

## WYKORZYSTANIE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS DO PORÓWNIANIA POLITYKI WIEKOWEJ W KRAJACH UNII EUROPEJSKIEJ

**Andrzej Szuwarzyński**

Wydział Zarządzania i Ekonomii, Politechnika Gdańska

e-mail: Andrzej.Szuwarzynski@zie.pg.gda.pl

**Streszczenie:** Celem artykułu jest zbudowanie modelu, bazującego na Data Envelopment Analysis (DEA), pozwalającego na porównanie działań związanych z polityką wiekową w krajach Unii Europejskiej. Zastosowano model z ograniczeniami na wagi, pozwalający na stworzenie rankingu i określenie kierunków kształtowania polityki wiekowej. Wykorzystano dane pochodzące z bazy danych Global AgeWatch Index 2013.

**Słowa kluczowe:** DEA, efektywność, polityka wiekowa

### WSTĘP

Starzenie się społeczeństw i związane z tym skutki społeczno-ekonomiczne są jednymi z głównych problemów polityków na całym świecie. Kształtowanie polityk na poziomie rządów wymaga zarówno wiarygodnych danych jak również metod ich analizy. Takie inicjatywy jak Active Ageing Index 2012 [Zaidi i in. 2013], czy Global AgeWatch Index 2013 [HelpAge 2013], mają na celu wspieranie rozwoju programów poprawiających sytuację osób starszych. Wyniki tych analiz pozwalają na określenie słabych i mocnych stron poszczególnych krajów oraz na stworzenie rankingu, wykorzystując złożone wskaźniki (Composite Indicators – CIs). Stwierdzono jednak, że same wskaźniki nie zapewniają wystarczających informacji, jakie konkretne polityki i programy są konieczne [HelpAge 2013].

W 1950 było na świecie 205 mln osób w wieku 60 lat i powyżej, a do 2012 roku ich liczba wzrosła do 810 mln (11,5% całkowitej światowej populacji). Przewiduje się, że w roku 2050 ich udział się podwoi, osiągając 2 miliardy. Liczba osób, które każdego roku na całym świecie przekraczają 60 lat, wynosi prawie 58 mln, co odpowiada blisko dwóm osobom w każdej sekundzie. W roku 2050 po

raz pierwszy będzie więcej ludzi starszych niż dzieci poniżej 15 lat [UNFPA 2012].

Proces starzenia się jest wielowymiarowy i obejmuje zmiany fizyczne, psychologiczne i społeczne. Zwiększanie się długości życia rodzi pytanie, czy będzie to więcej lat życia w dobrym zdrowiu, czy też wiąże się z większą liczbą lat spędzonych w długotrwałej niesprawności i zależności. Średnia długość życia w krajach rozwiniętych wzrosła z 45-50 lat w roku 1900 do około 80 obecnie [UNFPA 2012]. Starzenie się społeczeństwa powoduje szybki wzrost wydatków na zdrowie, gdyż osoby starsze wymagają większej opieki zdrowotnej [UN 2013].

Celem tego artykułu jest dokonanie oceny efektywności polityki wiekowej w krajach Unii Europejskiej (UE), poprzez utworzenie rankingu oraz wskazanie kierunków zmian, jakie powinny być wprowadzone w krajach, gdzie efektywność polityki wiekowej nie jest zadowalająca. Obliczenia wykonano na podstawie danych Global AgeWatch Index 2013, przy zastosowaniu metody DEA.

#### PRZYKŁADY OCENY EFEKTYWNOŚCI POLITYKI WIEKOWEJ

Ostatnim pełnym badaniem polityki wiekowej jest inicjatywa AgeWatch Index 2013 [HelpAge 2013], dotycząca 91 krajów z całego świata. Nadrzędnym celem jest wspieranie rozwoju polityk i programów mających poprawić jakość życia i dobrobyt obecnych a przede wszystkim przyszłych pokoleń starszych ludzi. Badania uwzględniają cztery obszary: bezpieczeństwo dochodów; stan zdrowia; aktywność na rynku pracy i poziom wykształcenia oraz ograniczenia funkcjonowania w środowisku, które opisane są trzynastoma wskaźnikami cząstkowymi. Innym przykładem jest Active Ageing Index 2012 [Zaidi i in. 2013], który ma podobny cel, czyli dostarczenie mierników, które mogą być wykorzystane do kształtowania polityki wiekowej. Badaniami objęto 27 krajów UE. Zdefiniowano 22 wskaźniki podstawowe, w czterech obszarach: zatrudnienie; uczestnictwo w społeczeństwie; niezależność, zdrowie i bezpieczeństwo życia oraz sprzyjające możliwości środowiska dla aktywnego starzenia się.

W obu tych badaniach zastosowano metodykę złożonych wskaźników, powszechnie stosowaną w analizach polityk makroekonomicznych [np. Cherchye i in. 2009; Despotis 2005; Ramanathan 2006]. Na podobnych zasadach budowane są również znane, światowe rankingi uczelni, takie jak Shanghai Academic Ranking of World Universities, czy też brytyjski Times Higher Education Supplement. Dyskutowana jest jednakże wiarygodność rankingów stosujących metodykę złożonych wskaźników, głównie z powodu zbyt dużego subiektywizmu w doborze struktury stosowanych modeli, w tym głównie wag, przypisywanych do poszczególnych wskaźników cząstkowych, które ustalane są zwykle na podstawie ocen eksperckich [Marginson 2014; Paruolo i in. 2013; Saisana i in. 2011]. W wielu przypadkach przyjmuje się jednakowe wagi dla wszystkich wskaźników wchodzących w skład wskaźnika złożonego [np. Hoffman i in. 2008].

Zastosowana metodyka składa się z czterech etapów [HelpAge 2013; Zaidi i in. 2013]. Pierwszy, to analiza surowych danych mająca na celu sprawdzenie, czy wszystkie wskaźniki cząstkowe są stymulantami (jeżeli nie, to konieczne jest ich przekształcenie). Każdy wskaźnik cząstkowy musi spełniać warunek, że jego wyższa wartość oceniana jest pozytywnie. Drugi etap to normalizacja danych, z reguły wykorzystująca metodę min-max, co pozwala sprowadzić wszystkie wskaźniki do przedziału [0-100]. Następnie agreguje się wskaźniki z każdego obszaru, wykorzystując arytmetyczną lub geometryczną średnią ważoną. W ostatnim etapie dokonuje się na podobnej zasadzie agregacji wskaźników obszarowych w jeden złożony wskaźnik, będący podstawą do stworzenia rankingu.

W obu przedstawionych przypadkach badań polityki wiekowej podkreśla się, że budowanie wskaźnika złożonego opiera się jedynie na rezultatach i nie uwzględnia procesów, które prowadzą do ich osiągnięcia ani nakładów, jakie są do tego potrzebne [HelpAge 2013; Zaidi i in. 2012].

#### PROPONOWANY MODEL DEA DO OCENY EFEKTYWNOŚCI POLITYKI WIEKOWEJ

Metoda DEA wykorzystuje programowanie liniowe, nieuwzględniające wpływu czynnika losowego i błędów pomiaru, a także niewymagające określenia zależności funkcyjnej między nakładami a rezultatami. Optymalne wagi są obliczane na podstawie danych, a nie ustalane subiektywnie [Cooper i in. 2007]. DEA bada efektywność względną obiektów, zwanych jednostkami decyzyjnymi (DMU – Decision Making Units). Powszechnie stosowany jest model CCR (od nazwisk twórców Charnes, Cooper i Rhodes), ze stałymi efektami skali, pozwalający na obliczenie efektywności technicznej [Charnes i in. 1978]. Ocenia on radialną efektywność, nie uwzględniając jednakże luzów. Zgodnie z definicją efektywności DEA, funkcjonowanie DMU jest w pełni (100%) efektywne, wtedy i tylko wtedy, gdy zarówno wynik efektywności jest równy jedności oraz nadwyżki nakładów i niedobory rezultatów są zerowe.

Pomiar efektywności polega na wyznaczeniu obiektów wzorcowych oraz przyrównywaniu do nich pozostałych obiektów. Wynik efektywności  $\theta_o$  w modelu CCR zorientowanym na rezultaty, dla grupy odniesienia  $DMU_j$  ( $j=1, \dots, n$ ), jest obliczany dla rezultatów ( $y_{rj}$ ,  $r=1, \dots, s$ ) i nakładów ( $x_{ij}$ ,  $i=1, \dots, m$ ), co można zapisać w następujący sposób [Zhu i in. 2007]:

$$\min \theta_o = \sum_{i=1}^m v_i x_{io} \quad (1)$$

z warunkami:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 0 \quad (2)$$



$$\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} = 1 \quad (3)$$

$$u_r, v_i > 0 \quad (4)$$

gdzie:  $u_r, v_i$  są wagami zmiennych, które są określane przez rozwiązanie powyższego problemu, na podstawie danych ze wszystkich DMU.

Stosowanie klasycznych modeli radialnych pozwala każdej DMU uzyskać najbardziej korzystny wynik efektywności, co często wiąże się z zerowymi wartościami wag, które nie są akceptowalne w rzeczywistych zastosowaniach [Murias i in. 2008; Roll, Golany 1993]. Takie modele nie uwzględniają więc wszystkich źródeł nieefektywności [Ramón i in. 2010]. Całkowita elastyczność wag DEA jest zaletą, ale również poważną wadą. Prowadzi to często do nieracjonalnych wyników, gdyż ocenia się efektywność DMU, poprzez przypisanie niezerowych wag tylko do niektórych nakładów i rezultatów [Cooper i in. 2011; Murias i in. 2008]. Można tego uniknąć przez nałożenie ograniczeń na wagi, które poprawiają siłę dyskryminacji pomiędzy badanymi DMU [Angulo-Meza, Lins 2002]. Nie istnieją żadne formalne reguły nakładania ograniczeń na wagi [Roll, Golany 1993]. Można je ustalić, odwołując się do opinii ekspertów [Cherchye i in. 2009] lub określić je na podstawie wartości zmiennych ocenianych DMU, stosując poniższą technikę [Ramón i in. 2010, Roll, Golany 1993]:

1. Uruchamia się nieograniczony model radialny, uzyskując „macierz wag”, na podstawie której określa się średnie wagi  $u_r$  i  $v_i$  dla rezultatów i nakładów.
2. Ustala się wielkość dopuszczalnych zmienności w obrębie wag dla tego samego czynnika, jako stosunek  $d$ , wartości najwyższej do najniższej.
3. Rozszerza się podstawowy model radialny o dodatkowe ograniczenia typu:

$$L_r = \frac{2 \times u_r}{1+d} \leq u_{rj} \leq \frac{2 \times d \times u_r}{1+d} = U_r \quad (5)$$

4. Uruchamia się model „z ograniczeniami”.

Średnie wagi oblicza się ze zredukowanego wektora wag, przez pominięcie ekstremalnych wartości [Roll, Golany 1993] lub wykorzystując jedynie w pełni efektywne DMU [Angulo-Meza, Lins 2002]. W podobny sposób można wprowadzić ograniczenia na wirtualne wyjścia. Jest to udział wirtualnego wyjścia DMU<sub>j</sub> powiązany z rezultatem  $r$ , czyli „znaczenie” przypisane do tego rezultatu dla DMU<sub>j</sub>, ograniczone do zakresu  $[L_r, U_r]$  w formie [Angulo-Meza, Lins 2002; Cherchye i in. 2007; Ramón i in. 2010]:

$$L_r \leq \frac{u_r y_{rj}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \leq U_r \quad (6)$$



Dodanie tych ograniczeń tworzy model Assurance Region Global (ARG), który został wykorzystany w tym artykule. Obliczenia przeprowadzono w programie DEA Solver-LV(3) firmy Saitech.

Problemem, w zastosowaniach DEA do budowy złożonych wskaźników, przeznaczonych do oceny polityk makroekonomicznych, jest określenie tego, co ma być nakładami (zgodnie z metodyką obliczania AgeWatch Index rozważane są tylko rezultaty). Wykorzystuje się tu koncepcję helmsman'a (władz podejmujących decyzje), którą wprowadził Koopmans, badając zagadnienia efektywności w systemach zdecentralizowanych decyzji [Koopmans 1951]. Zakłada się, że każdy kraj ma do dyspozycji narzędzia umożliwiające prowadzenie własnej polityki makroekonomicznej (helmsman) i tak steruje wszystkimi wskaźnikami cząstkowymi, aby osiągnąć ich najwyższe dopuszczalne poziomy [Lovell 1995; Murias i in. 2008]. Tak więc w modelu DEA wektor wejść ogranicza się do jednej zmiennej dummy, o wartości równej jedności dla każdej DMU [Despotis 2005; Lovell i in. 1995]. Taki model zakłada, że wszystkie kraje mają, w równym stopniu, możliwości do osiągnięcia pełnej efektywności [Cherchye i in. 2009], a ocena działania badanej jednostki uwzględnia tylko rezultaty a nie sposób, w jaki są one osiągane. Ponieważ nie ma transformacji nakładów na rezultaty, określa się to raczej, jako pomiar skuteczności a nie efektywności [Cooper i in. 2009].

## STRUKTURA DANYCH MODELU

Wykorzystano bazę danych AgeWatch Index 2013, która zawiera dane pochodzące z baz: Banku Światowego, OECD, Eurostatu, Międzynarodowej Organizacji Pracy, Światowej Organizacji Zdrowia i Instytutu Gallupa. Trzydzieści zmiennych podzielono na cztery obszary [HelpAge 2013].

Obszar bezpieczeństwa dochodowego zawiera cztery zmienne:

1. (R1) Wskaźnik pokrycia dochodów ze świadczeń emerytalnych – udział beneficjentów programów emerytalnych do liczby osób w wieku 65 plus.
2. (R2) Wskaźnik ubóstwa w starszym wieku – udział osób w wieku 60 plus, których dochód jest poniżej progu ubóstwa.
3. (R3) Względny dobrobyt starszych ludzi – średni dochód osób w wieku 60 plus w stosunku do reszty populacji danego kraju.
4. (R4) Produkt Krajowy Brutto per capita – zmienna proxy określająca ogólny poziom życia w danym kraju.

Obszar stanu zdrowia zawiera trzy zmienne:

5. (R5) Oczekiwana długość życia w wieku 60 lat – średnia liczba lat życia, jaka pozostała osobom, które osiągnęły wiek 60 lat.
6. (R6) Oczekiwana długość życia w zdrowiu w wieku 60 lat – średnia liczba lat życia w dobrym zdrowiu fizycznym, jaka pozostała osobom w wieku 60 lat.
7. (R7) Względne dobre samopoczucie psychiczne – stosunek udziału osób w wieku 50 plus, które odpowiedziały „tak” na pytanie: „Czy uważasz, że życie ma ważny cel lub sens?”, do udziału osób w wieku 35-49 lat, które odpowiedziały „tak” na to same pytanie.

Obszar zatrudnienia i edukacji zawiera dwie zmienne:

8. (R8) Zaangażowanie starszych ludzi na rynku pracy – procent osób w wieku 55-64 lata, które są zatrudnione – miara dostępu osób starszych do rynku pracy.
9. (R9) Poziom wykształcenia starszych osób – procent populacji w wieku 60 plus mających wykształcenie co najmniej średnie.

Obszar ograniczeń funkcjonowania w środowisku zawiera cztery zmienne:

10. (R10) Więzy społeczne – udział osób w wieku 50 plus, które odpowiedziały twierdząco na pytanie, „Jeżeli masz kłopoty, czy masz krewnych lub przyjaciół, od których możesz liczyć na pomoc?”.
11. (R11) Bezpieczeństwo fizyczne – udział osób w wieku 50 plus, które odpowiedziały twierdząco na pytanie, „Czy czujesz się bezpiecznie spacerując samotnie w nocy w mieście, gdzie mieszkasz?”.
12. (R12) Wolność obywatelska – udział osób w wieku 50 plus, które udzieliły odpowiedzi twierdzącej na pytanie, „Czy jesteś zadowolony z wolności wyboru, co zrobić ze swoim życiem?”.
13. (R13) Dostęp do transportu publicznego – udział osób w wieku 50 plus, które udzieliły odpowiedzi twierdzącej na pytanie, „Czy tam gdzie mieszkasz jesteś zadowolony z systemu transportu publicznego?”.

Stosując model DEA konieczne jest zapewnienie, aby zbiór DMU był jednorodny, a wzrost wartości rezultatów, z punktu widzenia celu badania, powinien być oceniany pozytywnie [Guzik, 2009]. Przeprowadzono analizę na obecność obserwacji odstających korzystając z wykresu ramka-wąsy (program Statistica). Jedynie dla jednej zmiennej R3, dwa kraje: Cypr i Luksemburg są obserwacjami odstającymi. Ponieważ zastosowany model ma ograniczenia na wagi, zdecydowano o włączeniu tej zmiennej do modelu. Zmienną R2, która jest destymulantą, przekształcono odejmując wartość wskaźnika od 100.

Siła dyskryminacji DEA jest zależna od relacji między liczbą ocenianych DMU i łączną liczbą nakładów i rezultatów. Obowiązuje praktyczna zasada [Cook i in. 2014], że liczba DMU, uwzględnianych w analizie, powinna być trzy razy większa niż łączna liczba nakładów i rezultatów. Przy 28 porównywanych krajach (DMU), konieczne było zredukowanie zestawu zmiennych. Dokonując doboru zmiennych przyjęto zasadę, że każdy obszar musi być opisany przynajmniej dwoma zmiennymi. Wyeliminowano zmienną R1 dotyczącą świadczeń emerytalnych, gdyż dla niektórych krajów przyjmuje ona wartości większe od 100%, co wynika z tego, że wiek emerytalny w niektórych krajach jest niższy od granicy 65 lat, do której ten wskaźnik jest odnoszony. W obliczaniu AgeWatch Index, dla krajów, gdzie wskaźnik ten przekraczał 100%, przyjęto wartość 100%, aby uniknąć nieuzasadnionej przewagi tych krajów [HelpAge 2013]. Dla pozostałych zmiennych obliczono w obrębie każdego obszaru współczynniki korelacji. W obszarze bezpieczeństwa dochodowego, pozostałe trzy zmienne mają współczynniki korelacji w przedziale [0,32-0,42]. Zmienne R5 i R6 mają współczynnik korelacji równy 0,97 i przenoszą praktycznie te same informacje. Na tej podstawie wyeliminowano zmienną R5. W obszarze zatrudnienia i edukacji

pozostawiono obie zmienne (korelacja na poziomie 0,05). Natomiast w obszarze warunków otoczenia usunięto zmienne R11 i R12, ponieważ współczynniki korelacji z pozostałymi zmiennymi były na poziomie 0,6-0,8. Dwie zmienne R10 i R13, jakie pozostają w zestawie, mają współczynnik korelacji 0,40.

## WYNIKI OBLICZEŃ I Dyskusja

W przypadku zastosowania modelu CCR bez ograniczeń występuje problem zerowych wag. Żadna DMU, przy obliczaniu wyników nie wykorzystuje wszystkich 9 rezultatów. Największa liczba, pięciu zmiennych, była wykorzystana do obliczenia wyniku efektywności dla jednej DMU. Dla 11 DMU wykorzystano dwa rezultaty a dla 2 DMU jeden. Połowa badanych krajów osiągnęła pełną efektywność, co potwierdza zasadność wprowadzenia ograniczeń na wagi.

W modelu z ograniczeniami, cztery kraje osiągnęły pełną efektywność. Na liście referencyjnej dla nieefektywnych DMU, Holandia znalazła się 19 razy, Niemcy 7 razy, Luksemburg 5 razy a Francja 4 razy. Wszystkie wagi jak również luzy są niezerowe dla wszystkich rezultatów. Wyniki przedstawione są w Tabeli 1.

Tabela 1. Porównanie rankingów DEA i AgeWatch Index 2013

Kraj	Ranking		$\theta$	DEA-AWI	Kraj	Ranking		$\theta$	DEA-AWI
	AWI	DEA				AWI	DEA		
Holandia	2	1	1	-1	Węgry	18	15	0,926	-3
Niemcy	3	2	1	-1	Estonia	16	16	0,917	0
Luksemburg	7	3	1	-4	Łotwa	21	17	0,907	-4
Francja	10	4	1	-6	Dania	9	18	0,904	9
Szwecja	1	5	0,994	4	Słowacja	19	19	0,904	0
Austria	5	6	0,987	1	Malta	20	20	0,898	0
Irlandia	4	7	0,967	3	Grecja	22	21	0,886	-1
Słowenia	11	8	0,963	-3	Polska	23	22	0,875	-1
Wielka Brytania	6	9	0,950	3	Litwa	26	23	0,867	-3
Włochy	14	10	0,950	-4	Rumunia	28	24	0,851	-4
Belgia	13	11	0,940	-2	Cypr	24	25	0,840	1
Finlandia	8	12	0,933	4	Bułgaria	25	26	0,834	1
Czechy	15	13	0,930	-2	Chorwacja	27	27	0,829	0
Hiszpania	12	14	0,930	2	Portugalia	17	28	0,743	11

Źródło: obliczenia własne

Ranking opracowany na podstawie modelu DEA (DEA) został porównany z rankingiem AgeWatch Index 2013 (AWI). Kraje uszeregowane są według wyniku efektywności ( $\theta$ ), czyli pozycji w rankingu DEA. Porównano też rankingi wyliczone według proponowanego modelu oraz według metodyki AgeWatch Index (DEA-AWI). Cztery kraje nie zmieniły swojej pozycji, siedem krajów zmieniło swoją pozycję o jedno miejsce, trzy kraje zmieniły swoją pozycję o dwa miejsca, pięć krajów zmieniło swoją pozycję o trzy miejsca a dziewięć krajów o więcej niż trzy miejsca, z czego Dania o 9 a Portugalia o 11 miejsc. Różnice te wynikają z zastosowania innego systemu wag. W modelu AWI, wagi zostały ustalone przez



ekspertów, jednakowe dla wszystkich krajów. Każdy z czterech obszarów ma wagę 0,25, co oznacza równy udział każdego z nich w zagregowanym wskaźniku. Poszczególne zmienne mają wagi zróżnicowane, np. w obszarze „zatrudnienie i edukacja”, zmienne R8 i R9 mają równe wagi, a więc ich udział w całym wskaźniku wynosi po 0,125. Natomiast w modelu DEA średni udział zmiennej R8 wynosi 0,006 a zmiennej R9 wynosi 0,1. Ważną zaletą DEA, w porównaniu do metody złożonych wskaźników, jest możliwość ilościowego określenia zmian wartości rezultatów, jakie są konieczne, dla osiągnięcia pełnej efektywności. Tabela 2 przedstawia projekcję dla kilku krajów, gdzie podana jest procentowa zmiana wartości zmiennych, która zapewni efektywność porównywalną z liderami.

Tabela 2. Projekcja dla wybranych krajów [%]

Wskaźnik	Bułgaria	Cypr	Polska	Portugalia	Rumunia	Słowenia	Dania
R2	23,37	26,90	8,55	0,00	20,65	7,53	8,69
R3	0,00	40,31	11,54	2,70	0,00	0,00	19,30
R4	221,38	42,23	117,20	54,95	239,98	34,04	9,32
R6	23,21	2,30	11,54	1,16	18,87	2,96	7,23
R7	8,97	0,00	38,84	10,52	31,47	18,97	12,74
R8	18,57	0,00	36,12	16,90	33,11	61,58	-12,44
R9	62,05	161,49	15,19	432,15	18,87	0,00	45,02
R10	15,45	24,32	3,75	16,48	35,50	4,61	0,91
R13	23,21	21,92	11,54	2,70	18,87	0,00	9,32

Źródło: obliczenia własne

Dla Bułgarii, Polski i Rumunii jedną z podstawowych przyczyn nieefektywności jest zbyt niska wartość PKB per capita (R4), co oczywiście trudne jest do zmiany w krótkim horyzoncie czasowym, lecz wskazuje, że prowadzenie polityki wiekowej wymaga dużych nakładów finansowych. Za wyjątkiem Polski, Rumunii i Słowenii konieczne jest zintensyfikowanie działań edukacyjnych. W przypadku Danii wartość dla zmiennej R8 jest ujemna – zaangażowania osób starszych na rynku pracy, co jest to wynikiem aktywnej polityki rynku pracy, bazującej na koncepcji flexicurity. Oczywiście należy to interpretować, jako pewną nadwyżkę tego wskaźnika i na pewno nie należy go redukować, a wykorzystać duńskie doświadczenia w pozostałych krajach. Wyniki wskazują kierunki zmian w polityce, z czego część musi być kierowana do młodszych pokoleń, gdyż efekty w podnoszeniu poziomu wykształcenia, zaangażowaniu na rynku pracy czy zwiększeniu oczekiwanej długości życia w zdrowiu, to działania długofalowe, związane z kształtowaniem polityki edukacyjnej, rynku pracy i opieki zdrowotnej.

## PODSUMOWANIE

Uzyskane wyniki pozwoliły na zbudowanie rankingu oraz wskazanie kierunków, w jakich poszczególne kraje powinny prowadzić swoje polityki, aby osiągnąć wyniki porównywalne z liderami. Zastosowanie ograniczeń na wirtualne wyjścia zwiększyło siłę dyskryminacji modelu i uwzględnienie w obliczeniach



efektywności wszystkich wskaźników, poprzez eliminację zerowych wag. Dwa rankingi wykazują w kilku przypadkach duże różnice, co spowodowane jest innym systemem przypisywania wag. W modelu DEA, wagi dla poszczególnych wskaźników cząstkowych są ustalane dla każdej DMU indywidualnie, uwzględniając łączny wpływ wszystkich czynników a w przypadku złożonych wskaźników są subiektywnie ustalane dla wszystkich krajów na tym samym poziomie dla poszczególnych wskaźników cząstkowych.

## BIBLIOGRAFIA

- Angulo-Meza L., Lins M.P.E. (2002) Review of Methods for Increasing Discrimination in Data Envelopment Analysis, *Annals of Operations Research*, 116, s. 225-242.
- Charnes A, Cooper WW, Rhodes E (1978) Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, s. 429-444.
- Cherchye L., Moesen W., Rogge N., Van Puyenbroeck T. (2007) An introduction to 'benefit of the doubt' composite indicators, *Social Indicators Research*, 82, s. 111-145.
- Cherchye L., Moesen W., Rogge N., Van Puyenbroeck T. (2009) Constructing a Knowledge Economy Composite Indicator with Imprecise Data, *Hub Research Paper – Economics & Management*, 2009/16, Katholieke Universiteit Leuven.
- Cook W.D., Tone K., Zhu J. (2014) Data envelopment analysis: Prior to choosing a model. *Omega-International Journal of Management Science*, 44, s. 1-4.
- Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K. (2007) *Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Springer, New York.
- Cooper W.W., Ruiz J.L., Sirvent I. (2009) Selecting non-zero weights to evaluate effectiveness of basketball players with DEA, *European Journal of Operational Research*, 195, s 563-574.
- Cooper W.W., Seiford L.M., Zhu, J. (2011) *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Springer, New York.
- Despotis D.K. (2005) Measuring human development via Data Envelopment Analysis: the case of Asia and the Pacific, *Omega-International Journal of Management Science*, 33, s. 385-390.
- Guzik B. (2009) *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań.
- HelpAge (2013) *Global AgeWatch Index 2013. Purpose, methodology and results*, HelpAge International, London, [www.globalagewatch.org](http://www.globalagewatch.org)
- Hoffman A., Giovanni E., Nardo M., Saisana M., Saltelli A., Tarantola S. (2008) *Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and User Guide*, OECD Publishing, Paris.
- Koopmans T.C. (1951) Analysis of production as an efficient combination of activities, in: T.C. Koopmans (Ed.), *Activity Analysis of Production and Allocation*, Wiley, New York.
- Lovell K.C.A. (1995) Measuring the macroeconomic performance of the Taiwanese economy, *Int. J. Production Economics*, 39, s. 165-178.



- Lovell K.C.A., Pastor J.T., Turner J.A. (1995) Measuring macroeconomic performance in the OECD: A comparison of European and non-European countries, *European Journal of Operational Research*, 87 s. 507-518.
- Marginson S. (2014) University Rankings and Social Science. *European Journal of Education*, 49 (1), s. 45-59.
- Murias, P., de Miguel, J.C. i Rodriguez D. (2008) A Composite Indicator for University Quality Assessment: The Case of Spanish Higher Education System, *Social Indicators Research*, 89, s. 129-146.
- Paruolo P, Saisana M., Saltelli, A. (2013). Ratings and rankings: voodoo or science?, *Journal of the Royal Statistical Society. Series A, Statistics in Society*, 176 (3), 609-634.
- Ramanathan R. (2006) Evaluating the comparative performance of countries of the Middle East and North Africa: A DEA application, *Socio-Economic Planning Sciences*, 40, s. 156-167.
- Ramón N., Ruiz J.L., Sirvent I. (2010) A multiplier bound approach to assess relative efficiency in DEA without slacks, *European Journal of Operational Research*, 203, s. 261-269.
- Roll Y., Golany B. (1993) Alternate Methods of Treating Factor Weights in DEA, *Omega-International Journal of Management Science*, vol. 21, no. 1, s. 99-109.
- Saisana M., d'Hombres B., Saltelli A. (2011) Rickety numbers: Volatility of university rankings and policy implications. *Research Policy*, 40, s. 165-177.
- UN (2013) World Population Ageing 2013, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, United Nations, New York.
- UNFPA (2012) Ageing in the Twenty-First Century: A Celebration and A Challenge, United Nations Population Fund, New York and HelpAge International, London.
- Zaidi A., Gasior K., Hofmarcher M.M., Lelkes O., Marin B., Rodrigues R., Schmidt A., Vanhuysse P., Zolyomi E. (2013) Active Ageing Index 2012. Concept, Methodology and Final Results, Project: 'Active Ageing Index (AAI)' UNECE Grant No: ECE/GC/2012/003, United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), Geneva.
- Zhu J., Cook W.D. (2007) Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis, Springer, New York.

#### USE OF DATA ENVELOPMENT ANALYSIS TO COMPARE AGE POLICIES IN THE EUROPEAN UNION COUNTRIES

**Abstract:** The aim of this paper is to build a model, based on Data Envelopment Analysis (DEA), allowing the comparison of activities related to the age policy in the European Union countries. A model with bounded weights was adopted to create a ranking and determine the direction of age policy-making. Data from AgeWatch Global Index 2013 database were used.

**Keywords:** DEA, efficiency, ageing policy

