

ZASTOSOWANIE METODY DEA W OCENIE EFEKTYWNOŚCI GOSPODAROWANIA NADLEŚNICTW – ORIENTACJA NA PRODUKTY¹

Wojciech Młynarski

Zakład Zarządzania Zasobami Leśnymi, Instytut Badawczy Leśnictwa

e-mail: w.mlynarski@ibles.waw.pl

Artur Prędko

Katedra Ekonometrii i Badań Operacyjnych,

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

e-mail: predkia@uek.krakow.pl

Streszczenie: Celem pracy jest ocena efektywności finansowej i zasobów gospodarczych nadleśnictw w Polsce Południowej w 2012 roku za pomocą metody DEA. W ramach analizy efektywności finansowej, określono maksymalne, potencjalne przychody ze sprzedaży drewna dla poszczególnych nadleśnictw przy danych kosztach. Z kolei, przy przeprowadzaniu analizy efektywności zasobów gospodarczych, próbowano określić maksymalną ilość drewna, możliwą technologicznie do pozyskania przy danych zasobach. Szczególną uwagę poświęcono jednostkom uznanym za skrajnie nieefektywne, dla których przeprowadzono analizę za pomocą tzw. wzorców efektywności. Dodatkowo, w celu wprowadzenia rankingu wśród jednostek efektywnych i uszczegółowienia interpretacji miar efektywności, wykorzystano model nadefektywności.

Słowa kluczowe: gospodarka leśna, efektywność techniczna, metoda DEA

¹ 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.

WSTĘP

Efektywność jest jednym z podstawowych pojęć związanych z oceną działalności podmiotów gospodarczych. Dotyczy ona m.in. skuteczności procesu przekształcania nakładów (czynników produkcji) w efekty (produkty). Ocena efektywności w leśnictwie stanowi duże wyzwanie z uwagi na mnogość zasad i celów stawianych gospodarstwu leśnemu, określonych w Ustawie o lasach [1991]. Ponadto, „nadleśnictwa prowadzą działalność gospodarczą na zasadzie samodzielności finansowej i pokrywają koszty działalności z własnych przychodów” [Ustawa 1991, art. 50]. Wymusza to na gospodarstwie leśnym poszukiwanie sposobów, które pozwolą na osiągnięcie najkorzystniejszego (optymalnego) stosunku między poniesionymi nakładami a osiągniętymi efektami [Klocek i Płotkowski 2010].

Głównym celem pracy jest ocena efektywności finansowej i zasobów gospodarczych nadleśnictw w Polsce Południowej w 2012 roku za pomocą metody DEA² (*Data Envelopment Analysis*). W badaniu uwzględniono 110 jednostek, podlegających administracyjnie czterem Regionalnym Dyrekcjom Lasów Państwowych (RDLP Wrocław, Katowice, Kraków i Krosno). Na potrzeby sporządzenia analiz wykorzystano materiały źródłowe pochodzące przede wszystkim z baz danych Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP). W szczególności, skorzystano ze sprawozdań finansowo - gospodarczych, takich 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 leśna, skład gatunkowy oraz udział siedliskowych typów lasu).

Cele szczegółowe pracy, służące realizacji celu głównego, zorientowane są na produkty. W ramach analizy efektywności finansowej, określono maksymalne, potencjalne przychody ze sprzedaży drewna dla poszczególnych nadleśnictw przy danych kosztach. Z kolei, przy przeprowadzaniu analizy efektywności zasobów gospodarczych, próbowano określić maksymalną ilość drewna, możliwą technologicznie do pozyskania przy danych nakładach (zasobach). Szczególną uwagę poświęcono jednostkom uznanym za skrajnie nieefektywne, dla których przeprowadzono analizę za pomocą tzw. wzorców efektywności (zob. część empiryczna pracy). Dodatkowo, w celu wprowadzenia rankingu wśród jednostek efektywnych i uszczegółowienia interpretacji miar efektywności, wykorzystano model nadefektywności (*super-efficiency model*) – zob. np. [Guzik 2009, rozdział 8; Andersen i Petersen 1993].

² W języku polskim używa się nazwy *Analiza obwiedni (otoczki) danych* – zob. [Welfe i in. 2002].

ORIENTACJA NA PRODUKTY - UZASADNIENIE

Samodzielność finansowa zmusza nadleśnictwa do poszukiwania rozwiązań prowadzących z jednej strony do wzrostu przychodów a z drugiej do obniżenia kosztów produkcji. Wobec tego w analizie efektywności gospodarstw leśnych istotna jest zarówno orientacja na nakłady (koszty), jak i na produkty (przychody). W pracy [Młynarski i Prędko 2016] badano efektywność wspomnianych 110 nadleśnictw w orientacji na nakłady, czyli określono maksymalną możliwą redukcję nakładów (kosztów), przy utrzymaniu danego poziomu odpowiednio: pozyskanego drewna i przychodu ze sprzedaży drewna. Kierowano się naczelną zasadą funkcjonowania nadleśnictw, gdzie pozyskanie drewna ma na celu głównie samofinansowanie jednostki oraz jej działań edukacyjnych i proekologicznych.

Posiadanie informacji o potencjalnych możliwościach gospodarstwa leśnego, może stanowić jeden z warunków optymalnego gospodarowania zasobami leśnymi [Płotkowski 2001]. Z punktu widzenia finansowej i gospodarczej efektywności gospodarstwa leśnego, poza oszczędnym wykorzystaniem zasobów, czy redukcją kosztów (orientacja na nakłady), można także zwiększyć pozyskanie drewna w nadleśnictwie, co pociąga za sobą wzrost przychodów z jego sprzedaży (orientacja na produkty).

Należy jednak pamiętać, że istnieją ograniczenia mające wpływ na wielkość pozyskania drewna, które wynikają z celów i zasad wielofunkcyjnej i zrównoważonej gospodarki leśnej. Konieczność ochrony lasów, trwałości użytkowania i powiększania zasobów leśnych oraz wypełniania przez lasy funkcji produkcyjnej i pozaprodukcyjnych (ekologicznych i socjalnych), znajduje odzwierciedlenie w sporządzanych dla nadleśnictw Planach Urządzenia Lasu (PUL), w których określa się rozmiar pozyskania drewna (etat cięć) na okres 10 lat.

Przyjmuje się, że przeciętny roczny rozmiar pozyskania drewna w Polsce oscyluje w granicach 55% przyrostu rocznego drzewostanów [Ministerstwo Środowiska 2009]. Zdaniem Piszcza i Janusz [2012] stopniowe zwiększanie pozyskania do 60%, lub nawet 65%, nadal w pełni realizowałoby zasadę reprodukcji rozszerzonej (relacja między przyrostem a pozyskaniem drewna), nie odbijając się negatywnie na stanie lasu i środowiska przyrodniczego oraz bez szkody dla realizacji pozaprodukcyjnych funkcji lasu. Są oni również zdania, że zwiększenie podaży surowca nie powinno w chwili obecnej wpłynąć negatywnie na poziom uzyskiwanych przez gospodarstwo leśne cen i przychodów ze sprzedaży. Stąd autorzy niniejszej pracy postanowili zbadać potencjalne możliwości wybranych 110 nadleśnictw w odniesieniu do pozyskania drewna oraz przychodów z jego sprzedaży.

METODYKA BADAŃ

Do obliczenia wartości miernika efektywności finansowej i zasobów gospodarczych nadleśnictw oraz wzorców efektywności dla jednostek nieefektywnych wykorzystano model BCC zorientowany na produkty w postaci obwiedni (*the BCC output-oriented model in the envelopment form*, zob. [Banker i in. 1984]).

Na początek wprowadzono następujące oznaczenia:

n – liczebność grupy producentów,

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 ilości efektów wytworzonych przez j -tą jednostkę, gdzie $j \in \{1, \dots, n\}$.

Wspomniany model BCC ma postać:

$$\theta_o \rightarrow \text{MAX} \quad (1)$$

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

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

W praktyce obiekt o jest zwykle jednym z danych n obiektów, tzn. $o \in \{1, \dots, n\}$. Programy liniowe w DEA rozwiązuje się więc zwykle n razy tzn. tyle, ile jest obiektów w grupie.

Optymalna wartość funkcji celu θ_o^* programu (1) 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. Poziom efektywności danej jednostki wyznacza się poprzez porównanie jej z innymi obiektami z grupy, stąd miara ta ma charakter względny. Porównanie to następuje za pośrednictwem optymalnych wartości *zmiennych intensywności* λ_{jo}^* , $j = 1, \dots, n$, niezbędnych do konstrukcji tzw. wzorca efektywności, czyli wektora idealnych nakładów i produktów dla danego obiektu o postaci:

$(\sum_{j=1}^n \lambda_{jo}^* \mathbf{x}_j, \sum_{j=1}^n \lambda_{jo}^* \mathbf{y}_j)$. W niniejszej pracy wykorzystano również różnice pomiędzy

optymalnymi wartościami lewych i prawych stron warunków ograniczających modelu (1) związanych z nakładami, zwane *luzami* – dalsze szczegóły w części empirycznej pracy.

W ramach analizy metodą DEA efektywna jest zwykle pewna podgrupa jednostek, która rozpina tzw. „otoczkę danych”, stąd polska nazwa metody (zob. przypis 2). Wszystkie te jednostki mają wartość miary równą 1. W celu wprowadzenia wśród nich rankingu (rozróżnienia) wykorzystuje się modele nadefektywności (*the super-efficiency models*). W niniejszej pracy skorzystano

z jednego z nich, będącego odpowiednikiem wcześniej wprowadzonego modelu (1) (zob. np. [Andersen i Petersen 1993]).

$$\theta_{o,ef} \rightarrow \text{MAX} \quad (2)$$

$$\mathbf{x}_o \geq \sum_{j \neq o} \lambda_{jo} \mathbf{x}_j, \theta_{o,ef} \mathbf{y}_o \leq \sum_{j \neq o} \lambda_{jo} \mathbf{y}_j, \sum_{j \neq o} \lambda_{jo} = 1,$$

$$\theta_{o,ef} \in \mathbf{R}, \lambda_{jo} \geq 0, j = 1, \dots, n \text{ (zmiennne decyzyjne)}.$$

Jest on bardzo podobny do modelu wyjściowego. Pomijając w sumowaniu jednostkę efektywną o mierzymy jej odległość od otoczki wypukłej utworzonej przez *pozostałe* jednostki³. Im mniejsza wartość optymalna⁴ $\theta_{o,ef}^*$ (miara nadefektywności) tym odległość jest większa, a obiekt jest istotniejszy dla badanej grupy, czyli wyżej w rankingu - szczegóły w części empirycznej pracy.

WYBRANE ZESTAWY NAKŁADÓW I EFEKTÓW ORAZ POGRUPOWANIE NADLEŚNICTW

Prawidłowa identyfikacja zmiennych reprezentujących nakłady i efekty jest istotnym etapem w analizie efektywności nieparametryczną metodą DEA. W niniejszej pracy wyodrębniono dwa ich zestawy w zależności od rodzaju danych, którymi dysponowano. Po pierwsze, posłużono się wybranymi kategoriami finansowymi z zestawień bilansowych nadleśnictw analizując ich efektywność pod tym kątem. Po drugie, użyto również dane dotyczące wybranych kategorii zasobów nadleśnictw, w celu zbadania efektywności wykorzystania zasobów gospodarczych. Na możliwość wyrażania nakładów i efektów w jednostkach naturalnych i wartościowych w gospodarstwie leśnym zwracał uwagę m.in. Marszałek [1974].

W wyniku tego 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 niematerialnych (kosztów) w produkt końcowy (efekt), który jest przychodem z gospodarki leśnej.

W zależności od przyjętego rodzaju efektywności, zaproponowane zestawy nakładów i efektów są następujące:

1. Zestaw nakładów i efektów – efektywność finansowa:

$$x_1 - \text{koszty pozyskania drewna [zł]},$$

³ W przypadku jednostek nieefektywnych, wartość miary efektywności jest identyczna w modelach (1) i (2).

⁴ W przypadku tej wersji modelu nadefektywności wartość miary może nie istnieć (zob. np. [Cooper i in. 2006, s. 310]).

- x_2 – koszty zagospodarowania lasu [zł],
- x_3 – koszty Służby Leśnej [zł],
- x_4 – pozostałe koszty działalności administracyjnej [zł],
- y – przychody ze sprzedaży drewna [zł].

2. Zestaw nakładów i efektów – efektywność zasobów gospodarczych:

- x_1 – powierzchnia ogólna nadleśnictwa [ha],
- x_2 – zatrudnienie ogółem w nadleśnictwie [liczba osób],
- x_3 – zapas na powierzchni leśnej [m^3],
- y – ilość pozyskanego drewna [m^3].

Szerszy opis kategorii nakładów i efektów z obu zestawów, wraz z uzasadnieniem ich wyboru można znaleźć w pracy [Młynarski i Prędkie 2016].

W niniejszej pracy wprowadzono dodatkowo grupowanie nadleśnictw w celu uwzględnienia uwarunkowań (technologii produkcji), w jakich gospodarują nadleśnictwa i spełnienia założenia o jednorodności technologicznej, przyjmowanego na gruncie metodyki DEA. Wykorzystano podział zaproponowany przez Kocela [2004] ze względu na strukturę Typów Siedliskowych Lasu⁵ (TSL). Pozwoliło to na wyodrębnienie trzech kategorii nadleśnictw: „górkich”, „wyzynnych” i „nizinnych”, w zależności od procentowego udziału odpowiednich siedliskowych typów lasu w nadleśnictwie (zob. tabela 1).

Tabela 1. Pogrupowanie nadleśnictw

Kategoria	Nazwa	Kryterium Kocela	Liczba	DEA	Liczba
I	Nadleśnictwa „górkie”	udział siedlisk górskich powyżej 50%	36	Nadleśnictwa „wyzynno-górkie”	50
II	Nadleśnictwa „wyzynne”	udział siedlisk wyzynnych powyżej 50%	14		
III	Nadleśnictwa „nizinne”	udział siedlisk nizinnych powyżej 50%	63	Nadleśnictwa „nizinne”	63

Źródło: opracowanie własne

Zgodnie z praktyczną regułą stosowaną na gruncie metodyki DEA, liczba jednostek gospodarczych w badanej grupie powinna być ponad trzykrotnie większa od łącznej liczby nakładów i efektów (zob. np. [Cooper i in. 2006, s. 106]). W przeciwnym wypadku istnieje możliwość uzyskania rezultatów

⁵ Typ siedliskowy lasu – podstawowa jednostka w systemie klasyfikacji siedlisk leśnych, obejmująca powierzchnie leśne o zbliżonych warunkach siedliskowych wynikających z żyzności i wilgotności gleb, podobieństw cech klimatu oraz ukształtowania terenu i budowy geologicznej (zob. [Instrukcja 2003]).

zdegenerowanych w tym sensie, że wszystkie jednostki zostaną uznane za efektywne⁶. Liczba nadleśnictw „wyżynnych” nie spełnia tego kryterium, w związku z tym dokonano połączenia dwóch kategorii nadleśnictw „wyżynnych” i „górkich” w jedną kategorię nadleśnictw „wyżynno-górkich”.

W pierwszym etapie doboru obiektów badań, sumaryczna liczba nadleśnictw wyniosła 113, z czego do nadleśnictw „wyżynno-górkich” zakwalifikowano 50 jednostek, a do nadleśnictw „nizinnych” 63 obiekty (zob. tabela 1). Jednak, w następnym etapie analizy danych skorygowano liczbę nadleśnictw o jednostki, których rozmiar zadań odbiegał znacząco od średniej dla Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe (PGLLP). Spośród nadleśnictw „wyżynno-górkich” z dalszych badań 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 dalszej analizy przyjęto ostatecznie 110 nadleśnictw, z podziałem na nadleśnictwa „wyżynno-górkie” (48) i nadleśnictwa „nizinne”(62).

WYNIKI BADAŃ I ICH INTERPRETACJA

W tabeli 2 przedstawiono wyniki zbiorcze w postaci wybranych statystyk, w odniesieniu do wartości miary efektywności finansowej i zasobów, w podziale na odpowiednie kategorie nadleśnictw.

Tabela 2. Wybrane statystyki wartości miary efektywności finansowej i zasobów gospodarczych

Statystyki	Nadleśnictwa nizinne		Nadleśnictwa wyżynno-górkie	
	Ef. finansowa	Ef. zasobów	Ef. finansowa	Ef. zasobów
Średnia	1,1739	1,1974	1,1787	1,2729
Odchylenie	0,2033	0,1918	0,1983	0,2594
Maximum	1,7461	1,9754	1,8675	2,0305
Wsp. rang	0,5279*		0,2714*	
Wsp. kor. lin.	0,5378*		0,2094*	

*Wykorzystano wartości miar nadefektywności uzyskane z modelu (2), w celu ustalenia bardziej jednoznacznego rankingu.

Źródło: opracowanie własne

⁶ Jest to sytuacja podobna jak w modelach parametrycznych, gdy liczba obserwacji jest zbliżona do liczby parametrów będących przedmiotem estymacji.

Statystyki dotyczące efektywności finansowej kształtowały się na podobnym poziomie w obu grupach nadleśnictw. Jedyne zakres zmienności w przypadku nadleśnictw „wyzynno-górskich” był nieznacznie większy⁷. Przykładowo, średnia efektywność finansowa nadleśnictw „nizinnych” wyniosła 1,1739 w roku 2012. Oznacza to, że nadleśnictwa „nizinne” mogłyby osiągnąć przy obecnym poziomie kosztów średnio o 17,39% większe przychody ze sprzedaży drewna.

W obu kategoriach nadleśnictw średnia efektywność zasobów jest niższa niż średnia efektywność finansowa. Przy obecnym poziomie zasobów nadleśnictwa „nizinne” oraz „wyzynno-górskie” są w stanie średnio zwiększyć ilość pozyskanego drewna odpowiednio o 19,74% i 27,29%. Widoczna jest więc również różnica w średniej efektywności zasobów pomiędzy kategoriami, co nie miało miejsca w przypadku efektywności finansowej.

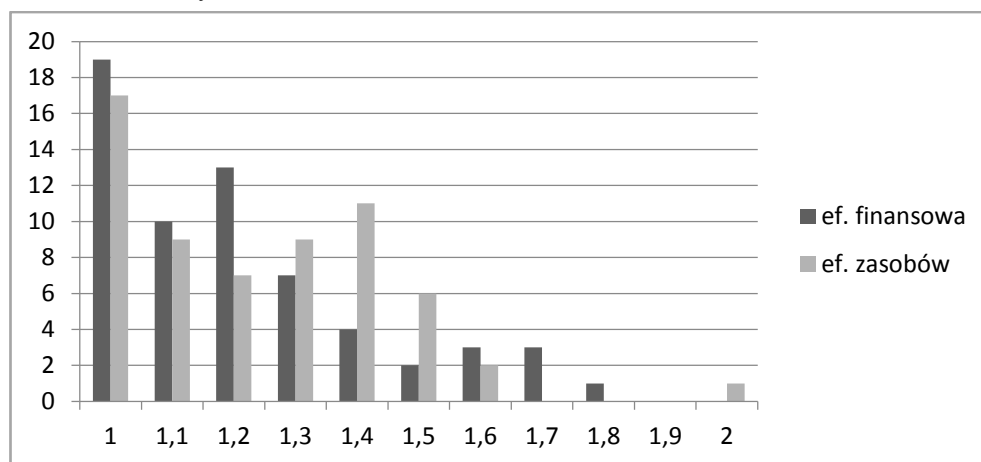
W przypadku nadleśnictw „nizinnych” występuje istotnie dodatnia korelacja liniowa Pearsona i rang (ale nie silnie dodatnia) pomiędzy efektywnością finansową a zasobów. Sytuacja ta nie ma miejsca w nadleśnictwach „wyzynno-górskich”, co świadczy o odmiennej zależności pomiędzy sferą finansową a zasobową. Zdaniem autorów wpływ na taki stan rzeczy mogą mieć różnice technologiczne występujące pomiędzy jednostkami z wyróżnionych kategorii. Zaobserwowany fakt świadczy więc o słuszności podziału nadleśnictw na dwie odrębne grupy.

Wszelkie interpretacje należy jednak traktować z dużą ostrożnością, ze względu na znaczącą wartość odchylenia w stosunku do zakresu zmienności miernika. Dotyczy to obu kategorii nadleśnictw oraz rodzajów efektywności. Stąd, warto również przeanalizować miary efektywności dla wszystkich obiektów w danej grupie za pomocą histogramu ich wartości, ponieważ zbiorcze statystyki mogą okazać się mylące (zob. rysunki 1-2).

W kategorii nadleśnictw „nizinnych” istnieje stosunkowo liczna frakcja nadleśnictw efektywnych zarówno od strony finansowej jak i zasobów – odpowiednio 19 (30,64%) i 17 (27,42%) obiektów na 62 nadleśnictwa. Ponadto, nadleśnictwa „nizinne” są w większości bardziej efektywne finansowo niż od strony zasobów. Przykładowo, aż 67,74% nadleśnictw „nizinnych” (42 obiekty) przy obecnych kosztach nie byłoby w stanie zwiększyć przychodu ze sprzedaży drewna o więcej niż 20%. Podczas gdy jedynie 53,22% nadleśnictw „nizinnych” (33 obiekty) przy obecnym poziomie zasobów nie byłaby w stanie zwiększyć ilości pozyskanego drewna więcej niż o 20%. Ponad połowa obiektów jest więc wysoce efektywna zarówno od strony finansowej jak i zasobów. Natomiast liczba obiektów odstających (skrajnie nieefektywnych), o wartości miernika przekraczającej 1,5, jest stosunkowo niewielka.

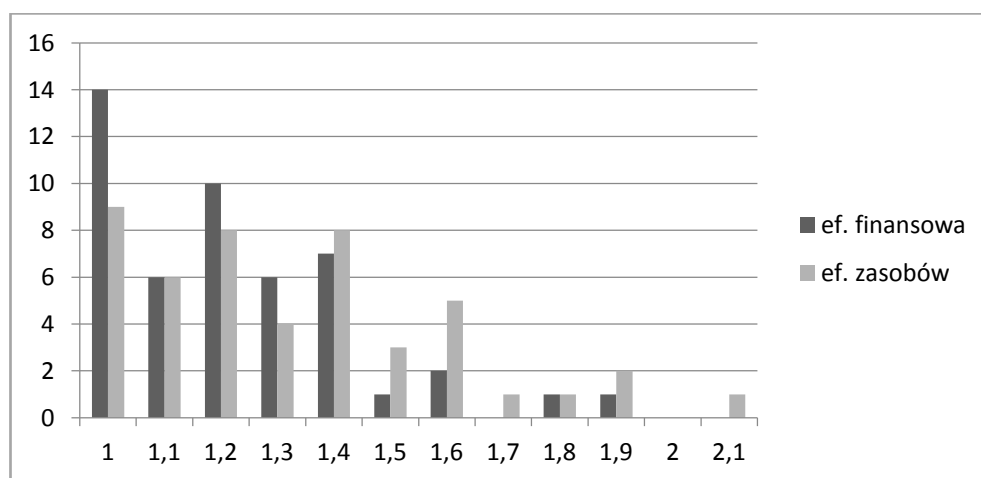
⁷ Warto przypomnieć, że na mocy konstrukcji, dolną wartością zakresu miary efektywności zorientowanej na produkty jest jedynka osiągnięta dla obiektów efektywnych.

Rysunek 1. Histogramy miar efektywności finansowej i technicznej nadleśnictw „nizinnych”



Źródło: opracowanie własne

Rysunek 2. Histogramy miar efektywności finansowej i technicznej nadleśnictw „wyzynno-górskich”



Źródło: opracowanie własne

W przypadku nadleśnictw „wyzynno-górskich” (48 jednostek) znaczący jest jedynie odsetek obiektów efektywnych finansowo (29,16% - 14 jednostek). Od strony zasobów efektywne jest tylko 9 nadleśnictw (18,75%). Podobnie jak w przypadku nadleśnictw „nizinnych”, większa jest efektywność jednostek od strony finansowej niż zasobów. Przykładowo, aż 62,50% nadleśnictw „wyzynno-górskich” (30 obiektów) przy obecnych kosztach nie byłoby w stanie zwiększyć przychodu ze sprzedaży drewna o więcej niż 20%. Podczas, gdy jedynie 47,92%

nadleśnictw „niziny” (23 obiekty) przy obecnym poziomie zasobów nie byłaby w stanie zwiększyć ilości pozyskanego drewna więcej niż o 20%. Dla nadleśnictw „wyzynno-górskich” jedynie pod kątem finansowym ponad połowa obiektów jest wysoce efektywna, a odsetek obiektów odstających (skrajnie nieefektywnych), o wartości miernika przekraczającej 1,5, jest stosunkowo niewielki. W przeciwieństwie do nadleśnictw „niziny”, sytuacja taka nie występuje w odniesieniu do efektywności zasobów nadleśnictw „wyzynno-górskich”.

W niniejszej pracy przeanalizowano również wzorce efektywności dla obiektów skrajnie nieefektywnych, w celu określenia potencjalnych zmian w ilościach nakładów i efektów prowadzących do osiągnięcia pełnej efektywności przez te jednostki (tabela 3).

Tabela 3. Wyniki dotyczące obiektów skrajnie nieefektywnych

	Nadleśnictwa nizinne		Nadleśnictwa wyzynno-górskie	
	Ef. finansowa	Ef. zasobów	Ef. finansowa	Ef. zasobów
Obiekt i wartość jego miary	Katowice – 1,7461	Olkusz – 1,9754	Cisna – 1,8675	Kołaczyce – 2,0305
Wzorzec	Głogów Młp.(47,59%) Kolbuszowa (5,21%) Mielec (10,60%) Miękinia (36,60%)	Olesno (6,36%) Prudnik (46,46%) Zawadzkie (44,54%) Oleśnica Śl.(2,64%)	Gromnik (4,53%) Lesko (42,92%) Zdroje (52,55%)	Nowy Targ (27,88%) Ustroń (27,88%) Zdroje (44,24%)
Luzy	k. Służby Leśnej – 459319,18zł	Brak	k. pozysk. drewna – 764820,18zł poz. k. admin. – 527524,42zł	pow. nadl. – 1102,4ha

Źródło: opracowanie własne

Wśród nadleśnictw „niziny” największą nieefektywnością finansową charakteryzuje się Nadleśnictwo Katowice, które przy obecnym poziomie kosztów mogłoby osiągnąć o 74,61% większe przychody ze sprzedaży drewna. Świadczy o tym istnienie wzorca efektywności finansowej będącego planem pośrednim pomiędzy zaobserwowanymi planami wykonalnymi dla czterech nadleśnictw (procenty w nawiasach określają udział poszczególnych planów wykonalnych w planie pośrednim). Dodatkowo, w przypadku kosztów Służby Leśnej istnieje nawet możliwość ich obniżenia o około 459 319 zł (interpretacja luzu) i w dalszym ciągu osiągnięcia zwiększonych przychodów.

Najbardziej nieefektywnym nadleśnictwem „nizinnym” względem zasobów gospodarczych jest Nadleśnictwo Olkusz. Przy obecnej wielkości powierzchni, zatrudnienia oraz zapasu na powierzchni leśnej mogłoby by ono potencjalnie⁸ pozyskać o 97,54% więcej drewna. Ponownie świadczy o tym istnienie pośredniego planu wykonalnego (zwanego wzorcem efektywności zasobów), na który składają się plany zaobserwowane odpowiednich czterech nadleśnictw (zob. kol. 3 tabeli 3). Ich udział procentowy w planie pośrednim podano tak jak poprzednio w nawiasie⁹. W tym przypadku nie ma możliwości dodatkowego obniżenia żadnego z zasobów i jednocześnie osiągnięcia zwiększonego pozyskania drewna (brak luzów).

W przypadku nadleśnictw „wyzynno-górskich” najbardziej nieefektywnym nadleśnictwem od strony finansowej i zasobów jest odpowiednio Nadleśnictwo Cisna oraz Nadleśnictwo Kołaczyce. W pierwszym przypadku istnieje możliwość zwiększenia przychodów ze sprzedaży drewna o 86,75%. Natomiast w drugim przypadku można by potencjalnie zwiększyć pozyskanie drewna o 103,05%. Wzorce (plany pośrednie) potwierdzające wykonalność tych zamierzeń można znaleźć w odpowiednich miejscach kol. 4 i 5 tabeli 3. W odniesieniu do Nadleśnictwa Cisna istnieje dodatkowa możliwość obniżenia kosztów pozyskania drewna (o 764820,18 zł) oraz pozostałych kosztów administracyjnych (o 527524,42 zł). Natomiast w przypadku Nadleśnictwa Kołaczyce zwiększone pozyskanie drewna można by uzyskać nawet przy powierzchni mniejszej o 1102,4 ha niż obecnie.

Jak wspomniano w części trzeciej pracy, dla obiektów efektywnych obliczono również tzw. miarę nadefektywności za pomocą modelu (2) – uzyskane wyniki zestawiono w tabeli 4. Rezultaty uporządkowano wg rosnącej wartości miary w ramach obu kategorii nadleśnictw oraz rodzajów efektywności.

Na wstępie warto zauważyć, że część jednostek jest efektywna zarówno od strony finansowej, jak i zasobów gospodarczych – po siedem nadleśnictw w obu kategoriach (wyróżnione grubą czcionką). W przypadku części nadleśnictw ich miara nadefektywności nie istnieje (zob. przypis 4) – oznaczenie „x” w tabeli 4. W praktyce znaczy to, iż ich zaobserwowane plany wykonalne są na tyle specyficzne, że nakłady¹⁰ tych obiektów nie mogą zostać odtworzone za pomocą planów pośrednich utworzonych z pozostałych jednostek. W literaturze przedmiotu określa się takie obiekty mianem wyspecjalizowanych (zob. np. [Pasewicz i Świtłyk 2010, s. 88]), traktując je jako jednostki nietypowe (*outliers*). Prowadzić to może w konsekwencji do usunięcia ich z badanej grupy, w celu zachowania założenia o jednorodności technologii (zob. np. [Wilson 1995]).

⁸ Jest to wielkość teoretyczna, wynikająca z użytej metodyki, którą należałoby skonfrontować z Planem Urządzenia Lasu dla tego nadleśnictwa.

⁹ Są to wartości optymalne zmiennych intensywności z modelu (1) zamienione na wielkości procentowe.

¹⁰ Interpretacja w orientacji na produkty.

W orientacji na produkty, im mniejsza wartość miary nadefektywności tym obiekt jest wyżej w rankingu (zob. koniec części trzeciej pracy), przy czym najwyżej umieszcza się jednostki, dla których wartość miary nie istnieje. Warto przypomnieć, że dla obiektów nieefektywnych wartość miary nadefektywności jest równa zwykłej mierze efektywności (zob. przypis 3). Oznacza to, że szeregując obiekty wg wartości nadefektywności uzyskujemy bardziej szczegółowy ranking¹¹.

Tabela 4. Wartości miary nadefektywności obliczone dla nadleśnictw efektywnych

Nadleśnictwa „nizinne”				Nadleśnictwa „wyzynno-górskie”			
ef. finansowa		ef. zasobów		ef. finansowa		ef. zasobów	
Dębica	x	Kolbuszowa	x	Brzesko	x	Krzyszowice	x
Mielec	x	Mielec	x	Krzyszowice	x	Nowy Targ	x
Niepołomice	x	Niepołomice	x	Kołaczyce	x	Zdroje	0,9047
Stary Sącz	x	Przemków	x	Myślenice	0,5617	Henryków	0,9340
Świętoszów	x	Kędzierzyn	0,7513	Gromnik	0,7862	Bystrzyca Kl.	0,9401
Złotoryja	0,8289	Milicz	0,8263	Zdroje	0,8754	Lądek Zdrój	0,9552
Olesno	0,8567	Oleśnica Śl.	0,8835	Lądek Zdrój	0,8882	Walbrzych	0,9593
Milicz	0,8647	Dąbrowa T.	0,8923	Henryków	0,9029	Kamienna G.	0,9720
Miękinia	0,8999	Olesno	0,8976	Bystrzyca Kl.	0,9394	Ustroń	0,9881
Lubliniec	0,9062	Prudnik	0,9116	Kamienna G.	0,9453	-	-
Głogów Młp.	0,9095	Dębica	0,9443	Walbrzych	0,9475	-	-
Kolbuszowa	0,9174	Opole	0,9457	Lesko	0,9708	-	-
Kłobuck	0,9570	Turawa	0,9684	Jawor	0,9765	-	-
Bolesławiec	0,9631	Zawadzkie	0,9772	Dynów	0,9803	-	-
Oborniki Śl.	0,9670	Świętoszów	0,9828	-	-	-	-
Oleśnica Śl.	0,9762	Namysłów	0,9832	-	-	-	-
Herby	0,9775	Kluczbork	0,9907	-	-	-	-
Koszęcin	0,9838	-	-	-	-	-	-
Namysłów	0,9860	-	-	-	-	-	-

Źródło: opracowanie własne

¹¹ W dalszym ciągu istnieje frakcja obiektów nieuporządkowanych, dla których wartość miary nie istnieje. Stąd, w literaturze przedmiotu często wykorzystuje się tu model nadefektywności pochodzący od modelu CCR (zob. [Charnes i in. 1978]), w którym wartość tej miary zawsze istnieje. Należy jednak pamiętać, że narzuca się wtedy silnie założenie o globalnie stałych efektach skali.

Warto zaznaczyć, że sama wartość miary nadefektywności (o ile istnieje) również niesie pewną informację. Biorąc przykładowo pod uwagę Nadleśnictwo Złotoryja z kategorii nadleśnictw „nizinnych”, które jest najwyżej w rankingu z punktu widzenia efektywności finansowej (pomijając pięć nadleśnictw wyspecjalizowanych), jego wartość odpowiedniej miary wynosi 0,8289. Oznacza to, że pozostałe jednostki, wykorzystując obecne wielkości kosztów tego nadleśnictwa, są w stanie wytworzyć plan pośredni, w którym przychód ze sprzedaży wyniesie jedynie 82,89% obecnej wartości przychodu Nadleśnictwa Złotoryja¹². Alternatywnie można też powiedzieć, że nadleśnictwo to pozostanie efektywne w przypadku zredukowania swojego obecnego przychodu ze sprzedaży drewna maksymalnie o 17,11% (1-0,8289) – zob. np. [Seiford i Zhu 1999, s. 178].

Innym interesującym przykładem jest „nizinne” Nadleśnictwo Kędzierzyn, które jest najwyżej w rankingu z punktu widzenia efektywności zasobów gospodarczych (pomijając ponownie cztery obiekty, dla których wartość miary nie istnieje). Wartość miary nadefektywności 0,7513 oznacza, że pozostałe jednostki, wykorzystując obecne wielkości zasobów gospodarczych (nakładów) tego nadleśnictwa, są w stanie wytworzyć plan pośredni, w którym pozyskanie drewna wyniesie jedynie 75,13% obecnego poziomu pozyskania występującego w Nadleśnictwie Kędzierzyn. Ponownie można też powiedzieć, że maksymalna możliwa redukcja obecnej ilości pozyskanego drewna, przy której nadleśnictwo to pozostanie efektywne wynosi 24,87% (1-0,7513). Analogicznie interpretuje się pozostałe wartości w tabeli 4, w szczególności te dotyczące nadleśnictw „wyzynno-górskich”.

ZAKOŃCZENIE

Zdaniem autorów, cel główny pracy, czyli analiza efektywności finansowej i zasobów gospodarczych nadleśnictw w Polsce Południowej w orientacji na produkty, został osiągnięty. W szczególności, przeanalizowano potencjalne możliwości tych jednostek w zakresie pozyskania drewna oraz przychodów z jego sprzedaży, przy danych odpowiednio zasobach gospodarczych i kosztach. Warto przypomnieć, że analiza efektywności w orientacji na nakłady, czyli badanie potencjalnych możliwości redukcji zasobów gospodarczych oraz kosztów nadleśnictw, przy danym odpowiednio pozyskaniu drewna i przychodach z jego sprzedaży, została przeprowadzona odrębnie w pracy [Młynarski i Prędko 2016]. Planuje się również przeprowadzenie analizy zmian efektywności finansowej i zasobów w czasie za pomocą indeksów Mälrmquista. Zamiarem autorów jest także zbadanie wpływu na oba rodzaje efektywności czynników egzogenicznych, pozostających poza kontrolą nadleśnictw, za pomocą odpowiedniego modelu tobitowego.

¹² Ów plan pośredni jest ponownie wzorcem (nad)efektywności, uzyskanym w wyniku rozwiązania programu (2) dla tego nadleśnictwa.

BIBLIOGRAFIA

- Andersen P., Petersen N. (1993) A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 39 (10), 1261-1264.
- Banker R., Charnes A., Cooper W. (1984) Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in DEA. *Management Science*, 30 (9), 1078-1091.
- Charnes A., Cooper W., Rhodes E. (1978) Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2 (6), 429-444.
- Cooper W., Seiford L., Tone K. (2006) *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses*. Springer, New York.
- Guzik B. (2009) *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*. Wyd. UE w Poznaniu, Poznań.
- Instrukcja urządzania lasu. Załącznik do Zarządzenia nr 43 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 18 kwietnia 2003 r., <http://www.ekochart.pl/prawo/IUL1.pdf> [data dostępu: 19.07.2016].
- Klocek A., Płotkowski L. (2010) Ekonomiczne problemy zarządzania w Lasach Państwowych na tle innych krajów unijnych. *Leśnictwo i drzewnictwo polskie na tle leśnictwa krajów Unii Europejskiej*, Wyd. Świat, Warszawa, 33-45.
- Kocel J. (2004) Metoda określania jednostkowych kosztów standardowych prac leśnych na podstawie grupowania nadleśnictw o zbliżonych warunkach przyrodniczo-leśnych. *Leśne Prace Badawcze*, 3, 31-51.
- Marszałek T. (1974) Efektywność gospodarki leśnej. *Sylwan*, 118 (10), 8-16.
- Ministerstwo Środowiska (2009) *Gospodarka drewnem prowadzona przez Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe*. Materiał informacyjny przygotowany na posiedzenie Sejmowej Komisji Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Warszawa, https://www.mos.gov.pl/fileadmin/user_upload/mos/srodowisko/lesnictwo/Gospodarka_drewnem_prowadzona_przez_Panstwowe_GospodarstwoLesne_Lasy_Panstwowe.pdf [data dostępu: 19.07.2016].
- Młynarski W., Prędko A. (2016) Ocena efektywności technicznej i finansowej wybranych nadleśnictw Lasów Państwowych za pomocą metody DEA. *Prace Naukowe UE we Wrocławiu* (w druku).
- Pasewicz W., Świtłyk M. (2010) Zastosowanie DEA do oceny efektywności technicznej działalności dydaktycznej uczelni publicznych w 2005 roku. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis, seria Oeconomica*, 280 (59), 87-98.
- Piszczyk M., Janusz A. (2012) Dystrybucja drewna a wolny rynek. [w:] *Przyrodnicze i gospodarcze aspekty produkcji oraz wykorzystania drewna – stan obecny i prognoza*. Zimowa Szkoła Leśna przy Instytucie badawczym leśnictwa IV sesja, Sękocin Stary, 142-152.
- Płotkowski L. (2001) Ekonomiczne aspekty zrównoważonej, wielofunkcyjnej gospodarki leśnej. *Zeszyty Naukowe Politechniki Lubelskiej*, 29, 117-133.
- Seiford L., Zhu J. (1999) Infeasibility of Super-efficiency Data Envelopment Analysis Models. *INFOR*, 37 (2), 174-186.
- Ustawa z 28 września 1991 r. o lasach. Tekst jednolity: Dz.U. z 2011 r. nr 12 poz. 59 z późniejszymi zmianami.

- Welfe A., Brzeszczyński J., Majsterek M. (2002) Słownik terminów metod ilościowych. PWE, Warszawa.
- Wilson P. (1995) Detecting Influential Observations in Data Envelopment Analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 6, 27-45.

THE DEA METHOD IN EVALUATION OF OUTPUT-ORIENTED EFFICIENCY OF FOREST DISTRICTS

Abstract: The aim of this paper is to evaluate financial and economic resources efficiency of forest districts in the South Poland in 2012 by means of DEA. Within financial efficiency analysis, maximal potential lumber sales income for the forest districts at fixed costs was determined. Next, within economic resources efficiency analysis, the maximal amount of lumber is evaluated, which is technologically achievable at some fixed resources. Special attention was paid to extremely inefficient units, where an analysis using the so-called benchmarks of efficiency was performed. Additionally, in order to rank the units classified as efficient and to expand the interpretation of the efficiency measures, the super-efficiency model was employed.

Keywords: forestry, technical efficiency, Data Envelopment Analysis