

Joanna Witkowska
Politechnika Białostocka

DOBÓR ZMIENNYCH W MODELACH DEA DO BADAŃ PORÓWNAWCZYCH PRODUKTYWNOŚCI NA PRZYKŁADZIE KRAJOWYCH SPÓŁEK DYSTRYBUCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ

1. Wstęp

Analiza porównawcza produktywności spółek dystrybuujących energię elektryczną jest jedną z metod wykorzystywanych przez regulatora w celu ustalenia warunków regulacji. Wyniki analiz porównawczych pozwalają na wskazanie możliwego do uzyskania poziomu produktywności w podsektorze dystrybucji i są podstawą ustalenia zakresu redukcji kosztów w spółkach działających mniej produktywnie.

Głównym problemem pomiaru produktywności w spółkach dystrybucyjnych energii elektrycznej jest przede wszystkim znalezienie przyczyn, które wywołują jej niestabilność.

Ze względu na kapitałochłonny charakter podsektora dystrybucji przyjmuje się, iż poprawa produktywności możliwa jest tu do uzyskania głównie przez optymalne wykorzystanie posiadanych zasobów. W ramach analiz produktywności spółek dystrybucyjnych tym elementom przypisywane jest największe znaczenie.

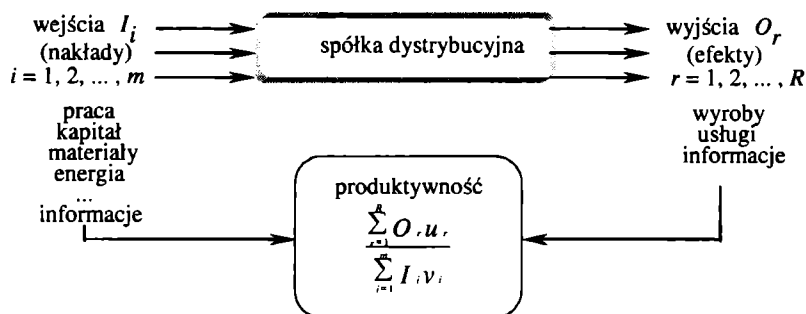
W artykule przedstawiono problematykę doboru zmiennych do badań porównawczych produktywności krajowych spółek dystrybucji energii elektrycznej. Spośród zmiennych opisujących działalność spółek związaną z przesyłem i dystrybucją dokonano wyboru takich zmiennych, które byłyby użyteczne w badaniach porównawczych produktywności regulowanych przedsiębiorstw, a jednocześnie spełniałyby wymagania wynikające z zastosowania do oceny produktywności metody DEA (*data envelopment analysis* – metoda obwiedni danych). Podjęty problem stanowi kontynuację prac badawczych zaprezentowanych w artykułach [Chrabołowska 2005; Chrabołowska, Nazarko, Rybaczuk 2004; Nazarko, Rybaczuk, Chrabołowska 2004; Pluta 1977].

2. Interpretacja pojęcia produktywności w podsektorze dystrybucji energii elektrycznej

Pojęcie produktywności i jej pomiar są zagadnieniami wielowątkowymi, różnie rozumianymi i interpretowanymi zarówno w literaturze, jak i w praktyce gospodarczej [Lis 1999].

W ramach analiz produktywności spółek dystrybucyjnych za punkt wyjścia przyjmuje się zazwyczaj koncepcję produktywności bazującą na mikroekonomicznej teorii produkcji [Analiza... 2000].

Ocena analizowanego obiektu zależy od efektywności, z jaką obiekt transformuje czynniki produkcji (nakłady, zasoby wejściowe) w efekty (produkty, wyjścia systemu), wykorzystując przy tym posiadaną technologię (rys. 1). Technologia produkcji oznacza zbiór wszystkich kombinacji nakładów i efektów, które obiekt może zrealizować. Efektywna kombinacja nakładów i efektów wewnątrz danej technologii wyznacza granicę produkcji, podczas gdy kombinacje spoza zbioru możliwości produkcyjnych nie są możliwe do osiągnięcia. Produktywność obiektu jest zatem oceniana na podstawie różnic w efektywności wykorzystania zasobów: energii, materiałów, pracy ludzkiej, kapitału, informacji, powierzchni w procesie wytworzenia produktów. Jako całkowicie produktywne określone są kombinacje nakładów i efektów znajdujących się na granicy produkcji [Coelli, Rao, Battese 2002].



Rys. 1. Techniczna koncepcja produktywności

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Coelli, Rao, Battese 2002; Lis 1999].

W sposób praktyczny produktywność jest wyrażana w postaci ilorazu osiągniętych efektów (O) i wykorzystanych do ich wytworzenia nakładów (I). Nakładom i efektom mogą być przypisane wagi (u , v), które odzwierciedlają ich znaczenie w ogólnej analizie produktywności.

Istnieje wiele różnych podejść do pomiaru i analizy produktywności na poziomie spółek dystrybucyjnych. Jedną z metod, wykorzystywaną przez regulatorów rynku energii elektrycznej jest metoda DEA. Idea oraz główne założenia metody zostały omówione przez autorkę w artykułach [Chraołowska, Nazarko, Rybaczuk 2004; Nazarko, Chraołowska 2005].

Podstawowym zagadnieniem związanym z zastosowaniem metody DEA w analizie porównawczej produktywności spółek dystrybucyjnych jest wybór zmiennych do modelu. W artykule przedstawiono dwa główne etapy doboru zmiennych – analizę merytoryczną oraz analizę statystyczną.

3. Charakterystyka danych wykorzystanych w badaniu krajowych spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej

Analizie poddano 46 zmiennych finansowych oraz technicznych i organizacyjnych, które charakteryzują działalność dystrybucyjną i przesyłową 33 krajowych spółek dystrybucyjnych w roku 2002. Analizowane dane pochodzą ze źródeł publikowanych przez Urząd Regulacji Energetyki, Agencję Rynku Energii Elektrycznej, Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej, Centrum Informacji o Rynku Energii Elektrycznej, zakłady energetyczne, Główny Urząd Statystyczny oraz Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

Zebrane dane (tab. 1) opisują ponoszone przez spółkę nakłady (zmiennie wejściowe), uzyskiwane efekty działania (zmiennie wyjściowe) oraz czynniki, na które spółki nie mają wpływu, a które determinują ponoszone przez nie koszty (zmiennie środowiskowe).

Przyporządkowania poszczególnych zmiennych do zbioru nakładów, efektów oraz zmiennych środowiskowych dokonano na podstawie analizy merytorycznej oraz biorąc pod uwagę doświadczenia badań europejskich [Kittelsen 1993].

Zmienne charakteryzują poszczególne grupy z różnym stopniem szczegółowości, występują w postaci zarówno zagregowanej, jak i miar cząstkowych.

Wiele analizowanych zmiennych jest ze sobą silnie skorelowane. Nie wszystkie dostępne zmienne mogą zostać wykorzystane w analizie ze względu na przyjęty cel rozważań i ograniczenia metody DEA odnośnie do liczby użytych zmiennych w modelu.

Biorąc pod uwagę cel prowadzonych badań i specyfikę spółek dystrybucyjnych, na wstępie dokonano selekcji merytorycznej wyodrębnionych zbiorów zmiennych. W celu wykrycia związków pomiędzy analizowanymi zmiennymi i zredukowania ich liczby zastosowano analizę czynnikową, analizę korelacji, zbadano również siłę zróżnicowania zmiennych w poszczególnych zbiorach.

4. Selekcja merytoryczna zbioru zmiennych

Selekcja merytoryczna była podstawowym etapem analizy zbioru zmiennych. Polegała ona na wyborze tych zmiennych, które są istotne z punktu widzenia oceny produktywności spółek i uwzględniają specyfikę ich działania.

Tabela 1. Zmienne poddane analizie

Kod	Nazwa zmiennej	Jednostka
Zmienne wejściowe		
I1	koszty ogółem	[zł]
I2	koszty działalności operacyjnej	[zł]
I3	pozostałe koszty operacyjne	[zł]
I4	koszty finansowe	[zł]
I5	koszty zarządu	[zł]
I6	nakłady inwestycyjne	[zł]
I7	koszty przesyłu i dystrybucji w stosunku do energii elektrycznej dostarczonej odbiorcom	[zł/MWh]
I8	koszt przesyłu i dystrybucji na 1000 zł śr.trwałych	[zł]
I9	koszt pracy	[zł]
I10	wskaźnik „koszt pracy”	[zł/zatr.]
I11	przeciętne zatrudnienie	[szt.]
I12	majątek ogółem	[zł]
I13	majątek obrotowy	[zł]
I14	przeciętny stan środków trwałych brutto	[zł]
I15	długość linii WN	[km]
I16	długość linii SN+nN	[km]
I17	moc transformatorów WN/SN	[MVA]
I18	moc transformatorów SN/SN	
I19	moc transformatorów SN/nN	[MVA]
I20	straty bilansowe energii ogółem	[GWh]
I21	straty bilansowe energii w sieci WN	[GWh]
I22	Straty bilansowe energii w sieci SN+nN	[GWh]
Zmienne wyjściowe		
O1	energia wprowadzona do sieci ogółem	[GWh]
O2	energia 110 kV wprowadzona do sieci ogółem	[GWh]
O3	energia SN+nN wprowadzona do sieci ogółem	[GWh]
O4	przychody ogółem	[zł]
O5	przychody ze sprzedaży	[zł]
O6	pozostałe przychody operacyjne	[zł]
O7	przychody finansowe	[zł]
O8	liczba odbiorców w sieci WN	[szt.]
O9	liczba odbiorców w sieci SN	[szt.]
O10	liczba odbiorców w sieci nN	[szt.]
O11	liczba odbiorców w sieci SN+nN	[szt.]
Zmienne środowiskowe		
Z1	powierzchnia obszaru działania przedsiębiorstwa	[km ²]
Z2	gęstość powierzchniowa odbiorców w sieci WN	[szt./km ²]
Z3	gęstość powierzchniowa odbiorców w sieci SN+nN	[szt./km ²]
Z4	gęstość powierzchniowa linii w sieci WN	[km/km ²]
Z5	gęstość powierzchniowa linii w sieci SN+nN	[km/km ²]
Z6	gęstość powierzchniowa energii wprowadzonej na obszar przedsiębiorstwa	[GWh/km ²]
Z7	gęstość powierzchniowa energii WN wprowadzonej na obszar przedsiębiorstwa	[GWh/km ²]
Z8	gęstość powierzchniowa energii SN+nN wprowadzonej na obszar przedsiębiorstwa	[GWh/km ²]
Z9	gęstość powierzchniowa mocy transformatorów WN/SN	[MVA/km ²]
Z10	gęstość powierzchniowa mocy transformatorów SN/SN	[MVA/km ²]
Z11	gęstość powierzchniowa mocy transformatorów SN/nN	[MVA/km ²]
Z12	położenie terytorialne	[0,1]
Z13	wskaźnik klimatyczny	-

Legenda kodu: Ix-xx – zmienne wejściowe; Ox-xx – zmienne wyjściowe; Zx-xx – zmienne środowiskowe.

Źródło: opracowanie własne.

W celu wyboru zmiennych w poszczególnych grupach przeprowadzono badanie kwestionariuszowe wśród pracowników działu finansowo-ekonomicznego jednej ze spółek dystrybucyjnych. Dodatkowo cennych informacji dostarczyły opracowania dotyczące badań porównawczych krajowych i europejskich spółek dystrybucyjnych [Analiza... 2000; Kittelsen 1993].

W artykule przedstawiono przykład selekcji merytorycznej w odniesieniu do grupy zmiennych wejściowych. Wybrane elementy analizy przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2. Merytoryczna selekcja danych na przykładzie zmiennych wejściowych

Kod	Nazwa zmiennej	Istotność zmiennej wejściowej w ocenie produktywności spółek dystrybucyjnych	Opinia z kwestionariusza badawczego	Decyzja ostateczna
I1	koszty ogółem [zł]	↑	↑	↑
I2	koszty działalności operacyjnej [zł]	↑	↑	↑
I3	pozostałe koszty operacyjne [zł]	↓	↓	↓
I4	koszty finansowe [zł]	↓	↓	↓
I5	koszty zarządu	↑	↓	↓
I6	nakłady inwestycyjne [zł]	↓	↓	↓
I7	koszty przesyłu i dystrybucji w stosunku do energii elektrycznej dostarczonej odbiorcom [zł/MWh]	↓	↓	↓
I8	koszt przesyłu i dystrybucji na 1000 zł śr.trwałych [zł]	↓	↓	↓
I9	koszt pracy [zł]	↑	↓	↓
I10	wskaźnik „koszt pracy” [zł/zatr.]	↓	↓	↓
I11	przeciętne zatrudnienie [szt.]	↑	↑	↑
I12	majątek ogółem [zł]	↑	↓	↓
I13	majątek obrotowy [zł]	↑	↓	↓
I14	przeciętny stan środków trwałych brutto [zł]	↑	↑	↑
I15	długość linii WN [km]	↑	↑	↑
I16	długość linii SN+nN [km]	↑	↑	↑
I17	moc transformatorów WN/SN [MVA]	↑	↑	↑
I18	moc transformatorów SN/SN [MVA]	↑	↑	↑
I19	moc transformatorów SN/nN [MVA]	↑	↑	↑
I20	straty bilansowe energii ogółem [GWh]	↑	↓	↓
I21	straty bilansowe energii w sieci 110 kV [GWh]	↑	↑	↑
I22	straty bilansowe energii w sieci SN+nN [GWh]	↑	↑	↑

Legenda: ↑ – wskaźnik merytorycznie istotny, ↓ – wskaźnik merytorycznie nieistotny.

Źródło: opracowanie własne.

Grupę zmiennych wejściowych tworzą zmienne opisujące koszt działalności (I1-I8), kapitał ludzki (I9-I11) i kapitał rzeczowy (I12-I22). Zmienne te są wyrażone w jednostkach finansowych oraz fizycznych.

Biorąc pod uwagę istotność poszczególnych zmiennych w ocenie produktywności spółek dystrybucyjnych oraz udział poszczególnych kategorii zmiennych w strukturze kosztów, zrezygnowano ze zmiennych: pozostałe koszty operacyjne (I3), koszty finansowe (I4), koszty zarządu (I5), nakłady inwestycyjne (I6), majątek ogółem (I12) oraz majątek obro-

towy (I13). W dalszej analizie nie uwzględniono również następujących wskaźników: koszt przesyłu i dystrybucji w stosunku do energii dostarczonej odbiorcom (I7), koszt przesyłu i dystrybucji na 1000 zł środków trwałych (I8) oraz wskaźnika koszt pracy (I10).

Wykluczenie zmiennych I3, I4, I13 ze zbioru wynikało z tego, iż nie stanowią one najistotniejszych nakładów ponoszonych przez spółki dystrybucyjne w ramach prowadzonej działalności. Zmienna I3 przedstawia wartość netto zlikwidowanych środków trwałych, zapłacone kary, odszkodowania, darowizny itp. Zmienna I4 określa wartość sprzedanych inwestycji, zapłacone odsetki itp., zmienna I13 zaś prezentuje majątek obrotowy, na który składają się zapasy, należności i roszczenia oraz środki pieniężne. Dodatkowo zmienne I3, I4 stanowią nieznaczny udział w kosztach działalności; wyrażają one odpowiednio 1,79%; 1,29% ogółu kosztów w każdej ze spółek. Udział zmiennej I13 w strukturze aktywów wynosi 5,30% majątku ogółem.

Powodem rezygnacji ze zmiennej I6 było to, iż nakłady inwestycyjne w spółkach dystrybucyjnych stanowią przede wszystkim wydatki wynikające z przepisów prawnych i spółki są zobowiązane do ich ponoszenia bez względu na swoją sytuację ekonomiczną. Dlatego też stwierdzono, iż zmienna ta nie wnosi istotnych informacji o produktywności działania spółek.

W wyniku przeprowadzonej analizy zrezygnowano ze wskaźników I7, I8 oraz I10. Miary te powstały w wyniku funkcyjnych przekształceń zmiennych, które znalazły się w grupie zmiennych wybranych do dalszej analizy.

W prowadzonej analizie zrezygnowano również ze zmiennej I12 przedstawiającej majątek ogółem spółki, pozostawiając jako zmienną reprezentującą wartość aktywów przeciętny stan środków trwałych brutto (I14).

Podobną selekcję przeprowadzono na zbiorze zmiennych wyjściowych i środowiskowych. W wyniku dokonanej selekcji uznano, iż efekt działania spółek dystrybucyjnych można scharakteryzować następującymi zmiennymi: energia 110 kV wprowadzona do sieci (O2), przychody ze sprzedaży energii (O5), liczba odbiorców w sieci WN (O8), liczba odbiorców w sieci SN (O9).

Zbiór zmiennych środowiskowych reprezentują: gęstość powierzchniowa energii WN wprowadzonej na obszar przedsiębiorstwa (Z7) oraz wskaźnik klimatyczny (Z13).

Wybrane zmienne wydają się najważniejsze z punktu widzenia postawionego celu badań. Należą one do najczęściej używanych zmiennych w badaniach produktywności europejskich spółek dystrybucyjnych [Kittelsen 1993].

5. Analiza statystyczna wyodrębnionych grup zmiennych

Wybrany na etapie selekcji merytorycznej zbiór zmiennych wyjściowych i środowiskowych jest nieliczny. W celu wykrycia związków pomiędzy zmiennymi wewnątrz tych zbiorów i dalszej selekcji zmiennych zastosowano analizę korelacji. W najliczniejszym zbiorze zmiennych wejściowych zastosowano analizę czynnikową. Dodatkowo dla wszystkich grup zmiennych przeprowadzono ocenę siły zróżnicowania.

Zmienne wyjściowe: energia 110 kV wprowadzona do sieci (O2), przychody ze sprzedaży energii (O5), liczba odbiorców w sieci WN (O8) są ze sobą silnie skorelowane (tab. 3). Wybór którejś z nich pozostawiony jest zazwyczaj badaczowi. Często, przyjmując za kryterium wyboru koszt i dostępność danych, przyjmuje się zmienne techniczne, aczkolwiek ze strony regulatora bardziej preferowane są zmienne wyrażone w jednostkach finansowych.

Tabela 3. Macierz współczynników korelacji między zmiennymi wyjściowymi*

Kod	Nazwa zmiennej	O2	O5	O8	O9
O2	energia 110 kV wprowadzona do sieci ogółem	1,00	0,91	0,88	0,44
O5	przychody ze sprzedaży energii	0,91	1,00	0,75	0,65
O8	liczba odbiorców w sieci WN	0,88	0,75	1,00	0,28
O9	liczba odbiorców w sieci SN	0,44	0,65	0,28	1,00

*Drukiem pogrubionym oznaczono współczynniki korelacji > 0,7.

Źródło: obliczenia własne.

Zmienna wyjściowa przedstawiająca liczbę odbiorców w sieci SN (O9) nie jest silnie skorelowana z żadną z wymienionych w tej grupie zmiennych, w związku z czym mogłaby być dobrą reprezentantką rozpatrywanego zbioru.

Zmienne środowiskowe wybrane na etapie selekcji merytorycznej, tj. gęstość powierzchniowa energii WN wprowadzonej na obszar przedsiębiorstwa (Z7) oraz wskaźnik klimatyczny (Z13) są ze sobą skorelowane na poziomie 0,32. Uznano, iż obie zmienne mogą wspólnie reprezentować warunki działania spółek dystrybucyjnych.

Zbiór zmiennych wejściowych poddanych analizie statystycznej liczył 11 zmiennych. W wyniku zastosowania analizy czynnikowej otrzymano 2 czynniki mające wartości własne większe od jedności. Wyodrębnione czynniki wyjaśniają 84,36% całkowitej wariancji obserwowanych zmiennych. Do poszczególnych czynników włączono zmienne, dla których wartość bezwzględna ładunku jest większa od 0,7 (tab. 4).

Tabela 4. Ładunki czynnikowe wskaźników uzyskane przy zastosowaniu analizy czynnikowej, rotacja Varimax*

Kod	Zmienne wejściowe	Ładunki czynnikowe	
		F_1	F_2
I1	koszty ogółem [zł]	0,7376	0,6393
I2	koszty działalności operacyjnej [zł]	0,7280	0,6488
I12	przeciętne zatrudnienie [szt.]	0,7632	0,4436
I15	przeciętny stan środków trwałych brutto [zł]	0,8711	0,4518
I16	długość linii WN [km]	0,7841	0,2597
I17	długość linii SN+nN [km]	0,9360	-0,0725
I18	moc transformatorów WN/SN [MVA]	0,5574	0,8086
I19	moc transformatorów SN/SN [MVA]	-0,0156	0,8594
I20	moc transformatorów SN/nN [MVA]	0,8145	0,4919
I22	straty bilansowe energii w sieci 110 kV [GWh]	0,3136	0,7764
I23	straty bilansowe energii w sieci SN+nN [GWh]	0,7950	0,3571
Udział (%)		51,01	33,35

*Drukiem pogrubionym zaznaczono ładunki wskaźników >0,7, reprezentowanych przez czynnik.

Źródło: obliczenia własne z wykorzystaniem pakietu Statistica PL.

Wyodrębnione czynniki są ortogonalne. Reprezentują one dwa zasadnicze aspekty nakładów, które powinny być uwzględnione przy wyborze zmiennych do badań produktywności spółek.

Czynnik 1 (F_1) reprezentuje: koszty całkowite (I1), koszty działalności operacyjnej (I2), przeciętne zatrudnienie (I12), przeciętny stan środków trwałych (I15), długość linii WN (I16), długość linii SN+nN (I17), moc transformatorów SN/nN (I20) oraz straty bilansowe energii w sieci SN+nN (I23). Czynniki te można zinterpretować jako sprawność operacyjną działalności dystrybucyjnej i przesyłowej spółek.

W skład czynnika 2 (F_2) wchodzi następujące zmienne: moc transformatorów WN/SN (I18), moc transformatorów SN/SN (I19) oraz straty bilansowe energii w sieci WN (I22). Czynniki te wyraża jakość układów przesyłowych i rozdzielczych spółek dystrybucyjnych.

W celu wyboru najlepszych reprezentantów poszczególnych czynników poddano ocenie zależności korelacyjne zachodzące pomiędzy poszczególnymi zmiennymi reprezentowanymi przez dany czynnik a zmiennymi wyjściowymi charakteryzującymi spółki dystrybucyjne (tab. 5).

Tabela 5. Korelacje zmiennych wyjściowych ze zmiennymi tworzącymi czynnik F_1 i F_2 *

Kod	Nazwa zmiennej	Zmienne reprezentujące F_1								Zmienne reprezentujące F_2		
		I1	I2	I12	I15	I16	I17	I20	I23	I18	I19	I22
O2	energia 110 kV wprowadzona do sieci ogółem	0,89	0,89	0,71	0,75	0,61	0,35	0,75	0,62	0,93	0,65	0,89
O5	przychody ze sprzedaży energii	0,98	0,98	0,77	0,91	0,66	0,55	0,93	0,78	0,94	0,47	0,98
O8	liczba odbiorców w sieci WN	0,68	0,69	0,54	0,53	0,50	0,18	0,55	0,35	0,77	0,66	0,68
O9	liczba odbiorców w sieci SN	0,68	0,67	0,58	0,71	0,61	0,65	0,77	0,78	0,60	0,21	0,68

*Drukiem pogrubionym oznaczono współczynniki korelacji > 0,7.

Źródło: opracowanie własne.

Kryterium wyboru reprezentanta danego czynnika był poziom jego skorelowania ze zmienną wyjściową. Biorąc pod uwagę podane kryterium oraz uzasadnienie merytoryczne, zrezygnowano ze zmiennych I16 i I17. Pozostałe zmienne: koszty całkowite (I1), koszty działalności operacyjnej (I2), przeciętne zatrudnienie (I12), przeciętny stan środków trwałych brutto (I15), moc transformatorów SN/nN (I20), straty bilansowe energii w sieci SN+nN (I23), moc transformatorów WN/SN (I18), straty bilansowe energii w sieci 110 kV (I22) można uznać za dobre reprezentantki nakładów ponoszonych przez spółki.

Ze względu jednak na silne wzajemne skorelowanie zmiennych reprezentowanych przez czynnik F_1 sugeruje się wybór jednej zmiennej silnie skorelowanej z większością zmiennych wyjściowych.

Spśród zmiennych reprezentowanych przez czynnik F_2 odrzucono zmienną I19 jako słabo skorelowaną ze zmiennymi wyjściowymi. Pozostałe dwie zmienne, tj. moc transformatorów WN/SN (I18) i straty bilansowe energii w sieci 110 kV (I22),

można uznać za porównywalnie przydatne w określeniu produktywności spółek dystrybucyjnych.

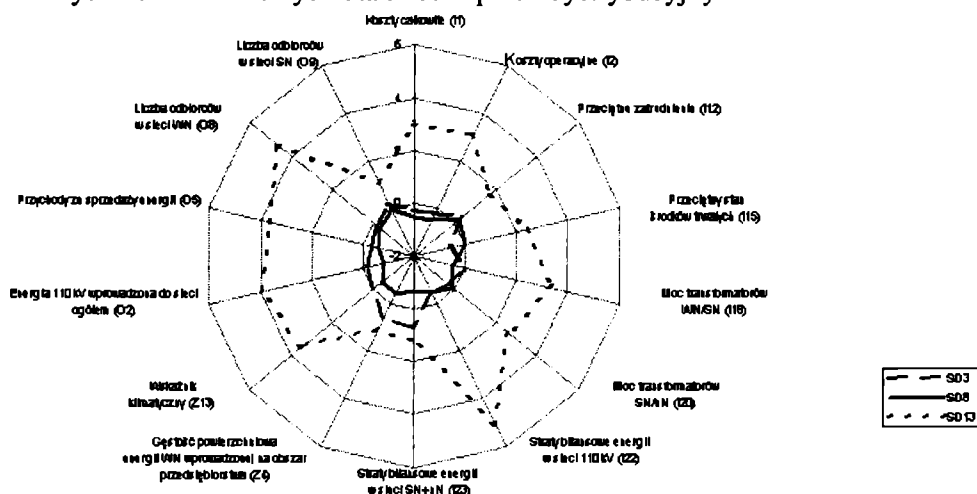
Wybrany zestaw zmiennych wejściowych, wyjściowych i środowiskowych charakteryzuje się wysoką zmiennością, dzięki czemu możliwe jest uzyskanie wyraźnego zróżnicowania spółek pod względem ponoszonych nakładów oraz uzyskiwanych efektów (tab. 6).

Tabela 6. Miary statystyczne dla wybranych zmiennych wejściowych i wyjściowych

	I1	I2	I12	I15	I18	I20	I22	I23	O2	O5	O8	O9
Średnia	334547,1	352534,7	1477,1	1265887,9	1311,7	1055,1	93,1	363,02	4307,3	333243,2	8,0	752,9
Odchylenie standardowe	165497,1	175731,5	529,6	567539,6	664,6	512,6	111,7	209,3	2735,7	180794,5	11,1	350,8
Współczynnik zmienności [%]	49,5	49,8	35,9	44,8	50,7	48,6	120,1	57,7	63,5	54,3	136,4	46,6

Źródło: opracowanie własne.

Na rys. 2 przedstawiono przeciętne poziomy zmiennych wejściowych, wyjściowych i środowiskowych dla trzech spółek dystrybucyjnych.



Rys. 2. Przeciętne poziomy zmiennych wejściowych, wyjściowych i środowiskowych spółek SD32, SD13, SD26

Źródło: opracowanie własne.

Wybrane spółki SD13, SD32, SD26 zajęły trzy pierwsze miejsca w rankingu, którego wyniki zaprezentowano w pracy [Chraślowska 2005]. Ranking ten budowany był według czynnika charakteryzującego rentowność i produktywność środków trwałych.

6. Podsumowanie

Dostępne w literaturze opracowania dotyczące zastosowania metody DEA skupiają się przede wszystkim na użytej metodzie oraz interpretacji otrzymanych wyników, mniejszą uwagę zaś poświęca się zagadnieniom związanym z doбором zmiennych do modelu. Według opinii wielu autorów, jednorodna koncepcja wyboru nakładów, efektów, zmiennych środowiskowych dla badanych obiektów nie jest możliwa do sformułowania [Kittelsen 1993]. Dokonując wyboru zmiennych, najczęściej bazuje się na doświadczeniach innych badań i analizie merytorycznej zbioru zmiennych opisujących dany obiekt.

W artykule dokonano doboru zmiennych do badań porównawczych produktywności spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej. Ostateczna kombinacja zmiennych użytych do modelu produktywności powinna być ustalona poprzez analizę wpływu wprowadzonych zmiennych na wynik produktywności przedsiębiorstw.

Zdaniem autorki, uzyskane wyniki mogą stanowić wskazówki co do kierunku poszukiwania przez regulatora rynku energii rezerw poprawy produktywności w spółkach.

Wybrane zmienne stanowiąc będą punkt wyjścia do dalszych bardziej szczegółowych prac. Zostaną one wykorzystane przez autorkę w badaniach porównawczych produktywności krajowych spółek dystrybucyjnych za pomocą metody DEA.

Artykuł powstał w ramach pracy badawczej własnej W/WZ/7/03 finansowanej ze środków KBN.

Literatura

- Analiza porównawcza spółek dystrybucyjnych* (2000), opracowanie Departamentu Planów i Analiz URE, Biuletyn URE, nr 2.
- Chrałońska J. (2005), *Dobór wskaźników ekonomiczno-finansowych do badań porównawczych efektywności krajowych spółek dystrybucji energii elektrycznej*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej Wrocławiu nr 1076, *Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, Taksonomia 12, AE, Wrocław.
- Chrałońska J., Nazarko J., Rybaczuk M. (2004), *Benchmarking w ocenie efektywności kosztowej przedsiębiorstw energetycznych*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1022, *Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, Taksonomia 11, AE, Wrocław.
- Coelli T., Rao D.S.P., Battese G.E. (2002), *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K. (2000), *Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Kittelsen S.A.C. (1993), *Stepwise DEA. Choosing Variables for Measuring Technical Efficiency in Norwegian Electricity Distribution*, SFN, Oslo.

- Lis S. (red.) (1999), *Vademecum produktywności*, Agencja Wydawniczo-Poligraficzna „PLACET”, Warszawa.
- Nazarko J., Rybaczuk M., Chraślowska J. (2004), *Czynniki warunkujące kondycję i sprawność funkcjonowania spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1022, *Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, Taksonomia 11, AE, Wrocław.
- Nazarko J., Chraślowska J. (2005), *Benchmarking w ocenie efektywności krajowych spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1076, *Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, Taksonomia 12, AE, Wrocław.
- Pluta W. (1977), *Wielowymiarowa analiza porównawcza w badaniach ekonomicznych. Metody taksonomiczne i analizy czynnikowej*, PWE, Warszawa.

SELECTION OF VARIABLES IN DEA MODELS FOR COMPARATIVE STUDIES OF PRODUCTIVITY ON THE EXAMPLE OF POLISH ELECTRICAL ENERGY DISTRIBUTION UTILITIES

Summary

The article presents variables selection issues for comparative studies on productivity of Polish electrical energy distribution utilities. There have been considered series of financial, technical and organizational variables describing utilities' activity. Two essential phases of variables selection have been described, as well as substantial and statistical analysis.

The selected series of variables seems to be adequate from the distribution utilities point of view, and also meet the demands of DEA (data envelopment analysis) method used for productivity measure.