

# PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

# RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

Nr 446

## Metody i zastosowania badań operacyjnych



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2016

Redakcja wydawnicza: Joanna Świrska-Korlub

Redakcja techniczna: Barbara Łopusiewicz

Korekta: Barbara Cibis

Łamanie: Małgorzata Myszkowska

Projekt okładki: Beata Dębska

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania  
znajdują się na stronach internetowych

[www.pracnaukowe.ue.wroc.pl](http://www.pracnaukowe.ue.wroc.pl)

[www.wydawnictwo.ue.wroc.pl](http://www.wydawnictwo.ue.wroc.pl)

Publikacja udostępniona na licencji Creative Commons

Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 3.0 Polska  
(CC BY-NC-ND 3.0 PL)



© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu  
Wrocław 2016

**ISSN 1899-3192**  
**e-ISSN 2392-0041**

**ISBN 978-83-7695-610-7**

Wersja pierwotna: publikacja drukowana  
Zamówienia na opublikowane prace należy składać na adres:  
Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
ul. Komandorska 118/120, 53-345 Wrocław  
tel./fax 71 36 80 602; e-mail:[econbook@ue.wroc.pl](mailto:econbook@ue.wroc.pl)  
[www.ksiegarnia.ue.wroc.pl](http://www.ksiegarnia.ue.wroc.pl)

Druk i oprawa: TOTEM

## Wstęp

<b>Wstęp</b> .....	7
<b>Krzysztof Echaust:</b> Modelowanie wartości ekstremalnych stóp zwrotu na podstawie danych śróddziennych / Modeling of extreme returns on the basis of intraday data .....	9
<b>Helena Gaspars-Wieloch, Ewa Michalska:</b> On two applications of the Omega ratio: $\max\Omega_{\min}$ and $\Omega(H+B)$ / O dwóch zastosowaniach wskaźnika Omega: $\max\Omega_{\min}$ i $\Omega(H+B)$ .....	21
<b>Agata Gluzicka:</b> Zastosowanie modelu MAD z dodatkowymi warunkami ograniczającymi / Application of the MAD model with additional constraints .....	37
<b>Dorota Górecka, Małgorzata Szalucka:</b> Foreign market entry mode decision – approach based on stochastic dominance rules versus multi-actor multi-criteria analysis / Wybór sposobu wejścia na rynek zagraniczny – podejście oparte na dominacjach stochastycznych a wieloaktorska analiza wielokryterialna .....	47
<b>Paweł Hanczar, Dagmara Pisiewicz:</b> Logistyka odzysku – optymalizacja przepływów w systemie gospodarki komunalnej / Reverse logistics – optimization of flows in the system of waste management .....	70
<b>Michał Jakubiak, Paweł Hanczar:</b> Optymalizacja tras zbiórki odpadów komunalnych na przykładzie MPO Kraków / Optimization of municipal solid waste collection and transportation routes on the example of MPO Cracow .....	83
<b>Michał Kameduła:</b> Zastosowanie koewolucyjnego algorytmu genetycznego w rozwiązaniu zadania trójkryterialnego / Application of co-evolutionary genetic algorithm for a three-criterion problem.....	93
<b>Donata Kopańska-Bródka, Renata Dudzińska-Baryła, Ewa Michalska:</b> Zastosowanie funkcji omega w ocenie efektywności portfeli dwuskładnikowych / Two-asset portfolio performance based on the omega function .	106
<b>Marek Kośny, Piotr Peternek:</b> Zagadnienie sposobu definiowania preferencji na przykładzie przydziału uczniów do oddziałów klasowych / Definition of preferences in the context of pupils' allocation to classes .....	115
<b>Wojciech Młynarski, Artur Prędki:</b> Ocena efektywności technicznej i finansowej wybranych nadleśnictw Lasów Państwowych za pomocą metody DEA / Technical and financial efficiency evaluation for selected forestry managements of the State Forests National Forest Holding – the DEA approach.....	126

<b>Piotr Namieciński:</b> Alternatywna metoda określania preferencji decydenta w zagadnieniach wielokryterialnych / Alternative methods of decision-maker preferences identification in multicriteria issues .....	144
<b>Marek Nowiński:</b> Testowanie nieliniowych algorytmów optymalizacyjnych – zestaw funkcji typu <i>benchmark</i> / Testing nonlinear optimization algorithms – set of benchmark type functions .....	159
<b>Agnieszka Przybylska-Mazur:</b> Wybrana metoda analizy długoterminowej stabilności finansów publicznych / The selected method of analysis of the long-term sustainability of public finance .....	173
<b>Ewa Roszkowska, Tomasz Wachowicz, Robert Jankowski:</b> Analiza porozumienia końcowego w negocjacjach elektronicznych w kontekście zgodności systemu oceny ofert negocjatora z informacją preferencyjną/ Analyzing the negotiation agreements in a context of concordance of negotiation offer scoring systems with negotiators' preferential information .....	187
<b>Aleksandra Sabo-Zielonka, Grzegorz Tarczyński:</b> Adaptacja heurystyki <i>s-shape</i> na potrzeby wyznaczenia trasy przejścia w niestandardowym układzie strefy kompletacji zamówień / Adaptation of the s-shape heuristic for the custom layout of the order-picking zone .....	207
<b>Jakub Staniak:</b> Inicjalizacja ukrytych modeli Markowa z wykorzystaniem analizy skupień / Initialization of hidden Markov models by means of clustering analysis.....	224
<b>Paulina Szterlik:</b> Lokalizacja magazynu centralnego z zastosowaniem metod wielokryterialnych / Location of central warehouse using quantitative research .....	237
<b>Grzegorz Tarczyński:</b> Porównanie efektywności kompletacji łączonych zleceń z kompletacją niezależną / An attempt of comparison of order batching with independent order-picking .....	250

## Wstęp

Kolejna, XXXIV Ogólnopolska Konferencja Naukowa im. Profesora Władysława Bukietyńskiego, organizowana corocznie przez najważniejsze ośrodki naukowe zajmujące się dziedziną badań operacyjnych, w roku 2015 odbyła się w pięknym, zabytkowym i świeżo odremontowanym zespole pałacowo-parkowym w Łagowie koło Zgorzelca. Konferencję zrealizowaną pod nazwą *Metody i Zastosowania Badań Operacyjnych* przygotowała Katedra Badań Operacyjnych Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu pod kierownictwem dr. hab. Marka Nowińskiego, prof. UE.

Konferencje te mają już długoletnią tradycję – są to coroczne spotkania pracowników nauki specjalizujących się w badaniach operacyjnych. Głównym celem konferencji było, podobnie jak w latach ubiegłych, stworzenie (przede wszystkim dla młodych teoretyków, a także praktyków dyscypliny) forum wymiany myśli na temat najnowszych osiągnięć dotyczących metod ilościowych wykorzystywanych do wspomagania procesów podejmowania decyzji, a także prezentacja nowoczesnych zastosowań badań operacyjnych w różnych dziedzinach gospodarki. Ten cenny dorobek naukowy nie może być zapomniany i jest publikowany po konferencji w postaci przygotowywanego przez organizatorów zeszytu naukowego zawierającego najlepsze referaty na niej zaprezentowane.

W pracach Komitetu Naukowego Konferencji uczestniczyli czołowi przedstawiciele środowisk naukowych z dziedziny badań operacyjnych w Polsce; byli to: prof. Jan B. Gajda (Uniwersytet Łódzki), prof. Stefan Grzesiak (Uniwersytet Szczeciński), prof. Bogumił Kamiński (SGH w Warszawie), prof. Ewa Konarzewska-Gubała (Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu), prof. Donata Kopańska-Bródka, prof. Maciej Nowak i prof. Tadeusz Trzaskalik (Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach), prof. Dorota Kuchta (Politechnika Wrocławska), prof. Krzysztof Piasecki (Uniwersytet w Poznaniu) i prof. Józef Stawicki (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu).

Zakres tematyczny konferencji obejmował teoretyczne i praktyczne zagadnienia dotyczące przede wszystkim:

- modelowania i optymalizacji procesów gospodarczych,
- metod wspomagających proces negocjacji,
- metod oceny efektywności i ryzyka na rynku kapitałowym i ubezpieczeniowym,
- metod ilościowych w transporcie i zarządzaniu zapasami,
- metod wielokryterialnych,
- optymalizacji w zarządzaniu projektami oraz analizy ryzyka decyzyjnego.

W konferencji wzięło udział 43 przedstawiciele różnych środowisk naukowych, licznie reprezentujących krajowe ośrodki akademickie. W trakcie sześciu sesji ple-

narych, w tym dwóch sesji równoległych, przedstawiono 27 referatów, których poziom naukowy w przeważającej części był bardzo wysoki. Zaprezentowane referaty, po pozytywnych recenzjach, zostają dziś opublikowane w *Pracach Naukowych Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* w postaci artykułów naukowych w specjalnie wydany zeszycie konferencyjnym.

Przypominając przebieg konferencji, nie można nie wspomnieć o konkursie zorganizowanym dla autorów referatów niebędących samodzielnymi pracownikami nauki. Dotyczył on prezentacji najciekawszego zastosowania badań operacyjnych w praktyce gospodarczej. Komitet Organizacyjny Konferencji powołał kapitułę konkursu, w której skład weszli: prof. Ewa Konarzewska-Gubała – przewodnicząca, prof. Jan Gajda, prof. Stefan Grzesiak i prof. Donata Kopańska-Bródka. Członkowie Komisji Konkursowej oceniali referaty ze względu na:

- innowacyjność, oryginalność metody będącej przedmiotem zastosowania,
- znaczenie zastosowania dla proponowanego obszaru,
- stopień zaawansowania implementacji metody w praktyce.

Spośród 15 referatów zgłoszonych wyróżniono: 1. miejsce: dr Michał Jakubiak i dr hab. Paweł Hanczar (Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu), *Optymalizacja tras zbiórki odpadów komunalnych na przykładzie MPO Kraków*; 2. miejsce: mgr Dagmara Piesiewicz i dr hab. Paweł Hanczar (Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu), *Logistyka odzysku – optymalizacja przepływów w systemie gospodarki komunalnej*; 3. miejsce: dr Dorota Górecka i dr Małgorzata Szałucka (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu), *Wybór sposobu wejścia na rynek zagraniczny – wieloaktorska analiza wielokryterialna a podejście oparte na dominacjach stochastycznych*.

Przy okazji prezentowania opracowania poświęconego XXXIV Konferencji *Metody i Zastosowania Badań Operacyjnych* i jej bardzo wartościowego dorobku nie możemy nie podziękować członkom Komitetu Organizacyjnego Konferencji, w którego skład wchodził młodzi, acz doświadczeni pracownicy Katedry Badań Operacyjnych Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu: dr Piotr Peternek (sekretarz), dr hab. Marek Kośny, dr Grzegorz Tarczyński oraz mgr Monika Stańczyk (biuro konferencji). Zapewnili oni w sposób profesjonalny sprawne przygotowanie i przeprowadzenie całego przedsięwzięcia oraz zadbał o sprawy administracyjne związane z realizacją konferencji, a także byli odpowiedzialni za dopilnowanie procesu gromadzenia i redakcji naukowych materiałów pokonferencyjnych, które mamy okazję Państwu dziś udostępnić.

Już dzisiaj cieszymy się na nasze kolejne spotkanie w ramach jubileuszowej XXXV Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej im. Profesora Władysława Bukietyńskiego, która tym razem będzie organizowana przez naszych przyjaciół z Katedry Badań Operacyjnych Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu pod kierownictwem prof. dr. hab. Krzysztofa Piaseckiego.

*Marek Nowiński*

## Wojciech Młynarski

Instytut Badawczy Leśnictwa  
e-mail: w.mlynarski@ibles.waw.pl

## Artur Prędko

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie  
e-mail: predkia@uek.krakow.pl

---

# OCENA EFEKTYWNOŚCI TECHNICZNEJ I FINANSOWEJ WYBRANYCH NADLEŚNICTW LASÓW PAŃSTWOWYCH ZA POMOCĄ METODY DEA \*

---

## TECHNICAL AND FINANCIAL EFFICIENCY EVALUATION FOR SELECTED FORESTRY MANAGEMENTS OF THE STATE FORESTS NATIONAL FOREST HOLDING – THE DEA APPROACH

---

DOI: 10.15611/pn.2016.446.10

JEL Classification: C44, C67, D24, Q23

**Streszczenie:** Podstawowym celem pracy jest ocena efektywności technicznej i finansowej wybranych nadleśnictw w Polsce za pomocą metody DEA (*Data Envelopment Analysis*), zwanej również metodą analizy obwiedni danych. Badania przeprowadzono na przykładzie 4 regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych (RDLP Wrocław, Katowice, Kraków i Krosno), na podstawie najświeższych dostępnych danych z 2012 roku. W badaniach uwzględniono zróżnicowanie warunków, w jakich gospodarują nadleśnictwa, dokonując ich kategoryzacji pod kątem zbliżonych grup siedliskowych. Ponadto celem opracowania jest również określenie typu efektu skali, jakim charakteryzuje się dane nadleśnictwo. Pozwoli to wyodrębnić zarówno jednostki działające dynamicznie, jak i te, które przeżywają stagnację w działalności.

**Słowa kluczowe:** efektywność techniczna, efektywność finansowa, typ efektu skali, metoda DEA, Lasy Państwowe.

**Summary:** The main objective of the study is the evaluation of technical and financial efficiency of selected forestry managements in Poland by means of Data Envelopment Analysis

---

\* Publikacja została sfinansowana: (a) przez MNiSW, w ramach dotacji na prowadzenie badań naukowych lub prac rozwojowych oraz zadań z nimi związanych, służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich, (b) ze środków przyznanych Wydziałowi Zarządzania Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, w ramach dotacji na utrzymanie potencjału badawczego.

(DEA). The research is conducted for four Regional Managements of State Forests National Forest Holding, located in: Wrocław, Katowice, Kraków and Krosno. We use the most up-to-date data available for the year 2012. In our analysis we take into account differences between forestry-specific management conditions, categorizing them in accordance with habitat similarities. Additionally, we also determine the type of returns to scale featured by each management, which allows us to differentiate between more and less dynamic entities.

**Keywords:** technical efficiency, financial efficiency, returns to scale, DEA, forestry management, national forests.

## 1. Wstęp

W literaturze przedmiotu problem oceny efektywności związanej z gospodarowaniem na obszarach leśnych był niejednokrotnie podejmowany, zarówno w Polsce, jak i za granicą. Jednak badania efektywności gospodarki leśnej w Polsce skupiały się głównie na metodach analiz wskaźnikowych. Duży wkład w rozwój badań nad efektywnością gospodarowania wniósł prof. Tadeusz Marszałek [1974; 1975]. Opracował on wiele metod oceny ekonomicznej efektywności jednostki gospodarczej oraz przedstawił metody oceny efektywności wybranych prac gospodarczych w leśnictwie. Tematem tym zajmowali się również M. Podgórski [1989], H. Szramka [1992; 1996] oraz A. Buraczewski i F. Wysocki [2000].

Zakład Zarządzania Zasobami Leśnymi Instytutu Badawczego Leśnictwa od wielu lat zajmuje się problemem wpływu warunków przyrodniczo-leśnych (w tym wielkości i struktury zadań gospodarczych) na efektywność gospodarowania jednostek organizacyjnych Lasów Państwowych (tzw. kategoryzacji). Badania w tym zakresie prowadzili Patalas [1987] oraz Kocel i Kwiecień [2006; 2010].

Publikacje w zakresie wykorzystania metod nieparametrycznych, a w szczególności metody DEA, do oceny efektywności gospodarki leśnej są licznie spotykane w zagranicznej literaturze przedmiotu. Dotyczą one głównie zarządzania gospodarką leśną [Kao, Yang 1991; Joro, Viitala 1999; Bogatofit i in. 2003; Korkmaz 2011], przemysłu papierniczego [Yin 2000; Hailu, Veeman 2001], pozyskania drewna [Lebel, Stuart 1998; Hailu, Veeman 2003], a także przemysłu tartaczego [Fotiou 2000; Nyruud, Baardsen 2003; Salehirad, Sowlati 2005]. W Polsce dotychczas nie wykorzystywano metody DEA w badaniach dotyczących gospodarki leśnej Lasów Państwowych. W największym stopniu zbliżyli się do tego tematu Rusielik i Zbaraszewski [2014], którzy wykorzystali tę metodykę do oceny efektywności parków narodowych w obszarze usług turystycznych i działalności naukowej.

## 2. Cel i zakres pracy oraz źródła danych

Podstawowym celem pracy jest ocena efektywności technicznej i finansowej nadleśnictw w Polsce za pomocą metody DEA (*Data Envelopment Analysis*), zwanej



również metodą analizy obwiedni danych. Badania zostały przeprowadzone na przykładzie czterech regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych (RDLP Wrocław, Katowice, Kraków i Krosno), na podstawie danych z 2012 roku. W badaniach uwzględniono zróżnicowanie warunków, w jakich gospodarują nadleśnictwa, dokonując ich kategoryzacji pod kątem zbliżonych grup siedliskowych.

Na potrzeby pracy wykorzystano materiały źródłowe pochodzące głównie z baz danych Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP). W tym zakresie wykorzystano sprawozdania finansowo-gospodarcze, takie jak: bilans, rachunek zysków i strat oraz LPIR-1 (informacja roczna o działalności nadleśnictw). Dodatkowo z bazy SILP oraz stron internetowych nadleśnictw uzyskano podstawowe informacje dotyczące warunków gospodarowania analizowanych jednostek (powierzchnia lasna, skład gatunkowy oraz udział siedliskowych typów lasu).

W ramach analizy efektywności nadleśnictw rozważono orientację na nakłady, czyli zajęto się określeniem maksymalnej możliwej redukcji nakładów, przy utrzymaniu danego poziomu efektów. Podyktowane jest to zasadą funkcjonowania nadleśnictw, w której pozyskanie drewna ma na celu głównie samofinansowanie jednostki oraz jej działań edukacyjnych i proekologicznych – szerzej na ten temat w dalszej części artykułu. Ponadto celem pracy jest również określenie typu efektu skali, jakim charakteryzuje się dane nadleśnictwo. Pozwoli to wyodrębnić zarówno jednostki działające dynamicznie, jak i te, które przeżywają stagnację w działalności.

### 3. Opis wykorzystanej metodyki

W ramach metodyki DEA zakłada się, iż badana grupa jednostek gospodarczych<sup>1</sup> posługuje się zbliżoną technologią. W szczególności wytwarzają one te same rodzaje efektów (wyjść – *outputs*) z tych samych rodzajów nakładów (wejść – *inputs*). Przyjęcie tego postulatu umożliwia porównywanie ze sobą efektywności funkcjonowania obiektów, ponieważ działają one w podobny sposób.

Naturalną kontynuacją tego założenia jest przyjęcie, iż dane są liczby wejść i wyjść dla każdej jednostki z badanej grupy, w ustalonym okresie czasowym. Dane te powinny spełniać określone wymagania. Zbiór danych powinien składać się z wartości dodatnich, a odpowiedni rodzaj nakładu i efektu jest mierzony w tych samych jednostkach miary po obiektach. Każdy rodzaj wejścia powinien być istotnie skorelowany dodatnio z co najmniej jednym produktem. Zaleca się też, by liczba obiektów była co najmniej trzykrotnie większa od sumy liczby nakładów i produktów – zob. [Guzik 2009, s. 27-29]. W przypadku silnej korelacji dodatniej zmiennych wyjściowych zostawia się tą z nich, która jest silniej skorelowana z wejściami (o ile to możliwe).

W związku z tym wprowadzono następujące oznaczenia:

$n$  – liczebność grupy producentów,

<sup>1</sup> Zwanych również jednostkami decyzyjnymi (DMU-s – *Decision Making Units*).

$m$  – liczba nakładów stosowanych w procesie produkcyjnym,  
 $s$  – liczba produktów wytworzonych w procesie produkcyjnym,  
 $\mathbf{x}_j = [x_{1j}, \dots, x_{mj}]$  – wektor ilości nakładów zużytych przez  $j$ -tą jednostkę,  
 $\mathbf{y}_j = [y_{1j}, \dots, y_{sj}]$  – wektor liczby efektów wytworzonych przez  $j$ -tą jednostkę,  
gdzie  $j \in \{1, \dots, n\}$ .

Zgodnie z celem i zakresem pracy do pomiaru efektywności technicznej i finansowej wykorzystano model BCC<sup>2</sup> w postaci obwiedni w orientacji na nakłady. Jest to program liniowy o postaci:

**P. 1**

$$\theta_o \rightarrow \text{MIN}$$

$$\theta_o \mathbf{x}_o \geq \sum_{j=1}^n \lambda_{jo} \mathbf{x}_j, \mathbf{y}_o \leq \sum_{j=1}^n \lambda_{jo} \mathbf{y}_j, \sum_{j=1}^n \lambda_{jo} = 1,$$

$$\theta_o \in \mathbb{R}, \lambda_{jo} \geq 0, j = 1, \dots, n \text{ (zmienne decyzyjne)}.$$

W praktyce obiekt  $o$  jest zwykle jednym z danych  $n$  obiektów, tzn.  $o \in \{1, \dots, n\}$ . Programy liniowe w DEA rozwiązuje się więc  $n$  razy tzn. tyle, ile jest obiektów w grupie. Optymalna wartość funkcji celu  $\theta_o^*$  jest miarą efektywności danej jednostki. Wartość miary równa 1 oznacza, iż obiekt jest w pełni efektywny. W przeciwnym wypadku miernik ten określa stopień nieefektywności obiektu – szczegóły w części empirycznej pracy. Należy zaznaczyć, że efektywność ta jest liczona względem innych obiektów z grupy za pośrednictwem zmiennych intensywności<sup>3</sup>  $\lambda_{jo}, j = 1, \dots, n$ , ma więc charakter relatywny.

Wybranie jako narzędzia modelu BCC zorientowanego na nakłady (program P.1) umożliwia także lokalne określenie typu efektu skali dla każdej jednostki, które również jest celem pracy. Autorzy posłużyli się w tym zakresie metodą efektywności skali (*The Scale Efficiency Method*) – szczegóły zob. np. [Färe i in. 1994]. Za pomocą modelu BCC oraz innych programów liniowych z zakresu metodyki DEA wylicza się dwa wskaźniki  $S_1$  i  $S_2$ , które ze swej definicji są nie większe od jedności. Jeśli pierwszy z nich jest równy jedności, to obiekt charakteryzuje się stałym typem efektu skali – mówi się również, iż jednostka jest efektywna względem skali. W przeciwnym wypadku jednostka charakteryzuje się malejącym ( $S_2 < 1$ ) bądź rosnącym ( $S_2 = 1$ ) typem efektu skali i w ogólności określa się ją jako nieefektywną względem skali.

<sup>2</sup> Nazwa modelu pochodzi od inicjałów nazwisk autorów pracy źródłowej [Banker i in. 1984].

<sup>3</sup> Zmienne te oraz dane dotyczące innych obiektów z grupy służą do konstrukcji tzw. wzorca efektywności technicznej dla obiektu  $o$ . Nie tylko służy on do wyznaczenia miary efektywności jako odległości, lecz także zawiera idealne wielkości nakładów dla badanej jednostki  $o$  (orientacja na nakłady).

#### 4. Struktura grupy badanych obiektów

Jednostką decyzyjną (DMU) w niniejszym opracowaniu jest nadleśnictwo, będące podstawową jednostką organizacyjną Lasów Państwowych (LP). Jako wstęp do dalszych analiz i oceny efektywności nadleśnictw dokonano ich pogrupowania pod kątem zbliżonych grup siedliskowych. Celem tej klasyfikacji było uwzględnienie uwarunkowań (technologii produkcji), w jakich gospodarują nadleśnictwa, i spełnienie założenia o jednorodności technologicznej. Zdaniem Ziółkowskiej [2008] wybór grupy badanych obiektów powinien podlegać dwóm ograniczeniom:

- uwzględniać organizacyjne, fizyczne i regionalne różnice między jednostkami,
- wykluczać wartości skrajne.

Kierując się tymi wskazówkami, dokonano wyboru nadleśnictw do badania w oparciu o strukturę typów siedliskowych lasu (TSL) zaproponowaną przez Koceła [2004]. Pozwoliło to na podział nadleśnictw na trzy kategorie: górskie, wyżynne i nizinne, w zależności od procentowego udziału siedliskowych typów lasu w nadleśnictwie – zob. tab. 1. Do kategorii nadleśnictw górskich zaliczono nadleśnictwa, których udział siedlisk górskich przekraczał 50%. W kategorii nadleśnictw wyżynnych znalazły się nadleśnictwa z udziałem siedlisk wyżynnych, których udział wynosił ponad 50%, a ponad 50-procentowy udział siedlisk nizinnych charakteryzuje nadleśnictwa nizinne.

**Tabela 1.** Pogrupowanie nadleśnictw według struktury siedliskowych typów lasu

Kategoria	Nazwa	Kryterium Kocela	Liczba	DEA	Liczba
I	nadleśnictwa górskie	udział siedlisk górskich powyżej 50%	36	nadleśnictwa wyżynno-górskie	50
II	nadleśnictwa wyżynne	udział siedlisk wyżynnych powyżej 50%	14	nadleśnictwa nizinne	63
III	nadleśnictwa nizinne	udział siedlisk nizinnych powyżej 50%	63	–	–

Źródło: opracowanie własne.

Liczba nadleśnictw wyżynnych nie spełniła wymogu, zgodnie z którym łączna liczba jednostek (DMU) powinna być przynajmniej 3-krotnie większa od łącznej liczby zmiennych biorących udział w analizie efektywności metodą DEA – zob. zestawy nakładów i efektów opisane w dalszej części pracy. W związku z tym dokonano połączenia dwóch kategorii nadleśnictw: wyżynnych i górskich, w jedną kategorię nadleśnictw – wyżynno-górskich. W pierwszym etapie doboru obiektów badań sumaryczna liczba nadleśnictw wyniosła 113, z czego do nadleśnictw wyżynno-górskich zakwalifikowano 50 jednostek, a do nadleśnictw nizinnych – 63 obiekty.

W następnym etapie skorygowano liczbę nadleśnictw o jednostki, których rozmiar zadań odbiegał znacząco od średniej dla Państwowego Gospodarstwa Leśne-

go Lasy Państwowe (PGLLP). Spośród nadleśnictw wyżynno-górskich z dalszych analiz usunięto trzy nadleśnictwa: Ujsoły, Węgierska Górka i Wisła, zlokalizowane na terenie RDLP Katowice. Zostało to podyktowane wystąpieniem na ich terenie zjawisk kłęskowych, 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 ostatecznie 110 nadleśnictw, z podziałem na nadleśnictwa wyżynno-górskie (48) i nadleśnictwa nizinne (62).

## 5. Dobór zestawu nakładów i efektów

Etapem wstępnym w analizie efektywności za pomocą DEA jest prawidłowa identyfikacja zmiennych reprezentujących nakłady i efekty nadleśnictw. Przy ich wyborze należy się kierować specyfiką produkcji leśnej oraz ogólnymi uwarunkowaniami gospodarki leśnej w Polsce (zob. [Ustawa z 28 września 1991 r. o lasach...]), a także dostępną literaturą z tego zakresu, wymienioną we wstępie.

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów (zob. [Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 6 grudnia 1994 r. ...]) nadleśnictwa prowadzą działalność gospodarczą i administracyjną. W ramach pierwszej kategorii wyróżnia się tzw. podstawową działalność gospodarczą, która obejmuje: urządzenie, ochronę i zagospodarowanie lasu, utrzymanie i powiększanie zasobów i upraw leśnych oraz pozyskiwanie drewna i jego sprzedaż w stanie nie przerobionym. Na działalność administracyjną składają się koszty Służby Leśnej oraz pozostałe koszty działalności administracyjnej, służące ewidencji kosztów utrzymania pracowników zaliczanych do Służby Leśnej oraz kosztów i świadczeń pozostałych pracowników.

Należy jednak podkreślić, że gospodarka leśna w Polsce opiera się głównie na przychodach związanych z działalnością podstawową (ok. 92% wszystkich przychodów), w tym zwłaszcza pozyskiwaniem drewna (86% w przychodach ogółem). Jednocześnie koszty ponoszone na gospodarkę leśną zdeterminowane są również działalnością podstawową (58,4%) i administracyjną (35,2%). Daje to łącznie niemal 94% wszystkich kosztów ponoszonych na zadania związane z gospodarką leśną (zob. [Sprawozdanie... 2013]).

Z przedstawionych rozważań wynika, iż zestaw nakładów i efektów powinien odzwierciedlać charakterystykę gospodarstwa leśnego (nadleśnictwa) pod kątem działalności podstawowej i związanej z nią działalności administracyjnej. W analizie efektywności technicznej za nakłady przyjęto:

- powierzchnię ogólną nadleśnictwa (ha)<sup>4</sup>,
- zatrudnienie wyrażone liczbą pracowników<sup>5</sup>,

---

<sup>4</sup> Obejmuje ona również powierzchnię infrastruktury drogowej i mieszkalnej, która znajduje się na terenie danego nadleśnictwa.

<sup>5</sup> Ze względu na trudności z pozyskaniem danych z 2012 roku przyjęto wielkości z roku 2009, ponieważ zatrudnienie w nadleśnictwach nie ulega znaczącym zmianom.

- zapas drewna na pniu ( $m^3/ha$ )<sup>6</sup>.  
Po stronie efektów zakwalifikowano jedną zmienną wyjściową<sup>7</sup>;
- ilość pozyskanego drewna ( $m^3$ )<sup>8</sup>.

Jak widać, operujemy tu kategoriami zasobów wyrażonymi ilościowo. Należy zaznaczyć, że w ramach nadleśnictw zarówno nizinnych, jak i wyżynno-górskich nakłady okazały się związane istotnie<sup>9</sup> z wybranym efektem.

W celu analizy efektywności finansowej<sup>10</sup> nadleśnictw i uwzględnienia omówionej wcześniej specyfiki działalności tych jednostek zaproponowano następujący zestaw zmiennych wejściowych:

- kapitał zasobów Lasów Państwowych (zł)<sup>11</sup>,
- koszty pozyskania drewna (zł)<sup>12</sup>,
- koszty zagospodarowania lasu (zł)<sup>13</sup>,
- koszty Służby Leśnej (zł)<sup>14</sup>,
- pozostałe koszty działalności administracyjnej (zł)<sup>15</sup>.

Za jedyny efekt przyjęto przychody ze sprzedaży drewna (zł). Tu z kolei posługujemy się kategoriami z zestawień bilansowych nadleśnictwa. W większości przypadków wejścia okazały się istotnie skorelowane z przyjętym efektem.

Nieistotna okazała się jedynie korelacja kapitału zasobów LP oraz pozostałych kosztów działalności administracyjnej z przychodami ze sprzedaży drewna. Sytuacja ta ma miejsce jedynie w przypadku badania efektywności finansowej nadleśnictw nizinnych. Oznacza to, że jednym z możliwych powodów takiej sytuacji mogą być różnice technologiczne, występujące w praktyce między obiema kategoriami nad-

<sup>6</sup> Sumaryczna miąższość drzew w nadleśnictwie.

<sup>7</sup> Jako bezpośrednio związaną z nakładami, w przeciwieństwie do alternatywnej kategorii – „ilość sprzedanego drewna”, która wiąże się raczej z kwestiami finansowymi nadleśnictwa.

<sup>8</sup> Sumaryczna wartość drewna pozyskanego w danym roku kalendarzowym w ramach rębnego i przedrębego użytkowania lasu.

<sup>9</sup> Odpowiednie współczynniki korelacji liniowej okazały się statystycznie istotne na poziomie istotności 0,05.

<sup>10</sup> W tym przypadku nie ma możliwości wyodrębnienia cen i ilości zasobów związanych z poszczególnymi rodzajami kosztów, nie można więc tu mówić o analizie efektywności ekonomicznej.

<sup>11</sup> Stanowi równowartość powierzonego w zarząd poszczególnym nadleśnictwom mienia Skarbu Państwa i zachodzących w nim zmian.

<sup>12</sup> Składają się na nie m.in. koszty bezpośrednie dotyczące ścinki drzew, zrywki i podwozu drewna, utrzymania służby brakarskiej.

<sup>13</sup> Razem z kosztami pozyskania drewna stanowią całkowite koszty działalności podstawowej. W ich zakres wchodzi koszty takich czynności gospodarczych, jak: nasiennictwo, selekcja, hodowla lasu, zadrzewienia w LP, ochrona lasu przed czynnikami biotycznymi, ochrona przeciwpożarowa lasu oraz utrzymanie infrastruktury ogólnego przeznaczenia.

<sup>14</sup> Ich sumaryczną wartość stanowią m.in. koszty wynagrodzeń i świadczeń Służby Leśnej, narzuty na wynagrodzenia, delegacje, koszty bezpieczeństwa i higieny pracy oraz koszty szkoleń.

<sup>15</sup> Składają się m.in. z kosztów wynagrodzeń i świadczeń pozostałych pracowników (niewchodzących do Służby Leśnej), narzutów na wynagrodzenia, amortyzacji i utrzymania środków trwałych, kosztów biurowych.

leśnictw. Ponieważ jednak oba te czynniki mają w praktyce wpływ na przychód ze sprzedaży drewna, zdecydowano się włączyć je do analizy, mimo statystycznej nieistotności odpowiednich współczynników korelacji.

Zdaniem autorów źródło problemów może też tkwić w fakcie, iż oba nieistotnie skorelowane wejścia nie są nakładami jednorodnymi w sensie przyjętego rozbicia na analizę efektywności technicznej i finansowej. Przykładowo: na kapitał zasobów LP składają się amortyzacja i przeszacowanie wartości majątku trwałego oraz dodatkowa jego wartość uzyskana w wyniku realizacji inwestycji wspólnych. Dolicza się także wartość nieruchomości przekazanych Lasom Państwowym. Są to klasyczne elementy związane z kapitałem jako zasobem mierzonym wartościowo. Jednak na omawianą kategorię składa się również zysk bilansowy oraz dotacje celowe, które stanowią elementy kapitału finansowego. Sytuacja przedstawia się podobnie w odniesieniu do kategorii „pozostałe koszty działalności administracyjnej”. Zamiarem autorów jest w przyszłości podział obu tych nakładów na osobne podkategorie związane z zasobami (efektywność techniczna) oraz finansami (efektywność finansowa), za pomocą danych z zestawień bilansowych dla poszczególnych nadleśnictw. Gdyby ten zabieg nie przyniósł oczekiwanych rezultatów, planuje się usunięcie kapitału zasobów LP z obu zestawów nakładów oraz połączenie pozostałych kosztów administracyjnych z kosztami Służby Leśnej, które stanowią główną składową kosztów administracyjnych.

## 6. Wyniki badań i ich interpretacja

### 6.1. Analiza efektywności nadleśnictw wyżynno-górskich

Średnia efektywność finansowa nadleśnictw wyżynno-górskich wyniosła 90% w roku 2012. Oznacza to, że średnio rzecz biorąc, nadleśnictwa mogłyby osiągnąć tę samą wielkość przychodów z pozyskania drewna przy kosztach działalności mniejszych o 10%.

**Tabela 2.** Wartości miar efektywności finansowej, technicznej oraz wskaźniki typu efektu skali nadleśnictw wyżynno-górskich w 2012 roku

RDLP	Nadleśnictwo	Efektywność finansowa				Efektywność techniczna			
		$\theta^*$	$S_1$	$S_2$	typ efektu skali	$\theta^*$	$S_1$	$S_2$	typ efektu skali
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RDLP Kraków	Brzesko	1,000	0,843	1,000	↑	1,000	0,974	1,000	↑
RDLP Kraków	Gorlice	0,843	0,827	1,000	↑	0,922	0,974	1,000	↑
RDLP Kraków	Gromnik	1,000	1,000	1,000	→	0,888	0,769	1,000	↑
RDLP Kraków	Krościenko	0,927	0,816	1,000	↑	0,946	0,945	1,000	↑
RDLP Kraków	Krzyszowice	1,000	0,890	1,000	↑	1,000	0,590	1,000	↑
RDLP Kraków	Limanowa	0,937	0,714	1,000	↑	0,915	0,949	1,000	↑

Tabela 2, cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RDLP Kraków	Łosie	0,952	0,900	1,000	↑	0,939	0,994	1,000	↑
RDLP Kraków	Miechów	1,000	0,808	1,000	↑	0,896	0,921	1,000	↑
RDLP Kraków	Myslenice	1,000	0,956	1,000	↑	0,894	0,989	1,000	↑
RDLP Kraków	Nawojowa	0,920	0,882	1,000	↑	0,906	0,990	1,000	↑
RDLP Kraków	Nowy Targ	0,946	0,926	1,000	↑	1,000	0,841	1,000	↑
RDLP Kraków	Piwniczna	0,888	0,815	1,000	↑	0,869	0,960	1,000	↑
RDLP Krosno	Baligród	0,730	0,901	1,000	↑	0,911	0,998	1,000	↑
RDLP Krosno	Bircza	0,816	0,995	1,000	↑	0,969	0,896	0,896	↓
RDLP Krosno	Brzozów	0,948	0,996	0,996	↓	0,915	1,000	1,000	→
RDLP Krosno	Cisna	0,618	0,864	1,000	↑	0,908	0,990	1,000	↑
RDLP Krosno	Dukla	0,773	0,981	1,000	↑	0,905	0,990	1,000	↑
RDLP Krosno	Dynów	1,000	0,856	1,000	↑	0,989	0,939	1,000	↑
RDLP Krosno	Kańczuga	0,793	0,930	1,000	↑	0,918	0,990	1,000	↑
RDLP Krosno	Kołaczyce	1,000	0,807	1,000	↑	0,896	0,977	1,000	↑
RDLP Krosno	Komańcza	0,769	0,980	1,000	↑	0,835	0,981	1,000	↑
RDLP Krosno	Krasiczyn	0,978	0,961	1,000	↑	1,000	1,000	1,000	→
RDLP Krosno	Lesko	1,000	1,000	1,000	→	0,896	1,000	1,000	→
RDLP Krosno	Lutowiska	0,706	0,825	1,000	↑	0,974	0,989	0,989	↓
RDLP Krosno	Rymanów	0,780	0,991	0,991	↓	0,876	0,997	1,000	↑
RDLP Krosno	Strzyżów	0,873	0,995	0,995	↓	0,877	0,989	1,000	↑
RDLP Krosno	Stuposiany	0,875	0,717	1,000	↑	0,942	0,893	1,000	↑
RDLP Krosno	Ustrzyki Dolne	0,731	1,000	1,000	→	0,922	0,949	0,949	↓
RDLP Katowice	Andrychów	1,000	0,907	1,000	↑	0,955	0,984	1,000	↑
RDLP Katowice	Bielsko	0,764	0,796	1,000	↑	0,846	0,981	1,000	↑
RDLP Katowice	Jeleśnia	0,877	0,993	1,000	↑	0,799	0,983	1,000	↑
RDLP Katowice	Sucha	0,865	0,999	0,999	↓	0,781	0,975	1,000	↑
RDLP Katowice	Ustroń	0,806	0,918	1,000	↑	0,830	0,989	1,000	↑
RDLP Wrocław	Bardo Śląskie	0,838	0,981	1,000	↑	0,958	0,989	1,000	↑
RDLP Wrocław	Bystrzyca Kłodzka	1,000	1,000	1,000	→	1,000	1,000	1,000	→
RDLP Wrocław	Henryków	1,000	1,000	1,000	→	1,000	0,913	1,000	↑
RDLP Wrocław	<b>Jawor</b>	1,000	1,000	1,000	→	0,913	0,980	1,000	↑
RDLP Wrocław	Jugów	0,987	0,978	1,000	↑	0,961	0,974	1,000	↑
RDLP Wrocław	Kamienna Góra	1,000	1,000	1,000	→	0,997	0,980	0,980	↓
RDLP Wrocław	LądekZdrój	1,000	1,000	1,000	→	1,000	0,985	0,985	↓
RDLP Wrocław	LwówekŚląski	0,994	0,975	1,000	↑	0,890	0,991	0,991	↓
RDLP Wrocław	Międzylesie	0,958	0,989	1,000	↑	0,979	0,997	1,000	↑
RDLP Wrocław	Szklarska Poręba	0,864	0,989	0,989	↓	0,873	0,992	1,000	↑

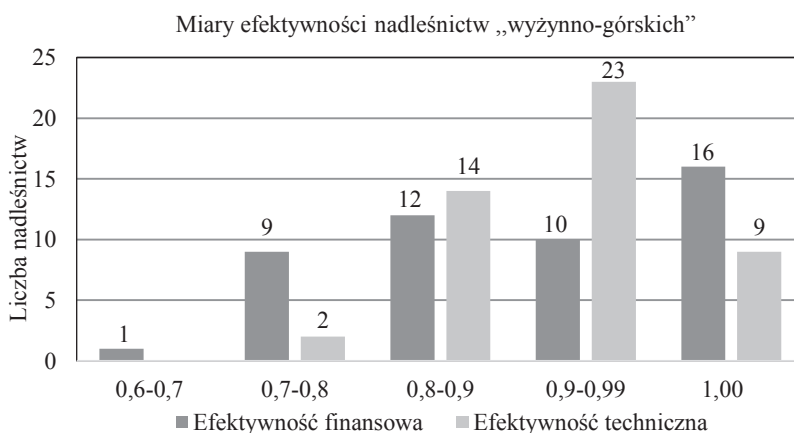


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RDLP Wrocław	Śnieżka	0,805	0,986	1,000	↑	0,975	1,000	1,000	→
RDLP Wrocław	Świdnica	0,852	0,999	0,999	↓	0,934	0,989	0,989	↓
RDLP Wrocław	Świeradów	0,773	0,974	1,000	↑	0,869	0,994	1,000	↑
RDLP Wrocław	Wałbrzych	1,000	1,000	1,000	→	1,000	1,000	1,000	→
RDLP Wrocław	Zdroje	1,000	1,000	1,000	→	1,000	1,000	1,000	→
<b>Średnia</b>		<b>0,900</b>	<b>0,930</b>	<b>0,999</b>	–	<b>0,926</b>	<b>0,962</b>	<b>0,995</b>	–
<b>Minimum</b>		<b>0,618</b>	<b>0,714</b>	<b>0,989</b>	–	<b>0,781</b>	<b>0,590</b>	<b>0,896</b>	–
<b>Maksimum</b>		<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	–	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	–
<b>Odchylenie standardowe</b>		<b>0,102</b>	<b>0,081</b>	<b>0,002</b>	–	<b>0,057</b>	<b>0,070</b>	<b>0,017</b>	–

Źródło: opracowanie własne.

Średnia efektywność techniczna nadleśnictw wyżynno-górskich jest wyższa od finansowej i wynosi 92,6%. W związku z tym analizowane nadleśnictwa, aby utrzymać pozyskanie drewna na danym poziomie, powinny zużywać średnio 7,4% mniej nakładów w postaci zasobów i czynników produkcji.

Warto zaznaczyć, iż stosunkowo nieznaczne odchylenia standardowe wartości miar efektywności finansowej i technicznej wskazują na niewielkie rozproszenie tych wartości, a tym samym odpowiednie średnie wartości miar są wysoce reprezentatywne.



**Rys. 1.** Histogramy<sup>16</sup> miar efektywności finansowej i technicznej nadleśnictw wyżynno-górskich w orientacji na nakłady

Źródło: opracowanie własne.

<sup>16</sup> W celu uzyskania rozłączności klas przyjęto arbitralnie, iż dolna wartość danej klasy należy do niej, natomiast górna nie jest jej elementem.



Ponad 30% nadleśnictw wyżynno-górskich (16 jednostek) jest efektywnych finansowo, zaś w przypadku 46% nadleśnictw występuje nieefektywność nieprzekraczająca 20%. Jedynie nieliczne nadleśnictwa (10 jednostek) są nieefektywne finansowo w znaczącym stopniu (powyżej 20%).

Jeszcze lepiej przedstawia się sytuacja w przypadku efektywności technicznej związanej bezpośrednio z pozyskaniem drewna przy użyciu posiadanych nakładów i zasobów. Wprawdzie tylko 19% nadleśnictw wyżynno-górskich (9 jednostek) jest całkowicie efektywnych technicznie, za to w przypadku, aż 77% nadleśnictw (37 jednostek) nieefektywność techniczna nie przekracza 20%. Jedynie 2 nadleśnictwa wyżynno-górskie są nieefektywne w znaczącym stopniu (powyżej 20%).

Efektywność finansowa i techniczna nadleśnictw zależy również od skali produkcji. Zastosowanie modelu BCC w ramach metody DEA pozwala zbadać, jak wpływa efekt skali produkcji na poziom efektywności nadleśnictw. Wśród 48 analizowanych jednostek 21% (10 obiektów) jest efektywnych względem skali od strony finansowej ( $S_1 = 1$ ). Średnia wartość wskaźnika efektywności skali ( $S_1$ ) w roku 2012 wyniosła 0,930. Oznacza to, że w przypadku przyjęcia z góry, iż nadleśnictwa wyżynno-górskie są efektywne względem skali, otrzymujemy średnio o 7% niższą wartość miernika efektywności finansowej, niż gdy weźmiemy pod uwagę możliwość różnej skali ich działalności finansowej.

Nie warto więc narzucać z góry określonego globalnego typu efektu skali, bo można utracić informacje związane ze skalą działalności od strony finansowej i jej wpływem na poziom odpowiedniego rodzaju efektywności. Przykładowo z analizy za pomocą metody efektywności skali wynika, iż wśród nadleśnictw wyżynno-górskich 32 jednostki (ok. 66,5%) charakteryzują się rosnącymi efektami skali ( $S_1 < 1$ ,  $S_2 = 1$ ), a 6 jednostek (ok. 12,5%) działa w obszarze malejących efektów skali ( $S_1 < 1$ ,  $S_2 < 1$ ). Tak więc większość jednostek nie jest tak naprawdę efektywna względem skali, aczkolwiek wartość średnia wskaźnika  $S_1$  i jego odchylenie standardowe wskazują, że nieefektywność w tym zakresie nie jest znacząca.

W przypadku analizy efektywności technicznej badamy wpływ skali działalności w odniesieniu do kategorii zasobów i nakładów wyrażonych ilościowo. Liczba nadleśnictw wyżynno-górskich efektywna względem skali od tej strony również jest niewielka i stanowi ok. 14,5% liczebności grupy (7 jednostek). Pozostałe nadleśnictwa są nieefektywne względem skali, z czego 34 jednostki (ok. 71%) działają w sferze rosnących efektów skali, a pozostałe 7 nadleśnictw (14,5%) działa w sferze malejących efektów skali. Średni wskaźnik efektywności skali ( $S_1$ ) wynosi 0,962, co ponownie oznacza, że narzucając z góry efektywność względem skali, traci się nie tylko informacje o różnej skali działalności, lecz także zaniża się wartość miary efektywności technicznej.

Zarówno w przypadku analizy efektywności finansowej, jak i technicznej występuje duży odsetek obiektów charakteryzujących się rosnącym typem efektu skali. Wskazuje to, zdaniem autorów, na tkwiący w nich potencjał i możliwość dynamicznego rozwoju w najbliższym czasie.

## 6.2. Analiza efektywności nadleśnictw nizinnych

Średnia efektywność finansowa nadleśnictw nizinnych wyniosła 93,3% w roku 2012, jest więc jeszcze wyższa niż w przypadku nadleśnictw wyżynno-górskich (90%). Oznacza to, że średnio rzecz biorąc, nadleśnictwa nizinne mogłyby osiągnąć tą samą wielkość przychodów z pozyskania drewna przy kosztach działalności mniejszych o 6,7%.

**Tabela 3.** Wartości miar efektywności finansowej, technicznej oraz wskaźniki typu efektu skali nadleśnictw nizinnych w 2012 roku

RDLP	Nadleśnictwo	Efektywność finansowa				Efektywność techniczna			
		$\theta^*$	$S_1$	$S_2$	typ efektu skali	$\theta$	$S_1$	$S_2$	typ efektu skali
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RDLP Kraków	Dąbrowa Tarnowska	0,961	0,947	1,000	↑	1,000	1,000	1,000	→
RDLP Kraków	Dębica	1,000	0,940	1,000	↑	1,000	1,000	1,000	→
RDLP Kraków	Niepołomice	1,000	0,787	1,000	↑	1,000	0,660	1,000	↑
RDLP Kraków	StarySącz	1,000	0,964	1,000	↑	1,000	0,631	1,000	↑
RDLP Krosno	Głogów Małopolski	1,000	0,950	1,000	↑	0,950	0,931	1,000	↑
RDLP Krosno	Jarosław	0,862	0,903	1,000	↑	0,792	0,969	1,000	↑
RDLP Krosno	Kolbuszowa	1,000	0,856	1,000	↑	1,000	1,000	1,000	→
RDLP Krosno	Leżajsk	0,893	0,946	1,000	↑	0,747	0,928	1,000	↑
RDLP Krosno	Lubaczów	0,796	0,932	1,000	↑	0,717	0,999	1,000	↑
RDLP Krosno	Mielec	1,000	0,729	1,000	↑	1,000	0,531	1,000	↑
RDLP Krosno	Narol	0,871	0,861	1,000	↑	0,781	0,839	1,000	↑
RDLP Krosno	Oleszyce	0,931	0,819	1,000	↑	1,000	1,000	1,000	→
RDLP Krosno	Sieniawa	0,945	0,915	1,000	↑	0,917	0,949	1,000	↑
RDLP Krosno	Tuszyna	0,983	0,867	1,000	↑	0,887	0,749	1,000	↑
RDLP Katowice	Brynek	1,000	0,692	1,000	↑	0,731	0,777	1,000	↑
RDLP Katowice	Brzeg	1,000	0,921	1,000	↑	0,940	0,982	1,000	↑
RDLP Katowice	Chrzanów	0,984	0,894	1,000	↑	0,803	0,883	1,000	↑
RDLP Katowice	Gidle	0,833	0,932	1,000	↑	0,925	0,970	0,970	↓
RDLP Katowice	Herby	1,000	0,999	1,000	↑	0,783	0,944	1,000	↑
RDLP Katowice	Katowice	0,935	0,584	1,000	↑	0,779	0,737	1,000	↑

Tabela 3, cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RDLP Katowice	Kędzierzyn	1,000	0,588	1,000	↑	0,872	0,733	1,000	↑
RDLP Katowice	Kluczbork	0,902	0,983	1,000	↑	0,997	0,974	0,974	↓
RDLP Katowice	Kłobuck	1,000	1,000	1,000	→	0,935	0,976	0,976	↓
RDLP Katowice	Kobiór	0,690	0,947	1,000	↑	0,665	0,981	1,000	↑
RDLP Katowice	Konieczpol	0,927	0,928	1,000	↑	0,888	0,848	1,000	↑
RDLP Katowice	Koszęcin	1,000	0,914	1,000	↑	0,863	0,975	1,000	↑
RDLP Katowice	Kup	1,000	0,988	1,000	↑	0,949	0,990	0,990	↓
RDLP Katowice	Lubliniec	1,000	1,000	1,000	→	0,964	0,968	0,968	↓
RDLP Katowice	Namysłów	1,000	1,000	1,000	→	1,000	1,000	1,000	→
RDLP Katowice	Olesno	1,000	1,000	1,000	→	1,000	1,000	1,000	→
RDLP Katowice	Olkusz	0,742	0,769	1,000	↑	0,656	0,726	1,000	↑
RDLP Katowice	Opole	0,845	0,971	1,000	↑	1,000	1,000	1,000	↑
RDLP Katowice	Prószków	0,938	0,934	1,000	↑	0,948	0,992	1,000	↑
RDLP Katowice	Prudnik	0,902	0,963	1,000	↑	1,000	1,000	1,000	→
RDLP Katowice	Rudy Raciborskie	0,711	0,814	1,000	↑	0,773	0,905	1,000	↑
RDLP Katowice	Rudziniec	0,707	0,856	1,000	↑	0,830	0,988	1,000	↑
RDLP Katowice	Rybnik	0,774	0,927	1,000	↑	0,753	0,999	0,999	↓
RDLP Katowice	Siewierz	0,837	0,743	1,000	↑	0,712	0,839	1,000	↑
RDLP Katowice	Strzelce Opolskie	0,949	0,811	1,000	↑	0,741	0,872	1,000	↑
RDLP Katowice	Świerklaniec	1,000	0,948	1,000	↑	0,885	0,977	1,000	↑
RDLP Katowice	Tułowice	1,000	0,969	1,000	↑	0,894	1,000	1,000	→

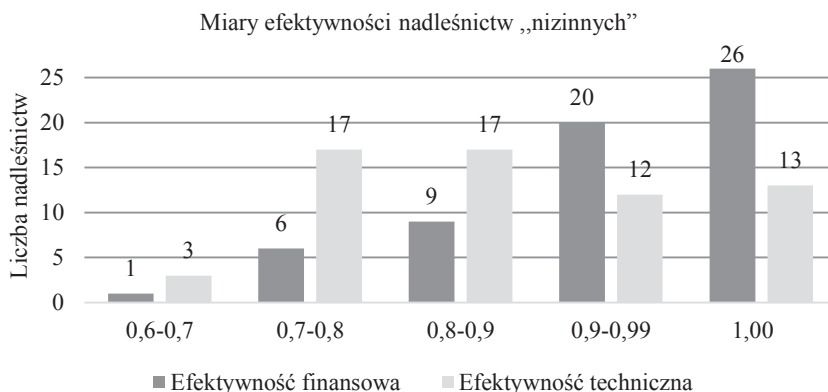
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RDLP Katowice	Turawa	1,000	1,000	1,000	→	0,941	0,993	0,993	↓
RDLP Katowice	Zawadzkie	0,983	0,983	1,000	↑	0,895	0,999	0,999	↓
RDLP Katowice	Złoty Potok	0,798	0,791	1,000	↑	0,819	0,902	1,000	↑
RDLP Wrocław	Bolesławiec	1,000	0,917	1,000	↑	0,804	0,823	1,000	↑
RDLP Wrocław	Chocianów	0,968	0,932	1,000	↑	0,788	0,890	1,000	↑
RDLP Wrocław	Głogów	0,979	0,851	1,000	↑	0,898	0,949	1,000	↑
RDLP Wrocław	Legnica	0,923	0,983	1,000	↑	0,855	0,998	1,000	↑
RDLP Wrocław	Lubin	0,911	0,991	1,000	↑	0,796	0,999	0,999	↓
RDLP Wrocław	Miękinia	1,000	1,000	1,000	→	0,735	0,969	1,000	↑
RDLP Wrocław	Milicz	1,000	1,000	1,000	→	1,000	0,916	0,916	↓
RDLP Wrocław	Oborniki Śląskie	1,000	0,998	1,000	↑	0,855	0,994	1,000	↑
RDLP Wrocław	Oleśnica Śląska	1,000	1,000	1,000	→	0,679	0,986	0,986	↓
RDLP Wrocław	Oława	0,888	0,928	1,000	↑	0,766	0,948	1,000	↑
RDLP Wrocław	Pieńsk	0,896	0,776	1,000	↑	0,800	0,845	1,000	↑
RDLP Wrocław	Przemków	0,991	0,806	1,000	↑	0,967	0,652	1,000	↑
RDLP Wrocław	Ruszków	0,925	0,836	1,000	↑	0,818	0,766	1,000	↑
RDLP Wrocław	Świętoszów	1,000	0,889	1,000	↑	0,919	0,701	1,000	↑
RDLP Wrocław	Węgliniec	0,929	0,771	1,000	↑	0,768	0,741	1,000	↑
RDLP Wrocław	Wołów	0,823	0,944	1,000	↑	0,767	1,000	1,000	→
RDLP Wrocław	Złotoryja	1,000	1,000	1,000	→	1,000	0,975	0,975	↓
RDLP Wrocław	Żmigród	0,904	0,943	1,000	↑	0,873	0,999	0,999	↓
<b>Średnia</b>		<b>0,933</b>	<b>0,900</b>	<b>1,000</b>	–	<b>0,868</b>	<b>0,907</b>	<b>0,996</b>	–
<b>Minimum</b>		<b>0,690</b>	<b>0,584</b>	<b>1,000</b>	–	<b>0,656</b>	<b>0,531</b>	<b>0,916</b>	–
<b>Maksimum</b>		<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	–	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	–
<b>Odchylenie standardowe</b>		<b>0,085</b>	<b>0,098</b>	<b>0,000</b>	–	<b>0,103</b>	<b>0,116</b>	<b>0,013</b>	–

Źródło: opracowanie własne.

Z kolei w przypadku analizy efektywności technicznej sytuacja jest odwrotna. Średnia efektywność techniczna nadleśnictw nizinnych, która wynosi 86,8%, jest niższa niż dla nadleśnictw wyżynno-górskich (92,6%). Nadleśnictwa nizinne, aby utrzymać pozyskanie drewna na danym poziomie, powinny zużywać średnio aż o 13,2% mniej nakładów w postaci zasobów i czynników produkcji.

Ponownie nieznaczne są, w porównaniu ze średnimi, odchylenia standardowe wartości miar efektywności finansowej i technicznej. Przypomnijmy, iż wskazuje to na niewielkie rozproszenie tych wartości, a tym samym odpowiednie średnie wartości miar są wysoce reprezentatywne.

W przypadku nadleśnictw nizinnych aż 42% (26 jednostek) jest efektywnych finansowo, zaś około 47% (29 jednostek) charakteryzuje się efektywnością przekraczającą 80% – zob. rys. 2. Jedynie nieliczne nadleśnictwa (7 jednostek) są nieefektywne finansowo w znaczącym stopniu (powyżej 20%).



**Rys. 2.** Histogramy<sup>17</sup> miar efektywności finansowej i technicznej nadleśnictw nizinnych w orientacji na nakłady

Źródło: opracowanie własne.

Dużo gorzej wygląda sytuacja w przypadku analizy stopnia efektywności technicznej nadleśnictw nizinnych. Liczba obiektów efektywnych spada o połowę (13 jednostek), zaś odsetek nadleśnictw o znaczącym stopniu nieefektywności technicznej wynosi już około 32% (20 jednostek).

Przy analizie histogramów wartości miar efektywności potwierdza się też wcześniejsza uwaga, iż efektywność finansowa nadleśnictw nizinnych jest na wyższym poziomie niż nadleśnictw wyżynno-górskich, podczas gdy w zakresie poziomu efektywności technicznej występuje sytuacja odwrotna. Można więc powiedzieć, iż nadleśnictwa nizinne radzą sobie dużo lepiej w kwestiach finansowych. Natomiast nadleśnictwa wyżynno-górskie przodują w efektywnym wykorzystaniu zasobów i nakładów służących pozyskaniu drewna.

Przechodząc do analizy skali efektywności skali nadleśnictw nizinnych, stwierdza się, że 15% analizowanych jednostek (9 obiektów) jest efektywnych względem skali od strony finansowej ( $S_1 = 1$ ). Średnia wartość wskaźnika efektywności skali ( $S_1$ ) w roku 2012 wyniosła 0,900, czyli jest nieco niższa niż dla nadleśnictw wyżynno-górskich. Oznacza to, że w przypadku przyjęcia z góry, iż nadleśnictwa nizinne są efektywne względem skali, otrzymujemy średnio o 10% niższą wartość miernika efektywności finansowej niż w przypadku, gdy weźmiemy pod uwagę możliwość różnej skali ich działalności w tym zakresie.

<sup>17</sup> Obowiązuje opisana w przypisie 16 zasada rozłączności klas.

Stosując ponownie metodę efektywności skali, uzyskujemy informację, iż pozostałe 53 nadleśnictwa nizinne, nieefektywne względem skali, charakteryzują się rosnącymi efektami skali. Wskazuje to na jeszcze większy potencjał i możliwość dynamicznego rozwoju w najbliższym czasie w sferze finansowej niż w przypadku nadleśnictw wyżynno-górskich.

Przechodząc do analizy wpływu skali działalności na poziom efektywności technicznej obiektów, przypomnijmy, że bierzemy tu pod uwagę wpływ zwiększenia ilości zasobów i nakładów na ilość pozyskanego drewna. Liczba nadleśnictw nizinnych efektywna względem skali od tej strony, podobnie jak w przypadku efektywności finansowej, wynosi 15% (9 jednostek). Pozostałe nadleśnictwa są nieefektywne względem skali, z czego 40 jednostek (ok. 64%) działa w sferze rosnących efektów skali, a pozostałe 13 nadleśnictw (ok. 21%) – w sferze malejących efektów skali. Są to wielkości porównywalne, z tymi uzyskanymi dla nadleśnictw wyżynno-górskich. Średni wskaźnik efektywności skali ( $S_1$ ) wynosi 0,907, co z kolei oznacza, iż średnia nieefektywność względem skali jest podobna jak przy analizie sfery finansowej nadleśnictw nizinnych.

Na koniec należy zaznaczyć, iż omówione różnice między odpowiadającymi sobie wartościami miar i wskaźników dla obu kategorii nadleśnictw są porównywalne z wartościami odchyłeń. Stąd porównania te należy traktować z dużą ostrożnością.

## 7. Zakończenie

Zdaniem autorów główny cel pracy, czyli ocena efektywności technicznej i finansowej wybranych nadleśnictw w Polsce za pomocą metody DEA, z uwzględnieniem zróżnicowanych warunków ich gospodarowania (technologii produkcji), został osiągnięty. Ustalono również typy efektów skali, jakimi charakteryzują się poszczególne nadleśnictwa w kategoriach finansowych i zasobów, oraz określono ich wpływ odpowiednio na poziom efektywności finansowej i technicznej obiektów. Według wiedzy autorów na gruncie polskim metoda DEA została w niniejszym opracowaniu zastosowana po raz pierwszy do oceny efektywności gospodarki leśnej w Polsce.

Badania w tym obszarze przy użyciu metody DEA będą kontynuowane. Planuje się przeanalizowanie stopnia efektywności technicznej i finansowej w orientacji na efekty, czyli wyznaczenie maksymalnego możliwego do uzyskania przychodu ze sprzedaży drewna (efektywność finansowa) oraz maksymalnej możliwej ilości pozyskanego drewna (efektywność techniczna). Istotna jest również analiza zmian efektywności technicznej i finansowej w czasie, która zostanie przeprowadzona za pomocą tzw. indeksów Malmquista. Dla celów analizy wpływu na poziom efektywności czynników egzogenicznych, niezwiązanych ze stosowaną technologią, zostanie wykorzystana alternatywna metodologia o charakterze parametrycznym w postaci modelu tobitowego.

## Literatura

- Banker R., Charnes A., Cooper W., 1984, *Some models for estimating technical and scale inefficiencies in DEA*, Management Science, vol. 30 (9), s. 1078-1091.
- Bogatoft, P., Thorsen B. J., Strange N., 2003, *Efficiency and merger gains in the Danish forestry extension service*, Forest Science, vol. 49 (4), s. 585-595.
- Buraczewski A., Wysocki F., 2000, *Ocena sytuacji finansowej nadleśnictw za pomocą syntetycznego miernika rozwoju*, Sylwan, vol. 144 (1), s. 43-52.
- Färe R., Grosskopf S., Lovell C., 1994, *Production Frontiers*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Fotiou S. I., 2000, *Efficiency measurement and logistics – an application of DEA in Greek sawmills in logistics in the forest sector*, [w:] *Logistics in the Forest Sector*, Sjöström K. (red), Timber Logistics Club, Helsinki.
- Gółoś P., Referowska-Chodak E., 2011, *Struktura pozaprodukcyjnych funkcji lasu i ich wpływ na sytuację ekonomiczną gospodarki leśnej*, [w:] *Strategia rozwoju lasów i leśnictwa w Polsce do roku 2030*, materiały III Sesji Zimowej Szkoły Leśnej przy IBL, Sękocin Stary, 15-17 marca 2011 r., Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary.
- Guzik B., 2009, *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*, Wydawnictwo UE w Poznaniu, Poznań.
- Hailu A., Veeman T.S., 2001, *Non-parametric productivity analysis with undesirable outputs: An application to the canadian pulp and paper industry*, American Journal of Agricultural Economics, vol. 83 (3), s. 605-616.
- Hailu A., Veeman T.S., 2003, *Comparative analysis of efficiency and productivity growth in Canadian regional boreal logging industries*, Canadian Journal of Forest Research, vol. 33 (9), s. 1653-1660.
- Joro T., Viitala E.-J., 1999, *The efficiency of public forestry organizations: A comparison of different weight restriction approaches*, IIASA Interim Report IR-99-059, <http://www.metla.fi/pp/EJVi/julkaisut.htm>.
- Kao C., Yang Y.C., 1991, *Measuring the efficiency of forest management*, Forest Science, vol. 37(5), s. 1239-1252.
- Kocel J., 2004, *Metoda określania jednostkowych kosztów standardowych prac leśnych na podstawie grupowania nadleśnictw o zbliżonych warunkach przyrodniczo-leśnych*, Leśne Prace Badawcze, vol. 3, s. 31-51.
- Kocel J., Kwiecień R., 2010, *Metoda określania syntetycznego wskaźnika efektów gospodarowania zasobami przyrodniczymi, ludzkimi i ekonomicznymi nadleśnictw*, Leśne Prace Badawcze, vol. 71 (1), s. 91-104.
- Korkmaz M., 2011, *Productivity changes of forest enterprises in Turkey: A non-parametric Malmquist approach*, African Journal of Agricultural Research, vol. 6 (28), s. 6189-6196.
- Kwiecień R., Kocel J., 2006, *Metoda określania stopnia trudności gospodarowania nadleśnictw*, Leśne Prace Badawcze, vol. 2, s. 51-71.
- Lebel L.G., Stuart W. B., 1998, *Technical efficiency evaluation of logging contractors using a nonparametric model*, Journal of Forest Engineering, vol. 9 (2), s. 15-24.
- Marszałek T., 1974, *Efektywność gospodarki leśnej*, Sylwan, vol. 10, s. 8-16.
- Marszałek T., 1975, *Efekty i efektywność*, PWRiL, Warszawa.
- Nyrud A., Baardsen S., 2003, *Production efficiency and productivity growth in Norwegian sawmilling*, Forest Science, vol. 49 (1), s. 89-97.
- Patalas Z., 1987, *Współczynniki trudności Wt dla nadleśnictw i OZLP*, Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, vol. 663, s. 41-51.
- Podgórski M., 1989, *Efektywność produkcji leśnej „przy pniu” i „na pniu” w nadleśnictwach Lasów Państwowych*, Prace Komisji Nauk Rolniczych i Leśnych, T. 68, s. 103-109.

- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 6 grudnia 1994 r. w sprawie szczegółowych zasad gospodarki finansowej w Państwowym Gospodarstwie Leśnym Lasy Państwowe, Dz.U. 1994 nr 134, poz. 692.
- Rusielik R., Zbaraszewski W., 2014, *The efficiency of scientific and tourism activity of Polish National Parks with use DEA method*, Economic and Environmental Studies, vol. 14 (3), s. 283-297.
- Salehirad N., Sowlati T., 2005, *Performance analysis of primary wood producers in British Columbia using data envelopment analysis*, Canadian Journal of Forest Research, vol. 35, s. 285-294.
- Sprawozdanie finansowo-gospodarcze za rok 2012, 2013, Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Warszawa.
- Szramka H., 1992, *Wstępna analiza podstawowych determinantów ekonomicznej efektywności pracy w gospodarstwie leśnym*, Prace Komisji Nauk Rolniczych i Leśnych, T. 76, s. 119-124.
- Szramka H., 1996, *Próba oceny sytuacji gospodarczej nadleśnictw po wprowadzeniu nowych zasad gospodarki finansowej w Lasach Państwowych*, Prace Komisji Nauk Rolniczych i Leśnych, T. 82, s. 143-149.
- Ustawa z 28 września 1991 r. o lasach, tekst jednolity Dz.U. 2011 nr 12, poz. 59 z późniejszymi zmianami.
- Yin R., 2000, *Alternative measurements of productive efficiency in the global bleached softwood pulp sector*, Forest Science, vol. 46 (4), s. 558-569.
- Ziółkowska J., 2008, *Efektywność techniczna w gospodarstwach wielkotowarowych*, Studia i Monografie, nr 140, IERiGŻ, Warszawa.