

Justyna KOZŁOWSKA
Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki
Politechnika Białostocka

ZASTOSOWANIE METODY DEA W ANALIZIE EFEKTYWNOŚCI DZIAŁANIA PRZEDSIĘBIORSTW USŁUGOWYCH

Streszczenie. Celem artykułu jest wskazanie zastosowania metody DEA (Data Envelopment Analysis) do badania efektywności działania obiektów z sektora usług. W artykule przedstawiono pojęcia związane z pomiarem efektywności. Opisano koncepcję metody DEA stosowanej z powodzeniem zarówno do analizy produktywności podmiotów gospodarczych, jak i instytucji sektora publicznego. Wskazano zasadność zastosowania analizy porównawczej efektywności działania w sektorze przedsiębiorstw usługowych. Omówiono wyniki analizy dla sektora usług transportu drogowego towarowego w Polsce. Przedstawiono ogólną koncepcję modelu Network DEA.

Słowa kluczowe: efektywność, metoda DEA, sektor usług, transport drogowy towarowy, Network DEA.

APPLICATION OF DEA METHOD IN MEASURING TECHNICAL EFFICIENCY OF POLISH SERVICE SECTOR COMPANIES

Summary. The aim of the article is to present the application of DEA (Data Envelopment Analysis) method in measuring performance of polish companies operating in service sector. The terms related to the subject has been presented. The main idea of DEA method, which is successfully applied worldwide in the productivity analysis of private and public sector organizations, has been describe. The author conducted the analysis at the truck transportation sector (companies operating at the polish market) and presented the results in this paper. A general concept of Network DEA model has also been presented.

Keywords: efficiency, DEA method, service sector, truck transportation, Network DEA.

1. Wprowadzenie

W ciągu ostatnich dziesięcioleci udział sektora usług w tworzeniu wartości dodanej brutto w poszczególnych gospodarkach narodowych sukcesywnie wzrasta i stanowi obecnie najistotniejszą jej część w większości krajów wysokorozwiniętych. W 2012 r. w Polsce wartość dodana brutto wytworzona przez podmioty prowadzące działalności o charakterze usługowym stanowiła 63,6% PKB gospodarki narodowej [13]. Wzrost znaczenia sektora usługowego w gospodarce przyciągnął też uwagę i zainteresowanie środowisk badawczych i naukowych, czego rezultatem jest coraz większy wachlarz metod i narzędzi służących badaniu i analizie obszarów związanych z usługami, ich wytworzeniem, zarządzaniem czy jakością.

W dobie kryzysu gospodarczego produktywność jest wyznacznikiem konkurencyjności jednostek gospodarczych, przewaga konkurencyjna zaś – gwarantem utrzymania się na rynku. Z punktu widzenia przedsiębiorstwa zasadne jest zatem ustalenie jego kondycji pod względem efektywności działania na tle innych jednostek funkcjonujących w branży. Metoda Data Envelopment Analysis (DEA), która opiera się na benchmarkingu, pozwala nie tylko ocenić produktywność danego obiektu i ustalić ranking jednostek nieefektywnych, lecz także wskazać dla tych ostatnich obiekty wzorcowe i zlokalizować obszary potencjalnych usprawnień. Metoda DEA jest powszechnie stosowana na świecie w analizach efektywności działania zarówno jednostek gospodarczych, jak i w sektorach administracji publicznej czy oświaty i zdrowia. W polskiej literaturze dominują te ostatnie [8; 10], a także badania w branżach finansowych, rolnictwie, przemyśle czy rynku energetycznym [12]. Według wiedzy autorki nie badano dotychczas efektywności w sektorze transportu drogowego towarowego (poza pracą [3], w której przedstawiono przykładową analizę na kilkunastu przedsiębiorstwach). Poddano zatem badaniu 67 największych przedsiębiorstw z branży transportu drogowego pod kątem produktywności, a wyniki przedstawiono w niniejszym artykule. W sektorze usługowym niejednokrotnie wewnątrz procesu produkcyjnego badanej jednostki istnieje sieć zależności, których klasyczne modele analizy efektywności metodą DEA nie są w stanie uwzględnić. Stosunkowo niedawno zaproponowany model sieciowy DEA (w literaturze anglojęzycznej *Network DEA*), który daje takie możliwości, został koncepcyjnie przedstawiony w ostatnim rozdziale pracy.

2. Efektywność i jej pomiar metodą DEA

Według Samuelsona i Nordhousa efektywność jest prawdopodobnie głównym przedmiotem ekonomii i – uogólniając – oznacza brak marnotrawstwa. Autorzy twierdzą, że gospodarka funkcjonuje efektywnie, jeśli nie można zwiększyć produkcję jednego dobra bez

zmniejszania produkcji innego, co jest jednoznaczne z osiągnięciem krawędzi możliwości produkcyjnych [14]. Oceniając zatem efektywność działania dowolnego obiektu, ocenia się jego produktywność. Pojęcie produktywności jest obecnie rozważane w aspekcie ekonomiczno-społecznym, zatem poza kontekstem gospodarczym uwzględnia czynniki ludzkie i społeczne [11]. Produktywność przesądza o zdolności wykorzystania zasobów jednostki, a to w przypadku jednostek o charakterze gospodarczym stanowi desygnat konkurencyjności. Jeżeli efektywność (produktywność) rozważa się jako stopień realizacji zaplanowanych działań i wytyczonych celów, to można go potraktować jako miernik skuteczności działania [7].

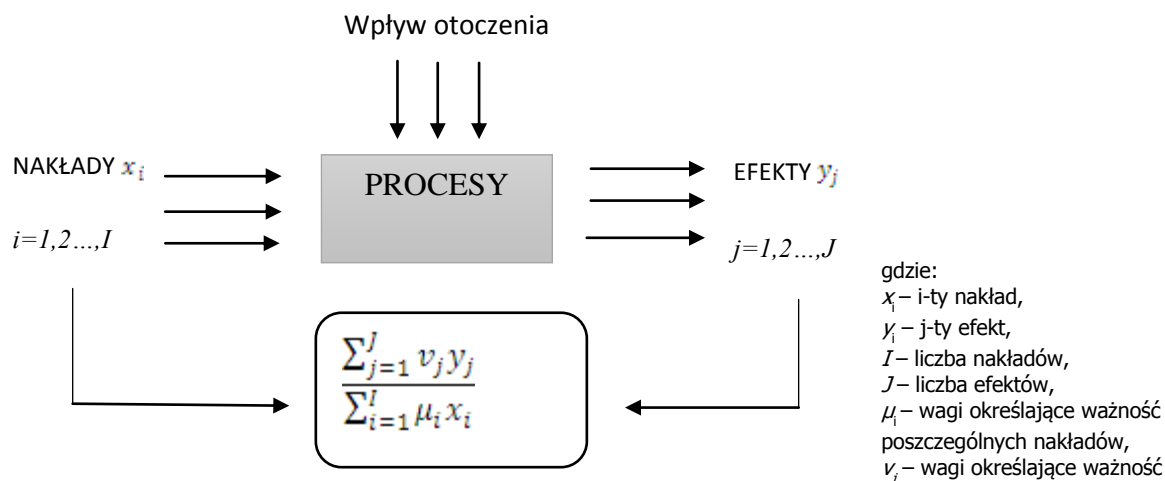
Przez efektywność rozumie się stosunek efektów (wyniki działania/rezultaty, wytworzone dobra czy usługi, dochód narodowy, zyski, wielkość produkcji) do nakładów poniesionych na ich wytworzenie (tj. wykorzystane surowce i materiały, zatrudnienie, koszty energii). W zależności od tego, co zostanie zdefiniowane jako efekt, a co jako nakład, uzyskuje się różnego rodzaju relacje, a tym samym różne mierniki efektywności, jak np.: wydajność pracy, produktywność majątku trwałego, kapitałochłonność czy materiałochłonność [9]. Efektywność można też rozpatrywać w ujęciach ekonomicznym, technicznym (lub technologicznym) oraz alokacyjnym.

Pomiaru efektywności działania przedsiębiorstw można dokonać różnymi metodami w zależności od tego, jakiego rodzaju efektywność jest badana. Na potrzeby niniejszego artykułu rozważania zostaną ograniczone do efektywności technicznej oceniającej zdolność danego obiektu do przetwarzania nakładów w procesie produkcyjnym. Spośród metod pomiaru efektywności technicznej do rozważań wybrano powszechnie stosowaną na świecie i coraz częściej w Polsce metodę Data Envelopment Analysis (DEA).

Metoda zrodziła się w Stanach Zjednoczonych w latach 70. XX wieku. Jej twórcy (Charnes, Cooper i Rhodes) zdefiniowali efektywność jako stosunek sumy ważonych efektów do sumy ważonych nakładów [2]. Koncepcję produktywności w ujęciu metody DEA przedstawia rys. 1.

Wykorzystując empiryczne wielkości nakładów i efektów, poszukuje się (dla danego obiektu, w literaturze tematu określanego skrótem DMU – *Decision Making Units*) wag maksymalizujących efektywność [9]. W ten sposób otrzymujemy zadanie programowania matematycznego, w którym rozwiązaniem dla poszczególnych obiektów jest względna efektywność techniczna, czyli ustalona w odniesieniu do pozostałych DMU, co pozwala na benchmarking najlepszych praktyk, technik i rozwiązań. Obiekty o najwyższych wskaźnikach wyznaczają empiryczną granicę efektywności (ang. *frontier*), będącą jednocześnie empiryczną graniczną krzywą produkcji w badanej grupie obiektów. Ponadto, w odróżnieniu od innych metod oceny efektywności (np. analiza wskaźnikowa), metoda DEA pozwala uwzględnić wiele nakładów i wiele efektów dla badanych DMU. Stąd też znajduje zastosowanie w badaniu jednostek charakteryzujących się złożonymi procesami

przetwarzania nakładów w wyniki, tj. jednostki sektora administracji publicznej, uczelnie wyższe, szpitale czy banki.



Rys. 1. Koncepcja produktywności
 Fig. 1. The concept of productivity
 Źródło: [10].

Niewątpliwą zaletą metody DEA jest jej nieparametryczny charakter, co pozwala na stosowanie jej bez znajomości zależności funkcyjnych pomiędzy efektami a nakładami. W przypadku przedsiębiorstw sektora usługowego jest to szczególnie istotne z uwagi na specyfikę usługi jako produktu. Jej charakterystycznymi cechami są: nienamagalność (niematerialność), nierozłączność i jednoczesność (wytwarzanie i konsumpcja następują jednocześnie), różnorodność, niemożność ich przechowywania [1]. W niektórych przypadkach znaczenie danej usługi przeważa nad jej względami finansowymi, chociaż ich nie wyklucza, zatem bardzo trudno byłoby w sposób jednoznaczny określić zależności przekształcania nakładów w wyniki. Plusem metody jest też możliwość stosowania danych wyrażonych w różnych jednostkach miary zarówno po stronie nakładów, jak i efektów. Pozwala to uwzględnić w analizie takie informacje, jak np. czas wytworzenia usługi, poziom jakości usług, liczbę uzyskanych certyfikatów czy liczbę stałych klientów w zestawieniu z wynikami finansowymi jako efektem czy też liczbą usług. Konfiguracja modelu DEA pod względem zmiennych charakteryzuje się zatem dużą elastycznością, co istotnie wpływa na zakres zastosowań metody. Można też wprowadzić do analizy zmienne środowiskowe, czyli takie, które oddziałują na efekty lub nakłady DMU, obiekt zaś ich nie kontroluje. Są to zmienne będące odzwierciedleniem uwarunkowań geograficznych, prawnych czy też gospodarczych.

Metoda DEA ma też oczywiście pewne ograniczenia; są to między innymi: duża wrażliwość na błędne dane oraz wartości „odstające” istotnie od pozostałych, wrażliwość na zmianę liczby badanych obiektów (usunięcie lub dodanie już kilku jednostek do analizy powoduje różnice w wynikach, jako że opiera się ona na określaniu efektywności względnej)

czy konieczność zachowania odpowiedniej proporcji pomiędzy liczbą obiektów a liczbą zmiennych (w sumie nakładów i efektów) [8].

Przystępując do badania efektywności metodą DEA, należy pamiętać, iż pozwala ona na porównanie obiektów homogenicznych ze sobą. Wymaga określenia, co jest nakładem, a co efektem działania, przy czym zakłada, iż zmienna może być uznana za efekt działania obiektu, jeśli jej wzrost jest pożądanym z punktu widzenia DMU, nakłady zaś są zmiennymi kosztowymi, a zatem w interesie jednostki badanej jest ich minimalizowanie. W terminologii metody DEA wektor empirycznych nakładów i efektów danej jednostki (czyli wszystkie wartości poszczególnych zmiennych danego DMU) określa się technologią obiektu.

Data Envelopment Analysis jest coraz częściej stosowana na świecie jako narzędzie praktyczne wspomagające podejmowanie decyzji w zarządzaniu organizacjami oraz jednostkami gospodarczymi. W Polsce wciąż pozostaje ona głównie w kręgu zainteresowań środowisk naukowych.

3. Analiza efektywności działania polskich przedsiębiorstw z sektora towarowego transportu drogowego

W niniejszym rozdziale przedstawiono analizę efektywności przedsiębiorstw działających w sektorze towarowego transportu drogowego na polskim rynku. Sektor TSL (transport, spedycja, logistyka) jest kluczowy z punktu widzenia handlu zarówno krajowego, jak i zagranicznego, transport drogowy zaś to wciąż w Polsce najbardziej popularny sposób przewożenia towarów. Zdaniem autorki warto zbadać kondycję przedsiębiorstw tego sektora pod względem produktywności, co pozwoli zbudować ranking i zidentyfikować jednostki, które znajdują się w grupie liderów, oraz te najmniej efektywne, dla których benchmarking z liderami na rynku wskazuje na istnienie znacznych nadwyżek nakładów. Do obliczeń zastosowano oprogramowanie Frontier Analyst Application dedykowane metodzie DEA. Dane do analizy zaczerpnięto z bazy danych *Emerging Markets Information Service* (EMIS). Z uwagi na rodzaj dostępnych danych badanie oparto na informacjach pochodzących ze sprawozdań finansowych i bilansów za 2012 rok, a zatem zbadano produktywność obiektów w obszarze ekonomicznym.

W tabeli 1 przedstawiono poglądowo dane 11 największych przedsiębiorstw z sektora, posortowanych według liczby zatrudnionych osób, w analizie zaś ujęto 67 jednostek zatrudniających od 100 osób wzwyż. Zmienne dobrano na podstawie współczynnika korelacji liniowej, przyjmując, zgodnie z założeniami metody, iż między wejściami a wyjściami w procesie produkcyjnym powinna zachodzić istotna korelacja dodatnia (wzrost nakładów pociąga za sobą wzrost wyników) i nie należy powielać informacji wprowadzanych do

analizy (a zatem po tej samej stronie procesu wybiera się jedną zmienną, jeśli występuje kilka silnie ze sobą skorelowanych dodatnio). Zgodnie z tymi wytycznymi nakładami w badanej grupie DMU są zatrudnienie oraz aktywa obrotowe, efektami zaś przychody ogółem oraz zysk/strata netto (wszystkie wartości oprócz zatrudnienia w mln zł). Intuicyjnie w sektorze transportu drogowego należałoby uwzględnić aktywa trwałe DMU, które ujmują w swoich pozycjach środki transportu generujące w głównej mierze przychody badanych obiektów. Jakkolwiek tabela korelacji (zamieszczona poniżej tabela 2) wskazuje, iż aktywa trwałe są silnie liniowo skorelowane z obrotowymi, te zaś mają najwyższy współczynnik z przychodami ogółem, ten ostatni poddano analizie jako nakład jednostek. Czynniki pracy zaś jest drugim najważniejszym elementem działalności przedsiębiorstw transportowych, dobór zmiennych jest więc również merytorycznie uzasadniony.

Tabela 1

Dane analizowanych przedsiębiorstw (11 największych jednostek)

DMU	Liczba zatrudnionych	Aktywa obrotowe	Przychody ogółem	Zysk/strata netto
Raben Polska Sp. z o.o.	3232	315,85	1 395,05	81,40
Pol Miedź Trans Sp. z o.o.	1040	77,57	568,26	28,86
DHL Exel Supply Chain (Poland) sp. z o.o.	1000	42,74	152,33	10,26
JAS FBG S.A.	800	73,25	441,14	32,09
ND Polska Sp. z o.o.	800	83,53	400,65	30,30
Php Mercus Sp Z O O Sp. z o.o.	719	126,45	869,13	27,21
Adampol S.A.	700	60,90	363,75	38,91
Rhenus Logistics S.A.	641	34,32	154,63	20,63
De Rooy Poland Sp. z o.o.	550	42,20	180,38	22,99
Orlen Transport S.A.	542	77,77	150,46	37,02
Link Sp. z o.o.	506	29,65	191,36	24,01

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych bazy EMIS.

Tabela 2

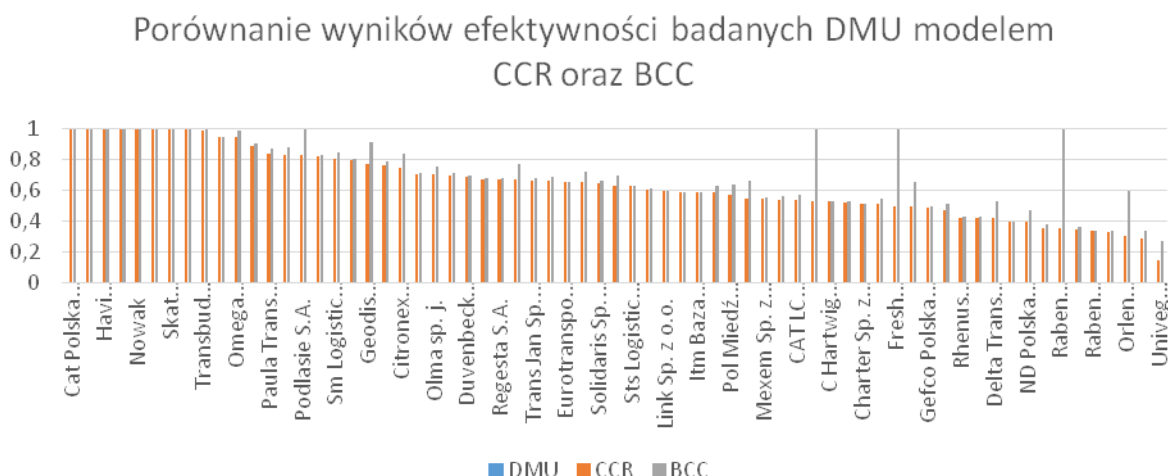
Tabela korelacji pomiędzy zmiennymi

	Liczba zatrudnionych	Aktywa ogółem	Aktywa obrotowe	Aktywa trwałe	Przychody ogółem	zysk/strata netto (p)
Liczba zatrudnionych	1					
Aktywa ogółem	0,870	1				
Aktywa obrotowe	0,837	0,917	1			
Aktywa trwałe	0,787	0,942	0,731	1		
Przychody ogółem	0,747	0,819	0,875	0,668	1	
Zysk/strata netto (p)	0,622	0,746	0,729	0,664	0,592	1

Źródło: opracowanie własne.

Ponieważ wśród danych dotyczących zysku pojawiały się wartości ujemne, dokonano przesunięcia przez dodanie stałej wartości liczbowej do danych, tak by były nieujemne [6]. Analizę wykonano podstawowymi modelami CCR-DEA oraz BCC-DEA ukierunkowanymi na minimalizację nakładów (oznaczanych CCR-I, BCC-I) jako że w sektorze transportu

trudne jest kontrolowanie efektów działania (w postaci liczby zleceń czy przychodów), które często zależą od czynników zewnętrznych (sytuacja gospodarcza w kraju czy na świecie).



Rys. 2. Wykres produktywności badanych obiektów

Fig. 2. Chart productivity of studied objects

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki efektywności wyznaczonej dwoma modelami porównano na wykresie. Jednostki w pełni efektywne techniczne osiągają współczynnik 100%. Dla poszczególnych jednostek można zauważyć różnicę w wynikach pomiędzy modelem CCR a BCC, przy czym przy założeniu zmiennych korzyści skali efektywność jest wyższa. Wskazuje to na warunki korzyści skali, w jakich działa dana jednostka. Na uwagę zasługują niektóre obiekty (Adampol S.A., Fresh Logistic Sp. z o.o. i Raben Sp. z o.o.) osiągające dość niski wynik metodą CCR (odpowiednio: 53%, 49,9% oraz 35%), a przy założeniu zmiennych korzyści skali okazują się jednostkami w pełni efektywnymi. Wyniki efektywności otrzymane w analizie dwoma modelami przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Efektywność 67 przedsiębiorstw sektora transportu drogowego towarowego działających na terenie Polski

DMU	CCR	BCC	DMU	CCR	BCC
Cat Polska Sp. z o.o.	100,00%	100,00%	Sts Logistic Sp. z o.o.	63,20%	63,30%
El Trans	100,00%	100,00%	Erontrans Sp. z o.o.	60,40%	61,70%
Havi Logistics Sp. z o.o.	100,00%	100,00%	Link Sp. z o.o.	59,70%	60,10%
Hsf Logistics Polska Sp. z o.o.	100,00%	100,00%	Przedsiębiorstwo Usługowo Handlowe Export Import	58,70%	58,70%
Nowak	100,00%	100,00%	Itm Baza Poznańska Sp. z o.o.	58,50%	58,60%
PHU Euro Trans Sp. z o.o.	100,00%	100,00%	Transpil Spedition	58,50%	62,90%
Skat Transport Sp. z o.o. sp. k.	100,00%	100,00%	Pol Miedź Trans Sp. z o.o.	57,20%	63,60%
Usługi Transportowe Krajowe I Międzynarodowe	100,00%	100,00%	K Ex Sp. z o.o.	55,10%	66,50%
Transbud Katowice S.A.	99,20%	100,00%	Mexem Sp. z o.o.	55,10%	55,20%
Nijman Zeetank International Transport Sp. z o.o.	95,00%	95,20%	Dartom Sp. z o.o.	54,20%	56,60%

DMU	CCR	BCC	DMU	CCR	BCC
Omega Pilzno International Transport & Spedition Godawski & Godawski Sp. z o.o.	94,60%	99,40%	CAT LC Polska Sp. z o.o.	53,80%	57,50%
Przedsiębiorstwo Transportowo Sprzętowe Betrains Sp. z o.o.	89,20%	90,90%	Adampol S.A.	53,30%	100,00%
Paula Trans sp. j. Janina Gojdz	83,90%	87,10%	C Hartwig Szczecin Spedytorzy Międzynarodowi Sp. z o.o.	52,90%	53,20%
Rinnen Polska Sp. z o.o. Spedycja Międzynarodowa	83,50%	88,00%	Batim sp. j.	52,60%	53,20%
Podlasie S.A.	83,20%	100,00%	Charter Sp. z o.o.	51,20%	51,50%
Epo Trans Logistic S.A.	82,70%	83,10%	Php Mercus Sp Z O O Sp. z o.o.	51,10%	54,70%
Sm Logistic Sp. z o.o.	80,30%	85,10%	Fresh Logistics Sp. z o.o.	49,90%	100,00%
Butter Sp. z o.o.	80,20%	80,60%	JAS FBG S.A.	49,60%	65,60%
Geodis Calberson Polska Sp. z o.	77,70%	91,70%	Gefco Polska Sp. z o.o.	49,20%	50,10%
Extrans	76,80%	79,10%	C H Robinson Polska S.A.	46,80%	51,60%
Citronex Trans Logistic Sp. z o.	75,10%	84,30%	Rhenus Logistics S.A.	42,40%	42,90%
Firma Transportowo Spedycyjno Handlowa	71,00%	71,40%	Fiege Sp. z o.o.	42,30%	43,40%
Olma sp. j.	70,40%	75,80%	Delta Trans Logistik Sp. z o.o.	42,00%	52,70%
Stalko Przybysz I Wspólnicy sp. j.	69,40%	71,10%	De Rooy Poland Sp. z o.o.	39,80%	39,90%
Duvenbeck Logistik Sp. z o.o.	68,70%	69,90%	ND Polska Sp. z o.o.	39,80%	47,60%
Chomar Sp. z o.o.	67,60%	68,00%	Hellmann Worldwide Logistics Pol	35,20%	37,80%
Regesta S.A.	67,20%	67,80%	Raben Polska Sp. z o.o.	35,10%	100,00%
Villanova Transport & Shipment Poland Sp. z o.o.	66,90%	76,90%	Intra S.A.	34,80%	36,10%
Trans Jan Sp. z o.o.	66,80%	68,50%	Raben Transport Sp. z o.o.	34,10%	34,20%
Pantos Logistics Poland Sp. z o.	66,20%	68,90%	Przedsiębiorstwo Przewozów Międzynarodowych Pol Mat Sp. z o.o.	33,00%	33,90%
Eurotransport sp. j.	65,50%	66,00%	Orlen Transport S.A.	30,40%	59,90%
Direx Sp. z o.o.	65,30%	72,40%	DHL Exel Supply Chain (Poland) S	28,90%	34,10%
Solidaris Sp. z o.o.	64,90%	66,50%	Univeg Logistics Poland Sp. z o.	14,80%	26,70%
Dachser Sp. z o.o.	63,30%	70,10%			

Źródło: opracowanie własne.

Ujęcie obiektów w kolejności od najwyższej do najniższej produktywności pozwala ustalić ranking przedsiębiorstw nieefektywnych oraz wyłonić grupę liderów, których efektywność techniczna wynosi 100% (aby zbudować pełny ranking, uwzględniający również pozycje w grupie najlepszych DMU, należy użyć modelu *Super-efficiency* DEA). Grupę przedsiębiorstw, które znalazły się na granicy efektywności technicznej modelem CCR-I, stanowią: Cat Polska Sp. z o.o., El Trans, Havi Logistic Sp. z o.o., Hsf Logistic Polska Sp. z o.o., Nowak, PHU Euro Trans Sp. z o.o., Skat Transport Sp. z o.o. oraz Usługi Transportowe Krajowe i Międzynarodowe. Dodatkowo, przy zmianie założenia stałych korzyści skali, do grupy tej dołączyły: Transbud Katowice S.A., Podlasie S.A., Adampol

S.A., Fresh Logistic Sp. z o.o. oraz Raben Polska Sp. z o.o. i są to spółki (z wyjątkiem Transbudu Katowice S.A.), które charakteryzuje najwyższa w badanej grupie wysokość zysku/straty netto. Liderzy stanowią jedynie 19% badanej grupy, zatem przeważająca część przedsiębiorstw wykazuje nieefektywność gospodarowania zasobami, przy czym tylko 15% osiągnęło wynik niższy niż 50%. Średnio przedsiębiorstwa wykazują produktywność na poziomie 64,5% w modelu CCR-I oraz nieco powyżej 70% w modelu BCC-I.

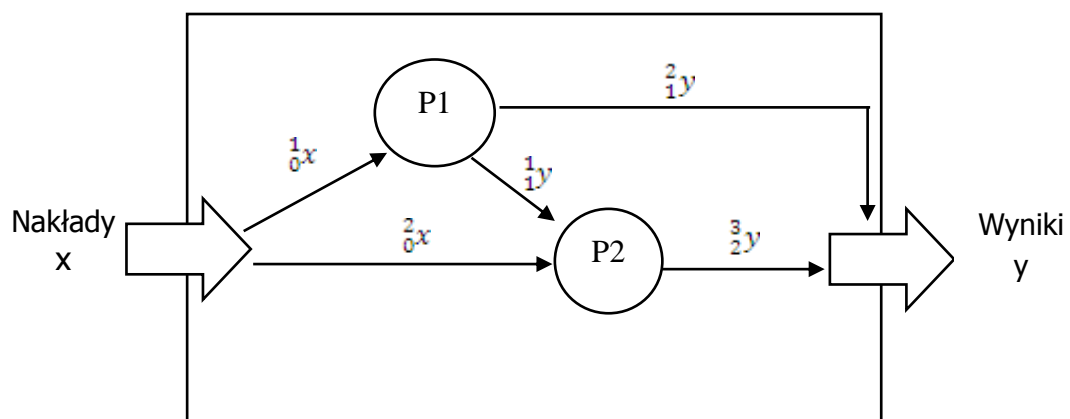
Metoda DEA pozwala dodatkowo ustalić optymalne wysokości nakładów, jakie powinny stosować jednostki nieefektywne, aby poprawić swój wskaźnik. Przykładowo jednostka Link Sp. z o.o., której produktywność modelem BCC wynosi 60,1%, powinna te same wyniki osiągać, stosując jedynie 0,6 dotychczasowych nakładów. Rozwiązane w toku analizy zadanie optymalizacyjne dla każdej badanej jednostki wskazuje jej technologię optymalną, a zatem w przypadku ukierunkowania modelu na minimalizację nakładów będą to wielkości optymalne nakładów, które jednostka powinna zużywać, by znaleźć się na granicy efektywności technicznej. Dla wspomnianej wcześniej DMU (Link Sp. z o.o.) są to nakłady: 304 zatrudnionych pracowników i 17,82 mln zł aktywów obrotowych, co w stosunku do dotychczasowych 506 osób oraz 29,65 mln zł stanowi zmianę o ok. 40%. Benchmarkami, według których optymalna technologia obiektu została wyznaczona, są jednostki efektywne: El Trans, Havi Logistic Sp. z o.o., Hsf Logistic Polska Sp. z o.o. oraz PHU Euro Trans Sp. z o.o.. Przedsiębiorstwo Link Sp. z o.o. powinno zatem wzorować się na wymienionych DMU, rozważyć stosowane w nich procesy produkcyjne, rozwiązania technologiczne bądź organizacyjne w celu identyfikacji najlepszych praktyk i ich ewentualnej adaptacji, by usprawnić swoje procesy transformacji nakładów w wyniki.

Przeprowadzona analiza wykazała, iż w sektorze transportu drogowego towarowego przedsiębiorstwa charakteryzuje raczej niska techniczna efektywność działania w ujęciu metody DEA. Pomimo iż metoda zakłada wiele uproszczeń, wyniki te dają ogólny pogląd na poziom produktywności wśród badanych jednostek i mogą być punktem wyjścia do bardziej szczegółowej analizy produktywności poszczególnych jednostek bądź też całego sektora. Istotną zaletą badania efektywności tą metodą jest wskazanie potencjalnych usprawnień jednostkom nieefektywnym i obiektów, na których mogą wzorować swoje procesy produkcyjne.

4. Koncepcja modelu *Network DEA* w sektorze usługowym

W literaturze tematu pojawiło się wiele modyfikacji klasycznych modeli DEA. Według Guzika [6] z punktu widzenia interpretacji ekonomicznej cztery profile metody są najważniejsze: profil CCR, profil nadefektywności (*super-efficiency*), profil efektywności nieradialnej (*non-radial efficiency*), profil z karami za luzy. Jedną z najnowszych propono-

wanych modyfikacji modeli DEA jest model ujmujący sieci zależności w procesie przetwarzania nakładów na efekty poprzez potraktowanie analizowanego obiektu jako układu podobiektów. Model ten zaproponowali w 1996 roku Fare i Grosskopf, naukowcy związani z Uniwersytetem Stanowym w Oregonie. Ich zdaniem metoda DEA traktuje obiekty DMU jak „czarne skrzynki” (*black box*), do których nakłady (*inputs*) wchodzi, efekty (*outputs*) zaś wychodzą, pomijając procesy zachodzące w międzyczasie wewnątrz obiektu, co w konsekwencji prowadzi do trudności w uzyskiwaniu dokładnych informacji odnośnie do źródeł nieefektywności w obrębie poszczególnych DMU [4]. Model sieciowy DEA (*Network DEA*) ma zastosowanie do DMU, składających się z sieci „podobiektów” (mogą nimi być zarówno działy banków, spółki-córki, oddziały terenowe, jak i określone operacje, czynności czy procesy zachodzące w obiekcie), wśród których jedne produkują efekty będące nakładami (wejściami) innych podobiektów, drugie zużywają nakłady będące produktem (wyjściem) innych i procesy te zachodzą czasami jednocześnie lub prawie jednocześnie (co jest cechą charakterystyczną usług). Zatem produktywności podobiektów są od siebie zależne i równocześnie determinują efektywność końcową. Autorzy sugerują, iż model ten pozwala menedżerom poszczególnych DMU skupić się na strategiach zwiększających efektywność w poszczególnych etapach procesów produkcyjnych czy też w poszczególnych obszarach. Przykładowy schemat zależności pomiędzy dwoma podobiektami/czynnościami (w celach poglądowych w dużym uproszczeniu) przedstawiono poniżej



Rys. 3. Technologia sieciowa obiektu

Fig. 3. Network technology object

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [5].

Obiekt z powyższego schematu stosuje dwa nakłady (wektor x) $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}x$ i $\begin{pmatrix} 2 \\ 0 \end{pmatrix}x$, a w wyniku transformacji w procesie produkcyjnym efektami jego działania jest y ($\begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix}y$ i $\begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}y$), przy czym podobiekt P1, stosując nakład $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}x$, osiąga też efekt $\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}y$, będący jednocześnie nakładem podobiektu P2, oraz bezpośredni, wychodzący z całego obiektu efekt $\begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}y$. Indeks górny przy

nakładzie (efekcie) oznacza jego numer, dolny zaś określa źródło pochodzenia nakładu (efektu). W ten sposób można rozpatrywać przypadek uczelni wyższych oferujących kierunki inżynierskie lub licencjackie (podobiekt P1) i uzupełniające (P2), gdzie zmienną wyjściową jest liczba studentów ogółem. Liczba studentów kończących studia I stopnia determinuje liczbę studentów na kierunkach uzupełniających, która z kolei podnosi ostateczną liczbę studentów stanowiących sumę powyższych. W analizowanym w niniejszej pracy sektorze transportu drogowego pojawiają się obiekty będące spółkami powiązаныmi, np. spółki Raben Transport Sp. z o.o., Raben Polska Sp. z o.o. oraz Fresh Logistics, należące do jednej grupy Raben Group. W klasycznym modelu DEA należy takie obiekty badać oddzielnie, podczas gdy w rzeczywistości istnieje wiele zależności pomiędzy nimi, a w związku z tym również między ich wynikami. Model Network DEA pozwala na ujęcie i badanie efektywności całej grupy Raben Group w Polsce. Zatem wyznaczanie efektywności technicznej metodą *Network DEA*, która uwzględnia procesy wewnątrz obiektu, daje możliwości identyfikacji źródeł nieefektywności w sposób dużo bardziej szczegółowy, przez co ułatwia podjęcie konkretnych działań menedżerom poszczególnych organizacji. Główną wadą modelu sieciowego DEA jest trudny dostęp do szczegółowych danych (zwłaszcza w sektorze prywatnym) oraz skomplikowany sposób obliczeń przy braku prostych w użyciu narzędzi/programów. Zdaniem autorki modyfikacja ta warta jest uwagi i dalszych badań, zwłaszcza jej zastosowanie w sektorze usługowym.

5. Podsumowanie

Wzrost znaczenia sektora usługowego w gospodarkach krajów wysokorozwiniętych i w większości tych rozwijających się stawia nowe wymagania przed środowiskami biznesowym i naukowym. Usługi, jako produkt charakteryzujący się nienamacalnością i dużą różnorodnością, należy badać metodami i narzędziami analitycznymi dostosowanymi do ich specyfiki. Metoda Data Envelopment Analysis, jako nieparametryczna metoda analizy danych granicznych, jest z założenia odpowiednim narzędziem pozwalającym na benchmarking wyników produktywności w sektorze usług. W artykule przedstawiono wyniki badania efektywności technicznej 67 przedsiębiorstw z sektora transportu drogowego towarowego, wśród których średnia produktywność to 64,5% w modelu CCR oraz około 70% w modelu BCC, ukierunkowanych na nakłady. Ogromne zainteresowanie metodą zaowocowało wieloma modyfikacjami podstawowego jej modelu CCR, z których model Network DEA, uwzględniający zależności pomiędzy elementami (czynnościami, podobiektami) procesu transformacji nakładów w efekty danego obiektu, wydaje się szczególnie właściwy do stosowania w sektorze usług i według jego twórców daje możliwości identyfikacji źródeł

nieefektywności w sposób dużo bardziej szczegółowy, przez co ułatwia podjęcie konkretnych działań menedżerom poszczególnych organizacji.

Bibliografia

1. Burchart-Korol D., Furman J.: Zarządzanie produkcją i usługami. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2007.
2. Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E.: Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, 1978, 2(6).
3. Chodakowska E.: Alternatywna metoda oceny produktywności przedsiębiorstw, *Przegląd Organizacji*, 2013, nr 11.
4. Färe R., Grosskopf S.: Productivity and intermediate products: A frontier approach, *Economics Letters*, 1996, 50(1), p. 65-70.
5. Färe R., Grosskopf S., Whittaker G.: Network DEA, [in:] *Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis*, Springer, 2007.
6. Guzik B.: Podstawowe możliwości analityczne modelu CCR-DEA. *Badania operacyjne i decyzje* 2009, nr 1.
7. Kozioł L.: Istota i ocena produktywności, *Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie*, 2004, zeszyt 5.
8. Kozun-Cieślak G.: Efektywność wydatków publicznych na ochronę zdrowia w krajach Unii Europejskiej. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 2012, nr 262.
9. Kucharski A.: Metoda DEA w ocenie efektywności gospodarczej. Wydanie 2, Wydawnictwo KBO, Uniwersytet Łódzki, Łódź 2014.
10. Nazarko J., Komuda M., Kuźmich K., Szubzda E., Urban J.: Metoda DEA w badaniu efektywności instytucji sektora publicznego na przykładzie szkół wyższych. *Badania operacyjne i decyzje*, 2008, nr 4.
11. Pawlak W.: Produktywność. Podstawy, [w:] *Zarządzanie przez jakość. Moduł 03 (01, 02)*, Wydawnictwo Bellona, Warszawa 1995.
12. Piwowarska H.: Ocena efektywności technicznej krajowych elektrowni oraz elektrociepłowni zawodowych ciepłych z wykorzystaniem metody DEA. *Elektroenergetyka*, 2010, nr 4.
13. Raport GUS: Rynek wewnętrzny w 2012. Warszawa 2013.
14. Samuelson P., Nordhaus W.: *Ekonomia*. T. 1. PWN, Warszawa 1995, s. 185.
15. Węgrzyn G.: Rola sektora usług we współczesnej ekspansji gospodarczej, materiały konferencyjne, <http://www.instytut.info/Vkonf/>, stan na: 17.06.2014.

Abstract

The paper presents the application of Data Envelopment Analysis (DEA) method in measuring the efficiency of service sector companies. The analysis, that was conducted on 67 companies operating in polish truck transportation sector, allowed to identify the group of best performers in point of technical efficiency. The concept of relatively new *Network DEA* model in relation to service sector has been presented in the article as well.