

Jan Polcyn

## **DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) W SZKOLE PONADGIMNAZJALNEJ**

Coraz częściej prawa ekonomii dosięgają również jednostek oświatowych. Dyrektorzy szkół powinni więc podejmować decyzję kierując się różnymi istotnymi przesłankami. Podstawowym problemem występującym przy próbie oceny placówki oświatowej jest jednak odpowiedź na pytanie, jakie kryteria brać pod uwagę, by zapewnić obiektywną ocenę ?

Efektywność należy rozumieć jako stosunek osiągniętych wyników do nieodzownych nakładów, poniesionych w celu uzyskania tych wyników<sup>1</sup>. Dla ekonomisty ona wydaje się być najwłaściwszym kryterium. Na efektywność kształcenia można patrzeć z różnych stron, trudno wszakże posiadane informacje objąć kategoriami ekonomicznymi. Powstaje zatem kolejne pytanie, co w szkole jest mierzalnym wynikiem działalności a co nakładem ?

### **Efektom – wyniki egzaminów, nakładem – godziny dydaktyczne**

Ze względu na rozwój metod pomiaru dydaktycznego w edukacji<sup>2</sup>, w szczególności zaś systemu egzaminowania zewnętrznego<sup>3</sup> można przyjąć, że mierzalnym i porównywalnym zatem efektem prowadzonych działań dydaktycznych są wyniki egzaminów zewnętrznych zaś nakładem na uzyskanie tych wyników godziny dydaktyczne realizowane w procesie dydaktycznym. Ustalenie efektów dydaktycznych za pomocą wyników egzaminów zewnętrznych oraz nakładów w postaci godzin dydaktycznych pozwala na wyznaczenie efektywności technicznej.

Jedną z metod pozwalającą na wyznaczenie względnej efektywności technicznej jest metoda Data Envelopment Analysis (DEA). Metoda ta może być również stosowana do badania efektywności technicznej w jednostkach edukacyjnych<sup>4</sup>. Znana jest ona od 1978 r., określana jest przez jej autorów jako model programowania matematycznego, stosowanego do przetwarzania danych pochodzących z obserwacji. Model ten dostarcza nowego sposobu uzyskiwania danych empirycznych do oceny efektywności działalności organizacji<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> L. Piaseczny, J. Więckowski, *Ekonomika i analiza działalności przedsiębiorstwa*, PWE, Warszawa, 1987, s.14.

<sup>2</sup> <http://www.ptde.org.pl/>

<sup>3</sup> <http://www.cke.edu.pl/>

<sup>4</sup> A. Domagała, *Metoda Data Envelopment Analysis jako narzędzie badania względnej efektywności technicznej*, „Badania Operacyjne i Decyzje”, 2007, Nr 3-4, s.21-34.

<sup>5</sup> A. Charnes, W. Cooper, E. Rhodes, *Measuring the Efficiency of Decision Making Units*, European Journal of Operational Research, 1978 nr 2.

Metoda DEA znajduje szerokie zastosowanie w badaniach obejmujących określenie granicznej efektywności w sektorze publicznym i non profit oraz w sektorze produkcyjnym. Omawiana metoda jest relatywnie nowym, zorientowanym na dane sposobem podejścia do oceny efektywności pewnego zdefiniowanego zestawu obiektów zwanych Decision Making Units (DMU). Jako DMU należy rozumieć dowolny obiekt, dla którego dokonuje się oszacowania efektywności<sup>6</sup>.

Na potrzeby metody DEA operuje się pojęciem efektywności względnej. Dzięki temu uzyskuje się możliwość porównywania poszczególnych DMU względem tych, które wyznaczają efektywność graniczną. Jednym z głównych celów analiz DEA jest poprawienie efektywności nieefektywnych DMU. Poprawianie efektywności w odniesieniu do jednostki wzorcowej określane jest jako projekcja na granicę możliwości produkcyjnych<sup>7</sup>.

Niniejsze opracowanie stanowi próbę zaprezentowania możliwości zastosowania metody Data Envelopment Analysis do oceny względnej efektywności technicznej w zespole szkół.

## Metodyka badań

Przyjęto następujące założenia: mierzalnym wynikiem prowadzonej działalności jest przyrost wiedzy ucznia wyrażony przez wskaźnik efektywności kształcenia, nakładem zaś ilość godzin dydaktycznych w procesie kształcenia. Efektywność kształcenia w badanych oddziałach porównano stosując metodę Data Envelopment Analysis (DEA). Jako DMU a więc podstawową jednostkę w której dokonywana będzie ocena efektywności przyjęto jeden oddział.

Do oceny oddziałów zastosowano wskaźnik efektywności egzaminacyjnej<sup>8</sup>. Jest on wartością uśrednioną ze wszystkich wyników indywidualnych w oddziale, odniesionych do dolnej wartości 9 stopnia skali staninowej dla rozkładu wyników indywidualnych<sup>9</sup>.

Efektywność egzaminacyjną wyrażamy wzorem:

---

<sup>6</sup> *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Red.: W. Cooper, L. Seinfeld, J. Zhu, Kluwer Academic Publisher, Boston, 2004.

<sup>7</sup> A. Szuwarzyński, *Pomiar efektywności działalności badawczej jednostek organizacyjnych wydziału*, Problemy zarządzania, Wydział Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, vol. 7, nr 4(26) s.114.

<sup>8</sup> L. Ciesielski, *Wykorzystanie wyników egzaminu maturalnego w praktyce. W: Etyka egzaminacyjna i zagadnienia ogólne. Część I. Red. Niemierko, B., Szmiigel, K., Grupa TOMAMI, Kraków, 2007, s. 547-556.*

<sup>9</sup> Skala staninowa – ma średnią arytmetyczną równą 5 punktów, a odchylenie standardowe równe 2 punkty. Taka skala jest stosowana do przedstawienia ogólnych wyników poszczególnych wyników i szkół średnich. Kolejne staniny mają nazwy: 1 – najniższy (4% wyników najniższych), 2 – bardzo niski (7% wyników bardzo niskich), 3 – niski (12% wyników niskich), 4- niżej średni (17% wyników poniżej średniej), 5 – średni (20% wyników średnich), 6 – wyżej średni (17% wyników powyżej średniej), 7 – wysoki (12% wyników wysokich), 8 – bardzo

(1)

$$\text{Efektywność egzaminacyjna} = \frac{\text{wynik maturalny} * 100}{\text{dolna wartość dla stanina 9}}$$

Następnie dla oddziału ustalono efektywność kształcenia<sup>10</sup>. Wskaźnik ten ustalany jest poprzez porównanie ucznia wykazanego w egzaminach niższej rangi, w naszym przypadku gimnazjalnych i egzaminach wyższej rangi, w naszym przypadku maturalnych. Efektywność kształcenia to wartość różnicy uśrednionych parametrów egzaminacyjnych na niższym etapie edukacyjnym i na wyższym etapie edukacyjnym. Efektywność kształcenia wyrażamy wzorem:

(2)

$$\text{Efektywność kształcenia ucznia} = \text{Średnia efektywność egzaminacyjna ucznia z egzaminów maturalnych} - \left( \frac{\text{Wynik testu gimnazjalnego cz. Humanistyczna} * 100}{50} + \frac{\text{Wynik testu gimnazjalnego cz. Matematyczno-przyrodnicza}^{11} * 100}{50} \right)$$

Po wyliczeniu efektywności kształcenia dla każdego ucznia ustalono efektywność kształcenia oddziału, która stanowi wartość średnią wyliczoną z efektywności kształcenia uczniów analizowanego oddziału. W kolejnym kroku ustalono efektywność techniczną dla poszczególnych oddziałów. Efektywność tę ustalono stosując następujący wzór:

(3)

$$\text{Efektywność techniczna oddziału} = \frac{\text{nakład godzin dydaktycznych}}{\text{efektywność kształcenia oddziału}}$$

Ocenie poddano 3 oddziały kończące edukację w szkole ponadgimnazjalnej w 2007 r. Do wspomnianej oceny zakwalifikowano oddział: technik mechanik, technik elektryk oraz technik poligraf. Zrezygnowano z analizy oddziału liceum ogólnokształcącego ze względu na

---

wysoki (7% wyników wysokich), 9 – najwyższy (4% wyników najwyższych). Granice poszczególnych stanin są corocznie dla każdego egzaminu publikowane przez Centralną Komisję Egzaminacyjną. Z opublikowanych wartości wybierana jest granica pomiędzy 8 a 9 staninem do obliczania efektywności egzaminacyjnej. Wartość ta jest przyjmowana jako 100 % oczekiwań. Zaletą tej skali jest niezależność od wahań trudności egzaminu między przedmiotami i między kolejnymi corocznymi wersjami egzaminu, ponieważ właściwości znormalizowanej skali staninowej są stałe. (Niemierko, B., *Kształcenie szkolne. Podręcznik skutecznej dydaktyki*, Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne, Warszawa, 2007, s.322)

<sup>10</sup> L. Ciesielski, *Wykorzystanie wyników...* op. cit.

<sup>11</sup> Wyniki testu gimnazjalnego należy podać w punktach, nie zaś w procentach

odmienną specyfikę kształcenia tj. krótszy okres kształcenia, 3-letni a nie 4-letni jak w technikum i bezpośrednio z tym związany zróżnicowany nakład godzin w stosunku do nakładu godzin dydaktycznych w technikum.

Do wyliczenia wskaźników zastosowano wyniki uzyskane przez uczniów na egzaminach zewnętrznych prowadzonych przez Okręgową Komisję Egzaminacyjną w Poznaniu. Ze względu na zewnętrzny charakter tych egzaminów oraz jednolitość dla całej populacji uczniów, uznano je jako najbardziej obiektywny miernik umiejętności uczniów.

Odpowiednie zestawienia efektów dydaktycznych dla oddziałów: „technik mechanik” (Tabela 1), „technik poligraf” (Tabela 2) oraz „technik elektryk” (Tabela 3) zamieszczamy na stronach ....

### **Wyniki badań**

W rezultacie przeprowadzonych analiz (tabela 1-3, str. ...) uzyskano następujące wartości efektywności technicznej dla analizowanych oddziałów: ■ technik mechanik – 147,01; ■ technik poligraf – 129,44; ■ technik elektryk – 118,13. Z przedstawionych wyników wypływa wniosek, że w analizowanych oddziałach najwyższą efektywnością cechowało się kształcenie techników mechaników, z tego powodu ten oddział będzie traktowany jako oddział wzorcowy dla pozostałych dwóch oddziałów. Na tej podstawie dla oddziału technik mechanik zostanie wyznaczona efektywność względna. Informuje o niej Tabela 4.

**Tabela 4. Efektywność względna dla analizowanych oddziałów**

Jednostka DMU	Efektywność techniczna	Efektywność względna
technik mechanik	147,01	100,00 %
technik poligraf	129,44	80,05 %
technik elektryk	118,13	80,36 %

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych wybranej do badań szkoły

Na podstawie danych zamieszczonych w tabeli 4 nasuwa się pytanie, jakie działania powinien podjąć dyrektor szkoły, by pozostałe oddziały uzyskały poziom efektywności zbliżony do oddziału technik mechanik ? Prawidłowa odpowiedź na postawione pytanie wymaga spojrzenia na sposób wyznaczenia wskaźnika efektywności technicznej. Wskaźnik ten wyraża stosunek nakładów w postaci godzin dydaktycznych wymaganych w procesie dydaktycznym do efektów wyrażonych wskaźnikiem efektywności kształcenia.

Wobec ograniczeń prawnych związanych z przeznaczeniem ilości godzin dydaktycznych na proces dydaktyczny (w naszym przypadku nakładów), dyrektor szkoły nie może modyfikować w znaczący sposób tej wielkości. Może więc tylko podejmować działania, których celem będzie uzyskanie wyższych wyników na egzaminie maturalnym. Tylko bowiem działania związane z wyższymi wynikami egzaminów maturalnych mogą poprawić efektywność względną pozostałych dwóch jednostek DMU tj. technik poligraf oraz technik elektryk. Efektywność względną tych dwóch jednostek jest niższa o około 20 % od efektywności względnej oddziału w analizowanym przypadku cechującego się najwyższym wskaźnikiem efektywności.

Prezentowany materiał dowodzi, że możliwe jest stosowanie metody Data Envelopment Analysis do oceny efektywności oddziałów w szkole. Zaznaczyć jednak należy, że uzyskane wyniki są wynikami *post factum* a więc wnioski na ich podstawie wyciągnięte mogą służyć do modyfikacji działań prowadzących do poprawy efektywności dopiero w latach przyszłych.

.....

## BIBLIOGRAFIA

1. L. Ciesielski, *Wykorzystanie wyników egzaminu maturalnego w praktyce. W: Etyka egzaminacyjna i zagadnienia ogólne. Część I. Red. Niemierko, B., Szmigiel, K., Grupa TOMAMI, Kraków, 2007.*
  2. A. Charnes, W. Cooper, E. Rhodes, *Measuring the Efficiency of Decision Making Units*, European Journal of Operational Research, 1978 nr 2.
  3. A. Domagała, *Metoda Data Envelopment Analysis jako narzędzie badania względnej efektywności technicznej*, „Badania Operacyjne i Decyzje”, 2007, Nr 3-4.
  4. L. Piaseczny, J. Więckowski, *Ekonomika i analiza działalności przedsiębiorstwa*, PWE, Warszawa, 1987.
  5. *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Red.: W. Cooper, L. Seiford, J. Zhu, Kluwer Academic Publisher, Boston, 2004.
  6. <http://www.ptde.org.pl/>
  7. <http://www.cke.edu.pl/>
  8. A. Szuwarzyński, *Pomiar efektywności działalności badawczej jednostek organizacyjnych wydziału*, Problemy zarządzania, Wydział Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, vol. 7, nr 4(26).
- .....

## STRESZCZENIE

Jedynym celem przedstawianych analiz jest zaprezentowanie metodologii zastosowania metody Data Envelopment Analysis do oceny efektywności w szkole ponadgimnazjalnej. I chociaż przedstawione w niniejszym opracowaniu wyniki nie są w żadnej mierze wynikami istotnymi ze statystycznego punktu widzenia, tym niemniej

potwierdzają one, że metoda ta jest możliwa do zastosowania z pożytkiem w kierowaniu placówką oświatową.

## **Summary**

Present research are not statistic important in anyway. The only point to present then, is to show methody of using Data Envelopment Analysis program to mark efecitivity in high school.

.....

Dr inż. Jan Polcyn jest starszym wykładowcą Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Stanisława Staszica w Pile. Zainteresowania naukowe autora skupiają się wokół szeroko rozumianego badania funkcjonalności systemów informatycznych w obszarze edukacji oraz badania efektywności procesów kształcenia.

.....

Tabela 1. Zestawienie efektów dydaktycznych oddziału – technik mechanik

Symbol ucznia	Wynik gimnazjalny		Wyniki egzaminów maturalnych			Efektywność egzaminacyjna			Średnia efektywność egzaminacyjna – przedmioty maturalne	Efektywność kształcenia
	cz. hum.	cz. mat.- przyr.	J.polski	J.obcy	Przedmiot dodatkowy	J.polski	J.obcy	Przedmiot dodatkowy		
1.	20	28	53	54	43	67,09	58,70	54,43	60,07	35,93
2.	22	21	23	24	31	29,11	26,09	39,24	31,48	54,52
3.	18	14	30	54	30	37,97	59,34	37,97	45,10	18,90
4.	23	26	56	42	44	70,89	45,65	55,70	57,41	40,59
5.	27	16	20	33	46	25,32	35,87	58,23	39,80	46,20
6.	17	32	51	54	40	64,56	58,70	50,63	57,96	40,04
7.	18	13	23	30	36	29,11	32,97	45,57	35,88	26,12
8.	31	18	51	47	39	64,56	51,65	49,37	55,19	42,81
9.	27	31	41	46	44	51,90	50,00	55,70	52,53	63,47
10.	16	18	34	44	37	43,04	48,35	46,84	46,08	21,92
11.	11	10	23	14	30	29,11	15,22	37,97	27,44	14,56
12.	19	16	37	40	36	46,84	43,96	45,57	45,45	24,56
13.	21	13	37	26	39	46,84	28,26	49,37	41,49	26,51
14.	17	15	17	18	30	21,52	19,57	37,97	26,35	37,65
15.	21	24	39	42	57	49,37	46,15	72,15	55,89	34,11
16.	27	24	40	42	32	50,63	45,65	40,51	45,60	56,40
17.	18	15	39	42	37	49,37	46,15	46,84	47,45	18,55
18.	21	27	9	47	41	11,39	51,09	51,90	38,13	57,87
19.	24	19	31	55	30	39,24	59,78	37,97	45,67	40,33
20.	20	22	37	22	31	46,84	23,91	39,24	36,66	47,34
21.	20	24	43	64	31	54,43	69,57	39,24	54,41	33,59
22.	15	16	41	26	30	51,90	28,57	37,97	39,48	22,52
Efektywność kształcenia oddziału:									<b>36,57</b>	
Nakład godzin dydaktycznych w czteroletnim okresie kształcenia:									<b>5376,24</b>	
Efektywność techniczna:									<b>147,01</b>	

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych wybranej do badań szkoły

Dolna wartość dla 9 stanina – poziom podstawowy, część pisemna - 2007 r: język polski – 79, język angielski – 92, język niemiecki -92, język rosyjski -91, wiedza o społeczeństwie -79, biologia – 85, geografia -77, matematyka -88, historia - 85

Tabela 2. Zestawienie efektów dydaktycznych oddziału – technik poligraf

Symbol ucznia	Wynik gimnazjalny		Wyniki egzaminów maturalnych			Efektywność egzaminacyjna			Średnia efektywność egzaminacyjna – przedmioty maturalne	Efektywność kształcenia
	cz. hum.	cz. mat.- przyr.	J.polski	J.obcy	Przedmiot dodatkowy	J.polski	J.obcy	Przedmiot dodatkowy		
1.	11	16	13	0	0	16,46	0,00	0,00	5,49	48,51
2.	22	13	6	0	22	7,59	0,00	25,88	11,16	58,84
3.	30	23	34	48	55	43,04	52,17	69,62	54,94	51,06
4.	17	19	40	0	24	50,63	0,00	31,17	27,27	44,73
5.	22	19	47	47	45	59,49	51,09	56,96	55,85	26,15
6.	23	13	30	16	33	37,97	17,58	41,77	32,44	39,56
7.	25	28	37	0	24	46,84	0,00	28,24	25,02	80,98
8.	22	25	53	58	44	67,09	63,74	55,70	62,17	31,83
9.	28	23	67	80	58	84,81	86,96	65,91	79,23	22,77
10.	28	27	53	38	51	67,09	41,76	64,56	57,80	52,20
11.	26	28	71	92	48	89,87	101,10	54,55	81,84	26,16
12.	17	21	47	32	37	59,49	35,16	46,84	47,16	28,84
13.	20	15	33	40	32	41,77	43,96	40,51	42,08	27,92
14.	30	21	50	41	42	63,29	44,57	53,16	53,67	48,33
15.	23	28	31	60	42	39,24	65,93	53,16	52,78	49,22
16.	21	30	46	61	47	58,23	66,30	59,49	61,34	40,66
17.	19	15	36	32	37	45,57	35,16	46,84	42,52	25,48
18.	29	28	30	61	36	37,97	66,30	40,91	48,40	65,60
Efektywność kształcenia oddziału:									<b>42,71</b>	
Nakład godzin dydaktycznych w czteroletnim okresie kształcenia:									<b>5528,24</b>	
Efektywność techniczna:									<b>129,44</b>	

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych wybranej do badań szkoły

Dolna wartość dla 9 stanina – poziom podstawowy, część pisemna - 2007 r: język polski – 79, język angielski – 92, język niemiecki -92, język rosyjski -91, wiedza o społeczeństwie -79, biologia – 85, geografia -77, matematyka -88, historia - 85

Tabela 3. Zestawienie efektów dydaktycznych oddziału – technik elektryk

Symbol ucznia	Wynik gimnazjalny		Wyniki egzaminów maturalnych			Efektywność egzaminacyjna			Średnia efektywność egzaminacyjna – przedmioty maturalne	Efektywność kształcenia
	cz. hum.	cz. mat.- przyr.	J.polski	J.obcy	Przedmiot dodatkowy	J.polski	J.obcy	Przedmiot dodatkowy		
1.	20	23	56	20	43	70,89	21,24	54,43	49,02	36,98
2.	25	33	53	49	36	67,09	53,26	42,35	54,23	61,77
3.	13	21	36	45	44	45,57	48,91	57,14	50,54	17,46
4.	19	24	37	24	39	46,84	26,09	49,37	40,76	45,24
5.	24	32	49	33	49	62,03	35,87	62,03	53,31	58,69
6.	26	27	47	67	35	59,49	72,83	44,30	58,87	47,13
7.	20	32	40	80	41	50,63	86,96	51,90	63,16	40,84
8.	19	22	43	31	32	54,43	33,70	40,51	42,88	39,12
9.	15	23	33	16	41	41,77	17,39	51,90	37,02	38,98
10.	28	28	54	57	53	68,35	61,96	67,09	65,80	46,20
11.	26	18	37	28	37	46,84	30,43	46,84	41,37	46,63
12.	23	23	24	27	30	30,38	29,35	37,97	32,57	59,43
13.	26	26	37	28	46	46,84	30,43	58,23	45,17	58,83
14.	22	34	36	76	44	45,57	82,61	50,00	59,39	52,61
15.	24	28	49	94	39	62,03	102,07	49,37	71,19	32,81
Efektywność kształcenia oddziału:									<b>45,51</b>	
Nakład godzin dydaktycznych w czteroletnim okresie kształcenia:									<b>5376,24</b>	
Efektywność techniczna:									<b>118,13</b>	

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych wybranej do badań szkoły

Dolna wartość dla 9 stanina – poziom podstawowy, część pisemna - 2007 r: język polski – 79, język angielski – 92, język niemiecki -92, język rosyjski -91, wiedza o społeczeństwie -79, biologia – 85, geografia -77, matematyka -88, historia - 85

