

## ESTIMAREA EFICIENȚEI CHELTUIELILOR CU EDUCAȚIA TERȚIARĂ ÎN ȚĂRILE UE

*Drd. Raluca-Mariana DRĂGOESCU,*

*ASE București*

*Drd. Ioana-Maria BUCERZAN (PRECUP),*

*ASE București*

*Drd. Ramona BERE (SILVESTRU),*

*ASE București*

*Calculul eficienței cheltuielilor cu educația este un subiect actual în cercetarea economică. În acest articol, ne propunem să estimăm eficiența relativă a cheltuielilor cu educația terțiară pentru țările membre UE, folosind, în acest scop, metoda DEA (Data Envelopment Analysis), care este o metodă non-parametrică provenită din programarea liniară. Drept variabile de intrare, am recurs la cheltuielile publice cu educația per student (nivel ISCED 5 și 6), exprimate în termeni PPS, iar ca output am utilizat numărul total al absolvenților la 1000 de persoane cu vârsta cuprinsă între 20 și 29 de ani. Rezultatele obținute denotă că frontiera de eficiență este formată din Bulgaria, România și Polonia, țări în care se înregistrează cele mai mici cheltuieli per student la nivelul UE.*

***Cuvinte-cheie:** educație terțiară, cheltuieli publice, DEA*

**JEL: C15**

**Introducere.** În acest articol, ne propunem să estimăm eficiența cheltuielilor publice cu educația terțiară pentru țările membre UE. Măsurarea eficienței cheltuielilor publice cu educația este dificilă, indiferent dacă se utilizează metode parametrice sau non-parametrice. Studiile efectuate până acum la nivel internațional folosesc metode specifice estimării eficienței unei întreprinderi: metoda DEA (Data Envelopment Analysis) (Charnes et al., 1978; Emrouznejad et al., 2008), o metodă non-parametrică bazată pe modele din programarea liniară, o variantă a acesteia – metoda FDH (Free Disposal Hull) (Leleu, 2006) sau tehnica SFA (Stochastic Frontier Analysis) (Aigner et al., 1977), care se bazează pe metoda verosimilității maxime, fiind o metodă parametrică. Toate aceste metode s-au dovedit dificile de aplicat în practică (Grigoli, 2014). În cadrul DEA, prezintă dificultate încorporarea unui număr mare de variabile explicative (input-uri), datorită complexității computeraie a metodei. Studiile care folosesc această metodă utilizează, de regulă, o singură variabilă input, anume cheltuielile publice cu educația. Spre deosebire de DEA, metoda SFA poate încorpora mai multe input-uri, însă, practica arată că este dificil de aplicat din cauza corelației foarte slabe (din punct de vedere statistic), care

## ESTIMATING THE EFFICINENCY OF TERTIARY EDUCATION EXPENDITURE IN EU COUNTRIES

*PhD student Raluca-Mariana DRAGOESCU,*

*PhD student Ioan-Maria BUCERZAN (PRECUP),*

*PhD student Ramona BERE (SILVESTRU),*

*Bucharest University of Economic Studies*

*Determining the efficiency of public spending on education is a current topic in economic research. Hence, in this article we aim to estimate the relative efficiency of public spending on tertiary education within the EU member states. For this purpose we use the DEA method (Data Envelopment Analysis) which is a non-parametric method derived from linear programming. The input variable used is public spending on education per student (level ISCED 5 and 6) expressed in PPS (CHELT variable), and as output variable we considered the total number of graduates per 1000 persons age 20 to 29 years. The results show that Bulgaria, Romania and Poland represent the efficiency frontier, countries for which the lowest expenditures per student are recorded.*

***Key words:** tertiary education, public expenditure, DEA*

**JEL: C15**

**Introduction.** In this article we aim to estimate the efficiency of public expenditure on tertiary education for EU member states. Measuring the efficiency of public expenditure on education is difficult, whether parametric or non-parametric methods are used. Studies conducted so far at international level use specific methods for estimating the efficiency at company level: DEA method (Data Envelopment Analysis) (Charnes et al., 1978; Emrouznejad et al., 2008) which is a non-parametric method grounded in linear programming, FDH method – a method derived from the former one (Free Disposal Hull) (Leleu, 2006) or SFA technique (Stochastic Frontier Analysis) (Aigner et al., 1977) which is based on the maximum likelihood method, being a parametric method. All this methods have proven to be difficult to apply in practice (Grigoli, 2014). Due to the computational complexity of the method, using the DEA method is difficult to embed a large number of explanatory variables (inputs). Studies using this method typically include one input variable, in particular the public expenditures on education. In contrast to the DEA method, the SFA technique may include more inputs, however practice shows that it is difficult to apply this method due to the weak

există între cheltuielile publice cu educația și rezultatele sistemului educațional (Grigoli, 2012).

La momentul actual, există o serie de studii care au încercat să estimeze eficiența cheltuielilor publice cu educația la nivel internațional. Gupta și Verhoveen (2006) estimează eficiența cheltuielilor publice cu educația și sănătatea, utilizând tehnica FDH. Pentru educație, autorii au folosit drept variabilă input cheltuielile publice cu educația exprimate în PPP, iar ca rezultat (output) al sistemului educațional au utilizat ratele brute de cuprindere în educația primară și secundară. Încercarea de a introduce în model și PIB-ul per capita a condus la scăderea influenței cheltuielilor publice cu educația asupra rezultatelor (output-ului) sistemului educațional datorită coliniarității acestor două variabile. Rezultatele obținute de autori au arătat că țările de pe continentul african au o eficiență mult mai redusă a cheltuielilor cu educația, comparativ cu țările asiatice sau vest-europene. Herrera și Pang (2005) estimează, de asemenea, eficiența cheltuielilor publice cu educația și sănătatea pentru un grup de 140 de țări în curs de dezvoltare, în perioada 1996-2002, recurgând la o versiune a metodei DEA. Drept input se folosește variabila care exprimă cheltuielile publice cu educația, output-urile sistemului educațional fiind măsurate prin rata brută de cuprindere și absolvire în educația primară. Rezultatele obținute indică faptul că țările mai bogate tind să aibă o eficiență mai scăzută a cheltuielilor publice cu educația. La nivel european, Grigoli (2014) estimează eficiența cheltuielilor cu educația, folosind tehnica DEA cu suma cheltuielilor publice cu educația per elev, în învățământul primar și secundar, exprimată în PPP drept variabilă input și rezultatele la testele PISA drept variabilă de rezultat (output). Estimările eficienței au fost realizate pe două perioade distincte, 2000-2004 și 2005-2009, măsurând eficiența în termenele în care o țară poate utiliza input-urile pentru obținerea aceluiași nivel de output. Rezultatele obținute de autori demonstrează că Finlanda, Polonia, Slovacia și România sunt țările cu eficiența cea mai bună a cheltuielilor cu educația primară și secundară, în perioada 2000-2004 (deși România a avut cele mai mici cheltuieli cu educația primară dintre țările membre UE în perioada analizată), iar în perioada 2005-2009, țările cu cea mai bună eficiență au fost Finlanda, Cehia, Slovacia și România.

Aceeași metodă DEA este folosită de Greene (2005) pentru evaluarea eficienței cheltuielilor publice cu educația și sănătatea. Variabilele dependente, luate în considerare de autor, au fost: ratele brute și nete de cuprindere în educația primară și secundară, rata de alfabetizare a populației tinere, ratele de absolvire a educației primare și secundare și numărul mediu de ani de școală; în timp ce variabilele independente au fost: cheltuielile cu educația, raportul dintre numărul de profesori și elevi și rata de alfabetizare a populației adulte. Autorul folosește valoarea medie a variabilelor considerate pe două perioade, 1975-1995 și 1996-2002 și arată că variabilele cu impactul cel mai mare asupra

correlation ( from statistical point of view) between public expenditure on education and the outcomes of the educational system (Grigoli, 2012).

Currently, there is a number of studies which tried to estimate the efficiency of public expenditure on education at international level. Using the FDH technique, Gupta and Verhoveen (2006) estimate the efficiency of public expenditure on education and health. The authors used as a proxy for education and as the input variables the public expenditures on education expressed in PPP, and the gross enrolment rates in primary and secondary education as a result (output) of the educational system. The attempt to include in the model the GDP per capita has led to a decrease of the influence of public expenditure on education on the output of the educational system, due to coliniarity. The results of the study have shown that African countries have a lower efficiency of the expenditures on education, compared to Asian or West-European countries. Likewise, using a version of the DEA method, Herrera and Pang (2005) estimate the efficiency of public expenditures on education and health for a group of 140 developing countries for the timespan 1996-2002. The input variable is represented by the public expenditures on education, while the outputs of the educational system are measured by the gross enrolment and graduation rate in primary education. The results indicate that richer countries tend to have a lower efficiency of public expenditure on education. Grigoli (2014) estimates the efficiency of expenditure on education at European level, using the DEA technique and having as input variable the sum of public expenditure on education per student in primary and secondary education, expressed in PPP, and as output variable the results at the PISA tests. The analysis has been done for two period of time, one form 2000 to 2004 and one from 2005 to 2009, focusing in measuring the efficiency in terms of how much can a country use the given inputs for achieving the same level of output. The results show that Finland, Poland, Slovakia and Romania have the best efficiency of expenditures on primary and secondary education during 2000-2004 (although, within this timeframe, Romania has had the lowest expenditures on primary education compared to the other EU countries), and for the time period 2005 to 2009, the countries with the highest efficiency have been Finland, Czech Republic, Slovakia and Romania.

The same DEA method is used by Greene (2005) for analysing the efficiency of public expenditure on education and health. The dependent variables considered by the author are the gross and net enrolment rates in primary and secondary education, the literacy rate of young population, the graduation rate of primary and secondary education and the average number of schooling years, while the independent variables used are expenditure on education, the ratio between the number of teachers

rezultatelor sistemului educațional îl constituie rata de alfabetizare a populației adulte și raportul dintre numărul de profesori și elevi, iar influența cheltuielilor cu educația este nesemnificativă din punct de vedere statistic.

**Metodologia utilizată.** Conceptul-cheie al metodei DEA constă în noțiunea de suprafață de acoperire și proiecția eficientă pe această suprafață. Proiecția pe suprafața de acoperire este determinată de tipul modelului: orientat către rezultat, adică se urmărește maximizarea rezultatului fiind date nivelele input-urilor sau orientat către input-uri, adică încercându-se minimalizarea utilizării input-urilor pentru producerea unui output dat. Modelele orientate către input-uri sunt cele mai adecvate pentru analiza eficienței cheltuielilor cu educația.

DEA este o tehnică bazată pe programarea liniară care estimează eficiența relativă a unor entități în condițiile existenței mai multor input-uri și a mai multor output-uri, ceea ce face ca operația de comparare a respectivelor entități să fie dificilă.

Aceasta este o tehnică care se folosește în diverse domenii, precum managementul, marketingul, finanțele. DEA permite compararea și ordonarea unor entități, cum ar fi unitățile de producție, depozitele, salariații etc., pe baza unor caracteristici ale lor, fără a face nicio ipoteză referitoare la importanța relativă a acestor caracteristici, fiind folosită prima dată pentru a compara productivitatea unor agenți economici.

Metoda DEA presupune că toate variabilele, care intră în calcul, sunt mărimi pozitive și că se pot forma combinații liniare ale acestora cu ajutorul unor ponderi (care sunt valori nenegative), iar eficiența fiecărei entități se poate exprima ca raportul dintre combinațiile liniare ale output-urilor și ale input-urilor. Algoritmul DEA maximizează acest raport pentru fiecare entitate în parte, calculând ponderile care conduc la valoarea maximă a raportului și, în același timp, se asigură că, dacă folosim aceste ponderi pentru celelalte entități, eficiența lor nu va fi mai mare decât 1. Prin urmare, se calculează ponderile care maximizează raportul output/input pentru o entitate, însă, în aceste condiții, raportul calculat pentru celelalte entități trebuie să nu depășească valoarea 1, adică celelalte entități să nu aibă o eficiență mai mare de 100%. După ce se calculează ponderile care maximizează acest raport pentru toate entitățile, valoarea raportului este folosită pentru a compara între ele entitățile.

Notând cu  $n$  numărul entităților, cu  $x_{kj}, k = 1 \dots m$  variabilele de tip input pentru entitatea  $j$ ,  $m$  fiind numărul input-urilor și cu  $y_{rj}, r = 1 \dots s$  variabilele output pentru entitatea  $j$ ,  $s$  fiind numărul output-urilor, putem defini eficiența entității  $j$  astfel:

$$E_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{k=1}^m v_k x_{kj}}$$

unde  $u$  și  $v$  sunt ponderile asociate fiecărei variabile output, respectiv input ale entității  $j$ . Problema calculării

and students and the adult literacy rate. Using the mean value of the variables considered for two time periods, 1975-1995 and 1996-2002, the author shows that the strongest impact on the results of the educational system are the variables referring to the adult literacy rate and the ratio between the number of teachers and students, while the influence of the expenditures on education are not statistically significant.

**Methodology.** The key concept of the DEA method represents the surface area and efficient projection on this area. The projection on the surface are is determined by the model type: result-oriented, i.e. trying to maximize the results given the input levels, or inputs-oriented, i.e. trying to minimize the use of the inputs for achieving a given output. The inputs-oriented models are more appropriate for analysing the efficiency of expenditures on education.

DEA is linear programming based technique, which estimates the relative efficiency of entities given the existence of several inputs and several outputs, which makes the comparison of those entities difficult. This is a technique used in various fields such as management, marketing, finance. DEA allows comparison and ordering of entities, such as production units, warehouses, employees, etc., on the basis of their characteristics, without making any hypothesis on the relative importance of those characteristics, being first used to compare the productivity of companies.

The DEA method assumes that all variables which are considered have positive values, linear combinations of these values, using weights (which are non-negative values) can be computed, and the efficiency of each entity can be expressed as a ratio between the linear combinations of outputs and inputs. The DEA algorithm maximizes this ratio for each entity by determining the weights that lead to maximizing the value of the ratio and simultaneously ensures that if these weights are used for other entities, their efficiency will not be greater than 1. Hence, the weights which maximize the output/input ratio are computed for an entity, however taking into account that the ration for the other entities is not greater than 1, namely the other entities will not have efficiency greater than 100%. After computing the weights that maximize this ratio for all entities, the ratio value is used to compare each entity with the others.

Let  $n$  be the number of entities, and  $x_{kj}, k = 1 \dots m$  the input variables for entity  $j$ ,  $m$  being the number of inputs and  $y_{rj}, r = 1 \dots s$  the output variables for entity  $j$ ,  $s$  being the number of outputs. The efficiency of entity  $j$  can be defined as follows:

$$E_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{k=1}^m v_k x_{kj}}$$

where  $u$  and  $v$  are the weights associated with each of the output, respectively input variable of entity  $j$ . The problem of computing the weights that maximize the

ponderilor care maximizează eficiența entității  $j$ , poate fi definită astfel:

$$Max h = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{k=1}^m v_k x_{kj}}$$

cu condiția ca

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ri}}{\sum_{k=1}^m v_k x_{ki}} \leq 1$$

pentru fiecare entitate  $i=1...n$

și

$$u_r \geq 0 \\ v_k \geq 0$$

Pentru a rezolva această problemă, o vom transpune în forma unei probleme de programare liniară. Programarea liniară nu admite ca funcția care trebuie maximizată să fie un raport. Astfel, vom scrie funcția care trebuie maximizată într-o formă echivalentă, pornind de la observația că maximizarea unui raport este echivalentă cu maximizarea numărătorului în condițiile în care numitorul este menținut constant.

$$Max h = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \\ \sum_{k=1}^m v_k x_{kj} = 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{ri} - \sum_{k=1}^m v_k x_{ki} \leq 0 \\ \text{pentru entitatea } i=1...n \\ u_r \geq 0 \\ v_k \geq 0$$

Această problemă de programare liniară trebuie rezolvată pentru toate entitățile  $i=1...n$ , iar în urma rezolvării ei, va rezulta valoarea ponderilor pentru care eficiența fiecărei entități este maximă. Aceste ponderi sunt cele mai favorabile, privite din punctul de vedere al unei entități.

Rezolvarea problemei de programare liniară pentru o entitate va căuta să maximizeze eficiența entității respective, iar procedura de calcul se va termina atunci, când, fie eficiența entității considerate, fie eficiența altei entități, va atinge valoarea-limită 1. Astfel, pentru fiecare unitate ineficientă (adică are eficiența subunitară) există cel puțin o entitate care este eficientă. Aceste entități eficiente vor forma un grup-pereche al entității ineficiente. Soluția finală a metodei DEA va crea o listă a eficienței relative pentru fiecare entitate, grup de entități-pereche și un set de valori-țintă pentru ponderile fiecărei entități ineficiente (valori care conduc la eficientizarea entității respective). Algoritmul DEA nu face nicio presupunere a priori asupra ponderilor input-urilor și output-urilor. Dacă există o astfel de informație, ea poate fi introdusă în problemă ca restricție suplimentară.

Există și câteva limitări ale acestui algoritm, de care trebuie ținut cont când îl aplicăm în practică. DEA pleacă de la ideea de a utiliza combinații liniare între variabile și a calcula raportul acestor combinații. Dacă utilizarea unei combinații liniare nu este posibilă, din cauza naturii problemei pe care o rezolvăm, atunci

efficiency of entity  $j$  can be defined as:

$$Max h = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{k=1}^m v_k x_{kj}}$$

with the condition that

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ri}}{\sum_{k=1}^m v_k x_{ki}} \leq 1$$

for each entity  $i=1...n$

and

$$u_r \geq 0 \\ v_k \geq 0$$

To solve this problem, we will transpose it in the form of a linear programming problem. Linear programming does not admit the form of a ratio for the function which needs to be maximized. Therefore, we write the function which needs to be maximized in an equivalent form, based on the observation that maximizing a ratio is equivalent with maximizing the numerator under the conditions of constant denominator.

$$Max h = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \\ \sum_{k=1}^m v_k x_{kj} = 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{ri} - \sum_{k=1}^m v_k x_{ki} \leq 0 \\ \text{for entity } i=1...n \\ u_r \geq 0 \\ v_k \geq 0$$

This problem of linear programming needs to be solved for all entities  $i=1...n$ , and its solution will result in the values of the weights for which the efficiency of each entity is maximized. These weights are most favourable, seen from the perspective of an entity.

Solving this linear programming problem for an entity will seek to maximize the efficiency of the entity, and the computation procedure will end when the efficiency of the entity of other entities reaches the limit value of 1. Thus, for each inefficient unit (that has efficiency below 1) there is at least an entity that is efficient. These efficient entities will form a pair for the inefficient entity. The final solution of DEA method will provide a list of the relative efficiency of each entity, a pair of entities and a set of target values of weights for each inefficient entity (values that lead to a more efficient entity). DEA algorithm makes no a priori assumption on inputs and outputs weights. If there is such information, it can be introduced as a additional constrain.

There are several limitations of this algorithm, which need to be taken into account when applying it. DEA is based on the idea of using linear combinations of variables and computing the ratio between these combinations. However, if using a linear combination

trebuie căutate transformări asupra variabilelor astfel, încât să aibă sens o combinație liniară a lor. O altă limitare pleacă de la observația că trebuie rezolvate atâtea probleme de programare liniară câte entități avem. Dacă numărul entităților este mare, va fi nevoie de resurse de calcul importante (memorie și putere de procesare). De asemenea, algoritmul DEA nu poate fi folosit pentru date cu multe dimensiuni (suma dintre numărul variabilelor input și output). Dacă notăm cu  $d = m + s$  numărul dimensiunilor datelor și cu  $n$  numărul entităților, atunci, pentru a putea aplica cu succes DEA, trebuie îndeplinită condiția:  $d \ll n$ . Dacă  $d$  este apropiat sau chiar mai mare decât  $n$ , rezultatele obținute în urma aplicării DEA nu vor fi de folos, întrucât aproape toate entitățile vor fi găsite ca fiind eficiente.

În figura 1, este prezentată situația unui set de entități A, B, C, D, E, F, G, care folosesc aceeași cantitate dintr-o variabilă input și produc output-urile  $Y_1$  și  $Y_2$ . Pentru aceeași cantitate din input consumată, entitățile care au un output mai mare vor fi mai eficiente. Aplicarea algoritmului DEA conduce la identificarea entităților A, B, C și D ca fiind eficiente, iar acestea formează o anvelopă (frontieră), în interiorul căreia se găsesc entitățile E, F și G care sunt ineficiente. Pentru entitatea E, grupul-pereche este format din A și B, iar valorile-țintă, pentru ponderi care fac ca E să devină eficient, conduc la punctul E'. Dacă, de exemplu, nu este posibilă creșterea lui  $Y_2$  pentru E, atunci poate fi găsită o nouă soluție, E'' care presupune doar creșterea lui  $Y_1$ .

is not possible due to the nature of the problem, then transformation of the variables should be considered so as to have a significance of their linear combination. Another limitation derives from the fact that depending on how many entities we have, so many linear programming problems must be solved. If the number of entities is large enough, in this case significant computing resources will be required (memory and processing power). Moreover, DEA algorithm cannot be used for data with many dimensions (defined as the sum of the number of input and output variables). If we denote with  $d = m + s$  the number of data dimensions and with  $n$  the number of entities, then to successfully apply DEA the condition:  $d \ll n$  needs to be satisfied. If  $d$  is close to or even higher than  $n$ , the results will not be of use, as almost all entities will be found to be efficient.

Figure 1 shows the case of a set of entities A, B, C, D, E, F, G which use the same amount of input and produce the outputs  $Y_1$  and  $Y_2$ . For the same amount of input consumed, entities with higher output will be more efficient. Applying the DEA algorithm leads to identifying A, B, C and D to be the efficient entities, which form a border (frontier) inside which are the inefficient entities E, F and G. For entity E, the pair group is formed by A and B, and the target values for the weights that make E efficient lead to E'. If, for example the increase of  $Y_2$  is not possible for E, then a new solution can be found, E'', which involves only the growth of  $Y_1$ .

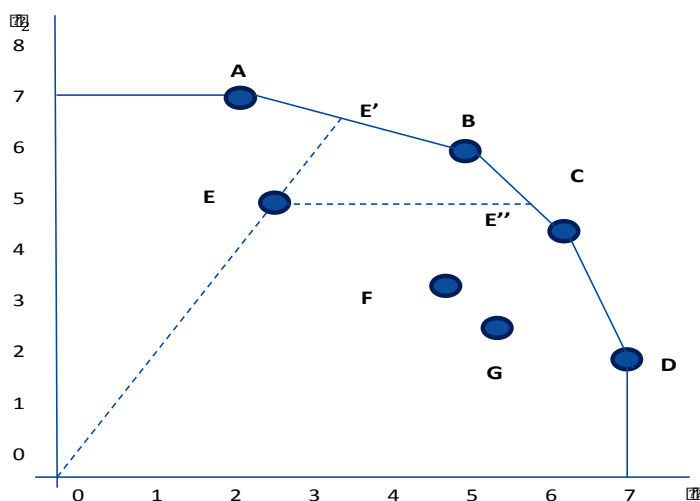


Figura 1. Frontiera de eficiență / Figure 1. The efficiency frontier

Sursa: elaborat de autori / Source: developed by author

**Seriile de date utilizate.** Vom aplica tehnica descrisă mai sus pentru a calcula eficiența relativă a cheltuielilor cu educația în învățământul superior din țările UE, folosind drept variabilă input cheltuielile publice cu educația per student (nivel ISCED 5 și 6), exprimate în termeni PPS (variabila CHELT), iar ca output al sistemului de educație terțiară –

**Data.** The technique discussed in the previous section is being applied in order to determine the relative efficiency of the expenditure on tertiary education in the EU member states, considering as input variable the public expenditures on education per student (ISCED level 5 and 6), expressed in PPS

numărul total al absolvenților la 1000 de persoane cu vârstă cuprinsă între 20 și 29 de ani (variabila ABS). PPS (Purchasing Power Standard) este o unitate valutară convențională: cu o unitate PPS se poate achiziționa aceeași cantitate de bunuri (sau servicii) indiferent de țară. Datele utilizate provin din baza de date Eurostat, iar cel mai recent an pentru care există informații disponibile este anul 2011. Vom exclude din estimările noastre Grecia și Luxemburgul, pentru care nu există date disponibile. În tabelul 1, sunt prezentate valorile variabilelor folosite în calcul.

(CHELT variable), and as output of the tertiary educational system the total number of graduates per 1000 persons age 20 to 29 years (ABS variable). PPS (Purchasing Power Standard) is a conventional currency, hence using a unit PPS the same amount of goods (or services) can be purchased in any country. The data source is the Eurostat database and the most recent year for which data is available is 2011. Greece and Luxembourg are not included in the analysis, as no data is available for these two countries.

Tabelul 1/ Table 1

**Valorile variabilelor CHELT și ABS, în anul 2011 /  
The values of the CHELT and ABS variable in 2011**

Țara/ Country	CHELT (PPS) (input)	ABS (output)	Țara/ Country	CHELT (PPS) (input)	ABS (output)
BE	10314.0	76	LI	3968.1	105.1
BU	1951.2	65.3	HU	4852.2	51.1
CZ	5509.5	76.2	MA	8685.1	56.9
DE	16520.2	88.6	NE	12067.9	68.2
GE	12781.5	53	AU	11666.8	59
ES	4356.6	60.5	PL	3418.0	105.9
IR	10177.7	86.9	PO	5375.4	69.9
SP	6455.3	65.9	RO	2530.7	95.4
FR	10203.2	87.1	SL	5579.0	75
CR	3937.4	70.1	SK	4275.6	88.5
IT	6534.3	61.2	FI	10990.9	72.8
CY	13132.8	41.7	SW	12697.8	57.1
LA	3023.4	81.8	UK	8566.0	88.3

*Sursa datelor: calculele autorilor după date Eurostat /*

*Data source: author's computations based on Eurostat data*

În ceea ce privește cheltuielile publice per student, constatăm că cele mai mici sume revin Bulgariei, României, Letoniei și Lituaniei, iar cele mai mari sume le regăsim în Danemarca, Suedia, Germania, Olanda.

Numărul absolvenților prezintă valorile cele mai mari pentru Polonia și Lituania (adică două dintre țările cu cheltuielile per student cele mai mici) și cele mai mici pentru Cipru, Ungaria, Germania, Suedia, țări cu cheltuieli per student dintre cele mai mari. În general, țările din fostul bloc socialist cheltuiesc puțin cu educația, dar au un număr de absolvenți foarte mare, în timp ce în țările dezvoltate, deși cheltuielile cu educația sunt mari, numărul absolvenților este redus.

**Rezultate.** Pentru calculul eficienței cheltuielilor, vom utiliza pachetul *Benchmarking*, din sistemul software R. Valorile eficienței relative a cheltuielilor cu educația, obținute după aplicarea metodei DEA orientate către input, sunt prezentate în tabelul 2.

In terms of public expenditure per student, Bulgaria, Romania, Latvia and Lithuania have the lowest values recorded, while the highest values are registered in Denmark, Sweden, Germany, and Netherlands. The highest numbers of graduates are in Poland and Lithuania (two of the countries with the lowest expenditures per student) and the smallest number in Cyprus, Hungary, Germany and Sweden, countries with one of the highest expenditures per student.

Overall, we find that former communist countries spend less on education, but have a high number of graduates, while developed countries spend large amounts of money on education, although the number of graduates is low.

**Results.** For estimating the efficiency of expenditures we use the *Benchmarking* package available in the R software. Table 2 present the values of the relative efficiency of expenditures on education derived after applying the input-oriented DEA method.

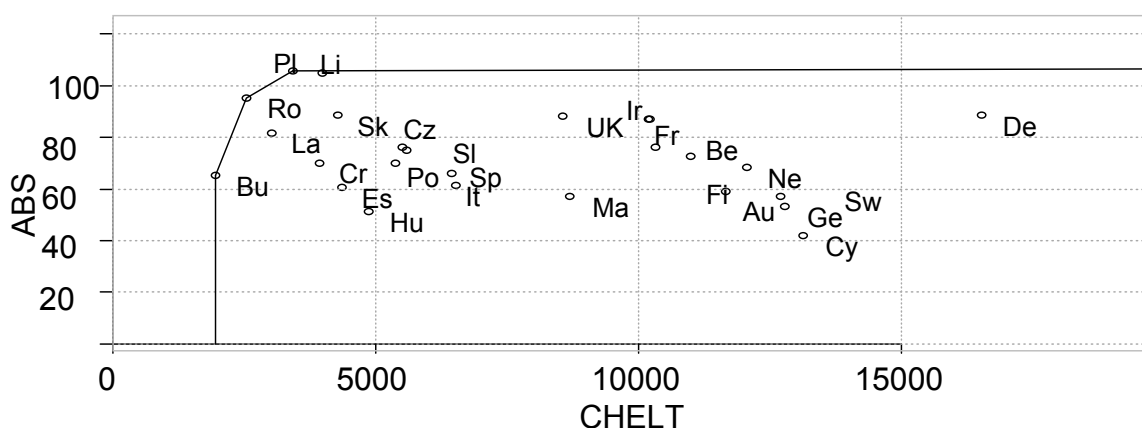
Tabelul 2/ Table 2

**Eficiența relativă a finanțării educației terțiare obținută prin DEA /  
Relative efficiency of financing the tertiary education, using DEA method**

Țara / Country	Eficiența relativă a cheltuielilor cu educația / Relative efficiency of expenditure on education	Țara / Country	Eficiența relativă a cheltuielilor cu educația / Relative efficiency of expenditure on education
BE	0.21	LI	0.84
<b>BU</b>	<b>1.00</b>	HU	0.40
CZ	0.39	MA	0.22
DE	0.15	NE	0.17
GE	0.15	AU	0.17
ES	0.45	<b>PL</b>	<b>1.00</b>
IR	0.23	PO	0.38
SP	0.30	<b>RO</b>	<b>1.00</b>
FR	0.23	SL	0.38
CR	0.52	SK	0.56
IT	0.30	FI	0.19
CY	0.15	SW	0.15
LA	0.75	UK	0.28

În figura 2, este prezentată frontiera de eficiență a cheltuielilor cu educația, iar în figura 3, eficiența relativă a cheltuielilor cu educația pentru fiecare țară luată în considerare. Observăm că frontiera de eficiență este formată de Bulgaria, România și Polonia, cu alte cuvinte, țările care au cele mai mici cheltuieli per student la nivelul UE. Dintre țările dezvoltate, cu tradiție în domeniul educației terțiare, cele mai apropiate de frontiera de eficiență sunt Marea Britanie, Irlanda și Franța.

Figure 2 represents the efficiency frontier of public expenditures on education, while figure 3 the relative efficiency of expenditures on education by country. We notice that Bulgaria, Romania and Poland form the efficiency frontier, hence countries which have the lowest expenditures per student at European level. Among developed countries, with tradition in the field of tertiary education, United Kingdom, Ireland and France are the closest to the efficiency frontier.



**Figura 2. Frontiera de eficiență a cheltuielilor cu educația terțiară, DEA orientat input, în anul 2011 / Figure 2. Efficiency frontier of expenditures on tertiary education, input-oriented DEA method, in 2011**

*Sursa: elaborat de autori / Source: developed by author*



Rezultatele obținute arată că, în general, eficiența cheltuielilor cu educația terțiară este mai mare în țările mai puțin dezvoltate ale UE și mai redusă în țările dezvoltate. Aceste rezultate sunt în acord cu alte studii (Grigoli, 2012) efectuate pentru estimarea eficienței cheltuielilor cu educația primară și secundară, studii care arată că România este printre țările care folosește cel mai eficient alocările de fonduri publice pentru educație. Explicația provine din faptul că, la nivel de input, cheltuielile cu educația sunt foarte mici, în special, datorită salariilor foarte mici din sistemul educațional, în timp ce, după 1990, numărul absolvenților s-a menținut la valori ridicate datorită creșterii spectaculoase a numărului de studenți.

Aceste rezultate trebuie privite însă cu circumspecție, întrucât există și alte output-uri ale sistemului educațional, cum ar fi calitatea educației sau competențele dobândite în timpul studiilor, care permit plasarea absolvenților pe piața muncii și care nu au fost luate în considerare. Output-ul sistemului educațional, așa cum a fost definit el aici, este influențat și de alți factori care nu au fost luați în calcul. Eficiența crescută în țări, precum România, Bulgaria, Polonia, Lituania, Letonia, provine doar din faptul că accesul la educația terțiară a devenit foarte facil după 1990, fapt ce a condus la creșterea masivă a numărului de studenți în timp ce cheltuielile educaționale nu au crescut în aceeași proporție, învățământul superior fiind, în mod constant, subfinanțat.

Din figura 3, se poate observa cu ușurință că, în partea stângă, sus (eficiență mare, cheltuieli mici), se află majoritatea țărilor din fostul bloc socialist, în timp ce, în partea dreaptă, jos, se află majoritatea țărilor dezvoltate ale UE (cheltuieli mari, eficiență redusă). Deși eficiența relativă a cheltuielilor cu educația înregistrează valori foarte mari în fostele țări socialiste, acest lucru nu trebuie analizat separat de alte aspecte ale sistemului educațional.

The results show that the efficiency of expenditures on tertiary education is in generally higher in less developed EU countries and lower in developed countries. These results are consistent with other studies (Grigoli, 2012) dealing with efficiency estimation of expenditure on primary and secondary education, studies which reveal that Romania is among those countries using most efficient the public funds for education. One reason for this outcome is the fact that, at input level, the public expenditures on education are low, especially due to low wages corresponding to the educational system, although after 1990 the number of graduates recorded high values as a result of a remarkable growth in the number of students.

However, these results should be viewed with great caution, since other outputs of the educational system, such as quality of education or competences acquired during the studies which allow the insertion of graduates into the labour market, have not been taken into consideration. Thus, the output of the educational system, as defined in the present study, is influenced also by other factors not taken into account. In countries like Romania, Bulgaria, Poland, Lithuania and Latvia, the increased efficiency derives from the more facile access to tertiary education after 1990, which determined a massive increase in the number of students, more pronounced compared to the expenditures on education, tertiary education being constantly underfinanced.

According to the data in figure 3, most former socialist countries have high efficiency and low level of expenditures (upper-left part of figure 3), while most developed EU countries have low efficiency and high level of expenditures (lower-right part of Figure 3). Although the relative efficiency of public expenditures on education records high levels in former socialist countries, other aspects of the educational system should be considered within such analysis.

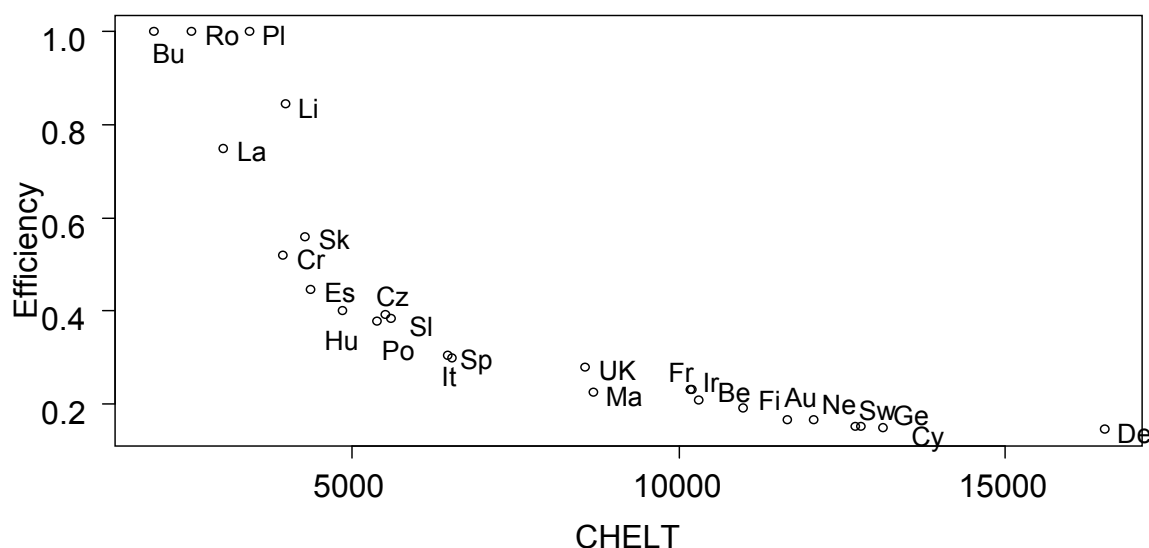


Figura 3. Eficiența cheltuielilor cu educația terțiară, 2011 /  
Figure 3. Efficiency of expenditures on tertiary education, in 2011

Sursa: elaborat de autori / Source: developed by author



Reluând calculele, însă, de data aceasta, folosim un algoritm DEA orientat către output (input-ul este considerat fix și se explorează posibilitatea maximizării output-ului), și obținem frontiera de eficiență din figura 4.

Applying the output-oriented DEA algorithm (the input being considered as constant and focusing on the possibility of maximizing the output), the efficiency frontier in Figure 4 is obtained.

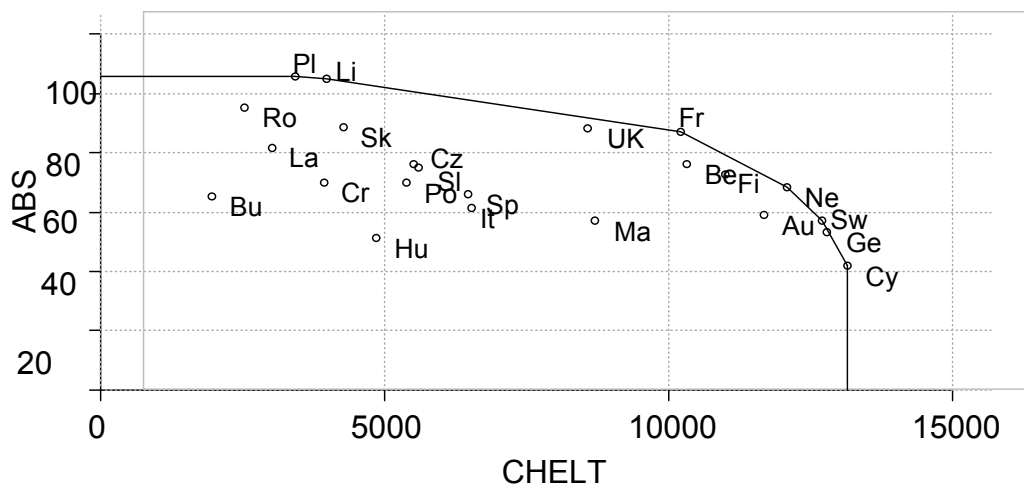


Figura 4. Frontiera de eficiență a cheltuielilor cu educația terțiară, DEA orientat output, 2011 / Figure 4. Efficiency frontier of expenditure on tertiary education, output-oriented DEA method, in 2011

Sursa: elaborat de autori / Source: developed by author

În acest caz, frontiera de eficiență este formată din Polonia, Lituania, Franța, Olanda, Suedia, Germania și Cipru. Cu alte cuvinte, aceste țări obțin o eficiență maximă, în sensul unui output optim, în cazul menținerii fixe a cheltuielilor per student.

In this case, the efficiency frontier is formed by Poland, Lithuania, France, Netherlands, Sweden, Germany and Cyprus. In other words, these countries achieve maximum efficiency in terms of an optimal output considering the expenditures per student constant.

Introducând o nouă variabilă input, raportul dintre numărul studenților și cel al cadrelor didactice (variabila RSC), care, uneori, identifică utilizarea în exces a unei resurse, am reluat calculul eficienței relative și am obținut valorile prezentate în tabelul 3. Am exclus din calcule o serie de țări, precum Grecia, Irlanda, Danemarca, Luxemburg și Estonia, pentru care nu sunt date disponibile.

Including another input variable, the ratio between the number of students and teachers (RSC variable), which sometimes identifies excessive use of a resource; we estimate the relative efficiency and obtain the values presented in table 3. Greece, Ireland, Denmark, Luxembourg and Estonia have been excluded from the analysis as no data is available for these countries. In this case, the maximum efficiency is recorded for Bulgaria, Germany, Croatia, Lithuania, Poland and Romania.

De această dată, eficiența maximă se înregistrează pentru Bulgaria, Germania, Croația, Lituania, Polonia și România.

In this case, the maximum efficiency is recorded for Bulgaria, Germany, Croatia, Lithuania, Poland and Romania.

Tabelul 3/Table 3

Eficiența relativă a finanțării educației terțiare obținută prin DEA, varianta cu două variabile input: CHELT și RSC / Relative efficiency of financing tertiary education, DEA method with two input variables: CHELT and RSC

Țara/ Country	Eficiență relativă/ Relative efficiency	Țara/ Country	Eficiență relativă/ Relative efficiency
BE	0.61 (0.21)	MA	0.98 (0.22)
BU	1 (1)	NE	0.59 (0.17)
CZ	0.51 (0.39)	AU	0.93 (0.17)
GE	1 (0.15)	PL	1 (1)

Țara/ Country	Eficiență relativă/ Relative efficiency	Țara/ Country	Eficiență relativă/ Relative efficiency
SP	0.72 (0.30)	PO	0.89 (0.38)
FR	0.57 (0.23)	<b>RO</b>	<b>1 (1)</b>
<b>CR</b>	<b>1 (0.52)</b>	SL	0.68 (0.38)
IT	0.54 (0.30)	SK	0.76 (0.56)
CY	0.67 (0.15)	FI	0.51 (0.19)
LA	0.89 (0.75)	SW	0.56 (0.15)
<b>LI</b>	<b>1 (0.84)</b>	UK	0.64 (0.28)
HU	0.65 (0.40)		

\* în paranteză, sunt înscrise valorile eficienței obținute în modelul cu un singur input/

\* the values of the efficiency for one variable input is included in ( )

**Concluzii.** În acest articol, ne-am propus să estimăm eficiența relativă a cheltuielilor cu educația terțiară pentru țările membre UE, folosind metoda non-parametrică DEA. Privită din punct de vedere al eficienței finanțării, aplicând tehnica DEA la nivelul țărilor membre UE, am arătat că frontiera de eficiență relativă este formată din țările cu cele mai mici alocări pentru educația terțiară: România, Bulgaria, Polonia, Lituania. Acest lucru nu trebuie privit însă separat de alte aspecte, precum calitatea educației, nivelul competențelor dobândite în timpul studiilor. Eficiența mare a cheltuielilor cu educația în aceste țări provine din faptul că nivelul cheltuielilor este foarte mic, ceea ce influențează, în mod direct, calitatea educației.

**Conclusions.** This article aims to estimate the relative efficiency of expenditures on tertiary education for the EU member states by using the non-parametric DEA method. Viewed in terms of the efficiency of financing tertiary education, by using the DEA method, we showed that the relative efficiency frontier is represented by those countries having the lowest expenditures on tertiary education, in particular Romania, Bulgaria, Poland and Lithuania. Nevertheless, these results should be considered together with other aspects such as the quality of education and the competences acquired during the studies. Within these countries, the high efficiency of expenditures on education is a result of the low level of expenditures, which has a direct influence the quality of education.

#### Bibliografie/Bibliography:

1. AIGNER, D.J., LOVELL, C.A.K. și SCHMIDT, P. (1977). *Formulation and estimation of stochastic frontier production functions*. Journal of Econometrics, 6, pag. 21–37, ISSN: 0304-4076.
2. CHARNES, A., COOPER, W.W. și RHODES, E. (1978), *Measuring the Efficiency of Decision Making Units*, European Journal of Operational Research, Vol. 2, pag. 429–444, ISSN: 0377-2217.
3. EMROUZNEJAD, A. PARKER, B. și TAVARES, G. (2008). *Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA*, Journal of Socio-Economics Planning Science, 42(3), pag. 151-157, ISSN: 0038-0121.
4. GREENE, W.H., (2005). *Efficiency of Public Spending in Developing Countries: A Stochastic Frontier Approach*, World Bank, disponibil la <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTDEBTDEPT/0,,contentMDK:20297571~menuPK:4876071~pagePK:64166689~piPK:64166646~theSitePK:469043,00.html>, accesat la 1.05.2015.
5. GRIGOLI, F. (2012). *Public Expenditure in the Slovak Republic: Composition and Technical Efficiency*. International Monetary Fund Working Paper 12/173.
6. GRIGOLI, F. (2014). *A Hybrid Approach to Estimating the Efficiency of Public Spending on Education in Emerging and Developing Economies*, International Monetary Fund Working Paper 14/19.
7. GUPTA, S., VERHOEVEN, M. (2001). *The Efficiency of Government Expenditure. Experiences from Africa*, Journal of Policy Modelling, Vol. 23, pag. 433–467.
8. HERRERA, S., PANG, G. (2005). *Efficiency of Public Spending in Developing Countries: An Efficiency Frontier Approach*, World Bank Policy Research Working Paper No. 3645 (Washington: World Bank).
9. LELEU, H. (2006): *A Linear Programming Framework for Free Disposal Hull Technologies and Cost Functions: Primal and Dual Models*, European Journal of Operational Research, 168(2), pag. 340–344.