

Εκπαίδευση, Δια Βίου Μάθηση, Έρευνα και Τεχνολογική Ανάπτυξη, Καινοτομία και Οικονομία

Τόμ. 3 (2024)

Πρακτικά του 3ου Διεθνούς Επιστημονικού Συνεδρίου "Ελλάδα - Ευρώπη 2030: Εκπαίδευση, Έρευνα, Καινοτομία, Νέες Τεχνολογίες, Θεσμοί και Βιώσιμη Ανάπτυξη"



Μέτρηση της σχετικής Τεχνικής Αποδοτικότητας των Συστημάτων Ανώτατης Εκπαίδευσης των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης: Συγκριτική Αξιολόγηση, κατά τη χρονική περίοδο 2016 – 2020

Στυλιανός Μαργαρίτης, Κωνσταντίνος Τσαμαδιάς

doi: [10.12681/elrie.7186](https://doi.org/10.12681/elrie.7186)

Copyright © 2024, Στυλιανός Μαργαρίτης, Κωνσταντίνος Τσαμαδιάς



Άδεια χρήσης [Creative Commons Αναφορά 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Μέτρηση της σχετικής Τεχνικής Αποδοτικότητας των Συστημάτων Ανώτατης Εκπαίδευσης των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης:

Συγκριτική Αξιολόγηση, κατά τη χρονική περίοδο 2016 – 2020

Μαργαρίτης Στυλιανός¹, Τσαμαδιάς Κωνσταντίνος²
steliosmargaritis6@gmail.com, ctsamad@hua.gr

¹Μαθηματικός, MSc, PhD, Δ.Ε. ²Μαθηματικός, Οικονομολόγος, PhD, Ομότ. Καθηγητής, Χαρ. Πανεπιστημίου

Περίληψη

Η παρούσα ερευνητική εργασία εκτιμά τη σχετική τεχνική αποδοτικότητα των συστημάτων Ανώτατης Εκπαίδευσης (ΑΕ) των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης / ΕΕ, της Ευρωζώνης / ΕΖ και άλλων επιλεγμένων ομάδων χωρών, κάνοντας χρήση 3 εισροών και 5 εκροών, με Προσανατολισμό τις Εκροές και την υπόθεση των Μεταβλητών Αποδόσεων Κλίμακας, καθώς και των μέσων ρυθμών μεταβολής της, κατά τη χρονική περίοδο 2016-2020. Τα ευρήματα της εμπειρικής ανάλυσης αποκαλύπτουν ότι η μέση επίδοση των συστημάτων ΑΕ των χωρών της ΕΕ ως προς την ΤΕ-ΟΟ είναι 0,892 με εύρος μεταβολής 0,479 και μέσο ρυθμό μεταβολής 0,05 με εύρος μεταβολής 51,30. Η μέση τιμή της ΤΕ-ΟΟ των συστημάτων ΑΕ των χωρών της ΕΖ είναι 0,899 με εύρος μεταβολής 0,479 και μέσο ρυθμό μεταβολής 0,07 με εύρος μεταβολής 51,30. Δηλαδή, τα συστήματα ΑΕ των χωρών της ΕΖ είχαν υψηλότερη μέση επίδοση.

Λέξεις κλειδιά: Αποδοτικότητα, Ανώτατη, Εκπαίδευση, Αξιολόγηση.

Abstract

This research paper assesses the relative technical efficiency of the Higher Education (HE) systems of the countries of the European Union / EE, the Eurozone / EZ and other selected groups of countries, making use of 3 inputs and 5 outputs, with Output Orientation and the hypothesis of Variable Returns of Scale, as well as its average rates of change, during the period 2016-2020. The findings of the empirical analysis reveal that the average performance of EU countries' HE systems in terms of TE-OO is 0.892 with a range of variation of 0.479 and an average rate of change of 0.05 with a range of variation of 51.30. The average value of TE-OO of the EA systems of the EZ countries is 0.899 with a range of change of 0.479 and an average rate of change of 0.07 with a range of change of 51.30. That is, the EA systems of the EE countries had a higher average performance.

Keywords: Efficiency, Higher Education, Evaluation.

1. Εισαγωγή

Το σύστημα της Ανώτατης Εκπαίδευσης /AE (Higher Education) της κάθε χώρας συγκροτείται από τα Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματά της. Τα Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα (AEI)έχουν ως αποστολή:

- α. τη διδασκαλία της επιστημονικής γνώσης
- β. την έρευνα και
- γ. την επιστημονική παραγωγικότητα και την κοινωνικοοικονομική αλληλεπίδραση με μη ακαδημαϊκά περιβάλλοντα.

Το κάθε σύστημα για να πετύχει την αποστολή του αναλώνει πόρους της οικονομίας, από τους περιορισμένους και ανταγωνιστικά διεκδικούμενους.Αυτούς τους πόρους – εισροές, τους μετασχηματίζει σε εκροές με τις οποίες προσπαθεί να ανταποκριθεί βέλτιστα στην αποστολή του. Οφείλει δηλαδή, να επιδιώκει, δεδομένων των ποσοτήτων των εκροών, να χρησιμοποιεί τις ελάχιστες ποσότητες των εισροών ή/και δεδομένων των ποσοτήτων των εισροών, να επιτυγχάνει τις μέγιστες ποσότητες των εκροών. Συνεπώς, εκτός από τις ποσότητες των χρησιμοποιούμενων εισροών, μεγάλη σημασία έχει και η χρήση-αξιοποίησή τους. Η αποδοτική χρήση τους εκτιμάται με τη μέτρηση της σχετικής Τεχνικής Αποδοτικότητας / TA (Technical Efficiency / TE).Η διεθνής βιβλιογραφία, τις τέσσερις τελευταίες δεκαετίες, εμπεριέχει μεγάλο αριθμό εμπειρικών ερευνητικών εργασιών μέτρησης της τεχνικής αποδοτικότητας, ομοιογενών συστημάτων παραγωγής σε διάφορα πεδία του πραγματικού κόσμου. Η μέτρηση των σχετικών τεχνικών αποδοτικότητας των ομοιογενών συστημάτων παραγωγής (αποκαλούνται Μονάδες Λήψης Απόφασης / ΜΛΑ –Decision Making Units / DMUs), γίνεται με τις μεθόδους: Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων / ΠΑΔ (Data Envelopment Analysis / DEA) και Στοχαστική Συνοριακή Ανάλυση / ΣΣΑ (Stochastic Frontier Analysis / SFA). Η DEA είναι ντετερμινιστική και μη-παραμετρική τεχνική, ενώ η SFA είναι στοχαστική και παραμετρική. Αμφότερες έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η πλέον χρησιμοποιούμενη είναι η DEA.

Αρκετές εργασίες αφορούν και στο πεδίο της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Εξ αυτών, ελάχιστες, αφορούν στη συγκριτική αξιολόγηση ως προς την τεχνική αποδοτικότητα των Ελληνικών AEI.

Η παρούσα εργασία έχει στόχο τη μέτρηση των σχετικών τεχνικών αποδοτικότητας συστημάτων της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης των χωρών της ΕΕ,

κατά την περίοδο: 2016 - 2020. Η εμπειρική ανάλυση γίνεται με χρήση της μεθόδου DEA με τρεις εισροές και πέντε εκροές, με Προσανατολισμό στις Εκροές (Output Oriented / OO). Μετράται η σχετική Τεχνική Αποδοτικότητα [Technical Efficiency (TE)], με την υπόθεση των Μεταβλητών Αποδόσεων Κλίμακας (Variable Returns of Scale / VRS).

Η ερευνητική αυτή εργασία αποτελεί προσπάθεια συγκριτικής αξιολόγησης της τεχνικής αποδοτικότητας με προσανατολισμό στις εκροές των συστημάτων ΑΕ των χωρών της ΕΕ, καθώς και επιλεγμένων ομάδων χωρών και αυτή είναι η κύρια συμβολή της στη διεθνή βιβλιογραφία

Προσδοκάται ότι τα αποτελέσματα της εργασίας θα προσφέρουν βαθύτερη κατανόηση της αποδοτικότητας των συστημάτων της Τ.Ε των χωρών της ΕΕ, κατά την εξεταζόμενη χρονική περίοδο 2016-2020 και μπορεί να αποβούν χρήσιμα στους λήπτες των σχετικών πολιτικών αποφάσεων. Το υπόλοιπο της εργασίας δομείται ως ακολούθως: στην ενότητα 2, παρουσιάζεται συνοπτικά επισκόπηση της θεωρητικής και εμπειρικής βιβλιογραφίας. Στην ενότητα 3 παρουσιάζεται η εμπειρική ανάλυση, και ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων. Στην ενότητα 4 συνοψίζονται τα συμπεράσματα και συστάσεις στην εφαρμοσμένη πολιτική.

2. Επισκόπηση της Βιβλιογραφίας

Θεωρητικό πλαίσιο

Ως Τεχνική Αποδοτικότητα ενός συστήματος παραγωγής ορίζεται, ο λόγος των παρατηρούμενων εκροών προς τις μέγιστες δυνητικές εκροές με δεδομένες τις ποσότητες των εισροών και ως ο λόγος των ελάχιστων δυνητικών εισροών προς τις παρατηρούμενες εισροές για την παραγωγή δεδομένων ποσοτήτων εκροών. Δηλαδή, η τεχνική αποδοτικότητα αναφέρεται στην ικανότητα μιας παραγωγικής μονάδας να λειτουργεί (ή όχι) στο όριο των αντικειμενικών δυνατοτήτων της τεχνολογίας παραγωγής που χρησιμοποιεί.

Στο πεδίο της εκπαίδευσης, ένα ΑΕΙ θεωρείται ότι είναι τεχνικά αποδοτικό όταν μεγιστοποιεί τις εκροές του με δεδομένες εισροές ή ελαχιστοποιεί τις εισροές του όταν οι εκροές είναι δεδομένες.

Πρώτος, ο Farrell (1957) έθεσε τα θεμέλια για την μέτρηση της αποδοτικότητας. Η μέθοδος DEA, στηρίζεται στον γραμμικό προγραμματισμό. Ο όρος χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τους Charnes, Cooper and Rhodes (1978).

Θεωρεί, τα συστήματα παραγωγής που καταναλώνουν εισροές (πόρους) και παράγουν ένα σύνολο εκροών, ως «Μονάδες Λήψης Απόφασης». Οι εισροές και οι εκροές μπορεί να είναι περισσότερες της μιας, ποικιλόμορφες και μετρήσιμες σε διαφορετικές μονάδες. Στο πλαίσιο ενός συνόλου DMUs, όλες θεωρούνται ότι καταναλώνουν τις ίδιες εισροές παράγουν τις ίδιες εκροές (μονάδες ομοιογενείς) και διαφέρουν μόνο οι τιμές τους. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου προκύπτει ένα «περικλείον όριο», το όριο των παραγωγικών δυνατοτήτων. Όλα τα σημεία δεδομένων που έχουν ως συντεταγμένες τα μεγέθη εισροών –εκροών κάθε DMU, βρίσκονται εσωτερικά αυτού του ορίου ή επάνω σε αυτό. Κάποιες από τις DMUs, θα λαμβάνονται εκ των πραγμάτων ως πλήρως αποδοτικές. Αυτές οι DMUs καλούνται «οριοθέτες», ακριβώς επειδή ορίζουν το εμπειρικό όριο των παραγωγικών δυνατοτήτων. Με βάση τον προσδιορισμό αυτού του ορίου υπολογίζεται η τεχνική αποδοτικότητα των υπολοίπων DMUs. Η μέθοδος εκτιμά τις απαιτούμενες αλλαγές και προσαρμογές στις εισροές και στις εκροές μιας μη αποδοτικής μονάδας (αποδοτικότητα < 1) προκειμένου αυτή να φθάσει επάνω στο όριο των άριστα δραστηριοποιούμενων μονάδων (αποδοτικότητα = 1). Στοχεύει να φέρει τις μονάδες επάνω στο ανώτατο όριο αποδοτικότητας. Η μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας μιας μη αποδοτικής μονάδας επιτυγχάνεται με την εύρεση ενός βέλτιστου συνδυασμού εισροών και εκροών (προσανατολισμός στη βάση). Οι Banker, Charnes and Cooper (1984) οι οποίοι πρότειναν ένα υπόδειγμα Μεταβλητών Αποδόσεων Κλίμακας (Variable Returns of Scale / (VRS) (Coelli et al., 2005), που είναι γνωστό και ως υπόδειγμα BCC από τα αρχικά των επινοητών του.

Κατά την εφαρμογή της DEA λαμβάνονται υπόψη:

α. ότι ο αριθμός n των DMUs, των εισροών m και των εκροών s , οφείλουν να ικανοποιούν τη σχέση: $n \geq \max \{m \cdot s, 3 \cdot (m + s)\}$, που αποτελεί αναγκαία συνθήκη, όχι μόνο για να είναι εφικτή η εκτέλεση της ανάλυσης αλλά και για να θεωρούνται τα αποτελέσματα αξιόπιστα (Cooper et al., 2007).

β. Η χρήση μεταβλητών που παρουσιάζουν υψηλή συσχέτιση πρέπει να αποφεύγεται (Badri Mohaidat & Mourad, 2014).

γ. Ο βαθμός της τεχνικής αποδοτικότητας υπολογίζεται σε σχέση με τις καλύτερες DMUs του εξεταζόμενου δείγματος. Επομένως, η εισαγωγή στο δείγμα μιας επιπλέον DMU με υψηλή απόδοση ενδέχεται να οδηγήσει σε μείωση της βαθμού

TE ορισμένων DMUs. Δηλαδή, η αποδοτικότητα των DMUs δεν αυξάνεται καθώς μεγαλώνει το μέγεθος του δείγματος των εξεταζόμενων DMUs (Coellietal., 2005).

δ. Η αποδοτικότητα ως μέγεθος εξαρτάται και από τον αριθμό των εισροών και εκροών που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση. Καθώς αυξάνεται ο αριθμός τους, θα αναμένουμε να αυξάνεται και η αποδοτικότητα των DMUs ή να παραμένει τουλάχιστον ίδια (Subhash, 2004). Η DEA αν και παρουσιάζει ευαισθησία στην επιλογή των εισροών και εκροών, δεν κατευθύνει στην επιλογή τους (επιλέγονται κάθε φορά από τους ερευνητές) (Nataraja& Johnson, 2011).

ε. Η DEA έχει δύο δυνατότητες:

i. προσανατολισμένη στη μείωση των ποσοτήτων των εισροών δεδομένου του επιπέδου των εκροών (Input Oriented model) και

ii. προσανατολισμένη στην αύξηση των ποσοτήτων των εκροών δεδομένου του επιπέδου των εισροών (Output Oriented model).

Για κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις υπάρχουν κατάλληλα Μαθηματικά Υποδείγματα (Coellietal, 2005). Τα υποδείγματα υπολογισμού της TE ως προς τις εισροές, και ως προς τις εκροές, εκτιμούν το ίδιο ακριβώς όριο παραγωγικών δυνατοτήτων, δηλαδή, χρησιμοποιούν τις ίδιες ακριβώς DMUs ως οριοθέτες. Μόνο οι τιμές του βαθμού της TE των μη αποδοτικών DMUs διαφέρουν (Coelli etal.,2005).

στ. Κριτικές της μεθοδολογίας παρουσιάζονται από τους Seiford και Thrall (1990), τον Lovell (1993), τους AliandSeiford (1993), τους Lovelletal. (1994) και τονSeiford (1996).

Το Μοντέλο που χρησιμοποιεί η εργασία είναι εκείνο με προσανατολισμό στις εκροές (TE-OO), με την υπόθεση των μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας (VRS) (Bankeretal., 1984). Προκύπτει από το παρακάτω πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού:

$$\max \varphi_k + \varepsilon \sum_{r=1}^s s_r + \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i$$

$$\text{s.t. } \varphi_k y_{rk} - \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r = 0, r = 1, 2, \dots, s,$$

$$x_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - s_i = 0, i = 1, 2, \dots, m,$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j, s_j, s_i \geq 0; j = 1, 2, \dots, n, r = 1, 2, \dots, s, i = 1, 2, \dots, m,$$

όπου s είναι ο αριθμός των εκροών και m ο αριθμός των εισροών, y_{rk} είναι η ποσότητα εκροής r που χρησιμοποιείται από τη μονάδα k , x_{ik} είναι η ποσότητα εισροής i που χρησιμοποιείται από κάθε μονάδα k , s_i και s_r είναι τα slacks με προσανατολισμό στις εκροές και τις εισροές αντίστοιχα. Η αποδοτικότητα της μονάδας k μετριέται με $\frac{1}{\varphi_k}$; Η μονάδα k είναι αποδοτική εάν η βαθμολογία αποδοτικότητας είναι ίση με 1.

Εμπειρικές Μελέτες

Η εμπειρική βιβλιογραφία περιλαμβάνει αριθμό εργασιών για τα τριτοβάθμια ιδρύματα χωρών (Johnes, 2008; Agasiti και DalBianco, 2009; Joanna Wolszczak-Derlacz & Aleksandra Parteka, 2011; Jamil Salmi & Roberta Malee Bassett, 2014; Geraint Johnes & Kaoru Tone, 2016; Joanna Wolszczak-Derlacz, 2017; Tommaso Agasisti, 2017; Andreea - Alice Cristu, 2017; Lilia Yotova, Kristina Stefanova, 2017; Ozana Nadoveza Jelic & Margareta Garduan Kedzo, 2018; Hui Jin et al., 2019; Kristina Stefanova & Nikolay Velichkov, 2020; Prabhat Ranjan & Sanjeet Singh, 2021; Marius Sorin Dinca et al., 2021; Marco Marto et al., 2022).

Ο αριθμός των δημοσιευμένων σχετικών εργασιών για την Ελλάδα είναι περιορισμένος (Katharaki & Katharakis, 2010; Giannias & Sfakianaki, 2011; Tsamadias & Kyratzi, 2014; Kyratzi, et al, 2015).

Μικρότερος είναι ο αριθμός των εργασιών που αναφέρονται σε σχολικές μονάδες ΔΕ της Ελλάδας ή Περιφερειών της (Maragos & Despotis, 2003; Στεργίου, 2017; Sotiriadis et al, 2018; Margaritis et al, 2022; Μαργαρίτης, 2022).

3. Εμπειρική Ανάλυση

Η εργασία, μετρά την Τεχνική Αποδοτικότητα με προσανατολισμό στις Εκροές (TE-OO) των συστημάτων της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης (ομοιογενείς μονάδες), των χωρών της ΕΕ, κατά τα έτη 2016, 2018 και 2020.

Για τη μέτρηση αυτή χρησιμοποιείται η μέθοδος DEA και το λογισμικό DEAP Version 2.1 (Coelli, 1996).

3.1 Μεταβλητές, Δεδομένα, Πηγές και Περιγραφική Στατιστική

Για κάθε χώρα ορίζονται οι μεταβλητές:

Εισροές:

X₁: Δαπάνες για την Τριτοβάθμια Εκπαίδευση (ως% του ΑΕΠ) (*expendituresintertiary education, percentage of GDP*),

X₂: Ακαθάριστο ποσοστό εγγεγραμμένων φοιτητών στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση(*studentsenrolledintertiary education*)(Ακαθάριστο ποσοστό εγγραφής είναι η αναλογία των συνολικών εγγραφών, ανεξαρτήτως ηλικίας, προς τον πληθυσμό της ηλικιακής ομάδας που αντιστοιχεί επίσημα στο επίπεδο εκπαίδευσης που εμφανίζεται) και

X₃:ΑναλογίαΦοιτητών–ΚαθηγητώνστηνΤριτοβάθμιαΕκπαίδευση(*students-teachersratiointertiaryeducation*),

Εκροές:

Y₁:ΑπόφοιτοιτηςΤριτοβάθμιαςΕκπαίδευσηςανά 1.000 κατοίκους, ηλικίας 20-29(*graduatesintertiaryeducation, per 1000 ofpopulation, aged 20-29*),

Y₂: Διεθνείς Επιστημονικές Δημοσιεύσεις ανά 1.000.000 κατοίκους (*Internationalscientificco-publicationspermillionpopulation*),

Y₃:Δημοσιεύσεις με τις περισσότερες αναφορές(*Scientificpublicationsamongthetop-10% mostcited publications worldwideas percentage of total scientific publications of the country*),

Y₄: Απόφοιτοι Διδάκτορες ανά 1.000 κατοίκους ηλικίας 25-34(*New Doctorate graduates per 1000 population aged 25-34*)και

Y₅: Αριθμός Πατεντών ανά 1 δις. Του ΑΕΠ (*PCTpatentapplications per billion GDPin PPS*).

Οι τιμές των μεταβλητών εμπεριέχονται στον Πίνακα 1 του Παραρτήματος. Πηγές άντλησης των στοιχείων είναι: Οι μεταβλητές X₁(Eurostat & EducationataGlance, OECD), X₂ (Worldbank), X₃, Y₁από την Eurostat, οι μεταβλητές Y₂, Y₃, Y₄, Y₅από την βάση δεδομένων Scoreboard.

Οι εξεταζόμενες χώρες έχουν ομαδοποιηθεί:

Πρώτον, με το θεσμικό κριτήριο,

Σε κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (**ΕΕ / 28**):Αυστρία, Βέλγιο, Κύπρος, Εσθονία, Φινλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ιρλανδία, Ιταλία, Λετονία, Λιθουανία, Λουξεμβούργο, Μάλτα, Ολλανδία, Πορτογαλία, Σλοβακία, Σλοβενία, Ισπανία, Βουλγαρία, Τσεχία, Δανία, Ουγγαρία, Νορβηγία, Πολωνία, Ρουμανία, Σουηδία, Ηνωμένο Βασίλειο και

σε κράτη - μέλη της Ευρωζώνης(**EZ / 19**): Αυστρία, Βέλγιο, Κύπρος, Εσθονία, Φινλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ιρλανδία, Ιταλία, Λετονία, Λιθουανία, Λουξεμβούργο, Μάλτα, Ολλανδία, Πορτογαλία, Σλοβακία, Σλοβενία, Ισπανία.

Δεύτερον, με το γεωγραφικό κριτήριο (Eurostat – Statistical Office of the European Communities) σε χώρες της Βόρειας ΕΕ (**B.EE / 11**): Αυστρία, Βέλγιο, Φινλανδία, Γερμανία, Ιρλανδία, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Δανία, Νορβηγία, Σουηδία, Ηνωμένο Βασίλειο,

σε χώρες της Κεντρικής ΕΕ (**K.EE/ 10**): Βουλγαρία, Τσεχία, Εσθονία, Ουγγαρία, Λετονία, Λιθουανία, Πολωνία, Ρουμανία, Σλοβακία, Σλοβενία και

σε χώρες της Νότιας ΕΕ (**N.EE/ 7**): Κύπρος, Γαλλία, Ελλάδα, Ιταλία, Μάλτα, Πορτογαλία, Ισπανία.

Στον Πίνακα 1 του παραρτήματος, εμφανίζονται οι τιμές των περιγραφικών στατιστικών μέτρων θέσης των μεταβλητών. Ο ακόλουθος Πίνακας 1 αναφέρει τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία (μέση τιμή και τυπική απόκλιση) των εισροών και των εκροών για τα εξεταζόμενα έτη.

Πίνακας 1: Μέτρα Περιγραφικής Στατιστικής των εισροών και των εκροών των συστημάτων ΑΕ των χωρών της ΕΕ, κατά τα έτη 2016, 2018 και 2020.

Μετ./Στατ.	Εισροές			Εκροές				
	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
2016								
M.T.	0,93	69,7	14,9	17,9	313,1	88,8	123,4	77,8
T.A.	0,39	19,2	6,6	6,2	187,3	36,8	64,1	37,6
2018								
M.T.	0,92	73,3	14,4	17,9	126,3	80,8	81,5	75,0
T.A.	0,38	21,1	7,6	6,1	72,9	38,7	41,8	66,5
2020								
M.T.	0,97	77,1	14,7	18,9	114,2	92,5	91,8	83,7
T.A.	0,38	21,96	7,86	6,9	44,3	39,5	49,5	75,6

Πηγή: Υπολογισμοί από τους συγγραφείς

Τα ευρήματα που εμπεριέχονται στον Πίνακα 1 δείχνουν ότι, για τις μεταβλητές X_1 , X_2 , X_3 και Y_1 παρατηρείται μια αύξηση της μέσης τιμής για τα εξεταζόμενα έτη, ενώ για την μεταβλητή Y_2 μια μείωση για τα εξεταζόμενα έτη και τέλος για τις μεταβλητές Y_3 , Y_4 και Y_5 παρατηρείται μια αυξομείωση της μέσης τιμής για τα εξεταζόμενα έτη. Η τυπική απόκλιση των τιμών, είναι για όλες τις μεταβλητές πολύ μεγάλη.

Ο Πίνακας 2 αναφέρει την μέση τιμή των εισροών και των εκροών για τις ομάδες χωρών για τα εξεταζόμενα έτη.

Πίνακας 2: Μέση Τιμή των εισροών και των εκροών για τις ομάδες χωρών κατά τα έτη 2016, 2018 και 2020.

	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
Μ.Τ.								
ΕΕ	0,94	73,4	14,7	18,2	182,8	87,4	98,9	77,2
ΕΖ	1,77	90,8	18,0	24,9	296	126	158	207,9
Β.ΕΕ	1,10	73,6	14,7	19,6	279	129,6	138,9	133
Κ.ΕΕ	0,87	66,6	15,3	17,0	100	48	70	33,8
Ν.ΕΕ	0,70	81,7	13,8	17,6	149	90,4	77,5	51,7

Πηγή: Υπολογισμοί από τους Συγγραφείς

Τα ευρήματα που εμπεριέχονται στον Πίνακα 2 αποκαλύπτουν ότι, η μέση τιμή των δαπανών για την Τριτοβάθμια Εκπαίδευση, στο σύνολο των χωρών της ΕΕ είναι 0,94% του ΑΕΠ. Την μεγαλύτερη μέση τιμή παρουσιάζει η ομάδα των χωρών της Β.ΕΕ και την μικρότερη της Ν.ΕΕ. Για την Ελλάδα η μέση τιμή είναι: 0,93% του ΑΕΠ.

Η μέση τιμή των «ακαθάριστων» εγγεγραμμένων φοιτητών είναι 73,4. Την μεγαλύτερη μέση τιμή παρουσιάζει η ΕΖ και την μικρότερη η Κ.ΕΕ. Για την Ελλάδα η μέση τιμή είναι: 141,8.

Η μέση τιμή της αναλογίας φοιτητών – καθηγητών είναι 14,7. Την μεγαλύτερη μέση τιμή παρουσιάζει η ΕΖ και την μικρότερη η Β.ΕΕ. Για την Ελλάδα η μέση τιμή είναι: 19,6 που προφανώς επιβαρύνεται από τον υψηλό αριθμό «λιμναζόντων» φοιτητών.

Η μέση τιμή των αποφοιτησάντων από την Τριτοβάθμια Εκπαίδευση (ανά 1.000 κατοίκους, ηλικίας 20-29) είναι 18,2. Την μεγαλύτερη μέση τιμή παρουσιάζει η

ΕΖ και την μικρότερη η Κ.ΕΕ. Για την Ελλάδα η μέση τιμή είναι: 17,2 που προφανώς επιβαρύνεται από τον υψηλό αριθμό «λιμναζόντων» φοιτητών.

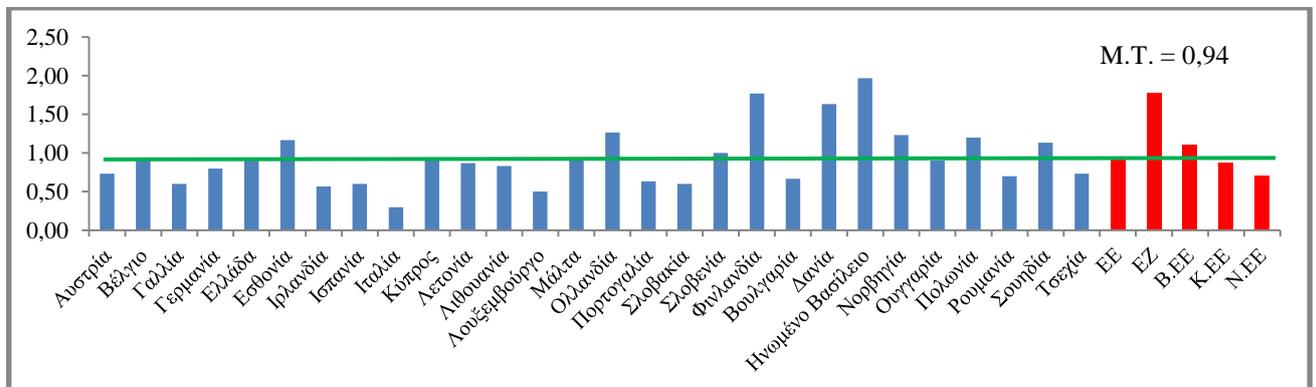
Η μέση τιμή των δημοσιεύσεων (ανά 1 εκ. κατοίκους) είναι 182,8. Την μεγαλύτερη μέση τιμή παρουσιάζει η ΕΖ και την μικρότερη η Κ.ΕΕ. Για την Ελλάδα η μέση τιμή είναι: 116,5.

Η μέση τιμή των δημοσιεύσεων με τις περισσότερες αναφορές είναι 87,4. Την μεγαλύτερη μέση τιμή παρουσιάζει η Β.ΕΕ και την μικρότερη η Κ.ΕΕ. Για την Ελλάδα η μέση τιμή είναι: 83,8.

Η μέση τιμή των αποφοίτων διδασκτόρων (ανά 1000 κατοίκους ηλικίας 25-34) είναι 98,9. Την μεγαλύτερη μέση τιμή παρουσιάζει η ΕΖ και την μικρότερη η Κ.ΕΕ. Για την Ελλάδα η μέση τιμή είναι: 63.

Η μέση τιμή των πατεντών (ανά 1 δις του ΑΕΠ), στο σύνολο είναι 77,2. Την μεγαλύτερη μέση τιμή παρουσιάζει η ΕΖ και την μικρότερη η Κ.ΕΕ. Για την Ελλάδα η μέση τιμή είναι: 24,5.

Το Διάγραμμα 1 παρουσιάζει τις μέσες τιμές για δαπάνες για την ΑΕ ως ποσοστό του ΑΕΠ στις χώρες της ΕΕ, για τα έτη 2016-2018-2020.

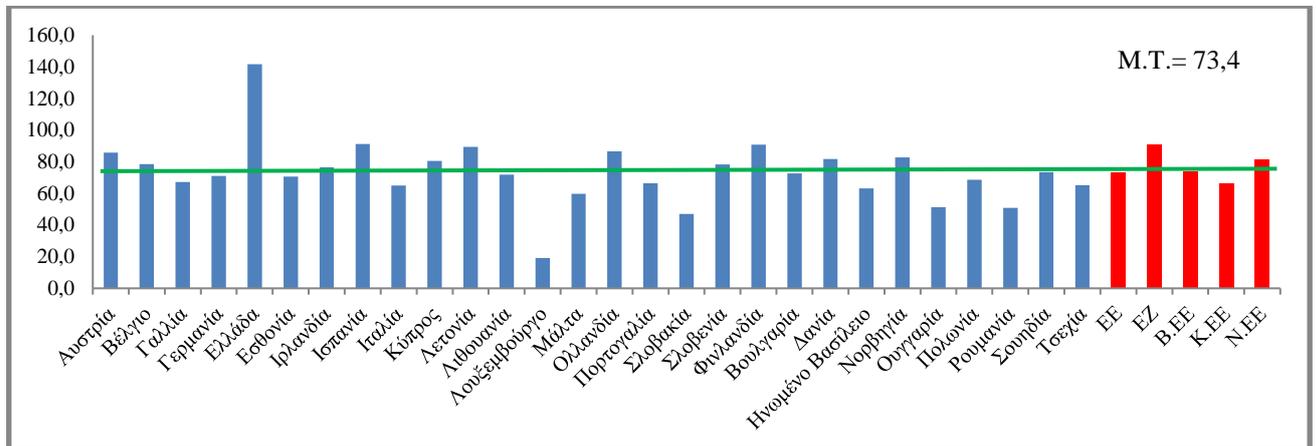


Διάγραμμα 1: Μέση τιμή των Ετήσιων Δαπανών (ως % του ΑΕΠ) για την ΑΕ στις χώρες της ΕΕ, για τα έτη 2016-2018-2020.

Το Διάγραμμα 1 αποκαλύπτει ότι η μέση τιμή για τις ετήσιες δαπάνες για Ανώτατη Εκπαίδευση στις χώρες της ΕΕ για τα έτη 2016-2018-2020 ήταν 0,94% του ΑΕΠ. Εννέα χώρες παρουσιάζουν δαπάνες πάνω από το μέσο όρο: Εσθονία, Ολλανδία, Σλοβενία, Φινλανδία, Δανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Νορβηγία, Πολωνία και Σουηδία. Οι υπόλοιπες χώρες παρουσιάζουν δαπάνες κάτω από τον μέσο όρο. Η Ελλάδα παρουσιάζει δαπάνες για ΑΕ, κάτω από το μέσο όρο της ΕΕ. Η Β.ΕΕ και η

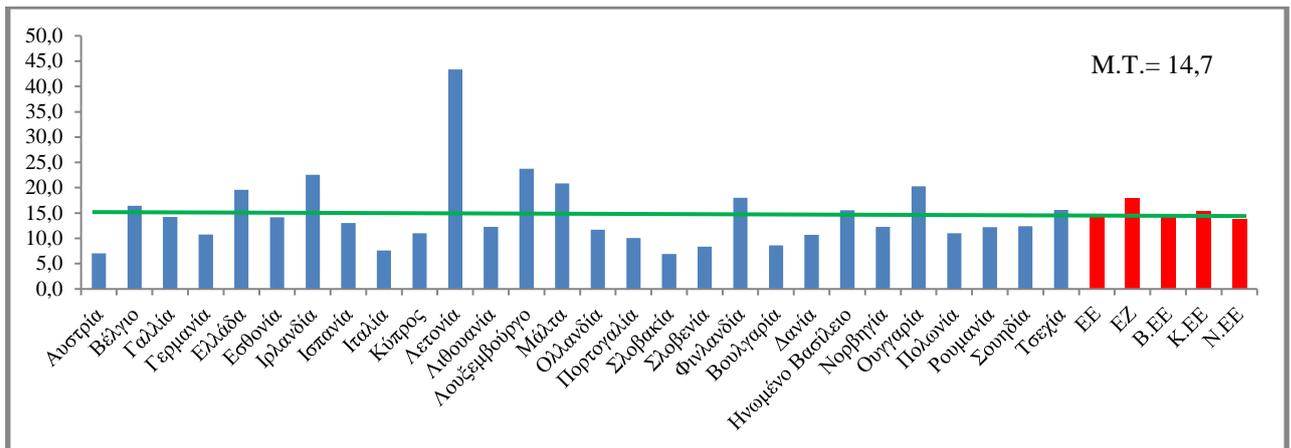
ΕΖ παρουσιάζουν δαπάνες πάνω από το μέσο όρο, ενώ οι Κ.ΕΕ και Ν.ΕΕ παρουσιάζουν δαπάνες κάτω από το μέσο όρο.

Το Διάγραμμα 2 παρουσιάζει τις μέσες τιμές του ποσοστού (%) των «ακαθαρίστων» εγγεγραμμένων φοιτητών στα συστήματα ΑΕ των χωρών της ΕΕ, ως ακαθάριστο ποσοστό εγγεγραμμένων, για τα έτη 2016-2018-2020.



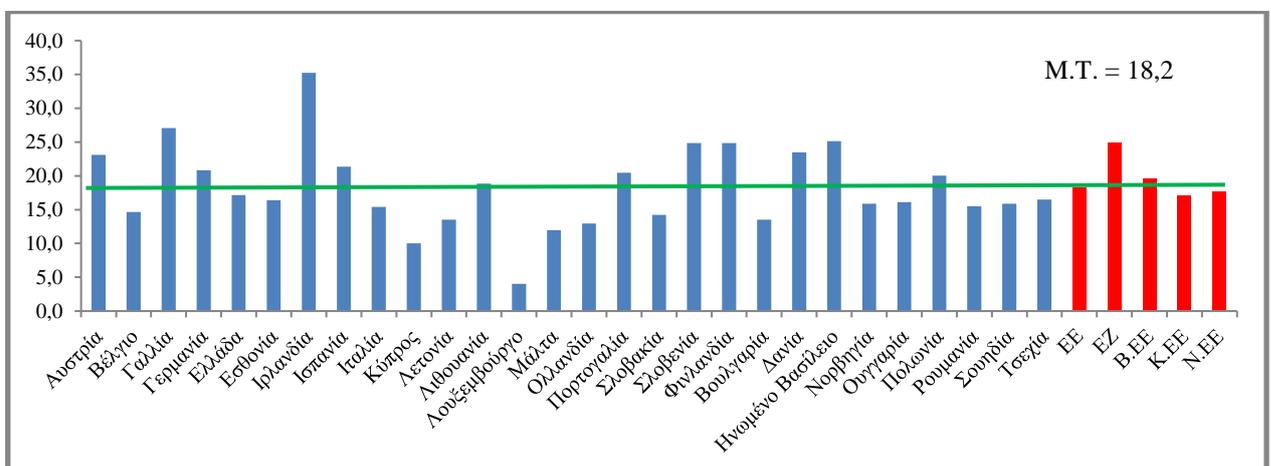
Διάγραμμα 2: Μέση τιμή του ποσοστού (%) των «ακαθαρίστων» εγγεγραμμένων φοιτητών, στα συστήματα ΑΕ των χωρών της ΕΕ, για τα έτη 2016-2018-2020.

Το Διάγραμμα 2 αποκαλύπτει ότι η μέση τιμή του ποσοστού (%) των «ακαθαρίστων» εγγεγραμμένων φοιτητών, στα συστήματα ΑΕ των χωρών της ΕΕ για τα έτη 2016-2018-2020 ήταν 73,4 % ακαθάριστο ποσοστό εγγραφής. Δεκαοκτώ χώρες παρουσιάζουν αριθμό «ακαθαρίστων» εγγεγραμμένων φοιτητών πάνω από το μέσο όρο: Αυστρία, Βέλγιο, Γερμανία, Ελλάδα, Εσθονία, Ιρλανδία, Ισπανία, Κύπρος, Λετονία, Λιθουανία, Ολλανδία, Σλοβενία, Φινλανδία, Βουλγαρία, Δανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Νορβηγία και Σουηδία. Οι υπόλοιπες χώρες παρουσιάζουν εγγεγραμμένους φοιτητές κάτω από τον μέσο όρο. Η Ελλάδα παρουσιάζει αριθμό εγγεγραμμένων φοιτητών πολύ πάνω από τον μέσο όρο της ΕΕ. Οι ΕΖ, Β.ΕΕ και Ν.ΕΕ παρουσιάζουν εγγεγραμμένους φοιτητές πάνω από το μέσο όρο, ενώ η Κ.ΕΕ κάτω από τον μέσο όρο. Το Διάγραμμα 3 παρουσιάζει τις μέσες τιμές της αναλογίας φοιτητών - καθηγητών στα συστήματα ΑΕ των χωρών της ΕΕ, για τα έτη 2016-2018-2020.



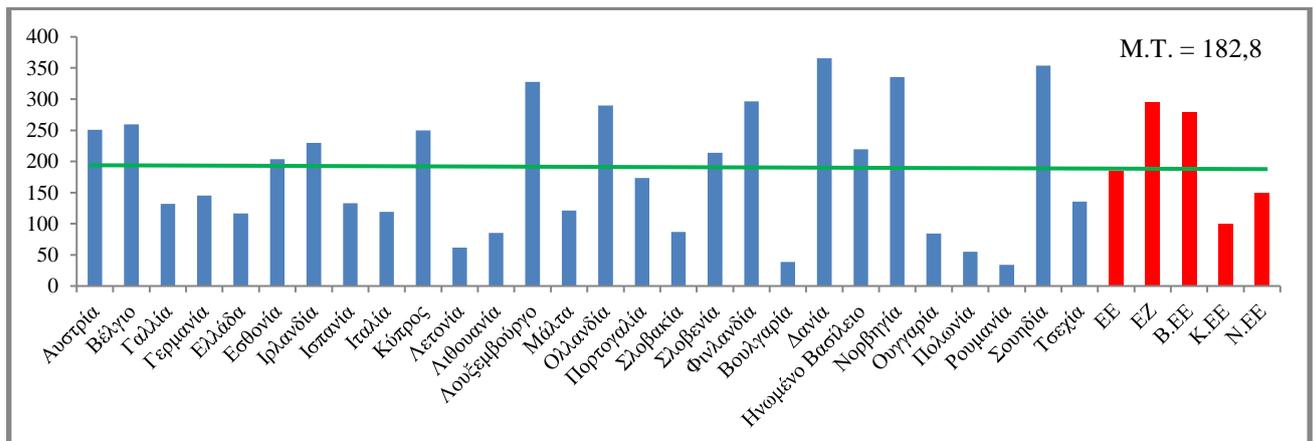
Διάγραμμα 3: Μέση τιμή της αναλογίας φοιτητών - καθηγητών, στα συστήματα ΑΕ των χωρών της ΕΕ, για τα έτη 2016-2018-2020.

Το Διάγραμμα 3 αποκαλύπτει ότι η μέση τιμή των αναλογίας φοιτητών - καθηγητών, στα συστήματα ΑΕ των χωρών της ΕΕ για τα έτη 2016-2018-2020 ήταν 14,7. Έντεκαχώρες παρουσιάζουν αριθμό καθηγητών πάνω από το μέσο όρο: Βέλγιο, Γαλλία, Ελλάδα, Ιρλανδία, Λετονία, Λουξεμβούργο, Μάλτα, Φινλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ουγγαρία και Τσεχία. Οι υπόλοιπες χώρες παρουσιάζουν μέση τιμή αναλογιών φοιτητών - καθηγητών κάτω από τον μέσο όρο. Η Ελλάδα παρουσιάζει μέση τιμή αναλογίας φοιτητών - καθηγητών αρκετά πάνω από τον μέσο όρο της ΕΕ. Οι ΕΖ, Β.ΕΕ και Κ.ΕΕ παρουσιάζουν μέση τιμή αναλογίας φοιτητών - καθηγητών πάνω από το μέσο όρο, ενώ η Ν.ΕΕ κάτω από το μέσο όρο. Το Διάγραμμα 4 παρουσιάζει τις μέσες τιμές των αποφοιτησάντων ανά 1.000 κατοίκους, ηλικίας 20-29, των χωρών της ΕΕ για τα έτη 2016-2018-2020.



Διάγραμμα 4: Μέση τιμή των αποφοιτησάντων από τα συστήματα ΑΕ (ανά 1.000 κατοίκους, ηλικίας 20-29), των χωρών της ΕΕ, για τα έτη 2016-2018-2020.

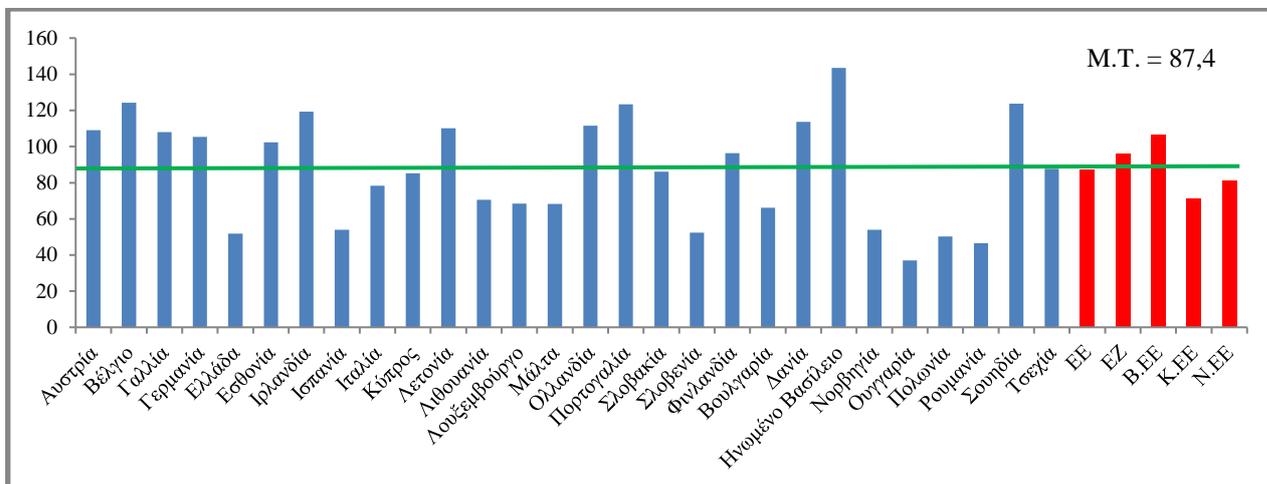
Το Διάγραμμα 4 αποκαλύπτει ότι η μέση τιμή των αποφοιτησάντων, από τα συστήματα ΑΕ (ανά 1000 κατοίκους, ηλικίας 20-29), των χωρών της ΕΕ για τα έτη 2016-2018-2020 ήταν 18,2. Δώδεκα χώρες παρουσιάζουν αριθμό αποφοιτησάντων πάνω από το μέσο όρο: Αυστρία, Γαλλία, Γερμανία, Ιρλανδία, Ισπανία, Λιθουανία, Πορτογαλία, Σλοβενία, Φινλανδία, Δανία, Ηνωμένο Βασίλειο και Πολωνία. Οι υπόλοιπες χώρες παρουσιάζουν αριθμό αποφοιτησάντων κάτω από τον μέσο όρο. Η Ελλάδα παρουσιάζει αριθμό αποφοιτησάντων από τα συστήματα της ΑΕ κάτω από το μέσο όρο της ΕΕ. Η Κ.ΕΕ και η Ν.ΕΕ παρουσιάζουν αριθμό αποφοιτησάντων κάτω από το μέσο όρο, ενώ η ΕΖ και η Β.ΕΕ πάνω από το μέσο όρο. Το Διάγραμμα 5 παρουσιάζει τις μέσες τιμές των δημοσιεύσεων, ανά 1 εκ. κατοίκους στα συστήματα της ΑΕ στις χώρες της ΕΕ, για τα έτη 2016-2018-2020.



Διάγραμμα 5: Μέση τιμή των δημοσιεύσεων (ανά 1 εκ. κατοίκους), στα συστήματα της ΑΕ στις χώρες της ΕΕ, για τα έτη 2016-2018-2020.

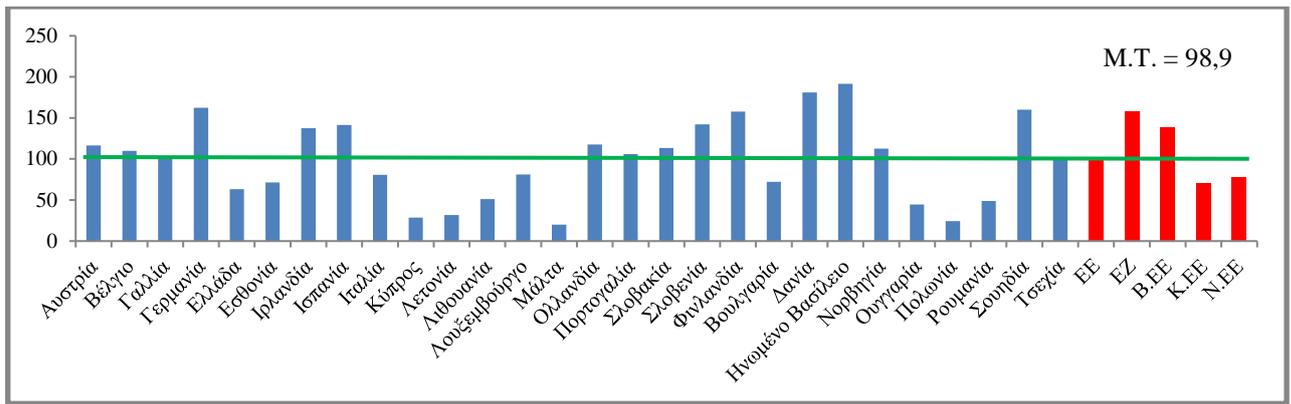
Το Διάγραμμα 5 αποκαλύπτει ότι η μέση τιμή των δημοσιεύσεων (ανά 1 εκ. κατοίκους), στα συστήματα της ΑΕ στις χώρες της ΕΕ, για τα έτη 2016-2018-2020 ήταν 182,8. Δεκατρείς χώρες παρουσιάζουν αριθμό δημοσιεύσεων πάνω από το μέσο όρο: Αυστρία, Βέλγιο, Εσθονία, Ιρλανδία, Κύπρος, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Σλοβενία, Φινλανδία, Δανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Νορβηγία και Σουηδία. Οι υπόλοιπες χώρες παρουσιάζουν αριθμό δημοσιεύσεων κάτω από τον μέσο όρο. Η Ελλάδα παρουσιάζει μέση τιμή δημοσιεύσεων κάτω από το μέσο όρο

της ΕΕ. Οι Κ.ΕΕ και Ν.ΕΕ παρουσιάζουν αριθμό δημοσιεύσεων κάτω από το μέσο όρο, ενώ η Β.ΕΕ και η ΕΖ πάνω από το μέσο όρο. Το Διάγραμμα 6 παρουσιάζει τις μέσες τιμές των δημοσιεύσεων με τις περισσότερες αναφορές, ως ποσοστό επί του συνόλου των δημοσιεύσεων της χώρας, για τα έτη 2016-2018-2020.



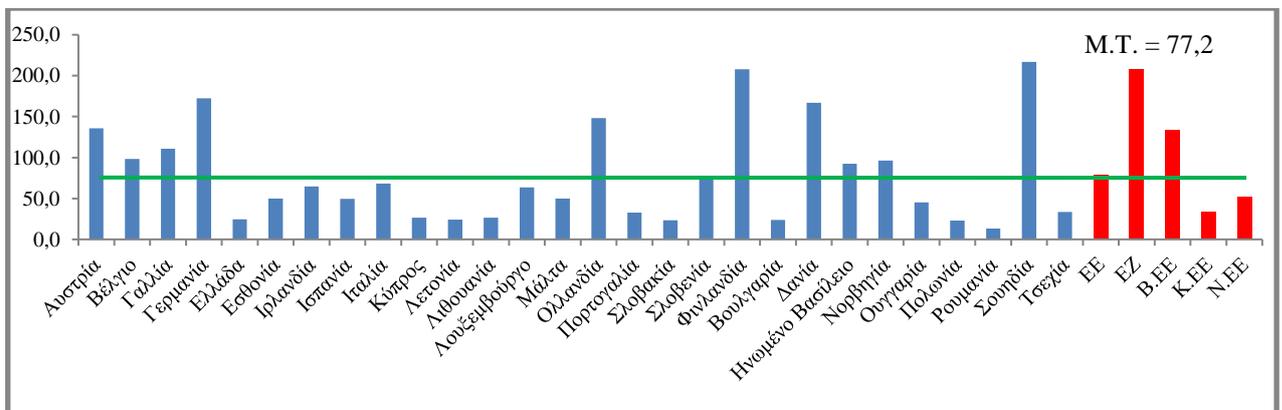
Διάγραμμα 6: Μέση τιμή των δημοσιεύσεων με τις περισσότερες αναφορές (ως ποσοστό επί του συνόλου των δημοσιεύσεων της χώρας), για τα έτη 2016-2018-2020.

Το Διάγραμμα 6 αποκαλύπτει ότι η μέση τιμή των δημοσιεύσεων, με τις περισσότερες αναφορές, (ως ποσοστό επί του συνόλου των δημοσιεύσεων της χώρας), για τα έτη 2016-2018-2020 ήταν 87,4. Δεκαπέντε χώρες παρουσιάζουν αριθμό δημοσιεύσεων με τις περισσότερες αναφορές πάνω από το μέσο όρο: Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ιρλανδία, Ισπανία, Ιταλία, Κύπρος, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Φινλανδία, Δανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Νορβηγία, Σουηδία. Οι υπόλοιπες χώρες παρουσιάζουν αριθμό δημοσιεύσεων με τις περισσότερες αναφορές κάτω από τον μέσο όρο. Η Ελλάδα παρουσιάζει μέση τιμή των δημοσιεύσεων με τις περισσότερες αναφορές κάτω από το μέσο όρο της ΕΕ. Οι Κ.ΕΕ παρουσιάζει αριθμό δημοσιεύσεων με τις περισσότερες αναφορές κάτω από το μέσο όρο, ενώ η Ν.ΕΕ, η Β.ΕΕ και η ΕΖ πάνω από το μέσο όρο. Το Διάγραμμα 7 παρουσιάζει τις μέσες τιμές των αποφοίτων διδακτόρων (ανά 1.000 κατοίκους ηλικίας 25-34), στις χώρες της ΕΕ, για τα έτη 2016-2018-2020.



Διάγραμμα 7: Μέση τιμή των αποφοίτων διδακτόρων (ανά 1.000 κατοίκους ηλικίας 25-34), στις χώρες της ΕΕ, για τα έτη 2016-2018-2020.

Το Διάγραμμα 7 αποκαλύπτει ότι η μέση τιμή των αποφοίτων διδακτόρων (ανά 1.000 κατοίκους ηλικίας 25-34), στις χώρες της ΕΕ, για τα έτη 2016-2018-2020 ήταν 98,9. Δεκαέξι χώρες παρουσιάζουν αριθμό αποφοίτων διδακτόρων πάνω από το μέσο όρο: Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ιρλανδία, Ισπανία, Ολλανδία, Πορτογαλία, Σλοβακία, Σλοβενία, Φινλανδία, Δανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Νορβηγία, Σουηδία και Τσεχία. Οι υπόλοιπες χώρες παρουσιάζουν αριθμό αποφοίτων διδακτόρων κάτω από τον μέσο όρο. Η Ελλάδα παρουσιάζει μέση τιμή αποφοίτων διδακτόρων κάτω από το μέσο όρο της ΕΕ. Οι Κ.ΕΕ και Ν.ΕΕ παρουσιάζουν αριθμό αποφοίτων διδακτόρων κάτω από το μέσο όρο, ενώ η Β.ΕΕ και η ΕΖ πάνω από το μέσο όρο. Το Διάγραμμα 8 παρουσιάζει τις μέσες τιμές των πατεντών, ανά 1 δις του ΑΕΠ, των συστημάτων ΑΕ για τις χώρες της ΕΕ, για τα έτη 2016-2018-2020.



Διάγραμμα 8: Μέση τιμή των πατεντών (ανά 1 δις του ΑΕΠ), των συστημάτων ΑΕ στις χώρες της ΕΕ, για τα έτη 2016-2018-2020.

Το Διάγραμμα 8 αποκαλύπτει ότι η μέση τιμή των πατεντών (ανά 1 δις του ΑΕΠ), των συστημάτων ΑΕ, στις χώρες της ΕΕ, για τα έτη 2016-2018-2020 ήταν 77,2. Δέκα χώρες παρουσιάζουν αριθμό πατεντών πάνω από το μέσο όρο: Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ολλανδία, Φινλανδία, Δανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Νορβηγία και Σουηδία. Οι υπόλοιπες χώρες παρουσιάζουν αριθμό πατεντών κάτω από τον μέσο όρο. Η Ελλάδα παρουσιάζει μέση τιμή του αριθμού των πατεντών πολύ κάτω από το μέσο όρο της ΕΕ. Οι ΕΖ, Κ.ΕΕ και Ν.ΕΕ παρουσιάζουν αριθμό πατεντών κάτω από το μέσο όρο, ενώ η Β.ΕΕ πάνω από το μέσο όρο.

3.2 Αποτελέσματα και Σχολιασμός

Στον Πίνακα 1, παρουσιάζονται οι μέσες τιμές TE-OO με την υπόθεση VRS και ο Μέσος Ρυθμός Μεταβολής.

Πίνακας 3: Μέσες τιμές των TE-OO και του Μέσου Ρυθμού μεταβολής, των Συστημάτων ΑΕ των χωρών της ΕΕ, κατά τα έτη 2016-2018-2020.

Χώρες	TE-OO, VRS		Μέσος Ρυθμός Μεταβολής(OO)	
	M.T.	R	M.T.	R
Αυστρία	1,000	1	0,00	8
Βέλγιο	0,954	3	-2,12	11
Γαλλία	1,000	1	0,00	8
Γερμανία	1,000	1	0,00	8
Ελλάδα	0,521	16	9,35	4
Εσθονία	0,806	11	-3,14	13
Ιρλανδία	1,000	1	0,00	8
Ισπανία	0,951	4	8,62	5
Ιταλία	1,000	1	0,00	8
Κύπρος	0,869	6	23,76	1
Λετονία	0,815	9	-27,54	18
			Πίνακας 3: Συνέχεια	
Λιθουανία	0,733	13	-0,59	10
Λουξεμβούργο	1,000	1	0,00	8
Μάλτα	0,635	15	-12,44	16
Ολλανδία	0,869	6	11,93	3
Πορτογαλία	1,000	1	-0,05	9
Σλοβακία	1,000	1	0,00	8
Σλοβενία	0,937	5	-6,51	15
Φινλανδία	1,000	1	0,00	8
Βουλγαρία	0,701	14	-17,86	17
Δανία	1,000	1	0,00	8
Ηνωμένο Βασίλειο	1,000	1	0,00	8
Νορβηγία	0,961	2	5,10	6
Ουγγαρία	0,747	12	19,99	2
Πολωνία	0,761	11	-5,76	14

Ρουμανία	0,841	8	-2,64	12
Σουηδία	1,000	1	0,00	8
Τσεχία	0,868	7	1,43	7
EE				
M. T.	0,892	3	0,05	4
Μέγιστη τιμή	1,000	-	23,76	-
Ελάχιστη τιμή	0,521	-	-27,54	-
Εύρος	0,479	-	51,30	-
EZ				
M. T.	0,899	2	0,07	3
Μέγιστη τιμή	1,000	-	23,76	-
Ελάχιστη τιμή	0,521	-	-27,54	-
Εύρος	0,479	-	51,30	-
B.EE				
M. T.	0,980	1	1,36	2
Μέγιστη τιμή	1,000	-	11,93	-
Ελάχιστη τιμή	0,869	-	-2,12	-
Εύρος	0,131	-	14,05	-
K.EE				
M. T.	0,821	5	-4,26	5
Μέγιστη τιμή	1,000	-	19,99	-
Ελάχιστη τιμή	0,701	-	-27,54	-
Εύρος	0,299	-	47,53	-
N.EE				
M. T.	0,854	4	4,18	1
Μέγιστη τιμή	1,000	-	23,76	-
Ελάχιστη τιμή	0,521	-	-12,44	-
Εύρος	0,479	-	36,20	-

Πηγή: Υπολογισμοί από τους συγγραφείς

Η μελέτη των ευρημάτων της εμπειρικής ανάλυσης που περιλαμβάνονται στον Πίνακα 3, αποκαλύπτει:

α. Οι τιμές της TE-OO κυμαίνονται στο διάστημα [0,521- 1,000]. Η μέση τιμή της TE-OO είναι 0,892. Αυτό το εύρημα δείχνει ότι, κατά μέσο όρο, τα συστήματα ΑΕ με σταθερές ποσότητες εισροών θα μπορούσαν να παράγουν (τουλάχιστον) 0,121 (12,1%) περισσότερες ποσότητες εκροών. Δηλαδή, διαπιστώνεται κατά μέσο όρο απώλεια εκροών 12,1%.

β. Τεχνικά αποδοτικά ως προς τις εκροές (TE-OO = 100,0%) κατά την εξεταζόμενη χρονική περίοδο είναι τα συστήματα TE των χωρών: Αυστρία, Γαλλία, Γερμανία, Δανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ιρλανδία, Ιταλία, Λουξεμβούργο, Πορτογαλία, Σλοβακία, Σουηδία, Φινλανδία.

γ. Η μέση επίδοση των χωρών της Ευρωζώνης (0,899) είναι υψηλότερη από την αντίστοιχη των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (0,892), ως προς τις εκροές. Τούτο σημαίνει ότι οι χώρες της EZ χάνουν μικρότερες ποσότητες εκροών δεδομένων των ποσοτήτων των εισροών.

δ. Τεχνικά αποδοτικές (TE) από το σύνολο των συστημάτων είναι το 42,9% (TE-OO=1). Τα συστήματα της TE των χωρών της ΕΕ, μπορούν να «παράγουν» τις ποσότητες των εκροών με τις ποσότητες των εισροών, χωρίς σπατάλη πόρων. Μπορούν να αξιοποιούνται από τις υπόλοιπες ως οριοθέτες.

ε. Η Ελλάδα έχει την χαμηλότερη επίδοση, με μέση τιμή της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου

TE-OO: 0,521. Αυτό το εύρημα δείχνει ότι, κατά μέσο όρο, με σταθερές ποσότητες εισροών θα μπορούσε να παράγει (τουλάχιστον) $1/0,521-1=0,919$ (91,9%) περισσότερες ποσότητες εκροών, ως προς τις παραγόμενες. Δηλαδή, διαπιστώνεται απώλεια εκροών 91,9%.

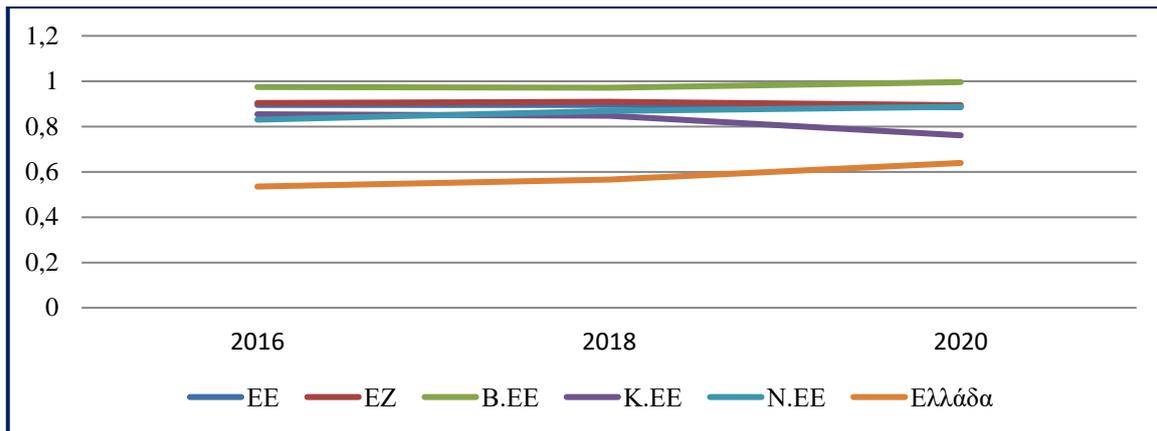
στ. Η μέση επίδοση των χωρών της Β.ΕΕ (0,980) είναι η υψηλότερη και η μέση επίδοση των χωρών της Κ.ΕΕ (0,821) είναι η χαμηλότερη μεταξύ των ομάδων.

ζ. Ο ρυθμός μεταβολής της TE-OO κυμαίνεται από -27,54 (Λετονία) έως 23,76 (Κύπρος). Η μέση τιμή είναι 0,05. Αυτό το εύρημα δείχνει ότι, κατά μέσο όρο, μικρή άνοδο στον ρυθμό μεταβολής. Οι χώρες (Ελλάδα, Ισπανία, Κύπρος, Ολλανδία, Νορβηγία, Ουγγαρία και Τσεχία) παρουσιάζουν μέση τιμή του ρυθμού μεταβολής πάνω από το μέσο όρο, ενώ οι (Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Εσθονία, Ιρλανδία, Ιταλία, Λετονία, Λιθουανία, Λουξεμβούργο, Μάλτα, Πορτογαλία, Σλοβακία, Σλοβενία, Φινλανδία, Βουλγαρία, Δανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Πολωνία, Ρουμανία και Σουηδία) κάτω από τον μέσο όρο.

η. Η Ελλάδα βρίσκεται στην 4^η θέση, με μέση τιμή ρυθμού μεταβολής: 9,35.

θ. Την μεγαλύτερη μέση τιμή του ρυθμού μεταβολής παρουσιάζει η Ν.ΕΕ και την μικρότερη η Κ.ΕΕ.

Στη συνέχεια, το Διάγραμμα 9 παρουσιάζει την μέση τιμή της TE-OO των συστημάτων της ΑΕ των χωρών της: ΕΕ, ΕΖ, Β.ΕΕ, Κ.ΕΕ, Ν.ΕΕ και της Ελλάδας κατά τα έτη 2016, 2018 & 2020.



Διάγραμμα 9. Μέση τιμή των TE-OO των συστημάτων της ΑΕ των χωρών της ΕΕ, ΕΖ, Β.ΕΕ, Κ.ΕΕ, Ν.ΕΕ & Ελλάδας, κατά τα έτη 2016, 2018 & 2020.

Το Διάγραμμα 9 δείχνει ότι η μέση τιμή της TE-OO των συστημάτων της ΑΕ της Β.ΕΕ, ΕΖ, ΕΕ και Ν.ΕΕ κατά τα έτη 2016, 2018 & 2020 δεν παρουσιάζει σημαντική μεταβολή. Αντίθετα η μέση τιμή της TE-OO των συστημάτων της ΑΕ της Κ.ΕΕ παρουσιάζει μετά το 2018 μια κάμψη και η μέση τιμή της TE-OO των συστημάτων της ΑΕ της Ελλάδας παρουσιάζει μια συνεχόμενη ανοδική πορεία.

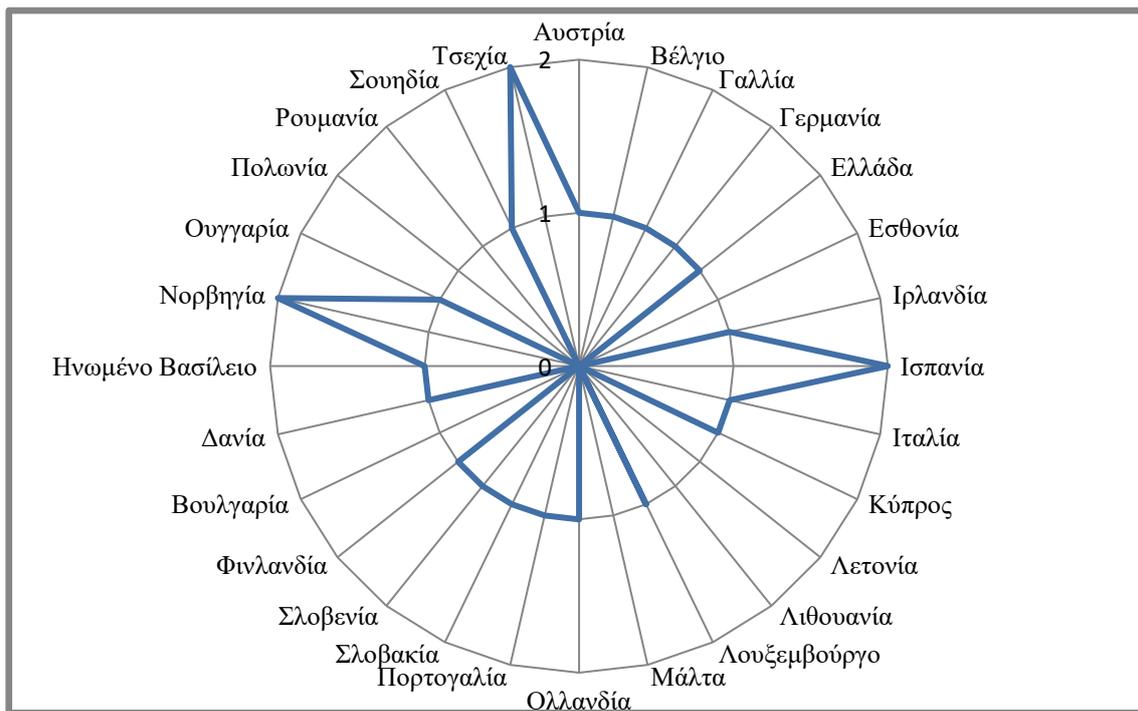
Για τη συγκριτική αξιολόγηση των συστημάτων της ΑΕ των χωρών της ΕΕ, χρησιμοποιούνται οι μέσες τιμές κατά την εξεταζόμενη χρονική περίοδο,

(α) της TE-OO και

(β) του ρυθμού μεταβολής της TE - OO.

Ως κρίσιμες τιμές λαμβάνονται οι αντίστοιχες μέσες τιμές των συστημάτων ΑΕ όλων των χωρών. Το σύστημα ΑΕ μιας χώρας ικανοποιεί ένα κριτήριο όταν η μέση τιμή της είναι υψηλότερη από την αντίστοιχη κρίσιμη τιμή.

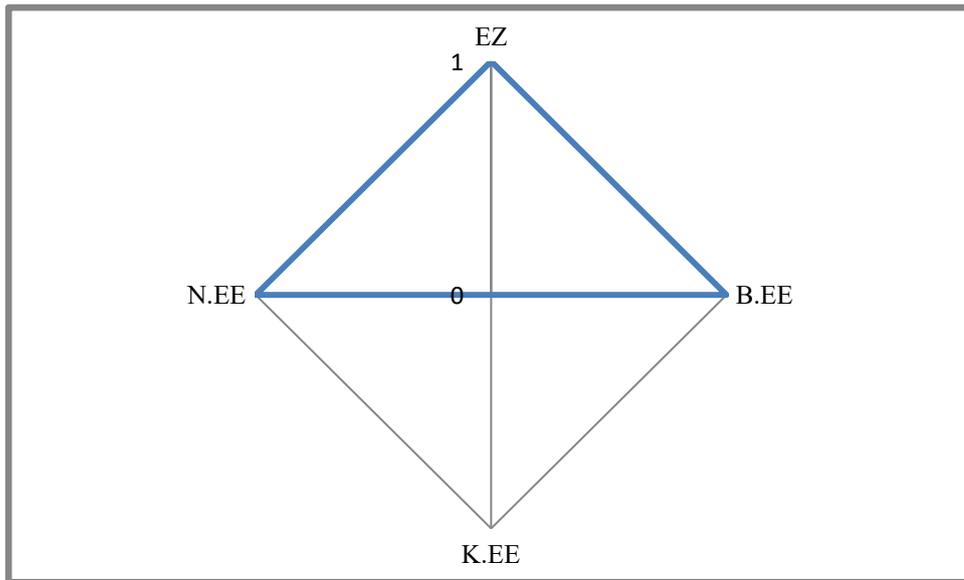
Τα αποτελέσματα της συγκριτικής αξιολόγησης παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 10.



Διάγραμμα 10. Συγκριτική Αξιολόγηση της ΤΕ-ΟΟ (κριτήριο α) και του Ρυθμού Μεταβολής (κριτήριο β) των συστημάτων ΑΕ των χωρών της ΕΕ, κατά την περίοδο 2016-2020.

Το Διάγραμμα 10 αποκαλύπτει ότιστα συστήματα της ΑΕ των χωρών:Ισπανία, Νορβηγία και Τσεχία πληρούν, κατά την εξεταζόμενη περίοδο και τα δυο κριτήρια (α,β). Των χωρών: Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ιρλανδία, Ιταλία, Κύπρος, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Πορτογαλία, Σλοβενία, Σλοβακία, Φινλανδία, Δανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ουγγαρία και Σουηδία πληρούν ένα από τα δυο. Συγκεκριμένα, των χωρών: Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ιρλανδία, Ιταλία, Λουξεμβούργο, Πορτογαλία, Σλοβενία, Σλοβακία, Φινλανδία, Δανία, Ηνωμένο Βασίλειο και Σουηδία πληρούν το (α) και των χωρών: Ελλάδα, Κύπρος, Ολλανδία και Ουγγαρία το (β). Τέλος τα συστήματα ΑΕ των χωρών: Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Μάλτα, Βουλγαρία, Πολωνία και Ρουμανία δεν πληρούν κανένα από τα κριτήρια.

Τα αποτελέσματα της συγκριτικής αξιολόγησης για τις ομάδες των χωρών, παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 11.



Διάγραμμα 11. Συγκριτική Αξιολόγηση της ΤΕ-ΟΟ και του Μέσου Ρυθμού Μεταβολής της συστημάτων ΑΕ των ομάδων των χωρών, κατά την περίοδο 2016-2020.

Το Διάγραμμα 11 αποκαλύπτει ότι τα Συστήματα ΑΕ των χωρών της Β.ΕΕ, Ν.ΕΕ και της ΕΖ, κατά μέσο όρο, καλύπτουν μόνο το κριτήριο (α), κατά την εξεταζόμενη περίοδο, ενώ η ομάδα των χωρών της Κ.ΕΕ, κατά μέσο όρο, δεν καλύπτει κανένα κριτήριο.

5. Συμπεράσματα -Πρόταση Πολιτικής

Η ερευνητική εργασία πραγματοποιεί συγκριτική αξιολόγηση της τεχνικής αποδοτικότητας των συστημάτων ΑΕ των 28 χωρών της ΕΕ με εφαρμογή της μεθόδου DEA και προσανατολισμό στις εκροές. Επίσης, εξετάζει το ρυθμό μεταβολής της τεχνικής αποδοτικότητας. Ακόμη, συγκρίνει τις μέσες επιδόσεις επιλεγμένων ομάδων χωρών και τέλος, εστιάζει στο σύστημα ΑΕ της Ελλάδας.

Σημειώνεται ότι οι επιδόσεις στην ΤΕ έχουν σημαντικό αντίκτυπο στα συστήματα ΑΕ και στις οικονομίες (π.χ. στο ρυθμό μεγέθυνσής τους).

Τα ευρήματα της εμπειρικής ανάλυσης και ο σχολιασμός τους οδηγούν στα κάτωθι συμπεράσματα:

Τα συστήματα της ΑΕ μόνο των χωρών Αυστρία, Γαλλία, Γερμανία, Ιρλανδία, Ιταλία, Λουξεμβούργο, Πορτογαλία, Σλοβακία, Φινλανδία, Δανία, Ηνωμένο Βασίλειο και Σουηδία είναι αποδοτικά κατά την εξεταζόμενη περίοδο (ΤΕ-

00=100%). Τα συστήματα ΑΕ των ανωτέρω χωρών μπορεί να αξιοποιηθούν ως οριοθέτες(benchmarks) από τα άλλα συστήματα.

Η μέση επίδοση των συστημάτων ΑΕ των χωρών της Ευρωζώνης (0,899) είναι υψηλότερη από την αντίστοιχη των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (0,892). Τούτο σημαίνει ότι οι χώρες της ΕΖ «χάνουν» μικρότερες ποσότητες εκροών δεδομένων των ποσοτήτων των εισροών.

Η Ελλάδα έχει τη χαμηλότερη επίδοση με μέση τιμή TE-00: 0,521. Αυτό το εύρημα δείχνει ότι, κατά μέσο όρο, με σταθερές ποσότητες εισροών θα μπορούσε να παράγει (τουλάχιστον) 91,9% περισσότερες ποσότητες εκροών, ως προς τις παραγόμενες. Δηλαδή, διαπιστώνεται απώλεια εκροών 91,9%.

Η μέση επίδοση των χωρών της Β.ΕΕ (0,980) είναι η υψηλότερη και η μέση επίδοση των χωρών της Κ.ΕΕ (0,821) είναι η χαμηλότερη μεταξύ των επιλεγμένων ομάδων.

Ο ρυθμός μεταβολής της TE-00 κυμαίνεται από -27,54 (Λετονία) έως 23,76 (Κύπρος). Η μέση τιμή είναι 0,05. Αυτό το εύρημα δείχνει μικρή άνοδο, κατά μέσο όρο, στο ρυθμό μεταβολής. Τα συστήματα της ΑΕ των χωρών (Ελλάδα, Ισπανία, Κύπρος, Ολλανδία, Νορβηγία, Ουγγαρία και Τσεχία) παρουσιάζουν μέση τιμή του ρυθμού μεταβολής πάνω από το μέσο όρο, ενώ των χωρών (Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Εσθονία, Ιρλανδία, Ιταλία, Λετονία, Λιθουανία, Λουξεμβούργο, Μάλτα, Πορτογαλία, Σλοβακία, Σλοβενία, Φινλανδία, Βουλγαρία, Δανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Πολωνία, Ρουμανία και Σουηδία) κάτω από το μέσο όρο.

Μεταξύ των επιλεγμένων ομάδων χωρών με το θεσμικό κριτήριο, η ΕΖ έχει υψηλότερη μέση επίδοση από την ΕΕ και με το γεωγραφικό κριτήριο, την υψηλότερη μέση τιμή του ρυθμού μεταβολής παρουσιάζει η Ν.ΕΕ και τη χαμηλότερη η Κ.ΕΕ.

Η Ελλάδα παρουσιάζει υψηλή μέση τιμή ρυθμού μεταβολής: 9,35(4^η θέση).

Τα ευρήματα και τα συμπεράσματα της ερευνητικής εργασίας είναι σημαντικά για τους ερευνητές, το management των συστημάτων ΑΕ και των ΑΕΙ και τους λήπτες των σχετικών πολιτικών αποφάσεων. Ενδεικτικά, σημειώνεται ότι π.χ. το σύστημα ΑΕ της Ελλάδας που έχει σημαντικά περιθώρια βελτίωσης των επιδόσεών του, θα πετύχει το στόχο του με δραστικό περιορισμό των «λιμναζόντων» φοιτητών, αύξηση του αριθμού και της ποιότητας των δημοσιευόμενων ερευνητικών

εργασιών, καθώς και των επιτευγμάτων σε καινοτομικές δράσεις, που θα καταλήγουν σε αύξηση των πατεντών σε μεθόδους, διαδικασίες, προϊόντα, κλπ.

Βιβλιογραφία

Ξένη Βιβλιογραφία

- Agasisti, T. and DalBianco, A. (2009). Reforming the university sector: effects on teaching efficiency – evidence from Italy. *Higher Education*, 57(4), 477–498.
- Alli, A.I., & Seiford, L.M. (1993). The Mathematical Programming Approach to Efficiency Analysis, in Fried, H.O., C.A.K. in Fried HO and S.S. Schmidt (Eds.), *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*. Oxford University Press, New York, 120–159.
- Andreea - Alice Cristu (2017). ASPECTS REGARDING THE EFFICIENCY OF THE TERTIARY EDUCATION IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *North Economic Review*, I(1).
- Badri, M., Mohaidat, J., & Mourad, T.E. (2014). Measuring the Efficiency of Public Schools using Data Envelopment Analysis-An Exploratory Study. *Journal of Education and Practice*, 37, 215-231.
- Banker, R., Charnes, A., & Cooper, W. (1984). Some models for the estimation of technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092.
- Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444.
- Coelli, T. (1996). A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program, Working Paper No 96/08, Centre for Efficiency and Productivity. *Department of Economics*, University of New England, Australia.
- Coelli, T.J., Prasada, R.D.S., O'Donnell Ch. J., & Battese, G.E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Second Edition. Springer USA.
- Cooper, W., Seiford, L., & Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis: A comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. New York: Springer.

- Farrel, M. J. (1957). The Measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistical Society*, 120(3), 253–281.
- Geraint Johnes and Kaoru Tone (2016). The efficiency of higher education institutions in England revisited: comparing alternative measures. *Tertiary Education and Management*, 23(3), 191–205.
- Giannias, D., & Sfakianaki, E. (2011). Multicriteria analysis-based total university evaluation: the case of the Greek departments of economics. *International Journal of Education Economics and Development*, 2(3), 245–259.
- Jamil Salmi, Roberta Malee Bassett (2014). The equity imperative in tertiary education: Promoting fairness and efficiency. *International Review of Education*, 60(3), 361-377.
- Johnes, J. (2008). Efficiency and productivity change in the English Higher Education sector from 1996/97 to 2004/05. *The Manchester School*, 76(2), 653–674.
- Joanna Wolszczak-Derlacz, Aleksandra Parteka (2011). Efficiency of European public higher education institutions: a two-stage multicountry approach. *Scientometrics*, 89(3):887-917.
- How, B., Jin H., Xing Shi (2019). Efficiency of university–industry collaboration and its determinants: evidence from Chinese leading universities. *Industry and Innovation*, 28(4), 1-30.
- Katharaki, M., & Katharakis, G. (2010). A comparative assessment of Greek universities efficiency using quantitative analysis. *International Journal of Educational Research*, 49(4-5), 115–128.
- Kristina Stefanova & Nikolay Velichkov (2020). ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF TERTIARY EDUCATION EXPENDITURE IN EUROPEAN UNION MEMBER STATES FROM CENTRAL AND EASTERN EUROPE: AN EFFICIENCY FRONTIER APPROACH. *South-Eastern Europe Journal of Economics*, 1, 115-128.
- Kyratzi, P., Tsamadias, C., & Giokas, D. (2015). Measuring the efficiency and productivity change of Greek universities over the time period 2005-2009. *International Journal of Education Economics and Development*, 6(2), 111–129.

- Lilia Yotova, Kristina Stefanova (2017). Efficiency of Tertiary Education Expenditure in CEE Countries: Data Envelopment Analysis. *Economic Alternatives*, 3, 352-364.
- Lovell, C.A. K. (1993). Production frontiers and Productive efficiency, in the measurement of Productive Efficiency. New York: Oxford University Press, 3-67.
- Maragos, E.K., & Despotis, D.K. (2003). Evaluation of High School Performance: A Data Envelopment Analysis Approach. APORS proceedings, N. Delhi, India, 435-442.
- Margaritis Stylianos, Tsamadias Constantinos, Argyropoulos Elias (2022), Investigating the Relative Efficiency and Productivity Change of Upper Secondary Schools: The case of Schools in the region of Central Greece. *Journal of the Knowledge Economy*. 13(1), 128-160.
- Marius Sorin Dinca et al. (2021). Assessment of the European Union's Educational Efficiency. *Sustainability*, 13, 3116.
- Marco Marto et al. (2022). An Evaluation of the Efficiency of Tertiary Education in the Explanation of the Performance of GDP per Capita Applying Data Envelopment Analysis (DEA), *Sustainability*, 14, 15524.
- Nadoveza O.J. & Garduan Kedzo, M. (2018). Efficiency vs effectiveness: An analysis of tertiary education across Europe. *Public Sector Economics*, 42(4), 381-414.
- Nataraja, N., & Johnson A. (2011). Guidelines for using variables selection techniques in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 215, 662-669.
- Prabhat Ranjan & Sanjeet Singh (2021). Efficiency Analysis of Higher Education Institutions: selection of Categorical Variables. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 6(6), 1518-1532.
- Seiford, L. M. (1996). Data Envelopment Analysis. 'The Evolution of the State of the Art (1978-1995). *Journal of Productivity Analysis*, 7, 99-138.
- Sotiriadis D., Menexes G., Tsamadias C. (2018). Investigating the Efficiency of Senior Secondary Schools: Evidence from Schools in the Greek region of Central Macedonia', *International Journal of Business and Economic Sciences Applied Research*, 11(2), 36-43.

Subhash, C. R. (2004). *Data Envelopment Analysis. Theory and Techniques for Economics and Operations Research*. Cambridge university press.

Tsamadias, C., & Kyratzi, P. (2014). Efficiency and productivity of Greek higher technological educational institutions: an assessment over the period 2005-2009. *International Journal of Education Economics and Development*, 5(3), 264–279.

Wolszczak-Derlacz, I. (2017). An evaluation and explanation of (in)efficiency in higher education institutions in Europe and the U.S. with the application of two-stage semiparametric DEA. *Research Policy*, 46, 1595-1605.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Μαργαρίτης, Σ. (2022). «Μέτρηση της Αποδοτικότητας και της Παραγωγικότητας των Σχολικών Μονάδων της Ανώτερης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης: Η περίπτωση των Λυκείων της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας, κατά τη χρονική περίοδο 2016-2019». *Διδακτορική Διατριβή*, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Πληροφορικής και Επικοινωνιών.

Στεργίου, Κ. (2017). Διερεύνηση και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της αποδοτικότητας της εκπαίδευσης. *Διδακτορική Διατριβή*, Παιδαγωγική Σχολή Φλώρινας.