

PERFORMANȚELE CAPITALULUI UMAN AL ȚĂRILOR UNIUNII EUROPENE PRIN METODA TOPSIS

HUMAN CAPITAL PERFORMANCE OF EUROPEAN UNION COUNTRIES BY TOPSIS METHOD

Prof.dr. Mehmet KARAGÜL

Mehmet Akif Ersoy University, Burdur, Turkey

Prof.dr. Mahmut MASCA

Afyon Kocatepe University, Afyonkarahisar, Turkey

Abstract: Human capital has become one of the most important factors explaining a country's economic growth after the emergence of endogenous growth theories. In this study, human capital performance of European Union Countries has been examined. A TOPSIS (Technique for Order Priority of Similarity by Information System) method that is based on Multi Criteria Decision Making (MDCM) approach has been applied for the comparison of countries in terms of human capital. Human capital has been represented by following criteria: Mortality rate, infant (per 1,000 live births), Life expectancy at birth, total (years), Health expenditure, total (% of GDP), Unemployment, total (% of total labor force), Labor force with tertiary education (% of total), Labor force participation rate, total (% of total population ages 15-64) and Internet users (per 100 people). After the analysis, it can be said that Sweden has the best performance on human capital and Bulgaria has the worst.

Keywords: Human Capital, Economic Growth, TOPSIS Method, Multi Criteria Decision Making Techniques, European Union Countries.

1 INTRODUCERE

Înzestrarea cu capital uman a națiunii – abilitățile și capacitățile care se găsesc în oameni și care sunt puse în uz productiv – poate fi un factor determinant mai important al succesului economic pe termen lung decât aproape orice altă resursă. Această resursă trebuie să fie investită și utilizată în

1 INTRODUCTION

A nation's human capital endowment—the skills and capacities that reside in people and that are put to productive use—can be a more important determinant of its long term economic success than virtually any other resource. This resource must be invested in and leveraged

mod eficient pentru a genera profituri – atât pentru persoanele implicate, cât și pentru economie în ansamblu. Deoarece capitalul uman este critic nu numai pentru productivitatea societății, ci și pentru funcționarea instituțiilor sale politice, sociale și civice, înțelegerea stării sale actuale și a capacității este valoroasă pentru o mare varietate de părți interesate (HCR, 2016: 1).

Odată cu aderarea Croației la Uniunea Europeană (UE), realizată în 2013, numărul statelor membre a ajuns la 28 iar populația UE este de aproximativ 510,1 milioane de persoane începând cu 1 ianuarie 2016. Cel mai populat stat membru este Germania, a estimat 82,1 (16%) milioane de persoane, iar statul membru cu cea mai mică populație este Malta cu 0,4 (0,07%) milioane. Uniunea Europeană este a doua cea mai mare economie din lume (dacă este tratată ca o singură țară) în termeni nominali și în funcție de paritatea puterii de cumpărare (PPP). PIB-ul Uniunii Europene a fost estimat la 16,5 trilioane de euro (nominal) în 2016, conform Fondului Monetar Internațional, reprezentând 22,8% din PIB-ul nominal global (FMI, 2016). Germania are cea mai mare pondere, iar Malta are cea mai mică pondere în PIB.

Acest studiu măsoară performanța de capital uman a 28 de state membre ale UE în 2014 prin metoda TOPSIS, bazată pe abordarea multi-criteriu a deciziei de marketing (MDCM). Pentru evaluarea performanțelor fiecărei țări s-au folosit șapte criterii de capital uman. TOPSIS se aplică în scopuri diferite. De exemplu, Agrawal și colab. (1992) a utilizat TOPSIS pentru selectarea dispozitivelor de prindere în fabricarea flexibilă.

Agrawal și colab. (1991) a aplicat TOPSIS pentru selectarea robotului. De asemenea, TOPSIS a fost aplicat pentru investiții financiare în sistemele avansate de fabricație de Kim și colab. (1997). În alte aplicații de producție, Chau și Parkan (1995) au folosit-o într-un caz selectând un proces de fabricație. Parkan și Wu (1999) au folosit TOPSIS într-o aplicație de selecție a proceselor robotizate. TOPSIS a fost, de asemenea, utilizat pentru a compara performanțele companiei cu Deng și colab. (2000) și raportul performanței financiare în zona autostrăzilor de către Feng și Wang (2001). Karimi și colab. (2010) a aplicat TOPSIS pentru a examina decizia de localizare a investițiilor străine directe în

eficient în order for it to generate returns—for the individuals involved as well as an economy as a whole. Because human capital is critical not only to the productivity of society but also the functioning of its political, social and civic institutions, understanding its current state and capacity is valuable to a wide variety of stakeholders. (HCR, 2016:1).

The number of member states reached to 28 with the accession of Croatia to the European union (EU) accomplished in 2013, the population of the EU is about 510.1 million people as of 1 January 2016. The most populous member state is Germany, with an estimated 82.1 (16%) million people, and the least populous member state is Malta with 0.4 (0.07%) million. The European union is the second largest economy in the world (if treated as a single country) in nominal terms and according to purchasing power parity (PPP). The European union's GDP was estimated to be €16.5 trillion (nominal) in 2016 according to the international monetary fund, representing 22.8% of nominal global GDP (IMF, 2016). Germany has the biggest share and Malta has lowest share in the GDP.

This study measures the human capital performance of 28 member states of the EU in 2014 by a TOPSIS method, based on multi criteria decision making (MDCM) approach. Seven human capital criteria have been used to evaluate the performance of each country. TOPSIS is applied for different purposes. For instance, Agrawal et al. (1992) used TOPSIS for selection of grippers in flexible manufacturing.

Agrawal et al. (1991) applied TOPSIS for robot selection. TOPSIS was also applied for financial investment in advanced manufacturing systems by Kim et al. (1997). In other manufacturing applications, Chau and Parkan (1995) used it in a case selecting a manufacturing process. Parkan and Wu (1999) used TOPSIS in an application selecting robotic processes. TOPSIS has also been used to compare company performances by Deng et al. (2000) and financial ratio performance within highway bus industry by Feng and Wang (2001). Karimi et al. (2010) applied TOPSIS to examine the location decision for foreign direct investment in ASEAN countries. Dincer (2011) applied TOPSIS and WSA

țările ASEAN. Dincer (2011) a aplicat TOPSIS și WSA (abordarea sumelor ponderate) în analiza activităților economice ale statelor membre ale uniunii europene și ale țărilor candidate. Sieng și Yussof (2015) au folosit o metodă TOPSIS fuzzy pentru a compara performanța capitalului uman malaysian cu alte țări. Balcerzak și Pietrzak (2016) au aplicat metoda TOPSIS pentru a examina progresele realizate de țările europene în domeniul implementării conceptului de dezvoltare durabilă.

2 METODOLOGIE

Există o mulțime de tehnici de criterii multiple care ajută selecția în condiții multiple. acronimul TOPSIS reprezintă o tehnică de preferință prin similitudine cu soluția ideală. studiul TOPSIS de pionierat este realizat de Hwang și Yoon (1981). mai târziu, tehnica este dezvoltată de Lai și colab. (1994) și Yoon și Hwang (1995).

Conceptul din spatele acestei metode este că cea mai bună alternativă selectată ar trebui să aibă cea mai mică distanță de soluția ideală și cea mai mare distanță de soluția ideală negativă în sensul geometric (Euclidian).

Cu alte cuvinte, alternativa ideală are cel mai bun nivel al tuturor atributelor considerate, în timp ce idealul negativ este cel cu cea mai scăzută valoare a atributului. o soluție.

TOPSIS este definită ca o alternativă care este simultană, cea mai îndepărtată față de idealul negativ și cea mai apropiată de alternativa ideală.

Există două avantaje principale în această metodă: simplitatea matematică și flexibilitatea ridicată în definirea setului de alegeri.

Chia și Liang (2009) au evidențiat trei avantaje ale TOPSIS: concept simplu, rațional de înțeles, eficiență computațională bună și capacitatea de a măsura performanța relativă pentru fiecare alternativă în formă simplă matematică.

Ideea de TOPSIS poate fi exprimată într-o serie de pași următori:

Pasul 1: crearea unei matrice de decizie. alternativele (a_1, a_2, a_m) care vor fi clasificați sunt enumerați în rândurile matricei de decizie și criteriile de evaluare (x_1, x_2, x_n) care vor fi utilizate pentru luarea deciziilor sunt plasate în coloanele matricei. matricea de decizie poate fi tabelată după cum urmează.

(weighted sum approach) in analysis of economic activities of European union member states and candidate countries. Sieng and Yussof (2015) used a fuzzy TOPSIS method in comparing the performance of Malaysian human capital with other countries. Balcerzak and Pietrzak (2016) applied TOPSIS method to examine the progress achieved by European countries in the field of implementing the concept of sustainable development.

2 METHODOLOGY

There are a lot of multiple criteria techniques to help selection in conditions of multiple criteria. The acronym TOPSIS stands for technique for preference by similarity to the ideal solution. The pioneering TOPSIS study is carried out by Hwang and Yoon (1981). Later the technique is developed by Lai *et al.* (1994), and Yoon and Hwang (1995).

The concept behind this method is that the selected best alternative should have the shortest distance from the ideal solution and the farthest distance from the negative-ideal solution in the geometrical (Euclidean) sense.

In other words, the ideal alternative has the best level of all attributes considered, whereas the negative ideal is the one with the worst attribute value.

A TOPSIS solution is defined as the alternative that is simultaneous, farthest from the negative-ideal and closest to the ideal alternative.

There are two main advantages in this method: its mathematical simplicity and high flexibility in the definition of the choice set.

Chia and Liang (2009) listed three advantages of TOPSIS: simple, rationally comprehensible concept, good computational efficiency, and ability to measure the relative performance for each alternative in simple mathematical form.

The idea of TOPSIS can be expressed in a series of following steps:

Step 1: Creating a decision matrix. The alternates (a_1, a_2, a_m) which will be ranked are listed in the rows of the decision matrix and the evaluation criteria (X_1, X_2, X_n) which will be used for decision making are placed in the columns of matrix.

Matricea deciziilor poate fi tabelata astfel Tabelul 1.

Tabelul 1: Matricea deciziilor

Alternative	Criteriu			
	X ₁	X ₂	...	X _n
a ₁	X ₁₁	X ₁₂	...	X _{1n}
a ₂	X ₂₁	X ₂₂	...	X _{2n}
.
a _m	X _{m1}	X _{m2}	...	X _{mn}

Decision matrix can be tabulate as follows in Table 1.

Table 1: Decision Matrix

es	Criteria			
	X ₁	X ₂	...	X _n
a ₁	X ₁₁	X ₁₂	...	X _{1n}
a ₂	X ₂₁	X ₂₂	...	X _{2n}
.
a _m	X _{m1}	X _{m2}	...	X _{mn}

Pasul 2: Normalizarea valorilor criteriilor

Normalizarea urmărește obținerea unor scale comparabile. Există modalități diferite de a normaliza valorile criteriilor. Această lucrare utilizează normalizarea vectorului, care utilizează raportul dintre valoarea inițială (x_{ij}) și rădăcina pătratică a sumei valorilor criteriului inițial. Avantajul acestei metode este acela că toate criteriile sunt măsurate în unități fără dimensiuni, facilitând astfel comparațiile între criterii. această procedură este de obicei utilizată în topsis. Formula este

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}} \quad (1)$$

unde i este țara, j este indicatorul de evaluare j, r_{ij} este valoarea indicatorului după normalizarea vectorului pentru i și jth indicator de evaluare, X_{ij} este valoarea inițială a indicatorilor pentru a ith țară și jth indicator de evaluare și m este numărul de țări.

Pasul 3: normalizarea ponderată a valorilor în această etapă, valorile normalizate sunt înmulțite cu greutatea fiecărui indicator. formula este:

$$v_{ij} = w_{ij} \cdot r_{ij} \quad (2)$$

unde w_{ij} este greutatea indicelui de evaluare jth, r_{ij} este valoarea indicatorului după normalizarea vectorului pentru i-lea indicator de evaluare j și jth și v_{ij} este valoarea indicelui după normalizarea ponderată pentru i-lea și jth-ul indicatorului de evaluare.

Step 2: Normalization of criterion values

Normalization aims at obtaining comparable scales. There are different ways of normalizing the criterion values. This paper uses vector normalization, which utilizes the ratio of the original value (x_{ij}) and the square-root of the sum of the original criterion values. The advantage of this method is that all criteria are measured in dimensionless units, thus facilitating inter-criterion comparisons. This procedure is usually utilized in TOPSIS. The formula is:

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}} \quad (1)$$

where i is the country, j is the jth evaluation indicator, r_{ij} is the indicator value after vector normalization for the ith county and jth evaluation indicator, X_{ij} is the original value of indicators for the ith country and jth evaluation indicator and, m is the number of countries.

Step 3: Weighted Normalization of Values

In this step, normalized values are multiplied by weight of each indicator. The formula is:

$$v_{ij} = w_{ij} \cdot r_{ij} \quad (2)$$

where w_j is the weight of jth evaluation indicator, r_{ij} is the indicator value after vector normalization for the ith county and jth evaluation indicator and v_{ij} is the indicator value after weighted normalization for the ith county and jth evaluation indicator.

Pasul 4: pentru a determina soluția ideală (A^+) și cel mai rău (A^-)

$$(A^+ = \left\{ \left(\max_i v_{ij} | j \in J \right) \left(\min_i v_{ij} | j \in J' \right) | i = 1, 2, \dots, m \right\} = \{A_1^+, A_2^+, \dots, A_j^+, \dots, A_k^+\}) \quad (3)$$

$$A^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} | j \in J \right) \left(\max_i v_{ij} | j \in J' \right) | i = 1, 2, \dots, m \right\} = \{A_1^-, A_2^-, \dots, A_j^-, \dots, A_k^-\} \quad (4)$$

$J = \{j = 1, 2, \dots, k | k \text{ aparține criteriilor de beneficii}\}$, criteriile de beneficii implică o valoare mai mare a indicatorului și un scor de performanță mai ridicat;

$J' = \{j = 1, 2, \dots, k | k \text{ aparține criteriilor de cost}\}$, criteriile de cost implică o valoare mai mică a indicatorului și un scor de performanță mai ridicat.

Pasul 5: pentru a calcula măsura de separare

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (v_{ij} - A_j^+)^2} \quad \text{și} \quad (S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (v_{ij} - A_j^-)^2}) \quad (5)$$

Separarea fiecărei țări de cea ideală (S_i^+) și cea mai rea (S_i^-) este, respectiv, dată de:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad 0 < C_i^* < 1 \quad (6)$$

Pasul 6: pentru a calcula apropierea relativă de soluția ideală (C_i^*).

Pasul 7: pentru a clasifica ordinea preferințelor în ordinea descrescătoare a lui (C_i^*).

3 DATE

În acest studiu, cele 28 de țări ale UE vor fi evaluate și clasificate în funcție de performanța lor de capital uman în 2014.

Din cauza lipsei datelor pentru 2015, 2016 și 2017, am utilizat datele din 2014.

Lista țărilor poate fi văzută în Tabelul 2.

Step 4: To determine ideal (A^+) and worst (A^-) solution

$$A^+ = \left\{ \left(\max_i v_{ij} | j \in J \right) \left(\min_i v_{ij} | j \in J' \right) | i = 1, 2, \dots, m \right\} = \{A_1^+, A_2^+, \dots, A_j^+, \dots, A_k^+\} \quad (3)$$

$$A^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} | j \in J \right) \left(\max_i v_{ij} | j \in J' \right) | i = 1, 2, \dots, m \right\} = \{A_1^-, A_2^-, \dots, A_j^-, \dots, A_k^-\} \quad (4)$$

$J = \{j = 1, 2, \dots, k | k \text{ belongs to benefit criteria}\}$, benefit criteria imply a larger indicator value and a higher performance score;

$J' = \{j = 1, 2, \dots, k | k \text{ belongs to cost criteria}\}$, cost criteria imply a smaller indicator value and a higher performance score.

Step 5: To calculate the separation measure

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (v_{ij} - A_j^+)^2} \quad \text{and} \quad S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (v_{ij} - A_j^-)^2} \quad (5)$$

The separation of each country from the ideal one (S_i^+) and the worst one (S_i^-) is then respectively given by:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad 0 < C_i^* < 1 \quad (6)$$

Step 6: To calculate the relative closeness to the ideal solution (C_i^*).

Step 7: To rank the preference order according to the descending order of (C_i^*).

3 DATA

In this study, the 28 EU Countries will be evaluated and ranked according to their human capital performance in 2014. Because of the lack of the data for 2015, 2016 and 2017, we have used 2014 data.

The list of countries can be seen from Table 2.

Tabelul 2. Țările Uniunii Europene / Table 2. The European Union Countries

Member Countries	Date of Membership		Member Countries	Date of Membership
Belgium	Founder		Czech	2004
Germany	Founder		Estonia	2004
France	Founder		Cyprus	2004
Italy	Founder		Latvia	2004
Luxembourg	Founder		Lithuania	2004
Netherlands	Founder		Hungary	2004
Denmark	1973		Malta	2004
Ireland	1973		Poland	2004
UK	1973		Slovenia	2004
Greece	1981		Slovakia	2004
Spain	1986		Bulgaria	2007
Portugal	1986		Romania	2007
Austria	1995		Croatia	2013
Finland	1995			
Sweden	1995			

Pentru a evalua performanța capitalului uman al țărilor, se folosesc șapte indicatori de capital uman:

- Rata mortalității, sugarul (la 1.000 de născuți vii),
- Speranța de viață la naștere, total (ani),
- Cheltuielile pentru sănătate, total (% din PIB) (% din forța de muncă totală).
- Forța de muncă cu studii superioare (% din total), Rata de participare a forței de muncă, total (% din populația totală de 15-64 ani)
- Utilizatorii de Internet (la 100 de persoane).

Criteriile de evaluare și orientarea acestora se văd din Tabelul 3.

În Tabelul 3, criteriile codificate prin X3, X4, X5, X6 și X7 aparțin criteriilor de beneficii în care valoarea criteriului mai mare, scorul de performanță mai mare. Criteriile codificate prin X1 și X2 aparțin

To assess the human capital performance of countries, seven human capital indicators are used:

- Mortality rate, infant (per 1,000 live births),
- Life expectancy at birth, total (years),
- Health expenditure, total (% of GDP),
- Unemployment, total (% of total labor force),
- Labor force with tertiary education (% of total),
- Labor force participation rate, total (% of total population ages 15-64)
- Internet users (per 100 people).

The evaluation criteria and their orientation can be seen from Table 3.

In Table 3, the criteria coded by X3, X4, X5, X6 and X7 belong to benefit criteria in which the larger criterion value, the higher performance score. The criteria coded by X1 and X2 belong to

criteriilor de cost în care valoarea criteriului mai mic, scorul de performanță mai mare.

Definiția și orientarea tuturor criteriilor sunt după cum urmează:

X1: Rata mortalității infantile (la 1.000 de nașteri vii): Rata mortalității infantile este numărul de sugari care mor înainte de a ajunge la vârsta de un an, la 1.000 de nașteri vii într-un an dat. Este scurtat ca MR în tabele.

Orientarea ratei mortalității trebuie să fie la un nivel minim. Aceasta înseamnă că ratele minime sunt mai bune decât ratele maxime.

cost criteria in which the smaller criterion value, the higher performance score.

The definition and orientation of all criteria are as follows:

X1: Mortality rate, infant (per 1,000 live births): Infant mortality rate is the number of infants dying before reaching one year of age, per 1,000 live births in a given year. It is shortened as MR in the tables.

The orientation of mortality rate must be at minimum level. It means minimum rates are better than maximum rates.

Tabelul 3. Criteriile de evaluare și orientarea lor / Table 3. Evaluation Criteria and Their Orientation

Code	Evaluation Criteria	Orientation
X1	Mortality rate, infant (per 1,000 live births)	Min
X2	Unemployment, total (% of total labor force)	Min
X3	Life expectancy at birth, total (years)	Max
X4	Labor force with tertiary education (% of total)	Max
X5	Labor force participation rate, total (% of total population ages 15-64)	Max
X6	Internet users (per 100 people)	Max
X7	Health expenditure, total (% of GDP)	Max

X2: Șomajul, total (% din forța de muncă totală): Șomajul se referă la ponderea forței de muncă care este lipsită de muncă, dar disponibilă pentru căutarea unui loc de muncă. Rata șomajului reprezintă șomerii ca procent din forța de muncă. Forța de muncă este numărul total de persoane angajate și șomeri.

Șomerii includ persoanele cu vârste cuprinse între 15 și 74 ani care au fost:

- Fără muncă în timpul săptămânii de referință;
- În prezent, disponibile pentru muncă, adică au fost disponibile pentru o activitate salariată sau o activitate independentă înainte de sfârșitul celor două săptămâni care urmează săptămânii de referință;
- Căutând în mod activ o activitate, adică făcând pași specifici în perioada de patru săptămâni care se încheie cu săptămâna de referință pentru a căuta un loc de muncă

X2: Unemployment, total (% of total labour force):

Unemployment refers to the share of the labour force that is without work but available for and seeking employment.

Unemployment rates represent unemployed persons as percentage of the labour force.

The labour force is the total number of people employed and unemployed.

Unemployed persons comprise persons aged 15 to 74 who were:

- without work during the reference week,
- currently available for work, i.e. were available for paid employment or self-employment before the end of the two weeks following the reference week,
- actively seeking work, i.e. had taken specific steps in the four weeks' period ending with the reference week to seek paid employment or self-employment or

plătit sau o activitate independentă sau care și-a găsit un loc de muncă pentru a începe mai târziu, adică într-o perioadă de cel mult trei luni. Rata minimă a șomajului implică o rată maximă de ocupare a forței de muncă. Astfel, orientarea ratei șomajului trebuie să fie la un nivel minim. Șomajul este desemnat ca UNP în tabele.

X3: Speranța de viață la naștere, total (ani): Speranța de viață la naștere indică numărul de ani de viață a unui nou-născut în cazul în care modelele predominante de mortalitate la naștere ar rămâne aceleași pe toată durata vieții. Acesta este scurțat ca LE în tabele. Orientarea speranței de viață la variabila nașterii trebuie să fie la nivelul maxim. Aceasta înseamnă că valori mai mari sunt mai bune decât valori mai mici.

X4: Forța de muncă cu studii superioare (% din total): forța de muncă cu învățământ terțiar reprezintă ponderea forței de muncă totale care a atins sau a absolvit învățământul terțiar ca cel mai înalt nivel de educație. Este exprimată ca LFTE în tabele. Orientarea forței de muncă cu învățământul terțiar trebuie să fie la un nivel maxim.

X5: Rata de participare la forța de muncă, total (% din populația totală de 15-64 de ani): Rata de participare la forța de muncă este proporția populației cu vârste între 15 și 64 de ani, care este activă din punct de vedere economic: toți oamenii care furnizează forță de muncă pentru producția de bunuri și servicii într-o anumită perioadă. Acesta este denumit ca LFPR în tabele. Orientarea ratei de participare la forța de muncă trebuie să fie la nivelul maxim.

X6: utilizatori de Internet (pentru 100 de persoane): utilizatorii de Internet sunt persoane care au folosit Internetul (din orice locație) în ultimele 12 luni. Internetul poate fi folosit prin intermediul unui computer, al unui telefon mobil, al unui asistent digital personal, al unui joc de jocuri, al unei televiziuni digitale etc. Este exprimat ca IU în tabele.

X7: Cheltuieli pentru sănătate, total (% din PIB): Cheltuielile totale pentru sănătate reprezintă suma cheltuielilor publice și private pentru sănătate. Acesta acoperă furnizarea serviciilor de sănătate (preventive și curative), activitățile de planificare familială, activitățile nutriționale și ajutorul de urgență destinat sănătății, dar nu include furnizarea de apă și salubritate. Este exprimată ca HE în tabele.

who found a job to start later, i.e. within a period of, at most, three months.

Minimum unemployment rate implies maximum employment rate. So, the orientation of unemployment rate must be at minimum level. Unemployment is denominated as UNP in the tables.

X3: Life expectancy at birth, total (years): Life expectancy at birth indicates the number of years a new-born infant would live if prevailing patterns of mortality at the time of its birth were to stay the same throughout its life.

It is shortened as LE in the tables.

The orientation of life expectancy at birth variable must be at maximum level.

It means higher values are better than lower values.

X4: Labour force with tertiary education (% of total): Labour force with tertiary education is the share of the total labour force that attained or completed tertiary education as the highest level of education.

It is denominated as LFTE in the tables.

The orientation of labour force with tertiary education must be at maximum level.

X5: Labour force participation rate, total (% of total population ages 15-64): Labour force participation rate is the proportion of the population ages 15-64 that is economically active: all people who supply labour for the production of goods and services during a specified period. It is denominated as LFPR in the tables. The orientation of labour force participation rate must be at maximum level.

X6: Internet users (per 100 people): Internet users are individuals who have used the Internet (from any location) in the last 12 months.

Internet can be used via a computer, mobile phone, personal digital assistant, games machine, digital TV etc. It is denominated as IU in the tables.

X7: Health expenditure, total (% of GDP): Total health expenditure is the sum of public and private health expenditure. It covers the provision of health services (preventive and curative), family planning activities, nutrition activities, and emergency aid designated for health but does not include provision of water and sanitation. It is denominated as HE in the tables.

The orientation of health expenditure variable must be at maximum level.

Orientarea variabilei cheltuielilor pentru sănătate trebuie să fie la nivelul maxim. Aceasta înseamnă că valori mai mari sunt mai bune decât valori mai mici. Datele sunt colectate de la pagina de Internet a Băncii Mondiale (<http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>).

4 REZULTATELE APLICATE ȘI EMPIRICE

Criteriile de evaluare și lista țărilor au fost prezentate în secțiunea 3.

Există șapte criterii de evaluare și 28 de țări. Anul de bază este 2014.

Aceste țări vor fi clasificate în funcție de șapte criterii prin metoda TOPSIS, pașii cărora au fost explicați în secțiunea 2. Microsoft Excel 2016 a fost utilizat pentru calcule.

Pasul 1: Crearea unei matrice de decizie

Țările care vor fi clasate au fost enumerate în rândurile matricei, iar criteriile de evaluare care vor fi utilizate pentru luarea deciziilor sunt plasate în coloanele matricei.

Există 28 de țări și 7 criterii de evaluare a căror definiție și orientare sunt date în secțiunea anterioară. Pentru metoda TOPSIS a fost creată o matrice de decizie standard (28x7).

Matricea de decizie a criteriilor pentru anul 2014 poate fi văzută în tabelul 4.

Pasul 2: Normalizarea valorilor criteriilor

În pasul 2, folosind valorile matricei de decizie în Tabelul 4, au fost create normalizate matricea criteriilor și greutatea criteriilor pentru anul 2014 din Tabelul 5.

Ponderile tuturor criteriilor au fost aceleași, care este de 0,14286% fiecare.

Suma greutăților ar trebui să fie 1.

Există 7 criterii.

Când atribuți greutatea egală fiecărui criteriu, pur și simplu împărțiți 1 la 7. Rezultatele sunt 0,14286.

Pasul 3: Normalizarea ponderată a valorilor și

Pasul 4: Pentru a determina soluția ideală (A^+) și cea mai rea (A^-).

În această etapă, valorile normalizate sunt înmulțite cu greutatea fiecărui indicator. În continuare, matricea criteriului ponderat se formează după cum se arată în Tabelul 6 pentru anul 2014.

Se formează valorile ideale și cele mai rele obținute după matricea criteriilor ponderate și sunt prezentate în partea de jos a Tabelului 6.

It means higher values are better than lower values.

The data are collected from World Bank homepage (<http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>).

4 THE APPLICATION AND EMPIRICAL RESULTS

The evaluation criteria and the list of countries were given in section 3.

here are seven evaluation criteria and 28 countries. The base year is 2014.

These countries will be ranked according to seven criteria by TOPSIS method, the steps of which were explained in section 2. Microsoft Excel 2016 has been used for the calculations.

Step 1: Creating a decision matrix

The countries which will be ranked has been listed in the rows of the matrix and the evaluation criteria which will be used for decision making are placed in the columns of matrix.

There are 28 countries and 7 evaluation criteria whose definition and orientation are given in previous section.

For TOPSIS method a standard decision matrix (28x7) has been created.

The decision matrix of the criteria for the year of 2014 can be seen from Table 4.

Step 2: Normalization of criterion values

In the Step 2, using the values of decision matrix in Table 4, normalized criterion matrix and criterion weights for the year 2014 in Table 5 have been created.

The weights of all criteria have been the same, which is 0,14286 percent each.

The sum of weights should be 1.

We have 7 criteria. When you attribute equal weight to each criterion, you simply divide 1 to 7. The results is 0,14286.

Step 3: Weighted Normalization of Values and

Step 4: To determine ideal (A^+) and worst (A^-) solution.

In this step, normalized values are multiplied by weight of each indicator.

Next, the weighted criterion matrix is formed as shown in Table 6 for the year 2014.

Ideal and worst values obtained after weighted criterion matrix is formed and are shown at the bottom of Table 6.

În ceea ce privește speranța de viață la naștere, criteriul total (ani) (LE) a cărui orientare este maximă, Spania are cea mai mare performanță cu (0,028196), iar Lituania este cea mai slabă performanță cu (0,025104).

As regards life expectancy at birth, total (years) (LE) criterion whose orientation is max, Spain has the highest performance with (0,028196) and Lithuania is the worst performance with (0,025104).

Tabelul 6. Matricea criteriilor ponderate (2014) / Table 6. Weighted Criterion Matrix (2014)

Countries	Criteria						
	MR	UNP	LE	LFTE	LFPR	IU	HE
Austria	0,018141	0,011588	0,027605	0,02575	0,02854	0,02792096	0,03401
Belgium	0,02056	0,0197	0,027351	0,033817	0,025423	0,029299773	0,032156
Bulgaria	0,058656	0,026885	0,025593	0,02412	0,025573	0,019127581	0,025625
Cyprus	0,015722	0,036156	0,027196	0,035202	0,027564	0,023898274	0,022361
Czechia	0,017536	0,01437	0,026566	0,01809	0,027526	0,027476293	0,022493
Germany	0,01935	0,011588	0,027438	0,022002	0,029066	0,02970997	0,034287
Denmark	0,018141	0,015297	0,027338	0,02632	0,029366	0,033088061	0,032794
Spain	0,021769	0,057247	0,028196	0,030313	0,027939	0,026262938	0,027406
Estonia	0,015118	0,017846	0,026215	0,03235	0,02839	0,029037799	0,019362
Finland	0,012094	0,019932	0,027535	0,033002	0,028465	0,031843683	0,029379
France	0,021769	0,022945	0,027957	0,029743	0,026662	0,028868894	0,035023
United Kingdom	0,022374	0,014602	0,02751	0,032595	0,02869	0,031578261	0,027666
Greece	0,022374	0,060955	0,027588	0,025098	0,025648	0,02178869	0,024536
Croatia	0,022979	0,038706	0,026245	0,01972	0,024071	0,023636299	0,023684
Hungary	0,032049	0,018078	0,025751	0,020616	0,024259	0,026242255	0,022462
Ireland	0,018746	0,026885	0,027543	0,034306	0,026249	0,027469399	0,023623
Italy	0,018141	0,028971	0,028065	0,015727	0,024109	0,021357811	0,028068
Lithuania	0,021769	0,02619	0,025104	0,032187	0,027789	0,024863443	0,019886
Luxembourg	0,009675	0,014138	0,027901	0,038951	0,025761	0,032633053	0,021057
Latvia	0,043539	0,023177	0,025179	0,026157	0,02839	0,026138845	0,017848
Malta	0,031445	0,013674	0,027744	0,019638	0,023921	0,025221934	0,029592
Netherlands	0,019955	0,015992	0,027595	0,02738	0,029854	0,032115998	0,033074
Poland	0,027212	0,021323	0,02622	0,025261	0,025273	0,022957234	0,019274
Portugal	0,018141	0,032911	0,027397	0,018824	0,027676	0,02226438	0,028837
Romania	0,061075	0,016224	0,025476	0,014912	0,024409	0,01864155	0,01689
Slovak Republic	0,036887	0,030825	0,026037	0,017031	0,026362	0,027569363	0,024445
Slovenia	0,013303	0,022018	0,027328	0,025098	0,026625	0,024677303	0,028026
Sweden	0,014513	0,018542	0,027816	0,029987	0,03053	0,031891941	0,036208
Ideal (A ⁺)	0,009675	0,011588	0,028196	0,038951	0,03053	0,033088061	0,036208
Worst (A ⁻)	0,061075	0,060955	0,025104	0,014912	0,023921	0,01864155	0,01689

Luxemburgul a înregistrat cea mai bună performanță (0,038951), iar România are cea mai slabă performanță (0,014912), luând în considerare criteriul educației terțiar (% din total) (LFTE), a cărui orientare este max.

Pentru rata de participare a forței de muncă, criteriul (% din populația totală de vârstă 15-64), a cărui orientare este maximă, Suedia are cea mai bună performanță cu (0,03053), iar Malta are cea mai slabă performanță cu (0,023921).

În ceea ce privește utilizatorii de internet (la 100 de persoane) criteriul a căror orientare este mai mare, Danemarca are cea mai mare performanță cu (0,033088061), iar România are cea mai mică performanță cu (0,01864155).

Conform cheltuielilor pentru sănătate, criteriul total (% din PIB) a cărui orientare este maximă, Suedia are cea mai bună performanță cu (0,036208), iar România are cea mai slabă performanță cu (0,01689).

Pasul 5: Pentru a calcula măsura de separare (S^+ , S^-).

Pasul 6: Pentru a calcula apropierea relativă de soluția ideală (C_i^*) și **Pasul 7:** Pentru a ordona ordinul de preferință în ordinea descrescătoare a lui (C_i^*) pentru 2014 va fi prezentată împreună în Tabelul 7.

În metoda TOPSIS, care este una din metodele MCDM, țările sunt evaluate nu în funcție de criteriul unic, ci în funcție de criterii multiple, cu greutatea lor acceptate ca fiind egale (1/7) în studiul nostru. Tabelul 7 arată rangul performanței globale a țărilor, care se calculează în funcție de apropierea relativă de soluția ideală (C^*).

Conform tabelului 7, Suedia este cea mai apropiată țară față de soluția ideală, ceea ce înseamnă că are cea mai mare performanță cu valoarea 0,8481493 C^* . Și Bulgaria are cea mai slabă performanță cu 0,3923884.

Împreună cu Suedia, Finlanda, Luxemburg, Danemarca, Austria, împărtășesc primele cinci rânduri, respectiv Slovacia, Spania, Grecia, România și Bulgaria împărtășesc, respectiv, ultimele cinci rânduri.

Luxembourg has once again the best performance with (0,038951) and Romania has the worst performance with (0,014912) considering labour force with tertiary education (% of total) (LFTE) criterion whose orientation is max.

For labour force participation rate, total (% of total population ages 15-64) criterion whose orientation is max, Sweden has the best performance with (0,03053) and Malta has the worst performance with (0,023921).

In terms of internet users (per 100 people) criterion whose orientation is max, Denmark has the highest performance with (0,033088061) and Romania has the lowest performance with (0,01864155).

According to health expenditure, total (% of GDP) criterion whose orientation is max, Sweden has the best performance with (0,036208) and Romania has the worst performance with (0,01689).

Step 5: To calculate the separation measure (S^+ , S^-)

Step 6: To calculate the relative closeness to the ideal solution (C_i^*) and **Step 7:** To rank the preference order according to the descending order of (C_i^*) for 2014 will be shown all together in Table 7.

In TOPSIS method which is one of MCDM methods countries are evaluated not according to single criterion but according to multi criteria with their weights which are accepted as equal (1/7) in our study. Table 7 shows the ranking of the overall performance of countries which is calculated according to relative closeness to the ideal solution (C^*). According to Table 7, Sweden is the closest country to the ideal solution, which means it has the highest performance with 0,8481493 C^* value. And Bulgaria has the worst performance with 0,3923884.

Together with Sweden, Finland, Luxembourg, Denmark, Austria share the first five ranks respectively and Slovak Republic, Spain, Greece, Romania and Bulgaria share the last five ranks respectively.

Tabelul 7. Clasamentul final al țărilor (2014) / Table 7. Final Ranking of Countries (2014)

No	Countries	C*
1	Sweden	0,8481493
2	Finland	0,8436333
3	Luxembourg	0,8234460
4	Denmark	0,8075387
5	Austria	0,8050421
6	Netherlands	0,8004443
7	Belgium	0,7954275
8	United Kingdom	0,7933378
9	Germany	0,7741655
10	Estonia	0,7639440
11	France	0,7528630
12	Slovenia	0,7469722
13	Ireland	0,7156872
14	Czech Republic	0,7049280
15	Lithuania	0,6698909
16	Cyprus	0,6470144
17	Malta	0,6465051
18	Poland	0,6268445
19	Italy	0,6170828
20	Portugal	0,6143103
21	Hungary	0,6085236
22	Croatia	0,5324979
23	Latvia	0,5062508
24	Slovak Republic	0,4897037
25	Spain	0,4747423
26	Greece	0,4248029
27	Romania	0,4183682
28	Bulgaria	0,3923884

5 CONCLUZII

În acest studiu, se măsoară performanța economică a țărilor UE. Se evaluează șapte criterii de performanță economică pentru 28 de țări în 2014, iar țările se clasifică utilizând metoda TOPSIS. Conform rezultatelor analizei, Suedia are cea mai bună performanță de capital uman printre cele 28 de țări ale UE. Bulgaria are cea mai slabă performanță de capital uman. Împreună cu Bulgaria, România, Grecia, Spania și Republica Slovacă sunt cele mai slabe lanțuri ale UE în ceea ce privește capitalul uman.

5 CONCLUSIONS

In this study, economic performance of the EU countries is measured. Seven economic performance criteria for 28 countries in 2014 are evaluated and countries are ranked by using TOPSIS method.

According to the analysis result, Sweden has the best human capital performance among the 28 EU countries. Bulgaria has the worst human capital performance. Together with Bulgaria, Romania, Greece, Spain and Slovak Republic are the weakest chains of the EU in terms of human capital

Aceste țări ar putea avea unele probleme în anii următori, dacă nu vor lua măsuri stricte asupra capitalului uman cât mai curând posibil. Este fără îndoială că atunci când creștem, micșorăm criteriile de capital uman sau le schimbăm, rezultatele se vor schimba. De asemenea, este posibil ca, dacă se modifică greutatea criteriilor, rezultatele se pot schimba. În lucrarea noastră, fiecare dintre cele șapte criterii are o pondere de 1/7.

Cercetări suplimentare pot fi făcute prin eliminarea acestor limitări. Este, de asemenea, posibil să se utilizeze alte metode MCDM precum ELECTRE, AHP, PROMETHEE, VIKOR etc.

These countries may have some problems in the years ahead if they do not take strict measures on human capital as soon as possible. It is beyond doubt that when we increase, decrease the number of human capital criteria or change them, the results will change. It is also possible that if the weights of criteria are changed, the results may change. In our paper each of the seven criteria has 1/7 weight.

Further researches can be made by elimination of these limitations. It is also possible to use other MCDM methods such as ELECTRE, AHP, PROMETHEE, VIKOR etc.

BIBLIOGRAFIE / REFERENCES

- Agrawal, V.P., A. Verma and Agarwal, S. (1992). Computer-aided evaluation and selection of optimum grippers. *International Journal of Production Research*, 30 (11), 2713–2732.
- Agrawal, V.P., V. Kohli and Gupta, S. (1991). Computer aided robot selection: The multiple attribute decision making approach. *International Journal of Production Research*, 29 (8), 1629–1644.
- Balcerzak, A. P. and Pietrzak, M. B. (2016). Application of TOPSIS Method for Analysis of Sustainable Development in European Union Countries, *Institute of Economic Research Working Papers*, No:22/2016
- Chau, O.L. and Parkan, C. (1995). Selection of a manufacturing process with multiple attributes: A case study. *Journal of Engineering Technology Management*, 12, 219–237.
- Chia C.H. and Liang H. C. (2009). A fuzzy TOPSIS decision making model with entropy weight under intuitionistic fuzzy environment. *Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists*. Vol. 1.
- Deng, H., C.-H. Yeh and Willis, R.J. (2000). Inter-company comparison using modified TOPSIS with objective weights. *Computers & Operations Research*, 27 (10), 963–974,
- Dincer, S.E. (2011). Multi-criteria analysis of economic activity for European Union Member States and candidate countries: TOPSIS and WSA applications. *European Journal of Social Sciences* 21(4), 563-572.
- Feng, C.-M. and Wang, R.-T. (2001). Considering the financial ratios on the performance evaluation of highway bus industry. *Transport Reviews*, 21 (4), 449–467.
- Hwang, C.L. and Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, New York.
- IMF, *World Economic Outlook Database*, October 2016
- Inman, P. (2016, July 12). Irish Economy Surges 26% as Revised Figures Take in Foreign Investment. *The Guardian News*. Retrieved August 15, 2016, from <https://www.theguardian.com/business/2016/jul/12/irish-economic-growth-revised-figures-foreign-investment-aircraft>
- Karimi M. S, Yusop Z., & Law S. H. (2010). Location decision for foreign direct investment in ASEAN countries: A TOPSIS approach. *International Research Journal of Finance and Economics* 36 (1), 196-207.
- Kim, G., C. Park and Yoon, K.P. (1997). Identifying investment opportunities for advanced manufacturing system with comparative-integrated performance measurement. *International Journal of Production Economics*, 50, 23–33.
- Lai, Y.-J., T.-Y. Liu and Hwang, C.-L. (1994). TOPSIS for MODM. *European Journal of Operational Research*, 76 (3), 486–500.
- Parkan, C. and Wu, M.-L. (1999). Decision-making and performance measurement models with applications to robot selection. *Computers & Industrial Engineering*, 36 (3), 503–523,
- Phillips, M. (2016, July 13). *Ireland's 26% growth is more paper tiger than*. Retrieved August 15, 2016, from <http://qz.com/730030/irelands-26-growth-is-more-paper-tiger-than-celtic-tiger/>
- Sieng, L., W. and Yussof, I. (2015). Comparative study of Malaysia human capital with selected ASEAN and developed countries: a fuzzy TOPSIS method. *Geografia: Malaysian Journal of Society and Space*, 11 (6), 11-22.
- Yoon, K. and Hwang, C.L. (1995). *Multiple Attribute Decision Making: An Introduction*, Sage, Thousand Oaks, CA.

Copyright of Review of Management & Economic Engineering is the property of AMIER and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.