

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

Τόμ. 2 (2019)

Πρακτικά του 2ου Πανελληνίου Επιστημονικού Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Ελλάδα-Ευρώπη 2020: Εκπαίδευση, Δια Βίου Μάθηση, Έρευνα, Νέες Τεχνολογίες, Καινοτομία και Οικονομία», Λαμία 28, 29, 30 Σεπτεμβρίου 2018



**Μετρώντας την Αποδοτικότητα των Δημόσιων  
Γυμνασίων των Περιφερειακών Ενοτήτων  
Φθιώτιδας, Ευρυτανίας & Φωκίδας, της  
Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας, κατά το Σχολικό  
Έτος 2015-16**

*Ηλίας Αργυρόπουλος, Ευτυχία Αργυροπούλου,  
Κωνσταντίνος Τσαμαδιάς*

doi: [10.12681/elrie.1547](https://doi.org/10.12681/elrie.1547)

# Μετρώντας την Αποδοτικότητα των Δημόσιων Γυμνασίων των Περιφερειακών Ενοτήτων Φθιώτιδας, Ευρυτανίας & Φωκίδας, της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας, κατά το Σχολικό Έτος 2015-16

Αργυροπούλου Ευτυχία<sup>1</sup>, Αργυρόπουλος Ηλίας<sup>2</sup>, & Τσαμαδιάς Κωνσταντίνος<sup>3</sup>

[eargyro@me.com](mailto:eargyro@me.com), [ilarg@sch.gr](mailto:ilarg@sch.gr), [ctsamad@hua.gr](mailto:ctsamad@hua.gr)

<sup>1</sup>Μαθηματικός Phd , Δ.Ε., <sup>2</sup>Μαθηματικός Phd , τ. Περιφερειακός Διευθυντής Π & Δ Εκπαίδευσης Στερεάς Ελλάδας,

<sup>3</sup>Ομότιμος Καθηγητής, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

## Περίληψη

Η εργασία μετρά την αποδοτικότητα, τεχνική και κλίμακας, των Δημόσιων Γυμνασίων των Περιφερειακών Ενοτήτων (ΠΕ), Ευρυτανίας, Φθιώτιδας και Φωκίδας της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας, κατά το Σχολικό έτος 2015-16. Χρησιμοποιεί τη μέθοδο της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων/ΠΑΔ (“Data Envelopment Analysis”/DEA), με προσανατολισμό στις εισροές, με 1 εισροή και 2 εκροές. Τα ευρήματα της εμπειρικής ανάλυσης αποκαλύπτουν ότι, για το χρησιμοποιούμενο συνδυασμό εισροών-εκροών: α. οι μέσες τιμές της αποδοτικότητας, τεχνικής και κλίμακας, του συνόλου των Γυμνασίων είναι χαμηλές. Αποκαλύπτουν σημαντική σπατάλη πόρων. β. οι μέσες τιμές των τεχνικών αποδοτικοτήτων των σχολικών μονάδων με σχετικά μεγάλο αριθμό μαθητών είναι μεγαλύτερες συγκριτικά με τις αντίστοιχες των σχετικά μικρού αριθμού μαθητών. Αποκαλύπτουν ότι οι δεύτερες να σπαταλούν περισσότερους πόρους. γ. Οι μέσες τιμές των τεχνικών αποδοτικοτήτων των Γυμνασίων με έδρα στις πρωτεύουσες των ΠΕ είναι μεγαλύτερες συγκριτικά με τις αντίστοιχες των υπολοίπων που έχουν έδρα σε άλλες περιοχές, με συνέπεια οι δεύτερες να σπαταλούν περισσότερους πόρους. Οι ίδιες διατάξεις ισχύουν και για τις αποδοτικότητες κλίμακας. Η οικονομετρική ανάλυση βεβαιώνει ότι το μέγεθος και η έδρα της σχολικής μονάδας, έχουν θετική και στατιστικώς σημαντική επίδραση στην τιμή της τεχνικής αποδοτικότητας, υπό την υπόθεση των μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας. Τα ευρήματα δύνανται να αποβούν ωφέλιμα στους σχεδιαστές της αρχιτεκτονικής του συστήματος της κατώτερης-υποχρεωτικής Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και στους λήπτες των αποφάσεων σχετικά με την κατανομή των πόρων.

**Λέξεις κλειδιά:** Γυμνάσια, Αποδοτικότητα, Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων.

## Abstract

This paper evaluates the efficiency, technical and of scaling, of the Public lower secondary schools of the regional units Evritania, Fthiotida and Fokida of the Municipality of Sterea Ellada for the school year 2015-2016. We use the Data Envelopment Analysis (DEA) oriented to the inputs, with one input and two outputs. The results of the empirical analysis reveal that for the used combination of inputs-outputs: a. the mean values of efficiency, technical and scaling for all the lower secondary schools are low, which means serious waste of resources. b. the mean values of the technical efficiency of the school units with a relatively big number of students are higher comparing with the corresponding of the school units with small number of students which reveals that the small units spend more resources. c. the mean values of the technical efficiency of the lower secondary schools located on the capitals of the regions are higher comparing to the corresponding of the rest of the school located to other regions and as a result the second category wastes more resources. The same issues are valid for the scale efficiency. The econometric analysis reassures that the size and the place of the school unit, have positive and statistically significant impact on technical efficiency under the hypothesis of variable returns to scale. The results are useful for the designers of the system of the Secondary Education and for those who decide the allocation of resources.

**Key words:** Lower Secondary Schools, Efficiency, Data Envelopment Analysis.

## 1. Εισαγωγή

Κάθε οικονομία και τα υποκείμενά της (δημόσια και ιδιωτικά) αντιμετωπίζουν διαρκώς το θεμελιώδες οικονομικό πρόβλημα. Δηλαδή, πως θα καλύψουν βέλτιστα τις απεριόριστες ανάγκες με τους περιορισμένους διαθέσιμους και ανταγωνιστικά διεκδικούμενους πόρους. Συνεπώς, κρίσιμης σημασίας ζήτημα είναι η μέτρηση των αποδοτικότητων, με τις οποίες ομοιογενή συστήματα παραγωγής μετατρέπουν τις εισροές σε εκροές. Η διεθνής βιβλιογραφία, τις τρεις τελευταίες δεκαετίες, εμπεριέχει μεγάλο αριθμό εμπειρικών εργασιών μέτρησης της αποδοτικότητας, συστημάτων παραγωγής. Οι εργασίες, για την μέτρηση των σχετικών αποδοτικότητων ομοιογενών συστημάτων (Μονάδων Λήψης Απόφασης / ΜΛΑ - Decision Making Units / DMUs), χρησιμοποιούν τις μεθόδους: Data Envelopment Analysis / DEA (Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων / ΠΑΔ) και Stochastic Frontier Analysis / SFA (Στοχαστική Ανάλυση / ΣΑ). Η SFA είναι στοχαστική και παραμετρική ενώ η DEA είναι ντετερμινιστική και μη-παραμετρική τεχνική. Αμφότερες έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Οι Σχολικές Μονάδες της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (ΔΕ) διακρίνονται σε μονάδες κατώτερης ΔΕ (Γυμνάσια) και μονάδες ανώτερης ΔΕ (Λύκεια). Στην Ελλάδα είναι κυρίως δημόσιες, αλλά και ιδιωτικές. Οι δημόσιες αποτελούν βασικά συστήματα του δημόσιου τομέα με αποστολή την παραγωγή, συσσώρευση και κυρίως, διάχυση ανθρωπίνου κεφαλαίου. Χρησιμοποιούν ποικιλία εισροών και παράγουν ποικιλία εκροών, με σημαντικές οικονομικές και κοινωνικές διαστάσεις. Στη διεθνή βιβλιογραφία, σημαντικός είναι ο αριθμός των εργασιών που αναφέρονται στη μέτρηση σχετικών αποδοτικότητων Τριτοβάθμιων Ιδρυμάτων. Για την Ελλάδα ο αριθμός των δημοσιευμένων σχετικών εργασιών είναι περιορισμένος (Katharaki & Katharakis, 2010; Giannias & Sfakianaki, 2011; Tsamadias & Kyratzi, 2014; Kyratzi, Tsamadias, & Giokas, 2015). Μικρότερος είναι ο αριθμός των εργασιών που αναφέρονται σε σχολικές μονάδες ΔΕ (Noulas, & Ketkar, 1998; Kirjavainen & Loikkanen, 1998; Bradley et al., 2001; Ruggiero & Vitaliano, 1999; Colbert et al., 2000; Muniz, 2002; Essid et al, 2013; Rzdziński & Sworowska, 2016). Για την Ελλάδα, σε μονάδες ΔΕ, αναφέρεται περιορισμένος αριθμός δημοσιευμένων εργασιών (Maragos & Despotis, 2003; Στεργίου, 2017). Σύμφωνα με τους Cooper et al (2011), η DEA θεωρείται ως η καταλληλότερη μέθοδος αξιολόγησης της σχετικής αποδοτικότητας των Μονάδων Εκπαίδευσης.

Η παρούσα εργασία έχει στόχο τη μέτρηση των σχετικών αποδοτικότητων των Δημοσίων Γυμνασίων, των ΠΕ Ευρυτανίας, Φθιώτιδας και Φωκίδας της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας, κατά το έτος 2016 (Σχ. Έτος 2015-16). Η εμπειρική ανάλυση γίνεται με την μη παραμετρική μέθοδο DEA, με Προσανατολισμό στις Εισροές (Input Oriented / IO), με μία εισροή και δύο εκροές. Μετράται η Τεχνική Αποδοτικότητα [Technical Efficiency (TE)] και η Αποδοτικότητα Κλίμακας [Scale Efficiency (SE)], με τις υποθέσεις των Σταθερών Αποδόσεων Κλίμακας (Constant Returns of Scale / CRS) και των Μεταβλητών Αποδόσεων Κλίμακας (Variable Returns of Scale / VRS). Γίνονται συγκριτικές αξιολογήσεις.

Προσδοκάται ότι τα αποτελέσματα της εργασίας θα προσφέρουν μεγαλύτερη κατανόηση της απόδοσης των Γυμνασίων, ειδικότερα της εξεταζόμενης περιοχής, και θα τύχουν αξιοποίησης από τη διοίκηση της εκπαίδευσης και τους λήπτες των σχετικών πολιτικών αποφάσεων. Η έρευνα προχωρά με την εκτίμηση της επίδρασης και περιβαλλοντικών (μη εξαρτώμενων από τις διοικήσεις των Σχολικών Μονάδων) μεταβλητών στις τιμές των αποδοτικότητων.

Το υπόλοιπο της εργασίας δομείται ως ακολούθως: στην ενότητα 2, παρουσιάζεται συνοπτικά το σύστημα της κατώτερης ΔΕ. Στην ενότητα 3 παρουσιάζονται στοιχεία της μεθόδου DEA. Στην ενότητα 4 παρουσιάζεται η εμπειρική ανάλυση και ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων. Στην ενότητα 5 συνοψίζονται τα συμπεράσματα και προτείνονται πολιτικές.

## **2. Συνοπτική επισκόπηση της Κατώτερης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης με εστίαση στις ΠΕ Ευρυτανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας**

Η δομή του ελληνικού τυπικού εκπαιδευτικού συστήματος, με τις τρεις βαθμίδες του, είναι, εν γένει, εναρμονισμένη με τις αντίστοιχες των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) και του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ). Η δεύτερη βαθμίδα αποτελείται από δύο επίπεδα / κύκλους: την κατώτερη / υποχρεωτική και την ανώτερη / προαιρετική. Η κατώτερη παρέχεται από τα Γυμνάσια, δημόσια και ιδιωτικά, διαφόρων τύπων (ημερήσια, εσπερινά, ειδικά). Η πλειονότητα των Γυμνασίων είναι δημόσια και ημερήσια. Η φοίτηση στο Γυμνάσιο διαρκεί τρία χρόνια (τρεις τάξεις) τα οποία είναι και τα τελευταία στην «αλυσίδα» της 10ετούς υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Το σύστημα είναι κατακερματισμένο σε μικρού μεγέθους σχολικές μονάδες. Είναι συγκεντρωτικό, γραφειοκρατικό, υπό τον στενό έλεγχο του Υπουργείου Παιδείας. Παρέχει στις σχολικές μονάδες ελάχιστους βαθμούς ελευθερίας, για καινοτομίες, πρωτοβουλίες στο πρόγραμμα σπουδών, τις μεθόδους διδασκαλίας, τους διδάσκοντες, κοκ. Ως βασικό έλλειμμά του θεωρείται η μη ύπαρξη και εφαρμογή συστηματικής αξιολόγησης των σχολικών μονάδων και των επί μέρους συνιστωσών τους και η έλλειψη συστήματος κινήτρων. Οι δημόσιες δαπάνες για την κατώτερη δευτεροβάθμια είναι χαμηλότερες του μέσου επιπέδου των αντιστοίχων στις χώρες της ΕΕ και του ΟΟΣΑ ενώ οι ιδιωτικές δαπάνες είναι σημαντικά υψηλότερες. Η μέση ποιότητα των αποφοίτων / εκροών των Γυμνασίων, δεν αξιολογείται με ενιαία κριτήρια αφού δεν υφίσταται σχετικό σύστημα αξιολόγησης ενώ, όπως εκτιμάται από διεθνείς οργανισμούς (PISA 2015), δεν είναι ικανοποιητική.

Το υποσύστημα της κατώτερης ΔΕ στις ΠΕ Ευρυτανίας, Φθιώτιδας και Φωκίδας φέρει τα γενικά χαρακτηριστικά του Ελληνικού συστήματος. Κατά την εκπαιδευτική περίοδο του σχολικού έτους 2015-16 στην οποία αναφέρεται η έρευνα λειτούργησαν πενήντα ένα (51) Γυμνάσια διαφόρων τύπων. Οι τριάντα έξι (36) είναι αμιγή Ημερήσια, οι δέκα (10) Ημερήσια Γυμνάσια με λυκειακές τάξεις, οι δύο (2) Εσπερινά, δύο (2) Μουσικά Σχολεία (Γυμνάσιο και Λύκειο), τρία (3) Δεύτερης Ευκαιρίας και τέλος ένα (1) Ειδικό Επαγγελματικό Γυμνάσιο. Ο μαθητικός πληθυσμός όλων των ανωτέρω σχολικών μονάδων, ανήλθε στους 5446 μαθητές με το 77% να φοιτά σε Γυμνάσια της Φθιώτιδας.

## **3. Μέθοδος DEA: Βασικές επισημάνσεις**

Οι έννοιες της αποδοτικότητας (efficiency) και της παραγωγικότητας (productivity) των συστημάτων παραγωγής, είναι διακριτές αν και αμφότερες αναφέρονται σε σχέσεις των εισροών & εκροών τους. Ως Τεχνική Αποδοτικότητα ενός συστήματος παραγωγής ορίζεται, ο λόγος των παρατηρούμενων εκροών προς τις μέγιστες δυνητικές εκροές με δεδομένες τις ποσότητες των εισροών ή 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 σχολείο 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. 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 Charnes, Cooper and Rhodes (1978), πρότειναν ένα υπόδειγμα Σταθερών Αποδόσεων Κλίμακας (Constant Returns of Scale / CRS) με προσανατολισμό στην εισροή. Το CRS υπόδειγμα είναι γνωστό και ως υπόδειγμα CCR, από τα αρχικά των επινοητών του. Μετέπειτα εργασίες έχουν θεωρήσει εναλλακτικές σειρές υποθέσεων, όπως 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. Ο λόγος της τεχνικής αποδοτικότητας, ως προς το υπόδειγμα CRS, προς τη τεχνική αποδοτικότητα, ως προς το VRS, ορίζεται ως Αποδοτικότητα Κλίμακας (SE) της εν λόγω μονάδος.

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:  $n \geq \max \{m, s, 3 \cdot (m + s)\}$ , 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 (Coelli et al., 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: ι. να είναι προσανατολισμένη στη μείωση των εισροών δοσμένου του επιπέδου των εκροών (Input Oriented model) και ιι. να είναι προσανατολισμένη στην αύξηση των εκροών δοσμένου του επιπέδου των εισροών (Output Oriented model). Για κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις υπάρχουν κατάλληλα Μαθηματικά Υποδείγματα. (Coelli et al, 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 et al., 2005). Οι αναλυτές έχουν δείξει την τάση να επιλέγουν υποδείγματα προσανατολισμένα στις εισροές, επειδή πολλές DMUs έχουν συγκεκριμένους στόχους να ικανοποιήσουν και για αυτό οι ποσότητες εισροών φαίνονται να είναι οι πρωταρχικές μεταβλητές απόδοσης, παρόλο που αυτό το επιχείρημα μπορεί να μην είναι τόσο ισχυρό σε όλες τις DMUs. Σε μερικές DMUs, δύναται να δοθεί μια σταθερή ποσότητα εισροών και να τους ζητηθεί να παράγουν όσο το δυνατόν περισσότερη εκροή. Σε αυτή την περίπτωση ένας προσανατολισμός στην εκροή είναι καταλληλότερος. Ουσιαστικά μπορεί ο ερευνητής να επιλέξει τον προσανατολισμό σύμφωνα με το σε ποιες ποσότητες (εισροές ή εκροές) οι διευθυντές των DMUs έχουν τον μεγαλύτερο έλεγχο. Επιπλέον, σε πολλές περιπτώσεις, η επιλογή του προσανατολισμού έχει μόνο μια μικρή επίδραση πάνω στα αποτελέσματα που επιτυγχάνονται (Coelli & Perelman, 1996). Το ερώτημα, ποια TE είναι πιο κατάλληλη; Η TE με προσανατολισμό στις εισροές ή η TE με

προσανατολισμό στις εκροές; Η τεχνική αποδοτικότητα ως προς το υπόδειγμα CRS/CRSTE είναι ίδια και στις δύο περιπτώσεις. Η τεχνική αποδοτικότητα ως προς το υπόδειγμα VRS/VRSTE δίνει τα ίδια DMUs ως αποδοτικά, ενώ διαφέρουν μόνο τα αποτελέσματα της TE στις μη αποδοτικές DMUs. στ. Στο στάδιο 2 ερευνάται η επίδραση περιβαλλοντικών μεταβλητών στις αποδοτικότητες των DMUs. ζ. Κριτικές της μεθοδολογίας παρουσιάζονται από τους Seiford και Thrall (1990), τον Lovell (1993), τους Ali and Seiford (1993), τους Lovell et al (1994) και τον Seiford (1996).

#### 4. Εμπειρική Ανάλυση

Η εργασία, μετρά την αποδοτικότητα (τεχνική και κλίμακας) των Δημοσίων Ημερησίων Γυμνασίων (ομοιογενείς μονάδες), των ΠΕ Ευρυτανίας, Φθιώτιδας και Φωκίδας της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας, κατά το σχολικό έτος 2015-16. Για τη μέτρηση αυτή χρησιμοποιείται η μέθοδος DEA και το λογισμικό DEAP Version 2.1 (Coelli, 1996). Στο 2<sup>ο</sup> στάδιο εκτιμώνται οι επιδράσεις δύο περιβαλλοντικών μεταβλητών στις τιμές της αποδοτικότητας.

##### 4.1. Μεταβλητές - Στοιχεία – Πηγές

Για κάθε Γυμνάσιο ορίζονται οι μεταβλητές:  $X_1$ : Αριθμός μαθητών,  $X_2$ : Αριθμός εκπαιδευτικών,  $X_3$ : Δημόσια Δαπάνη (Μισθοδοσία Εκπαιδευτικών & Λειτουργικές Δαπάνες & Έξοδα μεταφοράς μαθητών),  $X_4$ : αριθμός Η/Υ,  $Y_1$ : Αριθμός μαθητών που αποφοίτησαν στο τέλος της εκπαιδευτικής περιόδου,  $Y_2$ : ο λόγος των αριστούχων όλων των τάξεων προς το συνολικό αριθμό  $X_1$  των μαθητών και  $Y_3$ : ο λόγος των μαθητών Γ' τάξης, με άριστη επίδοση στα Μαθηματικά και τη Φυσική και την Ελληνική Γλώσσα, προς τον αριθμό  $Y_1$  των μαθητών που αποφοίτησαν. Οι τιμές των Μεταβλητών εμπεριέχονται στον Πίνακα 1 του Παραρτήματος. Πηγές άντλησης των στοιχείων είναι: μεταβλητές  $X_1$  και  $X_2$  οι Διευθύνσεις ΔΕ των ΠΕ Ευρυτανίας, Φθιώτιδας και Φωκίδας. Οι τιμές της μεταβλητής  $X_3$  υπολογίστηκαν από τους συγγραφείς με βάση στοιχεία, που αντλήθηκαν ανά κατηγορία ως εξής: α. Μισθοδοσία Εκπαιδευτικών: Διευθύνσεις ΔΕ, β. Λειτουργικές δαπάνες: Σχολικές Επιτροπές των Δήμων ή των ίδιων των Γυμνασίων ή με τη φροντίδα της οικείας Διεύθυνσης ΔΕ, γ. Έξοδα μεταφοράς μαθητών: Φθιώτιδα υπολογίστηκαν από τους συγγραφείς ύστερα από επεξεργασία στοιχείων της Δ/σης Οικονομικού της Περιφέρειας Σ.Ε., Φωκίδα Δ/ση Οικονομικού της Περιφέρειας Σ.Ε., Ευρυτανία Δ/ση ΔΕ Ευρυτανίας, μεταβλητή  $Y_1$  Δ/σεις ΔΕ. Οι τιμές των  $Y_2$  και  $Y_3$  υπολογίστηκαν από τους συγγραφείς ύστερα από επεξεργασία στοιχείων της Περ. Δ/σης Α/θμιας και Β/θμιας Εκπαίδευσης Στερεάς Ελλάδος.

##### 4.2. Περιγραφική Στατιστική Ανάλυση

Στον Πίνακα 1, ο οποίος προκύπτει από τον Πίνακα 1 του παραρτήματος, εμφανίζονται οι τιμές περιγραφικών στατιστικών μέτρων θέσης και διασποράς των μεταβλητών, τόσο συνολικά για τις τρεις ΠΕ όσο και για κάθε μία χωριστά.

Τα ευρήματα που εμπεριέχονται στον Πίνακα 1 αποκαλύπτουν τα εξής:

α. Μεταβλητή  $X_1$ : ο μέσος αριθμός μαθητών ανά Γυμνάσιο στο σύνολο των Γυμνασίων είναι 110 μαθητές. Επομένως, είναι χαμηλότερος του αντίστοιχου της χώρας (188) (ΥΠΑΙΘ/ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ/2016) και σημαντικά χαμηλότερος από τον αντίστοιχο μέσο στις χώρες της ΕΕ (περίπου 640) και του ΟΟΣΑ (περίπου 720) (Αργυρίου, 2017). Το μέσο μέγεθος, για τα Γυμνάσια των ΠΕ, σε φθίνουσα τάξη είναι: Φθιώτιδα (130 μαθητές), Φωκίδα (84 μαθητές), Ευρυτανία (57 μαθητές). Το εύρος μεταβολής, στο σύνολο των Γυμνασίων, είναι 315 μαθητές, στη Φθιώτιδα 290, τη Φωκίδα 179 και την Ευρυτανία 173 μαθητές (σχεδόν τριπλάσιο του μέσου). Η τυπική απόκλιση στο σύνολο είναι 85, στη Φθιώτιδα 88, στην Ευρυτανία 70 και στη Φωκίδα 65. Δηλαδή, σε όλες τις περιπτώσεις είναι υψηλή.

Στο πλαίσιο της παρούσης εργασίας, οι σχολικές μονάδες με πλήθος μαθητών μεγαλύτερο ή ίσο του 110 χαρακτηρίζονται **σχετικά μεγάλες** και με μικρότερο **σχετικά μικρές**.

β. Μεταβλητή  $X_2$ : η μέση τιμή του αριθμού των εκπαιδευτικών ανά Γυμνάσιο, στο σύνολο των Γυμνασίων είναι 13 εκπαιδευτικοί. Στο πλαίσιο των ΠΕ είναι: Φθιώτιδα 14,4 , Φωκίδα 13 και Ευρυτανία 8 εκπαιδευτικοί. Το εύρος τιμών στο σύνολο είναι 28 εκπαιδευτικοί, στην Ευρυτανία είναι 13, στη Φθιώτιδα είναι 26 και στη Φωκίδα 14 εκπαιδευτικοί. Η τυπική απόκλιση έχει υψηλές τιμές και στις τέσσερις περιπτώσεις.

Πίνακας 1: Βασικά Στατιστικά Μέτρα των Μεταβλητών  $X_1, X_2, X_3, X_4$ ,  $Y_1, Y_2$  και  $Y_3$  του συνόλου των Γυμνασίων των τριών ΠΕ από κοινού και των Γυμνασίων κάθε ΠΕ χωριστά

ΠΕ	Στατιστικά Μέτρα	Μεταβλητές						
		X1	X2	X3	X4	Y1	Y2	Y3
ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ ΦΩΚΙΔΑΣ	Μέση Τιμή	110	13	342683	16,37	36	0,267	0,173
	Ελάχιστη Τιμή	9	5	145215	3	2	0,132	0,001
	Μέγιστη Τιμή	324	33	826807	31	108	0,444	0,5
	Τυπ. Απόκλιση	85	7	182337	7,34	29	0,076	0,118
ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	Μέση Τιμή	57	8	253917	13,7	17	0,223	0,189
	Ελάχιστη Τιμή	9	5	145215	3	2	0,133	0,001
	Μέγιστη Τιμή	182	18	426560	23	61	0,444	0,5
	Τυπ. Απόκλιση	70	5	107804	7,1	21	0,104	0,221
ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	Μέση Τιμή	130	14,4	388656	17,7	43	0,277	0,173
	Ελάχιστη Τιμή	34	7	158625	4	12	0,184	0,042
	Μέγιστη Τιμή	324	33	826807	31	108	0,405	0,417
	Τυπ. Απόκλιση	88	7,44	204024	7,5	29	0,064	0,098
ΦΩΚΙΔΑΣ	Μέση Τιμή	84	13	258482	13,89	31	0,263	0,161
	Ελάχιστη Τιμή	23	8	163026	8	9	0,132	0,067
	Μέγιστη Τιμή	202	22	359048	30	78	0,391	0,28
	Τυπ. Απόκλιση	65	5,477	67881	6,4	27	0,086	0,084

Πηγή : Υπολογισμοί από τους συγγραφείς

γ. Μεταβλητή  $X_3$ : Η μέση τιμή της ετήσιας δημόσιας δαπάνης ανά σχολική μονάδα, στο σύνολο είναι 342683€, στη Φθιώτιδα 388656€, στη Φωκίδα 258482€ και στην Ευρυτανία 253917€. Το εύρος είναι πολύ μεγάλο και τυπική απόκλιση υψηλή.

δ. Μεταβλητή  $X_4$ : Η μέση τιμή είναι 16,4 H/Y ανά Γυμνάσιο συνολικά, 17,7 στη Φθιώτιδα και 13,7 , 13,9 στις ΠΕ Ευρυτανίας, Φωκίδας αντίστοιχα. Το εύρος και η τυπική απόκλιση είναι υψηλά

ε. Μεταβλητή  $Y_1$ : Ο μέσος αριθμός των μαθητών που αποφοίτησαν το 2016 ανά Γυμνάσιο στο σύνολο των Γυμνασίων είναι 36 μαθητές, στη Φθιώτιδα 43, μεγαλύτερος του μέσου του συνόλου, και στις ΠΕ Φωκίδας και Ευρυτανίας 31 και 17 αντίστοιχα , μικρότερες του μέσου. Οι τιμές του εύρους, και της τυπικής απόκλισης είναι υψηλές στο σύνολο και σε κάθε μία ΠΕ.

στ. Μεταβλητή  $Y_2$ : Στο σύνολο των τριών ΠΕ το μέσο ποσοστό των αριστούχων και των τριών τάξεων είναι 26,7%, το οποίο γενικά κρίνεται υψηλό. Το ποσοστό των μαθητών αυτών είναι υψηλότερο στη Φθιώτιδα 27,7% και μικρότερο στις άλλες δύο ΠΕ. Συγκεκριμένα 26,3% στη Φωκίδα και 22,3% στην Ευρυτανία.

ζ. Μεταβλητή  $Y_3$ . Το μέσο ποσοστό των μαθητών της Γ' τάξης με άριστη επίδοση στα Μαθηματικά, τη Φυσική και τη Γλώσσα είναι 17,3%, με μεγαλύτερη τιμή στην Ευρυτανία 18,9% και ακολουθούν με φθίνουσα σειρά η Φθιώτιδα και τέλος η Φωκίδα.

Στον Πίνακα 1 του Παραρτήματος δίνονται επίσης οι τιμές, δύο αρκετά χρήσιμων δεικτών, για την αξιολόγηση της αξιοποίησης των πόρων από τις σχολικές μονάδες: ο αριθμός μαθητών ανά καθηγητή ,εντός παρενθέσεως ο αριθμός καθηγητών ανά μαθητή και το δημόσιο κόστος ανά μαθητή. Στον Πίνακα 2, που ακολουθεί περιέχονται οι μέσες τιμές των δεικτών αυτών για το σύνολο των Γυμνασίων και για κάθε ΠΕ.

Τα στοιχεία του πίνακα αποκαλύπτουν ότι ο μέσος αριθμός μαθητών ανά καθηγητή, είναι 8,4. Δηλαδή, ανά εκπαιδευτικό, κατά μέσο όρο, αντιστοιχεί μικρότερος αριθμός μαθητών συγκριτικά με τους αντίστοιχους στο σύνολο της χώρας (11,1 my school, 15-16) και στις χώρες της ΕΕ (11,13 OECD, 2016 και 13,02 ΟΟΣΑ). Στη Φθιώτιδα η τιμή του δείκτη είναι 9, στην Ευρυτανία 7,2 και στη Φωκίδα 6,5. Υπολογισμοί δείχνουν ότι στα σχετικώς μεγάλα σχολεία αντιστοιχούν 10 μαθητές ανά καθηγητή και στα σχετικώς μικρά 6. Επιπροσθέτως, από τον Πίνακα 1 Παρ/μα, προκύπτει ότι η μέση ετήσια δημόσια δαπάνη ανά μαθητή στο σύνολο των σχολικών μονάδων είναι 3112€, στα Γυμνάσια της Ευρυτανίας είναι 4488€, της Φωκίδας 3061€ και της Φθιώτιδας 2982€. Σημειώνεται επίσης ότι στα σχετικώς μεγάλα σχολεία το μέσο ετήσιο δημόσιο κόστος ανά μαθητή είναι 2574€ ενώ στα σχετικώς μικρά είναι 4265€. Τα ευρήματα αυτά είναι συμβατά με τα ευρήματα δημοσιευμένων εργασιών που αποκαλύπτουν ότι το ετήσιο δημόσιο κόστος ανά μαθητή μειώνεται όσο το μέγεθος της σχολικής μονάδας αυξάνεται μέχρι ενός αριθμού (Σταυρομήτρου κ.α., 2016).

Πίνακας 2: Αριθμός Μαθητών (ΑΜ) ανά Καθ/τή και Ετήσιο Δημόσιο Κόστος (ΕΔΚ) ανά Μαθητή στο σύνολο των Γ/σίων των τριών ΠΕ και των Γ/σίων κάθε ΠΕ χωριστά

ΠΕ	ΑΜ/ Καθηγητή (ΑΚ/Μαθητή)	ΕΔΚ/ Μαθητή (Ευρώ)
ΕΥΡΥΤΑΝΙΑ ΦΘΙΩΤΙΔΑ ΦΩΚΙΔΑ	8,4 (0,119)	3112
ΕΥΡΥΤΑΝΙΑ	7,2 (0,139)	4488
ΦΘΙΩΤΙΔΑ	9 (0,111)	2982
ΦΩΚΙΔΑ	6,5 (0,154)	3061

Πηγή: Υπολογισμοί από τους Συγγραφείς

### 4.3. Μέτρηση των σχετικών Αποδοτικότητων

Βασικό πρόβλημα στη μέτρηση της σχετικής αποδοτικότητας μιας σχολικής μονάδας είναι η επιλογή του συνδυασμού Εισροών – Εκροών. Στη διεθνή βιβλιογραφία χρησιμοποιούνται οι μεταβλητές  $X_1, X_2, X_3, X_4, Y_1, Y_2, Y_3$  όπως επίσης και οι δείκτες-μεταβλητές  $X_{21}=X_2/X_1, X_{31}=X_3/X_1$ . Η ανάλυση συσχέτισης δείχνει ότι η συσχέτιση των  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_{21}, X_{31}$  και  $X_{41}$  ανά δύο είναι υψηλές (τιμές από 0,5 μέχρι 1 ή από -1 μέχρι -0,5) ή οριακά χαμηλές (τιμές από 0,2 μέχρι 0,5 ή -0,5 μέχρι -0,2). Επομένως είναι σκόπιμο (Στεργίου, 2017) να μη συμπεριληφθούν ως εισροές δύο ή περισσότερες εξ αυτών. Αντίθετα οι  $Y_1, Y_2, Y_3$  μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ομάδα εκροών αφού οι συσχέτισεις αυτών, ανά δύο, είναι μηδενικές (από -0,2 μέχρι 0,2) ή χαμηλές.

Στη διεθνή βιβλιογραφία, για τον υπολογισμό της σχετικής αποδοτικότητας των DMUs, η επιλογή του προσανατολισμού γίνεται με κριτήριο τη δυνατότητα των διευθύνσεών τους να επηρεάζουν τις ποσότητες των εισροών ή των εκροών τους. Στις σχολικές μονάδες της κατώτερης – υποχρεωτικής ΔΕ οι δυνατότητες μεταβολών των ποσοτήτων των εισροών είναι περιορισμένες, ενώ οι εκροές προσδιορίζονται από την αξιολογική κρίση των εκπαιδευτικών. Η παρούσα εργασία υπολογίζει τις σχετικές αποδοτικότητες των Γυμνασίων, με προσανατολισμό στις εισροές. Χρησιμοποιεί ως εισροή την  $X_{31}$  και ως εκροές τις  $Y_2$  και  $Y_3$ . Η συσχέτιση των  $Y_2$  και  $Y_3$  δεν είναι υψηλή, ο συντελεστής συσχέτισης αυτών είναι  $r=0,426$  και η  $X_{31}$  έχει θετική συσχέτιση με κάθε μία από τις  $Y_2$  και  $Y_3$ ,  $r=0,033$  και  $0,258$  αντίστοιχα. Ο αριθμός των σχολικών μονάδων  $n=46$ , των εισροών  $m=1$  και των εκροών  $s=2$  ικανοποιούν, τη συνθήκη:  $n \geq \max\{m \cdot s, 3 \cdot (m+s)\}$ .

#### 4.3.1. Εφαρμογή της DEA με προσανατολισμό στις Εισροές

Ο υπολογισμός των προαναφερθέντων αποδοτικότητων για τις περιπτώσεις των σταθερών ή μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας επιτυγχάνεται με εφαρμογή των υποδειγμάτων:

Πίνακας 3: Υποδείγματα DEA με Προσανατολισμό στις Εισροές

CRS		VRS	
$\min_{\theta, \lambda} \theta$		$\min_{\theta, \lambda} \theta$	
s.t.	$Y \lambda \geq Y_i$	s.t.	$Y \lambda \geq Y_i$
	$X \lambda \leq \theta X_i, \quad i=1,2,\dots,n$		$X \lambda \leq \theta X_i, \quad i=1,2,\dots,n$
	$\lambda \geq 0$		$(n1)^T \lambda = 1$
			$\lambda \geq 0$

Πηγή: T.J. Coelli et al (2005)

όπου  $\theta$  ο βαθμός αποδοτικότητας της  $DMU_i$ ,  $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)^T$  το διάνυσμα με συντεταγμένες  $\lambda_i$  τους συντελεστές βαρύτητας της  $DMU_i$ ,  $X_i, Y_i$  τα διανύσματα εισροών, εκροών αντίστοιχα της  $DMU_i$ ,  $X, Y$  οι πίνακες με στήλες τα  $X_i, Y_i$  αντίστοιχα και  $(n1)^T = (1, 1, \dots, 1)^T$ , διάνυσμα με  $n$  συντεταγμένες ίσες με τη μονάδα. Αφού υπολογιστούν οι CRSTE και VRSTE από τα παραπάνω υποδείγματα, η ισότητα  $CRSTE=VRSTE*SE$  παρέχει τη δυνατότητα υπολογισμού της αποδοτικότητας κλίμακας SE κάθε μονάδας. Η μελέτη των ευρημάτων του πίνακα 2 του παραρτήματος αποκαλύπτει:

α. Τεχνικά αποδοτικές (TE): από το σύνολο των Γυμνασίων, είναι το 6,5% (CRSTE=1) και το 15,2% (VRSTE=1). Ειδικότερα, στη Φθιώτιδα το 3,3% (CRSTE=1) και το 10% (VRSTE=1), στην Ευρυτανία 0% (CRSTE=1) και το 28,6% (VRSTE=1) και στη Φωκίδα το 22,2% για καθένα από τα μοντέλα CRS και VRS. Τα TE Γυμνάσια μπορούν να «παράγουν» τις ποσότητες των εκροών με τις ποσότητες των εισροών, χωρίς σπατάλη πόρων. Μπορούν να αξιοποιούνται από τις υπόλοιπες ως οριοθέτες. β. Αποδοτικές ως προς την κλίμακα (SE) είναι το 21,7% στο σύνολο των Γυμνασίων, στην Ευρυτανία 0%, στη Φθιώτιδα 23,3% και στη Φωκίδα 33,3%. Η αποδοτικότητα κλίμακας σχετίζεται με το μέγεθος της μονάδας. Εκφράζει την ικανότητα μιας μονάδας να λειτουργεί στη βέλτιστη κλίμακα λειτουργίας. Στον επόμενο Πίνακα 4 παρουσιάζονται οι τιμές περιγραφικών στατιστικών μέτρων που προέκυψαν από τα στοιχεία του Πίνακα 2, στο Παράρτημα.

Πίνακας 4. Περιγραφικά Στατιστικά Μέτρα των αποδοτικότητων του συνόλου των Π.Ε. από κοινού και κάθε Π.Ε. χωριστά.				
Π.Ε.	Περ/κά Στατ/κά Μέτρα	VRSTE	CRSTE	SE
<b>ΕΥΡΥΤΑΝΙΑ ΦΘΙΩΤΙΔΑ ΦΩΚΙΔΑ</b>	Μέση Τιμή	0,628	0,494	0,737
	Ελάχιστη Τιμή	0,412	0,324	0,689
	Μέγιστη Τιμή	1	1	1
	Τυπική Απόκλιση	0,228	0,225	0,216
<b>ΕΥΡΥΤΑΝΙΑ</b>	Μέση Τιμή	0,557	0,244	0,502
	Ελάχιστη Τιμή	0,121	0,053	0,209
	Μέγιστη Τιμή	1	1	1
	Τυπική Απόκλιση	0,385	0,181	0,228
<b>ΦΘΙΩΤΙΔΑ</b>	Μέση Τιμή	0,659	0,551	0,842
	Ελάχιστη Τιμή	0,239	0,165	0,4363
	Μέγιστη Τιμή	1	1	1
	Τυπική Απόκλιση	0,176	0,173	0,1664
<b>ΦΩΚΙΔΑ</b>	Μέση Τιμή	0,58	0,496	0,893
	Ελάχιστη Τιμή	0,412	0,324	0,786
	Μέγιστη Τιμή	1	1	1
	Τυπική Απόκλιση	0,244	0,293	0,2

Πηγή: Υπολογισμοί από τους Συγγραφείς

Η μελέτη των ευρημάτων του ανωτέρω πίνακα αποκαλύπτει τα εξής:

α. Η μέση τιμή της VRSTE και της CRSTE, για το σύνολο των σχολικών μονάδων είναι 0,628 και 0,494. Για τα Γυμνάσια της Ευρυτανίας 0,557 και 0,244, της Φθιώτιδας 0,659 και 0,551 και της Φωκίδας 0,580 και 0,496 αντιστοίχως. Οι μέσες τιμές των σχετικών TE είναι χαμηλές συγκρινόμενες με τις εμφανιζόμενες στη διεθνή βιβλιογραφία (Di Giacomo & Pennini, 2014). Τα ευρήματα δείχνουν ότι είναι δυνατόν, κατά μέσο όρο, στο σύνολο των Γυμνασίων να επιτευχθούν οι ίδιες ποσότητες των εκροών με μειωμένες εισροές κατά 37,2 % και 50,6%. Στην Ευρυτανία κατά 44,3% και 75,6%, στη Φθιώτιδα κατά 34,1% και 44,9% και στη Φωκίδα κατά 42% και 50,4% αντίστοιχα. Δηλαδή, διαπιστώνεται σημαντική σπατάλη πόρων.

β. Η μέση τιμή της SE για το σύνολο των Γυμνασίων είναι 0,737 (73,7%). Αυτό υποδηλώνει ότι τα Γυμνάσια απέχουν τουλάχιστον 0,263 (26,3%) από τη βέλτιστη κλίμακα. Για τα Σχετικά Μεγάλα & Σχετικά Μικρά Γυμνάσια, όπως αυτά ορίστηκαν στην παράγραφο 4.2, δίνεται ο επόμενος πίνακας που προκύπτει από τον Πίνακα 2 του Παραρτήματος.

Πίνακας 5: Περιγραφικά Στατιστικά Μέτρα των Αποδοτικότητων των Μεγάλων - Μικρών Γυμνασίων με προσανατολισμό τις εισροές για τα μοντέλα VRS και CRS

Περιγραφικά Στατιστικά Μέτρα	Μεγάλα Σχολεία			Μικρά Σχολεία		
	VRSTE	CRSTE	SE	VRSTE	CRSTE	SE
Μέση Τιμή	0,750	0,666	0,878	0,556	0,392	0,735
Ελάχιστη Τιμή	0,536	0,361	0,609	0,121	0,053	0,209
Μέγιστη Τιμή	1	1	1	1	1	1
Τυπική Απόκλιση	0,146	0,202	0,142	0,239	0,172	0,236

Πηγή: Υπολογισμοί από τους Συγγραφείς

Τα στοιχεία του Πίνακα 5 αποκαλύπτουν ότι οι μέσες σχετικές TE, VRSTE και CRSTE, των σχετικά μεγάλων Γυμνασίων είναι υψηλότερες από τις αντίστοιχες των σχετικά μικρών (75% έναντι 55,6% και 66,6% έναντι 39,2%) και κλίμακας 87,8% έναντι 73,5%. Συνεπώς, τα σχετικά μικρά Γυμνάσια, συγκριτικά με τα σχετικά μεγάλα, κατά μέσο όρο, σπαταλούν περισσότερους πόρους και απέχουν περισσότερο από τη βέλτιστη κλίμακα. Η διάκριση των Γυμνασίων με κριτήριο την έδρα, οδηγεί στα στατιστικά των σχετικών αποδοτικότητων (από τον Πίνακα 2 του Παραρτήματος) που εμπεριέχονται στον επόμενο Πίνακα 6.

Πίνακας 6: Περιγραφικά Στατιστικά Μέτρα των Αποδοτικότητων των Γυμνασίων των Πρωτευουσών των ΠΕ- Λοιπών περιοχών με προσανατολισμό τις εισροές για τα μοντέλα VRS και CRS

Περιγραφικά Στατιστικά Μέτρα	Γυμνάσια Πρωτ/σών			Γυμνάσια Λοιπών Περιοχών		
	VRSTE	CRSTE	SE	VRSTE	CRSTE	SE
Μέση Τιμή	0,791	0,732	0,915	0,570	0,409	0,743
Ελάχιστη Τιμή	0,625	0,462	0,689	0,121	0,054	0,209
Μέγιστη Τιμή	1	1	1	1	0,741	1
Τυπική Απόκλιση	0,144	0,199	0,121	0,226	0,167	0,226

Πηγή: Υπολογισμοί από τους Συγγραφείς

Τα ευρήματα του Πίνακα 6 αποκαλύπτουν ότι οι μέσες σχετικές TE, VRSTE και CRSTE, και κλίμακας, των Γυμνασίων με έδρα στις πρωτεύουσες των ΠΕ είναι υψηλότερες από τις αντίστοιχες των υπολοίπων με έδρα στις υπόλοιπες περιοχές (79,1% έναντι 57%, 73,2% έναντι 40,9%, 91,5% έναντι 74,3%). Συνεπώς, τα Γυμνάσια με έδρες στις Πρωτεύουσες των περιφερειακών ενοτήτων, κατά μέσο όρο, σπαταλούν λιγότερους πόρους και απέχουν λιγότερο από τη βέλτιστη κλίμακα, συγκριτικά με εκείνα που έχουν έδρες σε άλλες περιοχές. Όλα αυτά τα αποτελέσματα γνωστού όντος ότι οι τιμές των εκροών  $Y_2$  και  $Y_3$ , διαμορφώνονται από το ίδιο το σχολείο. Αν υφίστατο εξωτερική αξιολόγηση, τότε οι τιμές θα διαμορφώνονταν με ενιαία κριτήρια (μεγαλύτερη αντικειμενικότητα). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι υπάρχουν μικρά σχολεία στα οποία το ποσοστό των αριστούχων, σε μια τάξη, εγγίζει το 50%, ενώ αυτό δεν συμβαίνει σε σχετικά μεγάλου μεγέθους σχολεία. Προφανώς, στις σχολικές μονάδες μικρού μεγέθους, μεταξύ διδασκόντων και διδασκομένων, αναπτύσσεται μια ιδιαίτερη σχέση με συνέπεια την επιείκεια στην αξιολόγηση που εκφράζεται με υψηλή βαθμολογία. Τέλος στον επόμενο Πίνακα 7 παρουσιάζεται η κατάταξη των Γυμνασίων, σε φθίνουσα σειρά ως προς τις VRSTE, CRSTE και SE.

Πίνακας 7: Φθίνουσα Κατάταξη των Γυμνασίων των ΠΕ Ευρυτανίας Φθιώτιδας και Φωκίδας, ως προς Αποδοτικότητα VRSTE, CRSTE και SE

VRSTE	DMUs (Κατ.)	CRSTE	DMUs (Κατ.)	SE	DMUs (Κατ.)
1	3 (1)	1	13 (1)	1	13(1)
1	7 (1)	1	38 (1)	1	38 (1)
1	13 (1)	1	39 (1)	1	39 (1)
1	26 (1)	0,896	10 (2)	1	27 (1)
1	29 (1)	0,741	22 (3)	1	8 (1)
1	38 (1)	0,718	14 (4)	1	10 (1)
1	39 (1)	0,714	27 (5)	1	30 (1)
0,896	10 (2)	0,702	12 (6)	1	40 (1)
0,814	28 (3)	0,674	11 (7)	1	33 (1)
0,813	36 (4)	0,673	9 (8)	1	21 (1)
0,781	22 (5)	0,664	8 (9)	0,988	34 (2)
0,766	14 (6)	0,619	33 (10)	0,974	20 (3)
0,762	1 (7)	0,598	17 (11)	0,974	11 (3)
0,73	12 (8)	0,559	25 (12)	0,965	17 (4)
0,714	27 (9)	0,553	36 (13)	0,962	12 (5)
0,705	9 (10)	0,541	30 (14)	0,953	9 (6)
0,692	11 (11)	0,537	21 (15)	0,949	22 (7)
0,666	19 (12)	0,524	1 (16)	0,937	14 (8)
0,664	8 (13)	0,521	29 (17)	0,93	42 (9)
0,655	15 (14)	0,505	34 (18)	0,909	25 (10)
0,625	2 (15)	0,503	19 (19)	0,894	24 (11)
0,62	17 (16)	0,495	28 (20)	0,88	44 (12)
0,619	33 (17)	0,476	15 (21)	0,845	41 (13)
0,615	25 (18)	0,463	24 (22)	0,81	18 (14)
0,587	37 (19)	0,462	2 (23)	0,786	46 (15)
0,583	32 (20)	0,448	32 (24)	0,769	32 (16)
0,559	43 (21)	0,444	37 (25)	0,757	37 (17)
0,549	18 (22)	0,444	18 (25)	0,755	19 (18)
0,542	30 (23)	0,44	40 (26)	0,74	2 (19)
0,537	21 (24)	0,436	26 (27)	0,729	4 (20)
0,536	31 (25)	0,434	20 (28)	0,727	15 (21)
0,533	23 (26)	0,413	41 (29)	0,711	23 (22)
0,518	24 (27)	0,409	42 (30)	0,691	16 (23)
0,511	34 (28)	0,379	23 (31)	0,688	1 (24)

0,493	45 (29)	0,361	31 (32)	0,681	36 (25)
0,489	41 (30)	0,34	44 (33)	0,674	31 (26)
0,446	20 (31)	0,324	46 (34)	0,614	35 (27)
0,44	40 (32)	0,324	43 (34)	0,609	28 (28)
0,439	42 (33)	0,263	35 (35)	0,581	43 (29)
0,429	35 (34)	0,22	3 (36)	0,521	29 (30)
0,412	46 (35)	0,215	45 (37)	0,49	5 (32)
0,386	44 (36)	0,209	7 (38)	0,441	6 (33)
0,239	16 (37)	0,165	16 (39)	0,436	26 (34)
0,202	4 (38)	0,147	4 (40)	0,436	45 (35)
0,189	5 (39)	0,093	5 (41)	0,22	3 (36)
0,121	6 (40)	0,053	6 (42)	0,209	7 (37)

Πηγή: Υπολογισμοί και κατατάξεις από τους συγγραφείς

Σημείωση: Εντός παρενθέσεων η σειρά κατάταξης.

#### 4.3.2. Ανάλυση 2<sup>ου</sup> Σταδίου

Στην παράγραφο αυτή εξετάζεται η επίδραση παραγόντων, του αμέσου ή ευρύτερου περιβάλλοντος των Γυμνασίων, στην VRSTE. Η διερεύνηση πραγματοποιείται με τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης. Εν προκειμένω, ως παράγοντες (ανεξάρτητες μεταβλητές) εξετάζονται το μέγεθος  $X_1$  και η έδρα του Γυμνασίου. Ως εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνεται η VRSTE. Εξετάζονται τρεις περιπτώσεις:  $VRSTE = b_0 + b_1 X_1 + \varepsilon$  (1) όπου  $\varepsilon$  το τυχαίο σφάλμα,  $VRSTE = b_0 + b_1 Z + \varepsilon$  (2), όπου η ψευδομεταβλητή  $Z$  λαμβάνει την τιμή 1 αν η σχολική μονάδα έχει έδρα στην πρωτεύουσα και 0 αν έχει την έδρα σε άλλη περιοχή. Η περίπτωση  $VRSTE = b_0 + b_1 X_1 + b_2 Z + \varepsilon$  δεν εξετάζεται γιατί οι μεταβλητές  $X_1$  και  $Z$  έχουν υψηλή συσχέτιση  $r=0,813$ . Περίπτωση 1<sup>η</sup>: Επίδραση του μεγέθους του Γυμνασίου Τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8: Παλινδρόμηση		
Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Εξαρτημένη Μεταβλητή : VRSTE	
	1η Περίπτωση	2η Περίπτωση
$X_1$	0,001*	
	2,952	
$Z$		0,19**
		2,55
Constant	0,508*	0,582*
	9,927	15,996
$R^2$	0,165	0,129
Adj. $R^2$	0,146	0,109
F	8,714	6,503
p-value	0,005	0,014
n	46	46
όπου : *, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και 0,05 αντίστοιχα		
t-values δίνονται με πλάγια γραφή.		

Από τα ευρήματα συνάγονται: α. Οι τιμές των  $R^2$  και  $AdjR^2$  είναι χαμηλές (αυτό εν μέρει δικαιολογείται από το γεγονός ότι πρόκειται για διαστρωματικά στοιχεία). Δείχνουν χαμηλή ερμηνευτική ικανότητα του υποδείγματος (εξηγεί το 16,5% της μεταβλητότητας των δεδομένων). β. Η παλινδρόμηση είναι στατιστικά σημαντική (σε επίπεδο 1%). γ. Το μέγεθος της σχολικής μονάδας έχει θετική και στατιστικά σημαντική (επίπεδο 1%) επίδραση στην VRSTE και δ. Η εξίσωση της γραμμικής παλινδρόμησης είναι:  $VRSTE = 0,508 + 0,001 \cdot X_1$ .

## Περίπτωση 2<sup>η</sup> : Επίδραση της Έδρας του Γυμνασίου

Τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης και αυτής της περίπτωσης παρουσιάζονται επίσης στον Πίνακα 8. Από τα ευρήματα συνάγονται: α. Η παλινδρόμηση εξηγεί το 12,9 % της μεταβλητότητας των δεδομένων. β. Η παλινδρόμηση είναι στατιστικά σημαντική (σε επίπεδο 5%). γ. Η έδρα του σχολείου έχει θετική και στατιστικά σημαντική (επίπεδο 5%) επίδραση στην VRSTE και δ. Η παλινδρόμηση έχει εξίσωση :  $VRSTE = 0,582 + 0,19 \cdot Z$ .

## 5. Συμπεράσματα – Πρόταση Πολιτικής

Στην εποχή της γνώσης, οι σχολικές μονάδες της υποχρεωτικής ΔΕ, παίζουν ρόλο κλειδί, στην πορεία κάθε χώρας, περιφέρειας ή τόπου. Η βελτιστοποίηση της πολυδιάστατης συμβολής τους, απαιτεί συνεχή βελτίωση της απόδοσης των σχολικών μονάδων, πέραν της διαχρονικής αύξησης των διαθέσιμων πόρων. Η εργασία εφαρμόζει τη μέθοδο DEA για να αξιολογήσει τη σχετική αποδοτικότητα των Γυμνασίων των ΠΕ Ευρυτανίας, Φθιώτιδας και Φωκίδας της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας. Χρησιμοποιεί μία εισροή και δύο εκροές με προσανατολισμό στις εισροές, κάτω από τις υποθέσεις των σταθερών και μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας, για δεδομένα που αφορούν το σχολικό έτος 2015-16. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι:

α. Τεχνική Αποδοτικότητα: ως προς την υπόθεση VRS, τα αποδοτικά Γυμνάσια στο σύνολό τους είναι 15,2%. Στην Ευρυτανία 28,57%, στη Φθιώτιδα 10%, και στη Φωκίδα 22,22%. Ως προς την υπόθεση CRS, τα αποδοτικά Γυμνάσια στο σύνολό τους είναι 6,52%. Στην Ευρυτανία 0%, στη Φθιώτιδα 3,33%, και στη Φωκίδα 22,22%. Οι μέσες τιμές της τεχνικής αποδοτικότητας των Γυμνασίων είναι εν γένει χαμηλές γεγονός που σημαίνει ότι σπαταλούν πόρους. Οι μέσες τιμές είναι χαμηλές συγκριτικά με τις αντίστοιχες εργασίων δημοσιευμένων στη διεθνή βιβλιογραφία. Στα μικρά και απομακρυσμένα σχολεία παρατηρούνται υψηλά ποσοστά αριστούχων γεγονόσ που επηρεάζει, θετικά υπέρ αυτών, την αποδοτικότητα, για τη συγκεκριμένη επιλογή εισροών-εκροών.

β. Αποδοτικότητα κλίμακας: Τα αποδοτικά Γυμνάσια, είναι το 21,7%, στην Ευρυτανία 0%, στη Φθιώτιδα 23,3%, και στη Φωκίδα 33,3% αντίστοιχα.

γ. Οι Μέσες Τιμές των αποδοτικοτήτων των σχετικά μεγάλων Γυμνασίων είναι υψηλότερες από τις αντίστοιχες των σχετικά μικρών.

δ. Οι Μέσες Τιμές των αποδοτικοτήτων των Γυμνασίων με έδρα στις πρωτεύουσες των ΠΕ είναι υψηλότερες από τις αντίστοιχες των Γυμνασίων με έδρες στις λοιπές περιοχές.

ε. Η οικονομετρική ανάλυση του 2<sup>ου</sup> σταδίου βεβαιώνει ότι το μέγεθος του Γυμνασίου και η έδρα του έχουν θετική και στατιστικά σημαντική επίδραση στην VRSTE.

Τα ευρήματα και τα εξ αυτών συμπεράσματα δύνανται να αξιοποιηθούν από τις διοικήσεις των Γυμνασίων, των διευθύνσεων εκπαίδευσης σε δημοτικό, νομαρχιακό και περιφερειακό επίπεδο και τους λήπτες των σχετικών πολιτικών αποφάσεων, προς την κατεύθυνση της μείωσης μέχρι μηδενισμού της σπατάλης πόρων δοσμένων των επιπέδων των εκροών. Προτείνεται η συγκρότηση «παρατηρητηρίων» σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο για την ετήσια παρακολούθηση των αποδόσεων (αποδοτικότητα, αποτελεσματικότητα, παραγωγικότητα, ποιότητα) των Γυμνασίων, την ετήσια συγκριτική αξιολόγησή τους για διάφορους συνδυασμούς εισροών και εκροών και την έγκαιρη παρέμβαση για διορθώσεις, ανακατανομές των διαθέσιμων πόρων, προς όφελος εκπαίδευσης και της οικονομίας. Η έρευνα μπορεί να επεκταθεί για παράδειγμα με διαφορετικούς συνδυασμούς εισροών και εκροών καθώς και τον υπολογισμό μεταβολών των παραγωγικοτήτων μεταξύ διαδοχικών ετών.

## Βιβλιογραφία

- Alli, A.I., & Seiford, L.M. (1993). The Mathematical Programming Approach to Efficiency Analysis, in Fried, H.O., C.A.K. Lovell and S.S. Schmidt (Eds.), *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*. Oxford University Press, New York, 120–159.
- 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.
- Bradley, S., Johnes, G., & Millington, J. (2001). The effect of competition on the efficiency of secondary schools in England. *European Journal of Operational Research* 135, 545–568.
- 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., & Perelman, S. (1996). *Efficiency Measurement, Multiple-Output Technologies and Distance Functions, with Application to European Railways*. CREPP. Centre de Recherche en Economie Publique et en Economie de la Population.
- 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.
- Colbert, A., Levary, R.R., & Shaner, M.C. (2000). Determining the relative efficiency of MBA programs using DEA. *European Journal of Operational Research*, 125, 653–664.
- Cooper, W., Seiford, L., & Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis: A comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. New York: Springer.
- Cooper, W., Seiford, L., & Zhu, J. (2011). *Handbook on Data Envelopment Analysis*. International Series in Operations Research & Management Science, Springer.
- Di Giacomo, G. & Pennini, A. (2015). Assessing Primary and Lower Secondary School Efficiency Within Northern, Central and Southern Italy. *Italian Economic Journal*, 1(2), 287–311.
- Essid, H., Ouellette, P., & Vigeant, S.(2013). Small is not that beautiful after all: measuring the scale efficiency of Tunisian high schools using a DEA-bootstrap method, *Applied Economics*, 45(9), 1109–1120.
- Farrel, M. J. (1957). The Measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistical Society*, 120(3), 253–281.
- 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.
- 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.
- Kirjavainen, T. & Loikkanen, H. A. (1998). Efficiency Differences of Finnish Senior Secondary Schools. An Application of DEA and Tobit Analysis. *Economics of Education Review*, 17(4), 377–394.
- 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.
- Lovell, C.A. K. (1993). *Production frontiers and Productive efficiency, in the Measurement of Productive Efficiency*. New York: Oxford University Press, (pp. 3-67).
- Lovell, C.A.K., Walters, L.C., & Wood, L.L. (1994). Stratified models of education production using modified DEA and regression analysis, In Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y., & Seiford, L.W.(Ed) *DEA Theory, Methodology and Applications*, Kluwer Academic Publishers.
- Maragos, E.K., & Despotis, D.K. (2003). Evaluation of High School Performance: A Data Envelopment Analysis Approach. *APORS proceedings*, N. Delhi, India, (pp. 435-442).
- Muniz, M. A. (2002). Separating managerial inefficiency and external conditions in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 143, 625–643.

- Nataraja, N., & Johnson A. (2011). Guidelines for using variables selection techniques in data envelopment analysis, *European Journal of Operational Research*, 215, 662–669
- Noulas, A.G., & Ketkar, K.W. (1998). Efficient utilization of resources in public schools: a case study of New Jersey. *Applied Economics*, 30(10), 1299–1306.
- Ruggiero, J. & Vitaliano, D. F. (1999). Assessing the efficiency of public schools using data envelopment analysis and frontier regression. *Contemporary Economic Policy*, 17(3), 321–331.
- Rzadzinski, L., & Sworowska, A. (2016). Parametric and Non-Parametric Methods for Efficiency Assessment of State Higher Vocational Schools in 2009-2011. *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 4(1), 95–112.
- Seiford, L.M., & Thrall, R.M. (1990). Recent Development in DEA: The Mathematical Programming Approach to Frontier Analysis. *Journal of Econometrics*, 46, 7–36.
- Seiford, L. M. (1996). Data Envelopment Analysis. The Evolution of the State of the Art (1978-1995). *Journal of Productivity Analysis*, 7, 99–138.
- 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.
- Αργυρίου, Χ. (2017). *Το Μέγεθος και το Δημόσιο Κόστος ανά μαθητή και Ποσοτικοί Δείκτες Ποιότητας των Γυμνασίων της Περιφερειακής Ενότητας Φθιώτιδας σε Ηλεκτρονικό Περιβάλλον*. Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Θετικών Επιστημών.
- Σταυρομήτρου, Χ., Αργυρόπουλος, Η., & Τσαμαδιάς, Κ. (2016). Ο Αριθμός των Μαθητών των Σχολικών Μονάδων επιδρά στο Ετήσιο Δημόσιο Κόστος ανά Μαθητή; Εμπειρική Απόδειξη από τα Δημόσια Λύκεια της ΠΕ Φθιώτιδας, της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας. *Πρακτικά 1<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή, «Ελλάδα Ευρώπη 2020: Εκπαίδευση, Διά Βίου Μάθηση, Έρευνα, Καινοτομία και Οικονομία»*, Αθήνα 1,2 και 3 Ιουλίου 2016, Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης
- Στεργίου, Κ. (2017). *Διερεύνηση και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της αποδοτικότητας της εκπαίδευσης*. Διδακτορική Διατριβή, Παιδαγωγική Σχολή Φλώρινας.

## Παράρτημα

Πίνακας 1: Τιμές των μεταβλητών  $X_1, X_2, X_3, X_4, Y_1, Y_2, Y_3$  και των δεικτών  $X_{21}, X_{31}, X_{41}$  για τα Γυμνάσια των ΠΕ Ευρυτανίας, Φθιώτιδας και Φωκίδας κατά το Σχ. Έτος 2015-16

DM Us	Π.Ε	Δήμοι	Γυμ/σια	Εισροή							Εκροές		
				$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$Y_1$	$X_{21}$	$X_{31}$	$X_{41}$	$Y_2$	$Y_3$
1	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	Καρπενη	1ο	182	18	426560	16	61	0,099	2344	0,088	0,209	0,049
2			2ο	132	12	375520	20	28	0,091	2845	0,152	0,176	0,179
3			Γ.Φουρν	9	5	145215	7	4	0,556	16135	0,778	0,444	0,500
4		Αγράφων	Γρα/τσας	18	5	159143	16	6	0,278	8841	0,889	0,222	0,000
5			Ραπτ/λου	27	5	253642	23	11	0,185	9394	0,852	0,148	0,091
6			Κερ/χωρί	15	5	219730	11	5	0,333	14649	0,733	0,133	0,000
7			.Φρ/στας	13	5	197610	3	2	0,385	15201	0,231	0,231	0,500
8	ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	Λαμίων	1ο	200	21	648597	29	71	0,105	3243	0,145	0,305	0,282
9			2ο	306	28	780881	30	106	0,092	2552	0,098	0,271	0,208
10			3ο	218	22	543732	31	66	0,101	2494	0,142	0,349	0,273
11			4ο	267	27	826807	30	108	0,101	3097	0,112	0,348	0,241
12			5ο	324	33	801485	25	90	0,102	2474	0,077	0,296	0,100
13			6ο	321	30	763850	26	94	0,093	2380	0,081	0,377	0,287
14			7ο	219	19	515701	21	70	0,087	2355	0,096	0,288	0,171
15			8ο	149	18	407052	15	56	0,121	2732	0,101	0,222	0,089
16			Λιαν/δίου	38	9	283646	11	17	0,237	7464	0,289	0,210	0,059
17			Μοσ/ρίου	64	7	186480	14	24	0,109	2914	0,219	0,297	0,042
18			Υπάτης	61	7	198756	4	22	0,115	3258	0,066	0,217	0,182
19	ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	Στυλίδας	Στυλίδας	145	16	389786	16	44	0,110	2688	0,110	0,230	0,136
20			Ραχών	75	9	299386	16	19	0,120	3992	0,213	0,186	0,263
21			Πελ/γίας	70	9	237752	14	18	0,129	3396	0,200	0,286	0,222
22		Αμφ Ελά	Αμφ/λειας	79	10	221833	28	29	0,127	2808	0,354	0,354	0,069
23			Τιθορέας	74	9	248150	11	30	0,122	3353	0,149	0,216	0,100
24			Ελάτειας	73	9	253669	17	28	0,123	3475	0,233	0,274	0,071
25		Λοκρών	Ατα/ντης	215	21	630386	14	72	0,098	2932	0,065	0,279	0,056
26			Λάρ/νας	42	11	228851	6	16	0,262	5449	0,143	0,405	0,125
27			Λιβ/τών	94	12	310784	20	21	0,128	3306	0,213	0,372	0,286
28			Μαλ/νας	141	13	308434	16	45	0,092	2187	0,113	0,184	0,089
29			Μαρ/νου	34	7	186296	4	12	0,206	5479	0,118	0,333	0,417
30		ΜώΑ.Κ	Μώλου	86	11	297534	13	31	0,128	3460	0,151	0,244	0,258
31			Κ.Βούρλ	118	12	392975	23	40	0,102	3330	0,195	0,205	0,050
32			Αγ.Κων/	104	11	319284	18	25	0,106	3070	0,173	0,228	0,160
33		Μακρ	Μακρ/μης	131	13	386461	13	47	0,099	2950	0,099	0,267	0,234

34		Σπερ/δας	92	12	325419	20	31	0,130	3537	0,217	0,304	0,161
35		Δομοκού	81	11	335803	18	20	0,136	4146	0,222	0,186	0,100
36	Δομοκ	Ομβριακ	37	8	171250	11	12	0,216	4628	0,297	0,366	0,333
37		N.Μονας	52	7	158625	18	16	0,135	3050	0,346	0,231	0,125
38		Αμφισσα	202	22	359048	30	75	0,109	1777	0,149	0,174	0,280
39		Ιτέας	185	17	334689	15	78	0,092	1809	0,081	0,308	0,205
40		Γραβιάς	56	8	229353	10	20	0,143	4096	0,179	0,232	0,250
41	Δελφών	Γαλαξιδ	53	8	193993	12	23	0,151	3660	0,226	0,226	0,191
42	ΦΩΚΙΔΑΣ	Δεσφίνας	63	14	258575	11	15	0,222	4104	0,175	0,286	0,067
43		Δελφών	23	8	163026	12	9	0,348	7088	0,522	0,391	0,111
44		Λιδ/ικίου	37	10	242113	8	14	0,270	6544	0,216	0,378	0,214
45	Δωρίδος	Ευπαλί	91	20	328207	13	30	0,220	3607	0,143	0,132	0,067
46		Ερατειν	50	10	217335	14	15	0,200	4347	0,280	0,240	0,067

Πηγές: Αναφέρονται στην παράγραφο 4.1

Πίνακας 2: Αποδοτικότητες των Γυμνασίων των ΠΕ Ευρυτανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας με προσανατολισμό τις εισροές για τα υποδείγματα VRS, CRS με εισροή  $X_{31}$  και εκροές  $Y_2, Y_3$

DMUs	ΠΕ	Δήμοι	Γυμνάσια	Αποδοτικότητες		
				VRS	CRS	SE
1	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	Καρπενησίου	1ο	0,762	0,524	0,688
2			2ο	0,625	0,462	0,740
3			Φουρνά	1,000	0,220	0,220
4	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	Αγράφων	Γρανίτσας	0,202	0,147	0,729
5			Ραπτόπουλου	0,189	0,093	0,490
6			Κερασχωρίου	0,121	0,053	0,441
7			Φραγκίστας	1,000	0,209	0,209
8	ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	Λαμίων	1ο	0,664	0,664	1,000
9			2ο	0,705	0,673	0,953
10			3ο	0,896	0,896	1,000
11			4ο	0,692	0,674	0,974
12			5ο	0,730	0,702	0,962
13			6ο	1,000	1,000	1,000
14			7ο	0,766	0,718	0,937
15			8ο	0,655	0,476	0,727
16		Στυλίδας	Λιανοκλαδίου	0,239	0,165	0,691
17			Μοσχοχωρίου	0,620	0,598	0,965
18			Υπάτης	0,549	0,444	0,810
19		Αμφ. Ελάτειας	Στυλίδας	0,666	0,503	0,755
20			Ραχών	0,446	0,434	0,974
21			Πελασγίας	0,537	0,537	1,000
22		Λοκρών	Αμφ/λειας	0,781	0,741	0,949
23			Τιθορέας	0,533	0,379	0,711
24			Ελάτειας	0,518	0,463	0,894
25		Λάρυμνας	Αταλάντης	0,615	0,559	0,909
26			Λάρυμνας	1,000	0,436	0,436

27		Λιβανατών	0,714	0,714	1,000
28		Μαλεσίνας	0,814	0,495	0,609
29		Μαρτίνου	1,000	0,521	0,521
30		Μώλου	0,542	0,541	1,000
31	ΜώΑ.Κ	Κ.Βούρλων	0,536	0,361	0,674
32		Αγ.Κων/νου	0,583	0,448	0,769
33		Μακρ/μης	0,619	0,619	1,000
34	Μακρ/μης	Σπερχ/δας	0,511	0,505	0,988
35		Δομοκού	0,429	0,263	0,614
36	Δομοκού	Ομβριακής	0,813	0,553	0,681
37		Ν.Μοναστηρίου	0,587	0,444	0,757
38		Αμφισσας	1,000	1,000	1,000
39		Ιτέας	1,000	1,000	1,000
40		Γραβιάς	0,440	0,440	1,000
41		Γαλαξιδίου	0,489	0,413	0,845
42	ΦΩΚΙΔΑΣ	Δεσφίνας	0,439	0,409	0,930
43		Δελφών	0,559	0,324	0,581
44		Λιδορικού	0,386	0,340	0,880
45	Δωρίδος	Ευπαλίου	0,493	0,215	0,436
46		Ερατεινής	0,412	0,324	0,786