

*dr Katarzyna Dębkowska*<sup>1</sup>

Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki, Wydział Zarządzania  
Politechnika Białostocka

## **Efektywność wykorzystania e-usług w działalności polskich przedsiębiorstw**

### WPROWADZENIE

Internet stał się obecnie nie tylko nowym kanałem dystrybucji, ale także nowym sposobem na świadczenie usług, co obserwujemy między innymi w usługach administracyjnych, edukacyjnych, medycznych, w handlu, w usługach turystycznych, finansowych, a także ubezpieczeniowych, kultury i innych. Internet efektywnie wpływa na prowadzenie biznesu czy załatwianie spraw urzędowych.

Z perspektywy przedsiębiorstw zauważalne jest, że Internet sprzyja kreowaniu nowych dziedzin biznesu wykorzystujących wirtualny rynek. Przez Internet można oferować wiele usług nawet takich, które wcześniej nie miały swojego odpowiednika w realnym świecie.

Ponadto, dzięki rozpowszechnieniu się stron internetowych, narzędzi ICT oraz zaawansowanych technologii informatycznych duża część z tych usług jest wykonywana automatycznie, bez udziału człowieka. W ten sposób dochodzimy do pojęcia e-usługi.

Zgodnie z ustawą o świadczeniu usług drogą elektroniczną e-usługa to wykonanie usługi świadczonej bez jednoczesnej obecności stron (na odległość), poprzez przekaz danych na indywidualne żądanie usługobiorcy, przesyłanej i otrzymywanej za pomocą urządzeń do elektronicznego przetwarzania, włącznie z kompresją cyfrową, i przechowywania danych, która jest w całości nadawana, odbierana lub transmitowana za pomocą sieci telekomunikacyjnej [Ustawa, 2002].

W literaturze przedmiotu pojawiło się wiele definicji e-usług. W związku z dynamicznym charakterem środowiska, w którym tworzy się i rozwija e-usługa, niemożliwe jest jednoznaczne wyznaczenie granic e-usługi, jednakże e-usługa jest identyfikowana i rozumiana jako usługa, która spełnia następujące warunki:

---

<sup>1</sup> Adres korespondencyjny: Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki, Wydział Zarządzania, Politechnika Białostocka, ul. Ojca Tarasiuka 2, 16-001 Białystok-Kleosin, e-mail: k.debkowska@pb.edu.pl, tel. 85 746 98 75.

- jest świadczona w sposób częściowo lub całkowicie zautomatyzowany przez technologię informacyjną,
- jest realizowana w Internecie i za pośrednictwem Internetu,
- jest zindywidualizowana względem odbiorcy (personalizowana),
- strony świadczonej usługi znajdują się w różnych miejscach (usługa zdalna) [Śliwiński, 2008].

E-usługę od usługi w ujęciu tradycyjnym zazwyczaj odróżnia brak udziału człowieka po drugiej stronie oraz świadczenie usługi na odległość. W literaturze przedmiotu możemy znaleźć szersze pojęcie terminu e-usługa, jako nowej formy świadczenia usług przy wykorzystaniu Internetu, od momentu kontaktowania się firmy z klientem celem przedstawienia oferty poprzez zamówienie usługi, jej świadczenie i kontakt z klientem po wykonanie usługi [Dąbrowska, 2009, s. 41].

Z przeprowadzanych badań i megatrendów wyłaniają się najbardziej dynamicznie rozwijające się dziedziny biznesu, w których e-usługi będą odgrywać kluczową rolę. Do dziedzin tych można zaliczyć:

- obsługę firm (profesjonalne usługi biznesowe, pośrednictwo finansowe),
- obsługę bankowości elektronicznej,
- *cloud computing* i rozwiązania webowe,
- handel elektroniczny,
- szkolenia i podnoszenie kwalifikacji pracowników (e-learning) [Szymanek (red.), 2012].

Wymienione aktywności związane są głównie z koniecznością ograniczania przez przedsiębiorstwa kosztów działalności oraz oszczędzania czasu. Można zatem przypuszczać, że wykorzystanie e-usług w działalności gospodarczej przekłada się na lepsze efekty finansowe przedsiębiorstw.

Celem artykułu jest zbadanie efektywności wykorzystania e-usług w polskich przedsiębiorstwach przy pomocy metody *Data Envelopment Analysis* (DEA). Metoda ta wymaga określenia zmiennych stanowiących po jednej stronie nakłady, a po drugiej efekty. W badaniu wykorzystano dane GUS określające sytuację informatyzacji polskich przedsiębiorstw i wykorzystanie w swojej działalności e-usług (nakłady) oraz dane dotyczące sytuacji finansowej przedsiębiorstw (efekty). Analizę przeprowadzono dla województw Polski, co pozwoliło na porównanie i dokonanie rankingu badanych jednostek terytorialnych ze względu na efektywność wykorzystania informatyzacji i usług elektronicznych w przedsiębiorstwach tam zlokalizowanych.

#### OPIS METODY *DATA ENVELOPMENT ANALYSIS* (DEA)

Metoda nieparametryczna DEA została opracowana przez Abrahama Charnesa, Williama W. Coopera, Edwardo L. Rhodesa w 1978 r. Zastosowali oni programowanie matematyczne do estymacji miar efektywności technicznej i stwo-

rzyli pierwszy model znany w literaturze jako CCR od pierwszych liter nazwisk autorów tej metody [Charnes, 1978].

Metoda DEA umożliwia badanie relacji między poziomem wielu nakładów i wielu efektów. W modelu DEA efektywność można zdefiniować jako udział ważonej sumy efektów w ważonej sumie nakładów [Basso, 2001, s. 477–492].

$$\text{Efektywność} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r \text{Efekt}_r}{\sum_{i=1}^m v_i \text{Nakład}_i}$$

gdzie:

$s$  – liczba efektów,

$m$  – liczba nakładów,

$u_r$  – wagi określające ważność poszczególnych efektów,

$v_i$  – wagi określające ważność poszczególnych nakładów.

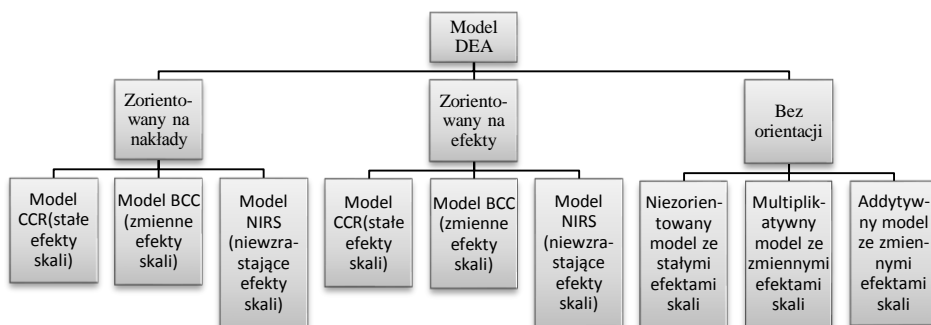
W modelu DEA  $m$  nakładów i  $s$  różnych efektów zostaje sprowadzonych do pojedynczych wielkości „syntetycznego” nakładu i „syntetycznego” efektu, które następnie są wykorzystywane przy obliczaniu współczynnika efektywności obiektu. W programowaniu liniowym współczynnik ten jest funkcją celu.

Podstawą metody DEA jest współczynnik produktywności Debreu-Farella wyrażony jako stosunek jednego nakładu i jednego efektu, który został uogólniony na przypadek wielowymiarowy, czyli wielu efektów i wielu nakładów. Metoda DEA pozwala na określenie poziomu efektywności z jaką podmiot podejmujący decyzję DMU (z ang. *Decision Making Unit*) transformuje posiadane nakłady na wyniki. Tak zdefiniowana efektywność przybiera wartości z przedziału (0,1). Różnica wartości względem 1 określa rozmiar nieefektywności pojedynczego obiektu, ponieważ metoda DEA pozwala określić, jaki jest poziom efektywności wybranego obiektu względem pozostałych obiektów w analizowanej próbie [Zamojska, 2009, s. 52].

W 1984 r. Rajiv Banker zaproponował rozwinięcie modelu CCR przy założeniu stałych efektów skali (z ang. *constant return-to-scale* – CRS DEA) do modelu przy założeniu zmiennych efektów skali (z ang. *variable return-to-scale* – VRS DEA). Model ten w literaturze oznaczany jest jako BCC, od nazwisk autorów (Banker, Charnes, Cooper). Model ten nie identyfikuje jednak efektów skali i dopiero Rolf Färe, Shawna Grosskopf, Knox Loveel w 1985 r. zmodyfikowali model BCC o dodatkowe założenie, dotyczące wypukłości, co doprowadziło do powstania modelu przy założeniu nierosnących efektów skali (z ang. *non-increasing return-to-scale* – NIRS DEA) [Pawłowska, 2005, s. 23]. W klasyfikacji modeli DEA stosuje się jednocześnie dwa kryteria: orientację modelu oraz rodzaj efektów skali. Pierwsze kryterium wskazuje, czy minimalizowane są nakłady, czy maksymalizowane efekty. Drugie kryterium określa natomiast, jakie założenia dotyczące efektów skali zostały przyjęte w modelu (zmiennie (VRS), stałe (CRS), nierosnące (NIRS)). Liczba zmiennych wejściowych i wyjściowych w modelu DEA zależy od liczby jednostek decyzyjnych. Suma nakładów i efektów nie po-

winna znacząco przekraczać liczby badanych jednostek. W celu uzyskania rzetelnych wyników zalecane jest zachowanie określonej zależności między liczebnością próby ( $n$ ) a liczbą zmiennych wejściowych (nakładów –  $m$ ) i wyjściowych (efektów –  $s$ ) [Ćwiakała-Małys, 2011, s. 93].

$$m + s \leq \frac{n}{3}$$



**Rysunek 1. Podział modeli DEA według kryterium orientacji i efektów skali**

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Gospodarowicz, 2002, s. 62].

Przedstawiona metoda charakteryzuje się wieloma zaletami, ale również nie jest pozbawiona wad, do których możemy zaliczyć:

- efektywność mierzona jest względem pozostałych obiektów, co uwrażliwia metodę na usuwanie bądź dołączanie obiektów do zbioru,
- duża wrażliwość na błędne dane (szczególnie w obiektach uznanych za wzorcowe),
- konieczność oddzielnego rozwiązywania zadania dla każdego obiektu,
- w podstawowych modelach, np. CCR, pojawia się duża liczba obiektów efektywnych w stosunku do całkowitej liczby obiektów.

Po stronie zalet w metodzie DEA można wyróżnić:

- możliwość jednoczesnego uwzględnienia wielu nakładów i efektów,
- brak wymagań co do postaci funkcji wyrażającej związek między nakładami a efektami,
- zmienne opisujące nakłady i efekty mogą posiadać różne miana,
- metoda wychwytuje wielkości skrajne zamiast je uśredniać, jak to się dzieje na przykład w przypadku linii regresji.

Istotną zaletą metody DEA jest także możliwość włączenia do analizy zmiennych środowiskowych. Zmienne te obrazują czynniki będące poza kontrolą DMU, ale wpływające na jej efektywność [Ramanathan, 2003].

## WYNIKI BADAŃ EFEKTYWNOŚCI WYKORZYSTANIA E-USŁUG PRZEZ PRZEDSIĘBIORSTWA

Przeprowadzone badanie dotyczyło efektywności wykorzystania e-usług w polskich przedsiębiorstwach, a za badane jednostki (DMU) zostały przyjęte poszczególne województwa Polski. Efektywność przekształcania nakładów na efekty w zakresie wykorzystania e-usług przez przedsiębiorstwa nie jest procesem opisanym i zidentyfikowanym w dostatecznym stopniu, by można zdefiniować zamknięty zbiór zmiennych. W związku z tym przyjęto w pracy poniższe założenia badawcze:

1. Zależności pomiędzy poszczególnymi nakładami w zakresie stosowania e-usług w przedsiębiorstwach a efektami poniesienia tych nakładów określono na podstawie obecnego stanu wiedzy w tym obszarze.
2. Wybrane modele służą do obliczania cząstkowych wskaźników efektywności, ponieważ do ich konstrukcji wykorzystano tylko niektóre zmienne opisujące wykorzystanie e-usług przez przedsiębiorców na poziomie województw.
3. Wykorzystane w modelach zmienne nie ukazują w pełni badanych procesów [Pachura, 2008, s. 28].

Dobór DMU wiąże się ze specyfikacją metody DEA i jej wrażliwością na liczebność próby oraz liczbę wykorzystywanych zmiennych. W związku z ograniczoną liczebnością badanej zbiorowości (16 województw), należało ograniczyć liczebność zmiennych w wybranych modelach. Aby zachować wiarygodność rezultatów konieczne jest zachowanie odpowiedniej proporcji między liczebnością próby a liczbą zmiennych. Odpowiedni dobór zmiennych jest konieczny w ocenie efektywności metodą DEA. Selekcja zmiennych wejściowych i wyjściowych jest drugim etapem w przeprowadzaniu oceny metodą DEA. Pod uwagę należy wziąć jedynie czynniki, które mają autentyczny wpływ na analizę.

Dokonując identyfikacji zmiennych po stronie nakładów wyróżniono w pierwszym kroku dwanaście zmiennych:

- X1 – odsetek przedsiębiorstw posiadających dostęp do Internetu,
- X2 – odsetek przedsiębiorstw stosujących automatyczną wymianę danych z podmiotami zewnętrznymi,
- X3 – odsetek przedsiębiorstw posiadających własną stronę internetową,
- X4 – odsetek przedsiębiorstw, dla których strona internetowa spełniała funkcje prezentacji katalogów, wyrobów lub cenników,
- X5 – odsetek przedsiębiorstw wykorzystujących newslettery,
- X6 – odsetek przedsiębiorstw wykorzystujących media społecznościowe,
- X7 – odsetek przedsiębiorstw korzystających z usług w chmurze obliczeniowej,
- X8 – odsetek przedsiębiorstw składających zamówienia przez sieci komputerowe,
- X9 – odsetek przedsiębiorstw otrzymujących zamówienia przez sieci komputerowe,

- X10 – odsetek przedsiębiorstw otrzymujących e-faktury,
- X11 – odsetek przedsiębiorstw wysyłających e-faktury,
- X12 – odsetek przedsiębiorstw korzystających z e-administracji.

Poziomy liczbowe tych zmiennych zostały zaczerpnięte z raportu GUS „Społeczeństwo informacyjne. Wyniki badań statystycznych z lat 2009–2013” wydanego w 2013 r. Zmienne te zostały poddane weryfikacji merytorycznej i statystycznej, co doprowadziło do skrócenia listy zmiennych reprezentujących w badaniu nakłady. Weryfikacja statystyczna polegała na sprawdzeniu podstawowych statystyk opisowych analizowanych zmiennych (tabela 1), w szczególności pod względem ich zmienności. Z dalszej analizy wyeliminowano zmienne, które charakteryzują się niskim zróżnicowaniem (współczynnik zmienności powyżej 15%). W budowie modeli metodą DEA w rezultacie uwzględniono cztery zmienne charakteryzujące nakłady:

- X2 – odsetek przedsiębiorstw stosujących automatyczną wymianę danych z podmiotami zewnętrznymi,
- X5 – odsetek przedsiębiorstw wykorzystujących newslettery,
- X7 – odsetek przedsiębiorstw korzystających z usług w chmurze obliczeniowej,
- X9 – przedsiębiorstwa otrzymujące zamówienia przez sieci komputerowe.

Po stronie efektów w analizowanych modelach DEA przyjęto jedną zmienną: Y – przychody przedsiębiorstw w mln zł (na podmiot).

Przyjęte do modelu zmienne w postaci nakładów sprawdzono również pod względem istnienia i siły korelacji ze zmienną stojącą po stronie efektów. Macierz współczynników korelacji pomiędzy nakładami oraz pomiędzy nakładami i efektem przedstawiono w tabeli 2. Biorąc pod uwagę poziomy liczbowe współczynników korelacji możemy zaobserwować silną korelację pomiędzy udziałem przedsiębiorstw korzystających z usług w chmurze obliczeniowej (X7) a przychodami przedsiębiorstw (Y). Dość silna korelacja występuje również pomiędzy udziałem przedsiębiorstw otrzymujących zamówienia przez sieci komputerowe (X9) a przychodami przedsiębiorstw (Y).

W pierwszym kroku zbudowano modele CCR i BBC zorientowane na efekty, gdzie danymi wejściowymi był zbiór wyróżnionych czterech zmiennych (nakładów). Natomiast za efekt uznano przychody przedsiębiorstw. W późniejszym etapie do modeli dodano zmienną środowiskową dotyczącą PKB na jednego mieszkańca. Dodanie do modelu zmiennej środowiskowej miało na celu sprawdzenie, czy poziom PKB województwa wpływa na efektywność wykorzystania e-usług przez przedsiębiorstwa zlokalizowane w danym województwie. Wyniki modeli uzyskane za pomocą czterech modeli przedstawiono w tabeli 3.

Model CCR zakładający stałe korzyści skali wyróżnił tylko dwa województwa jako w pełni efektywne. Natomiast model BBC zakładający zmienne korzyści skali wskazał na pięć województw w pełni efektywnych. Dodanie do modelu zmiennej środowiskowej doprowadziło do uzyskania innych wyników, co pozwala stwierdzić, że poziom PKB województwa wpływa istotnie na efektywność

wykorzystania e-usług przez przedsiębiorstwa tam zlokalizowane. Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki do dalszej interpretacji wzięto pod uwagę model BBC ze zmienną środowiskową. Wybór tego modelu podyktowany był wyodrębnieniem za jego pomocą największej liczby efektywnych województw.

**Tabela 1. Podstawowe statystyki opisowe zmiennych stanowiących nakłady**

Zmienna	Średnia	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności (%)
X1	93,38	90,60	96,50	1,60	1,71
X2	69,38	45,60	94,00	16,08	23,18
X3	63,76	55,20	71,70	4,70	7,37
X4	50,19	44,00	57,00	4,45	8,88
X5	12,41	8,00	16,40	2,06	16,58
X6	17,98	14,10	24,90	2,62	14,58
X7	5,51	4,00	9,60	1,42	25,85
X8	20,53	14,70	26,50	2,92	14,24
X9	9,81	6,80	13,90	1,92	19,56
X10	25,39	19,90	30,50	3,05	12,02
X11	23,97	17,40	29,60	3,42	14,28
X12	89,89	84,20	94,80	3,36	3,74

Źródło: opracowanie własne.

**Tabela 2. Współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy nakładami a efektem i pomiędzy nakładami**

Zmienna	Y	X2	X5	X7	X9
Y	1,00	0,26	0,41	0,88	0,70
X2	0,26	1,00	0,24	0,31	0,46
X5	0,41	0,24	1,00	0,39	0,46
X7	0,88	0,31	0,39	1,00	0,54
X9	0,70	0,46	0,46	0,54	1,00

Źródło: opracowanie własne.

W pełni efektywne wykorzystanie e-usług przez przedsiębiorstwa obserwujemy w przypadku siedmiu województw: dolnośląskiego, mazowieckiego, podkarpackiego, pomorskiego, świętokrzyskiego, podlaskiego oraz warmińsko-mazurskiego. Najmniejszą efektywnością charakteryzuje się województwo zachodniopomorskie. Wyznaczając średnią efektywność otrzymaną za pomocą modelu BBC ze zmienną środowiskową, otrzymano poziom 0,92. Przyjęto, że województwa osiągające współczynnik poniżej tego poziomu są nieefektywne pod względem wykorzystania e-usług przez przedsiębiorstwa. W rezultacie wyłoniono siedem takich województw: zachodniopomorskie, lubuskie, małopolskie, łódzkie, lubelskie, śląskie oraz opolskie. Przestrzenne rozmieszczenie województw ze względu na efektywność wykorzystania e-usług przez przedsiębiorstwa przedstawiono na mapie (rys. 2).

**Tabela 3. Zestawienie wyników efektywności województw za pomocą modeli CCR i BBC**

Województwo	Model CCR	Model BBC	Model CCR ze zmienną środowiskową	Model BBC ze zmienną środowiskową
Dolnośląskie	1	1	1	1
Mazowieckie	1	1	1	1
Podkarpackie	0,9845	1	1	1
Pomorskie	0,8983	1	0,9451	1
Świętokrzyskie	0,8408	1	0,8639	1
Podlaskie	0,7974	0,9032	0,8893	1
Warmińsko-mazurskie	0,6712	0,7858	0,7116	1
Wielkopolskie	0,8957	0,9946	0,9082	0,9946
Kujawsko-pomorskie	0,7264	0,8193	0,8843	0,9514
Opolskie	0,7126	0,8373	0,8023	0,8921
Śląskie	0,8495	0,8727	0,8716	0,8864
Lubelskie	0,7646	0,7692	0,8712	0,8713
Łódzkie	0,7979	0,8661	0,7980	0,8661
Małopolskie	0,6778	0,7052	0,8406	0,8439
Lubuskie	0,7094	0,8055	0,7106	0,8055
Zachodniopomorskie	0,5746	0,6701	0,5766	0,6701

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem Frontier Analyst 4.



**Rysunek 2. Przestrzenne zróżnicowanie województw ze względu na wykorzystanie e-usług przez przedsiębiorstwa**

Źródło: opracowanie własne.



## PODSUMOWANIE

Otrzymane wyniki dotyczące badania efektywności województw ze względu na wykorzystanie e-usług przez przedsiębiorstwa są wynikami wstępnymi. Trzeba pamiętać, że wykorzystana w opracowaniu metoda DEA nie pozwala na analizę zbyt dużej liczby nakładów i efektów w przypadku, gdy liczebność badanej zbiorowości to tylko 16 jednostek. Należałoby zatem przeprowadzić dalszą analizę polegającą na budowie kolejnych modeli, które po stronie nakładów będą uwzględniały inne zmienne niż te zaproponowane w artykule. Możliwe będzie wówczas porównanie rankingów województw uzyskanych w wyniku zastosowania różnych modeli.

## BIBLIOGRAFIA

- Basso A., Funari S., 2001, *A data envelopment analysis approach to measure the mutual fund performance*, „European Journal of Operational Research”, 135.
- Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E., 1978, *Measuring the efficiency of decision making units*, „European Journal of Operational Research”, 3.
- Ćwiąkała-Małys A., 2011, *Pomiar efektywności procesu kształcenia w publicznym szkolnictwie akademickim*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław.
- Dąbrowska A., Janoś-Kresło M, Wódkowski A., 2009, *E-usługa a społeczeństwo informacyjne*, Difin, Warszawa.
- Gospodarowicz A., 2002, *Analiza i ocena banków oraz ich oddziałów*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław.
- Pachura P., 2008, *Możliwości zastosowania metody Data Envelopment Analysis do oceny efektywności wybranych komponentów kapitału intelektualnego regionów*, Politechnika Częstochowska, 1/2008, Częstochowa.
- Pawłowska M., 2005, *Konkurencja i efektywność na polskim rynku bankowym na tle zmian strukturalnych i technologicznych*, Materiały i Studia, nr 192, NBP, Warszawa.
- Ramanathan R., 2003, *An introduction to Data Envelopment Analysis. A tool for performance measurement*, Sage Publications, New Delhi.
- Szymanek V. (red.), 2012, *Spółeczeństwo informacyjne w liczbach*, Departament Społeczeństwa Informacyjnego, Warszawa.
- Śliwiński M., 2008, *Modele biznesowe e-usług*, <http://parp.gov.pl>.
- Ustawa z dnia 18 lipca 2002 r. o świadczeniu usług drogą elektroniczną (Dz.U. z 2002 r., nr 144, poz. 1204 z późn. zm.).
- Zamojska A., 2009, *Zastosowanie metody DEA w klasyfikacji funduszy inwestycyjnych*, „Przegląd Statystyczny”, nr 3, 4.

*Streszczenie*

Celem artykułu jest zbadanie efektywności wykorzystania e-usług w polskich przedsiębiorstwach przy pomocy metody DEA. Metoda ta wymaga określenia zmiennych stanowiących po jednej stronie nakłady, a po drugiej efekty. W badaniu wykorzystano dane GUS określające sytuację

informatyzacji polskich przedsiębiorstw, jak również wykorzystanie w swojej działalności e-usług (nakłady) oraz dane dotyczące sytuacji finansowej przedsiębiorstw (efekty). Analizę przeprowadzono dla województw Polski, co pozwoliło na porównanie i dokonanie rankingu badanych jednostek terytorialnych ze względu na efektywność wykorzystania informatyzacji i usług elektronicznych w przedsiębiorstwach tam zlokalizowanych.

*Słowa kluczowe:* sektor e-usług, DEA, efektywność techniczna

## **The Effectiveness of the Use of E-services in Polish Enterprises**

### *Summary*

The purpose of this article is to examine the effectiveness of the use of e-services in Polish enterprises using the DEA method. This method requires the determination of variables representing inputs on one side and on the other side effects. The study used data from GUS, indicating the situation of computerization of Polish companies, as well as use in their business e-services (inputs) and data on the financial situation of enterprises (effects). The analysis was conducted for the Polish states the, which allowed the comparison and ranking of territorial units based on effective use of IT and electronic services by businesses located there in.

*Keywords:* sector e-services, Data Envelopment Analysis, technical effectiveness

JEL: C60; L86; R10