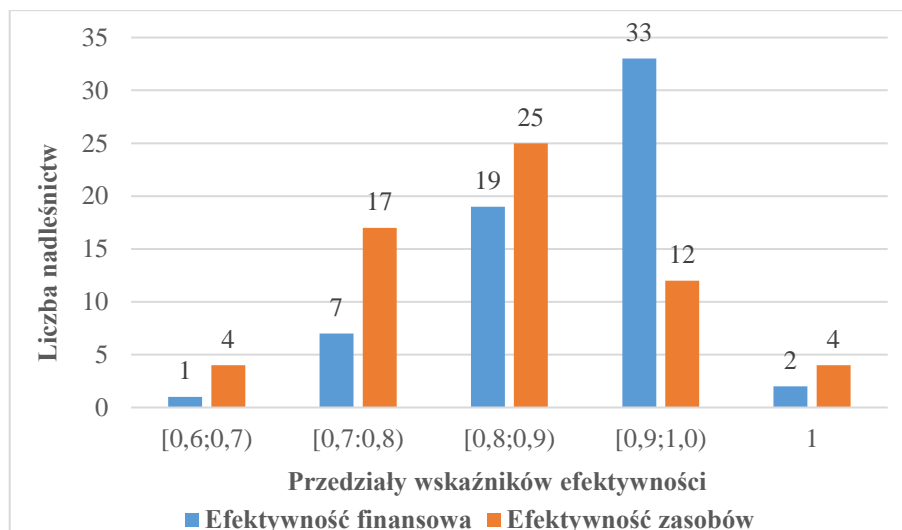
Tabela 2. Statystyki opisowe efektywności finansowej i zasobów gospodarczych w nadleśnictwach „nizinych”

Statystyki opisowe	Efektywność finansowa	Efektywność zasobów gospodarczych
Średnia	0,896	0,839
Min	0,670	0,646
Max	1,000	1,000
Odchylenie standardowe	0,075	0,091
Współczynnik korelacji Pearsona	<b>0,467</b>	

Średnia efektywność zasobów gospodarczych w kategorii nadleśnictw „nizinych” wyniosła 0,839 i jest niższa od efektywności finansowej (tabela 2). W tym przypadku, aby utrzymać pozyskanie drewna na danym poziomie, analizowane nadleśnictwa powinny zużywać 16,1% mniej nakładów w postaci zasobów gospodarczych (czynników produkcji).

Warto zaznaczyć, że statystyki efektywności finansowej i zasobów gospodarczych w grupie nadleśnictw „nizinych” kształtują się na bardzo podobnym poziomie. Nieznaczne odchylenia standardowe miar obu rodzajów efektywności wskazują na ich niewielkie rozproszenie, co oznacza, że średnie wartości wskaźników efektywności są wysoce reprezentatywne.

W kategorii nadleśnictw „nizinych” istnieje niewielka liczba nadleśnictw efektywnych zarówno od strony finansowej jak i zasobów gospodarczych, odpowiednio 2 (3,2%) i 4 (6,5%) na 62 jednostki (rycina 1). Nadleśnictwa „nizinyne” są w większości bardziej efektywne finansowo niż od strony zasobów gospodarczych. W ponad 80% nadleśnictwach (52 jednostki) wskaźniki efektywności finansowej mieszczą się w przedziale od 0,80 (80%) do 0,99 (99%). W przypadku efektywności zasobów gospodarczych liczba nadleśnictw w przedziale 0,80-0,99 wynosi 58% (36 jednostek).



Rycina 1. Miary efektywności finansowej i zasobów gospodarczych nadleśnictw „nizinnych”

Rezultatem powyższych analiz było statystyczne porównanie przedstawionych rodzajów efektywności finansowej i zasobów gospodarczych. Z analizy wynika, że wartości efektywności finansowej i zasobów gospodarczych w nadleśnictwach „nizinnych” są istotnie dodatnio skorelowane (tabela 2). Oznacza to, że wraz ze wzrostem efektywności finansowej można się spodziewać wzrostu efektywności zasobów gospodarczych.

#### 4.2. Analiza efektywności nadleśnictw „wyzynno-górskich”

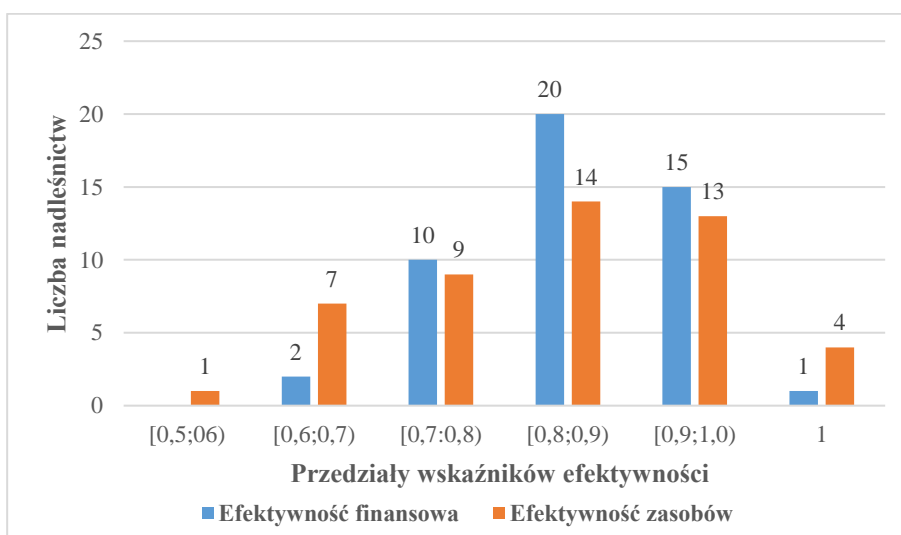
Średnia efektywność w latach 2008-2012 dla efektywności finansowej wyniosła 0,853 (tabela 3). W związku z tym, gdyby nadleśnictwa „wyzynno-górskie” efektywnie gospodarowały, byłyby w stanie obniżyć koszty swojej działalności o 14,7%, osiągając przy tym tę samą wielkość przychodów. Jednocześnie średnia wartość wskaźników efektywności zasobów gospodarczych w analizowanym okresie wyniosła 0,823 (tabela 3). Oznacza to, że aby zachować rozmiar pozyskanego drewna na ustalonym poziomie, nadleśnictwa „wyzynno-górskie” mogłyby obniżyć wielkość nakładów o 17,7%.

Tabela 3. Statystyki opisowe efektywności finansowej i zasobów gospodarczych w nadleśnictwach „wyzynno-górskich”

Statystyki opisowe	Efektywność finansowa	Efektywność zasobów gospodarczych
Średnia	0,853	0,823
Min	0,692	0,597
Max	1,000	1,000
Odchylenie standardowe	0,080	0,110
Współczynnik korelacji Pearsona	<b>0,521</b>	

Z analizy efektywności finansowej nadleśnictw „wyzynno-górskich” wynika, że tylko jedno nadleśnictwo okazało się w 100% efektywne, podczas gdy w efektywności zasobów gospodarczych wyróżniały się cztery jednostki (rycina 2).

W nadleśnictwach „wyzynno-górskich” odnotowano większą frakcję jednostek znajdujących się blisko granicy efektywności finansowej niż efektywności zasobów gospodarczych (rycina 2). Wskaźniki efektywności w przedziale od 0,80 (80%) do 0,99 (99%) odnotowano w przypadku 35 nadleśnictw (72,9%) dla efektywności finansowej a w przypadku 27 nadleśnictw (56,25%) dla efektywności zasobów gospodarczych. Tym samym powiększyła się liczba jednostek, których efektywność zasobów gospodarczych spadła poniżej 80% (21 jednostek – 43,75%).



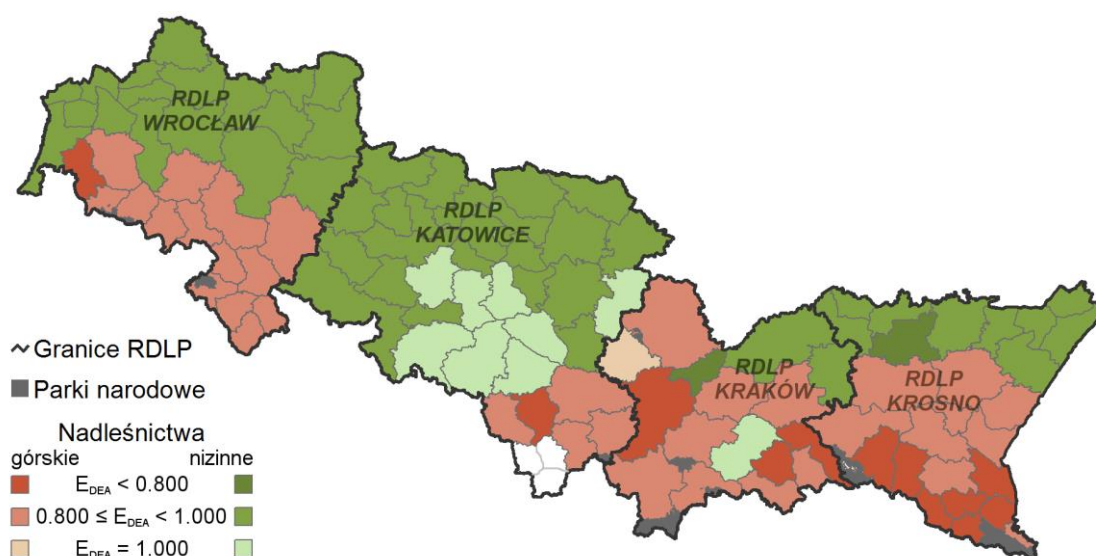
Rycina 2. Miary efektywności finansowej i zasobów gospodarczych nadleśnictw „wyzynno-górskich”

Podobnie jak to miało miejsce w przypadku nadleśnictw „nizinnych”, w badanej grupie nadleśnictw „wyzynno-górskich” również zaobserwowano dodatnią zależność

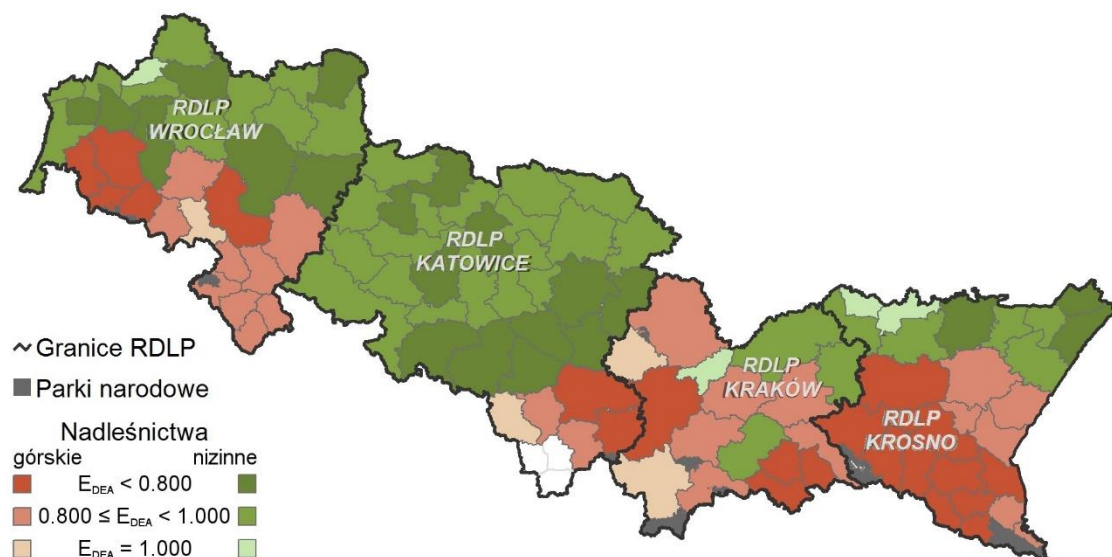
liniową pomiędzy efektywnością finansową a zasobów gospodarczych. Współczynnik korelacji Pearsona w tej sytuacji był wyższy i wyniósł 0,521.

W obu kategoriach nadleśnictw średnia efektywność finansowa jest wyższa niż średnia efektywność zasobów gospodarczych. Przy obecnym poziomie przychodów ze sprzedaży drewna, nadleśnictwa „nizinne” i „wyżynno-górskie” są w stanie średnio obniżyć koszty swojej działalności odpowiednio o 10,4% i 14,7%. Ponadto analizowane jednostki są w stanie utrzymać obecny stan pozyskania drewna obniżając poziom zasobów o 16,1% w nadleśnictwach „nizinnych” oraz 17,7% w nadleśnictwach „wyżynno-górskich”.

Rozmieszczenie nadleśnictw na podstawie mierników efektywności finansowej przedstawiono na rycinach 3-4.



Rycina 3. Rozmieszczenie nadleśnictw na podstawie wskaźników efektywności finansowej (średnia dla lat 2008-2012)



Rycina 4. Rozmieszczenie nadleśnictw na podstawie wskaźników efektywności zasobów gospodarczych (średnia dla lat 2008-2012)

#### 4.3. Efekty skali nadleśnictw „nizinnych” i „wyzynno-górskich”

Wyniki badań wskazują, że nadleśnictwa „nizinne” charakteryzują się średnimi efektami skali bliższymi optymalnym od strony efektywności finansowej ( $S1 = 0,928$ ) niż od strony efektywności zasobów gospodarczych ( $S1 = 0,716$ ). Ponadto dużo wyższy jest odsetek nadleśnictw „nizinnych” charakteryzujących się rosnącymi efektami skali w odniesieniu do efektywności zasobów gospodarczych (90% w stosunku do 76% dla efektywności finansowej) (tabela 4). Jednocześnie mniejszy jest udział (8% w stosunku do 14% dla efektywności finansowej) jednostek gospodarujących w sferze stałych (optymalnych) efektów skali (tabela 4). Wszystkie te obserwacje wskazują, iż potencjał rozwojowy nadleśnictw „nizinnych” jest wyższy w odniesieniu do efektywności zasobów gospodarczych.

Tabela 4. Liczba i udział (%) nadleśnictw w zależności od typu efektów skali

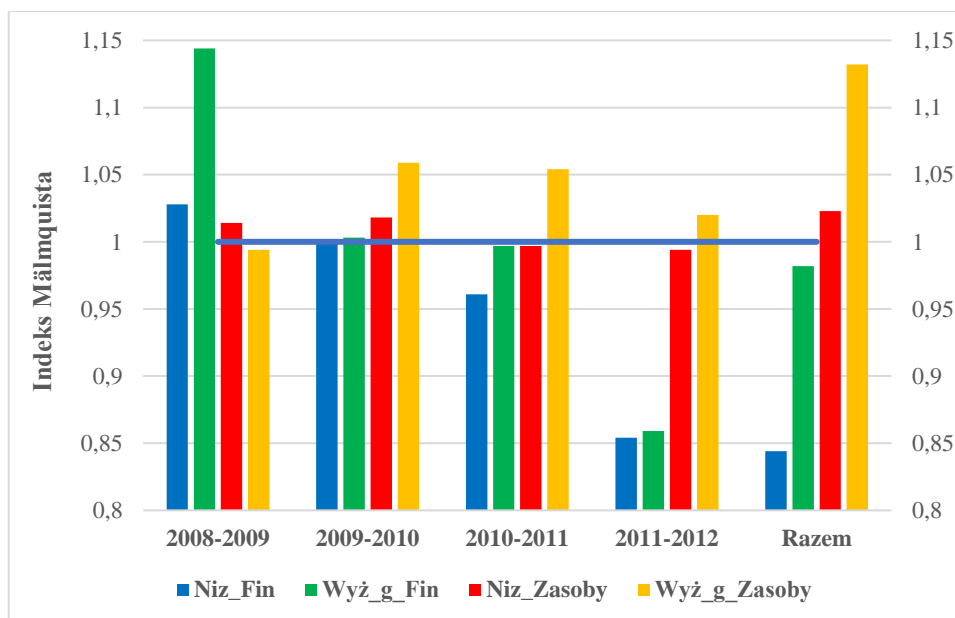
Kategoria efektywności	„Nizinne”			„Wyzynno-górskie”		
	typy efektów skali					
	rosnące	malejące	stałe	rosnące	malejące	stałe
Finansowa	47 (76%)	7 (10%)	8 (14%)	33 (68%)	7 (15%)	8 (17%)
Zasobów gospodarczych	56 (90%)	1 (2%)	5 (8%)	40 (83%)	5 (11%)	3 (6%)



Podobne zależności uzyskano analizując efektywność skali nadleśnictw „wyzynno-górskich”. Wskaźnik S1 dla efektywności finansowej wyniósł 0,915, co oznacza, że jednostki analizowane pod tym względem są bliżej optymalnego obszaru korzyści skali niż jednostki analizowane pod względem efektywności zasobów gospodarczych ( $S1 = 0,860$ ). Wyższy potencjał rozwojowy nadleśnictw „wyzynno-górskich” zauważono w przypadku jednostek analizowanych pod względem efektywności zasobów gospodarczych: 83% jednostek gospodaruje w sferze rosnących efektów skali, a tylko 6% w sferze optymalnych (stałych) efektów skali (tabela 4). Biorąc pod uwagę efektywność finansową nadleśnictw „wyzynno-górskich”, ich potencjał finansowy został częściowo wykorzystany, a oznaką tego jest fakt, że 68% nadleśnictw wykazuje potencjał rozwojowy, a 17% jednostek działa już w optymalnym (stałym) obszarze korzyści skali.

#### 4.4. Analiza efektywności w czasie - Indeks Mälmqvista

Na rycinie 5 przedstawiono zmianę efektywności finansowej i zasobów gospodarczych analizowanych kategorii nadleśnictw w latach 2008-2012.



Rycina 5. Kształtowanie się średniej wartości indeksu Mälmqvista

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że w badanym okresie nastąpił spadek średniej efektywności finansowej nadleśnictw „nizinnych” łącznie o 15,6%. Najwyższy spadek odnotowano w okresie 2011-2012 (14,6%). W nadleśnictwach „wyzynno-górskich” również odnotowano spadek efektywności finansowej. Wartość efektywności w analizowanym horyzoncie czasowym zmalała średnio o 1,8%. Najwyższy wzrost efektywności finansowej nadleśnictw „wyzynno-górskich” odnotowano w okresie 2008-2009 (14,4%). W kolejnych latach następował już tylko jej spadek.

Efektywność nadleśnictw „nizinnych” w zakresie wykorzystania zasobów gospodarczych wzrosła w analizowanym okresie średnio o 2,3% (indeksu Mälmqvista = 1,023). Pozytywne zmiany w wykorzystaniu zasobów gospodarczych zaobserwowano w nadleśnictwach „wyzynno-górskich” z tym, że wzrost efektywności tej grupy nadleśnictw łącznie o 13,2%.

#### **4.5. Efektywność finansowa DEA a sytuacja finansowa nadleśnictw mierzona syntetycznym miernikiem rozwoju (SMR)**

W pracy dokonano porównania wskaźników efektywności uzyskanych metodą DEA w modelu VRS i syntetycznego miernika rozwoju (SMR), jako metody porównawczej do oceny efektywności finansowej.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że między wskaźnikami efektywności finansowej uzyskanej metodą DEA a syntetycznym miernikiem rozwoju (SMR) uzyskano istotną statystyczną zależność. Wynik ten dotyczy zarówno nadleśnictw „nizinnych” ( $r = 0,4045$ ), jak i „wyzynno-górskich” ( $r = 0,5876$ ). Wyniki należy traktować z ostrożnością, biorąc pod uwagę, że w obu metodach przyjmuje się różne założenia metodyczne i dane źródłowe, służące do budowy wskaźników DEA i SMR. Tylko niektóre zmienne, jak na przykład przychody, są wspólne dla obu modeli. Na zbieżność obu metod wpływa również fakt, iż średnia wartość SMR nadleśnictw „nizinnych” jest wyższa niż SMR nadleśnictw „wyzynno-górskich”, podobnie jak to ma miejsce przy zastosowaniu metody DEA. Przypuszczać należy, że na poziom SMR wpływają czynniki podobne do tych, które determinują efektywność finansową w DEA. Wobec tego w pracy odstąpiono od szczegółowej analizy SMR pod względem czynników na niego wpływających. Należy podkreślić, że efektywność w metodzie DEA jest efektywnością względną, a granicę efektywności wyznaczają obiekty odstające

w stosunku do innych obiektów w badanej populacji, natomiast wskaźniki finansowe stanowiące podstawę SMR wyliczane są indywidualnie dla poszczególnych jednostek.

#### 4.6. Analiza czynników zewnętrznych wpływających na efektywność nadleśnictw

Analiza wpływu czynników egzogenicznych na wskaźniki efektywności nadleśnictw stanowiła ostatni etap analizy przeprowadzonej w pracy. Wykorzystano do tego celu model regresyjny, gdzie miary efektywności nadleśnictw (uzyskane za pomocą metody DEA) stanowią zaobserwowane wartości zmiennej objaśnianej, natomiast czynniki egzogeniczne pełnią rolę zmiennych objaśniających.

Wyniki analizy potwierdziły, że spośród pięciu potencjalnych czynników tylko gęstość zaludnienia ( $G_z$ ) ma wpływ na efektywność finansową nadleśnictw „nizinnych”. Z analizy regresji tobitowej wynika, że gęstość zaludnienia powoduje spadek efektywności nadleśnictw „nizinnych” (tabela 5).

Tabela 5. Czynniki zewnętrzne wpływające na efektywność nadleśnictw

Kategoria efektywności	„Nizinne”	„Wyżynno-górskie”
Finansowa	Gęstość zaludnienia ( $G_z$ ) -	Staż pracy nadleśniczego ( $Staż$ ) +
		Powierzchnia rezerwatów ( $P_{rez}$ ) -
		Zróźnicowanie terenu ( $W_{tri}$ ) -
Zasobów gospodarczych	Zróźnicowanie terenu ( $W_{tri}$ ) +	Rozdr. kompleksów leśnych ( $W_{komp}$ ) -
	Rozdr. kompleksów leśnych ( $W_{komp}$ ) -	Zróźnicowanie terenu ( $W_{tri}$ ) -

„+” – pozytywny wpływ na efektywność, „-” – negatywny wpływ na efektywność

Wyniki pokazują, że spośród analizowanych czynników bezpośredni wpływ na wykorzystanie zasobów gospodarczych tych nadleśnictw mają zróźnicowanie terenu ( $W_{tri}$ ) oraz rozdrobnienie kompleksów leśnych ( $W_{komp}$ ). Należy zauważyć, że wzrost wskaźnika  $W_{tri}$  powoduje wzrost efektywności zasobów gospodarczych w nadleśnictwach „nizinnych”. Wpływ rozdrobnienia kompleksów leśnych ( $W_{komp}$ ) na efektywność nadleśnictw jest odwrotny. Przeciętna efektywność wykorzystania zasobów gospodarczych maleje przy wzroście liczby kompleksów leśnych.

Czynnikami negatywnie wpływającymi na efektywność finansową nadleśnictw „wyżynno-górskich” są zróźnicowanie terenu ( $W_{tri}$ ) oraz powierzchnia rezerwatów przyrody ( $P_{rez}$ ). Czynnikiem, który powodował wzrost efektywności nadleśnictw był staż pracy nadleśniczego ( $Staż$ ). Przeciętna liczba lat pracy nadleśniczych w Lasach

Państwowych to czynnik, który w badanej konfiguracji pozytywnie wpłynął na efektywność analizowanych jednostek.

Przedstawione wyniki w tabeli 5 pokazują, że na efektywność zasobów gospodarczych nadleśnictw „wyzynno-górskich” negatywnie wpływały dwa czynniki. Były to zróżnicowanie terenu oraz liczba kompleksów leśnych. Należy zauważyć, że o ile w odniesieniu do liczby kompleksów leśnych wyniki są podobne do uzyskanych dla nadleśnictw „nizinnych” (negatywny wpływ), o tyle w nadleśnictwach „nizinnych” zróżnicowanie terenu wpływało pozytywnie na efektywność. W analizowanym przypadku wzrost zróżnicowania terenu zwiększa nieefektywność wykorzystania zasobów gospodarczych. Z kolei wraz ze wzrostem kompleksów leśnych następował spadek efektywności nadleśnictw.

## **5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI**

Wyniki przeprowadzonych badań należy traktować z należytą ostrożnością, mając na uwadze wady i zalety metod nieparametrycznych. Niemniej jednak znaczenie badań z wykorzystaniem metod nieparametrycznych wydaje się być szczególnie ważne, biorąc pod uwagę fakt, że dotychczas tego rodzaju badania nie były prowadzone w odniesieniu do oceny efektywności gospodarowania nadleśnictw w Polsce. Z punktu widzenia funkcjonowania gospodarstwa leśnego poszukiwanie nowych metod oceny działalności jednostek Lasów Państwowych jest cenne. Ponadto każda próba szacowania i oceny efektywności gospodarowania nadleśnictw może przyczynić się do efektywniejszego zarządzania tymi jednostkami organizacyjnymi.

Ocena efektywności gospodarowania nadleśnictw „nizinnych” i „wyzynno-górskich” w latach 2008-2012 przeprowadzona na przykładzie 110 nadleśnictw, reprezentujących cztery regionalne dyrekcje Lasów Państwowych (we Wrocławiu, Katowicach, Krakowie i Krośnie), pozwoliła zrealizować przyjęte cele i pozytywnie zweryfikować postawione hipotezy badawcze.

Wyniki badań upoważniają do sformułowania następujących stwierdzeń i wniosków:

1. Metoda Data Envelopment Analysis (DEA) może stanowić alternatywę lub uzupełnienie innych metod w zakresie oceny efektywności nadleśnictw. Metoda DEA pozwala na wskazanie możliwych do osiągnięcia efektów przy określonych nakładach lub wskazanie obszarów oszczędności nakładów danej jednostki

produkcyjnej celem osiągnięcia określonych efektów. Połączenie metody DEA z analizą ekonometryczną Tobit umożliwia również identyfikację czynników wpływających na efektywność funkcjonowania nadleśnictw.

2. Zastosowanie nieparametrycznej metody Data Envelopment Analysis (DEA) do analizy efektywności gospodarczej nadleśnictw pozwoliło wykazać zróżnicowanie nadleśnictw w zakresie wykorzystania zasobów gospodarczych i finansowych. Nadleśnictwa „nizinne” okazały się efektywniejsze od „wyzynno-górskich” zarówno w zakresie wykorzystania nakładów finansowych, jak i czynników produkcji (zasobów). Tym samym nadleśnictwa „nizinne” ponoszą mniejsze koszty w celu uzyskania określonego poziomu przychodów ze sprzedaży drewna oraz wykorzystują mniej nakładów (czynników produkcji) do osiągnięcia ustalonego poziomu pozyskania drewna. Ponadto wykazano zasadność podziału nadleśnictw na dwie kategorie – „nizinne” i „wyzynno-górskie”. Tym samym zostało spełnione jedno z założeń metody DEA, zgodnie z którym wszystkie jednostki powinny prowadzić swoją działalność w oparciu o zbliżone warunki gospodarowania (technologię).
3. Badania pozwoliły również na ocenę efektywności nadleśnictw w zależności od skali ich działalności. Wyodrębniono jednostki rozwijające się dynamicznie oraz wskazano nadleśnictwa charakteryzujące wolnym rozwojem. Wyższy średni wskaźnik  $S_1$  w zakresie finansowym odnotowano w nadleśnictwach „nizinnych”, co oznacza, iż są one średnio bliższe optymalnych korzyści (optymalnym korzyściom) skali od nadleśnictw „wyzynno-górskich”. Z kolei nadleśnictwa „wyzynno-górskie” osiągnęły wyższy średni wskaźnik  $S_1$  w zakresie
4. Z analizy zmian efektywności w czasie z wykorzystaniem wskaźnika Mälmqvista w latach 2008-2012 wynika, iż nastąpiło pogorszenie się efektywności finansowej w obu kategoriach nadleśnictw. Źródło poprawy efektywności tkwi w lepszym wykorzystaniu zaangażowanych kosztów. W omawianym okresie odnotowano również wzrost efektywności zasobów gospodarczych nadleśnictw, co wskazuje na pozytywne zmiany zachodzące w wykorzystaniu czynników produkcji.
5. Zastosowanie syntetycznego miernika rozwoju (SMR) do oceny efektywności gospodarowania nadleśnictw, jako narzędzia porównawczego w stosunku do przedstawionej w pracy metody nieparametrycznej (Data Envelopment Analysis) pozwoliło stwierdzić, że uzyskane dwoma metodami wskaźniki finansowe dla nadleśnictw są zbliżone. Wyniki te należy jednak traktować z ostrożnością, biorąc

pod uwagę, że w obu metodach przyjmuje się różne założenia metodyczne i wykorzystuje różne dane źródłowe do budowy wskaźników DEA i SMR. Nieparametryczna metoda DEA oferuje jednak większy zakres możliwości w zakresie oceny efektywności nadleśnictw. Pozwala między innymi na określenie efektów skali oraz analizę czynników zmian efektywności w czasie za pomocą indeksu Mälmqvista.

6. Analiza ekonometryczna z wykorzystaniem modelu tobitowego pozwoliła na wyłonienie potencjalnych czynników egzogenicznych (zewnętrznych) wpływających na efektywność gospodarowania. Na efektywność finansową nadleśnictw „nizinnych” wpływ miał tylko jeden czynnik (gęstość zaludnienia w zasięgu terytorialnym nadleśnictw ( $G_z$ )). Efektywność zasobów gospodarczych nadleśnictw „nizinnych” zdeterminowana była zróżnicowaniem terenu ( $W_{tri}$ ) oraz rozdrobnieniem kompleksów leśnych ( $W_{komp}$ ), z tym że, pierwszy z nich powodował wzrost efektywności nadleśnictw a drugi jej spadek. Łączna liczba czynników egzogenicznych wpływających na efektywność nadleśnictw „wyzynno-górskich” była wyższa. Na ich efektywność finansową wpływały (negatywnie) zróżnicowanie terenu ( $W_{tri}$ ) oraz powierzchnia rezerwatów ( $P_{rez}$ ). Czynnikiem pozytywnie wpływającym na efektywność zasobów gospodarczych był staż pracy nadleśniczego w LP ( $Staż$ ). Ponadto analiza wykazała, że zróżnicowanie terenu ( $W_{tri}$ ) oraz rozdrobnienie kompleksów leśnych ( $W_{komp}$ ) to determinanty, których wzrost powodował spadek efektywności zasobów nadleśnictw „wyzynno-górskich”.
7. Badania w zakresie oceny efektywności nadleśnictw przy zastosowaniu metody DEA powinny być kontynuowane. Zakresem badań należałoby objąć analizę stopnia efektywności finansowej i zasobów gospodarczych w orientacji na efekty. Wyniki badań powinny umożliwić wyznaczenie maksymalnego możliwego do uzyskania przez nadleśnictwa przychodu ze sprzedaży drewna (określić efektywność finansową) oraz maksymalnej możliwej produkcji drewna (określić efektywność zasobów gospodarczych).

## 6. LITERATURA

**Althin R., 2001.** Measurement of Productivity Changes: Two Malmquist Index Approaches. JPA 16(2): 107-128.

**Broda J., 2007.** Dzieje najnowsze leśnictwa polskiego, t. II. Wydawnictwo PTL, Warszawa.

**Färe R., Grosskopf S., 1994.** Malmquist Productivity Indexes and Biased Technical Change, Discussion Paper No. 94- Southern Illinois University.

**Gruchala A., (red.) 2005.** Profile stanowiskowe kadry kierowniczej nadleśnictwa, jako element polityki kadrowej Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe. Dokumentacja naukowa SGGW-IBL. Maszynopis w Bibliotece IBL.

**GUS., 2013.** Leśnictwo 2013. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.

**Guzik B., 2009.** Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej, Wydawnictwo UE w Poznaniu.

**Janeczko K., Parzych S., 2007.** Koszty rezerwatowej ochrony przyrody w Leśnym Kompleksie Promocyjnym Puszcza Białowieska. W: Kannenberg K., Szramka H. (red.). Zarządzanie ochroną przyrody w lasach. Wyższa Szkoła Zarządzania Środowiskiem w Tucholi, s. 65-76.

**Janusz A. 2010.** Wartościowanie wybranych działań Lasów Państwowych w realizacji pozaprodukcyjnych funkcji lasu na przykładzie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Krakowie. Rozprawa doktorska. Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, 184 s.

**Klocek A., 2001.** Problemy zarządzania wielofunkcyjnym gospodarstwem leśnym. Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, A, 4 (924): 23-45.

**Klocek A., 2003.** Ekonomiczne problemy gospodarstwa leśnego. W: Drzewostany świerkowe stan, problemy, perspektywy rozwojowe, Red.: Andrzej Grzywacz, Sesja Naukowa PTL, Ustroń – Jaszowiec, s. 23-39.

**Klocek A., Płotkowski L., 2009.** Zagadnienia przyszłości ekonomiki leśnictwa, [w:] Społeczno-ekonomiczne uwarunkowania przyszłości polskiego leśnictwa, Polskie Towarzystwo Leśne, Gorzów Wielkopolski, s. 109-129.

**Kocel J., 2004.** Metoda określania jednostkowych kosztów standardowych prac leśnych na podstawie grupowania nadleśnictwo o zbliżonych warunkach przyrodniczo-leśnych. Leśne Prace Badawcze 3: 31-51.

**Kocel J., 2013.** Firmy Leśne w Polsce. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, warszawa.

**Kocel J., Kwiecień R., Mionskowski M., 2015.** Określenie stopni trudności gospodarowania jednostek organizacyjnych Lasów Państwowych. Dokumentacja IBL. Sękocin Stary.

**Kostrzewska J., 2011.** Interpretacja w modelach tobitowych. Przegląd Statystyczny tom 58, z. 3-4: 256-280.

**Marszałek T., 1974.** Efektywność gospodarki leśnej. Sylwan, 10: 8-16.

**Nowak E. 1990.** Metody taksonomiczne w klasyfikacji obiektów społeczno-gospodarczych. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 201 s.

**MOŚZNiL, 1997.** Polityka leśna państwa. Dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 22 kwietnia 1997 r. Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Warszawa.

**MŚ., 2008.** Polityka ekologiczna Państwa w latach 2009-2012 z perspektywą do roku 2016. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.

**Paschalis-Jakubowicz P., 2011.** Teoretyczne podstawy realizacji idei zrównoważonego rozwoju w leśnictwie. Problemy ekorozwoju – Problems of sustainable development. 6(2): 101-106.

**Prędko A., 2016.** Modelowanie zmienności danych w ramach metody DEA. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie. Zeszyty Naukowe, Monografie nr 244.

**Szoego H. Manteuffel., 2005.** Zarys problemów ekonomiki środowiska, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.