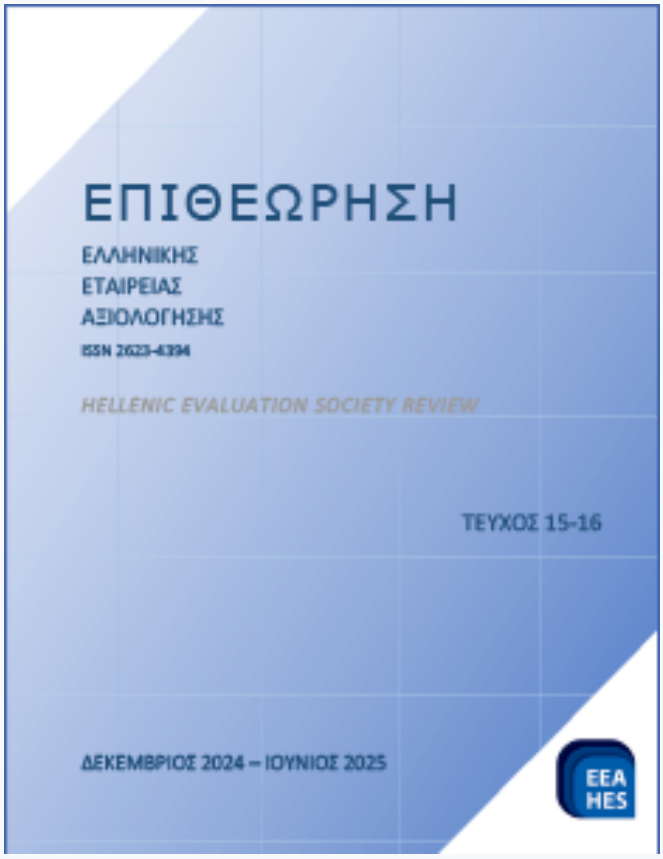
ePublishing

Hellenic Evaluation Society Review

No 15-16 (2025)

No. 15-16 (2025): HELLENIC EVALUATION SOCIETY REVIEW - ISSUE 15-16



Συγκριτική Αξιολόγηση παραγωγικών μονάδων απόφασης με την μέθοδο της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (Π.Α.Δ.): Παράδειγμα της μεθόδου σε ακαδημαϊκά τμήματα Α.Ε.Ι.

Ioannis Bouris

doi: 10.12681/eea.43275

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 24/01/2026 06:22:16

ΑΡΘΡΟ

Συγκριτική Αξιολόγηση παραγωγικών μονάδων απόφασης με την μέθοδο της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (Π.Α.Δ.): Παράδειγμα της μεθόδου σε ακαδημαϊκά τμήματα Α.Ε.Ι.

Δρ Ιωάννης Δ. Μπουρής, *Ομότιμος Καθηγητής Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής*

Περίληψη

Το άρθρο αυτό στοχεύει στην παρουσίαση και ανάλυση της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (Π.Α.Δ.) ως μεθόδου συγκριτικής αξιολόγησης της αποδοτικότητας οργανωτικών μονάδων όπως, ακαδημαϊκά τμήματα Α.Ε.Ι., νοσοκομεία, Ο.Τ.Α.,Ο.Κ.Α. κ.ο.κ. Ο Ν.4940/2022 αναφέρεται στο Κοινό Πλαίσιο Αξιολόγησης ως μέθοδος αυτό-αξιολόγησης της οργανωτικής μονάδας με βάση δύο ομάδες, που έχουν σχέση αιτίου- αποτελέσματος. Τα πρώτα πέντε κριτήρια προσδιορίζουν τα χαρακτηριστικά και τη φυσιογνωμία του Οργανισμού (τη δομή και την οργάνωσή του) και τα υπόλοιπα τέσσερα προσδιορίζουν και αποτυπώνουν την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα της λειτουργίας του συγκεκριμένου Οργανισμού. Η μέθοδος της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (Π.Α.Δ.) που περιγράφεται στο άρθρο αυτό προχωρεί ένα βήμα πιο κάτω με το σκεπτικό ότι αξιολογείται η αποδοτικότητα της συγκεκριμένης μονάδας και συγκρίνεται με την αποδοτικότητα όμοιων μονάδων που εντάσσονται στο λεγόμενο σύνορο (κέλυφος) αποδοτικότητας (δείκτης αποδοτικότητας ≅ 100%).Η σύγκριση των οργανωτικών μονάδων εστιάζεται στην ποσότητα και ποιότητα των πόρων που αξιοποιηθήκαν για να παράγουν αποτελέσματα. Συνεπώς, το βασικό σημείο αναφοράς της συγκριτικής αξιολόγησης επικεντρώνεται αφενός στην διαδικασία μέτρησης της απόδοσης των οργανωτικών μονάδων και αφετέρου στην ανάλυση της συνεισφοράς κάθε μονάδας στην αποδοτικότητα του συστήματος συνολικά. Έτσι, μπορούν να οριστούν πρότυπα καλής πρακτικής, δείκτες αξιολόγησης και δράσεις συμμόρφωσης για την υλοποίηση, εν προκειμένω, των μεταρρυθμίσεων, των αναγκαίων διαρθρωτικών αλλαγών και της διαμόρφωσης στρατηγικών.

Λέξεις-κλειδιά: Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων, Οικονομική Αποδοτικότητα, Αποδόσεις Κλίμακας, Γραμμικός Προγραμματισμός, Παραγωγικές Μονάδες Απόφασης.

1. Εισαγωγή

Η βαθμονόμηση της αποδοτικότητας παραγωγικών μονάδων απόφασης μέσω συγκριτικής Αξιολόγησης πέραν του ακαδημαϊκού χαρακτήρα αποκτά επιχειρησιακή πρακτική με την μέθοδο της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (Π.Α.Δ).Η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (ΠΑΔ)

αξιολογεί συγκρίνοντας την αποδοτικότητα παραγωγικών μονάδων απόφασης (Decision Making Units) με σκοπό τον προσδιορισμό : α) του συνόρου αποδοτικότητας (efficiency frontier) επί του οποίου τοποθετούνται όλες οι παραγωγικές μονάδες με την μέγιστη δυνατή αποδοτικότητα (δείκτης αποδοτικότητα≅100%) β) την «απόσταση» των υπολοίπων παραγωγικών μονάδων από το σύνορο αποδοτικότητας λόγω ελλειμματικής απόδοσης (δείκτης αποδοτικότητας<100%) γ) των αναγκαίων διαρθρωτικών αλλαγών και της διαμόρφωσης στρατηγικών επιλογών για μια αποτελεσματική μεταρρύθμιση.

Η έννοια της συγκριτικής αξιολόγησης ή μέθοδος σημείων αναφοράς, σχετίζεται με την τεχνική της σύγκρισης κάθε παραγωγικής μονάδας (DMU) σε ένα συνδυασμό παραγωγικών μονάδων με δείκτη αποδοτικότητας ≅ 1 ο οποίος αντιπροσωπεύει και το 'πρακτικώς εφικτό επίπεδο βελτίωσης' για κάθε μονάδα μέσω διαρθρωτικών αλλαγών και ανασχεδιασμού. Διαμορφώνεται στο τρίπτυχο σωστές δομές, καλές διαδικασίες και κατάλληλα αποτελέσματα. Όπου Δομές=f_1 (ανθρώπινοι πόροι, εγκαταστάσεις-υποδομές…), Διαδικασίες = f_2 (οργάνωση, λειτουργία του οργανισμού και πρωτόκολλα παροχής προϊόντων και υπηρεσιών) και Αποτελέσματα = f_3 (εκροές, επιπτώσεις των δράσεων, των προϊόντων και των υπηρεσιών στους αποδέκτες-πολίτες)

Σε κάθε κατηγορία υπάρχουν ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά, που μπορούν να μετρηθούν, όπως το θεσμικό πλαίσιο, ο στρατηγικός και λειτουργικός σχεδιασμός, η υλικοτεχνική υποδομή, το ανθρώπινο δυναμικό, τα πρότυπα καλής πρακτικής, οι δείκτες επίδοσης, ο βαθμός ικανοποίησης των πολιτών-αποδεκτών, οι χρόνοι αναμονής ολοκλήρωσης διαδικασιών , η ακρίβεια των μηχανημάτων, τα ποσοστά επιτυχίας των διαδικασιών, οι δεσμεύσεις/εργασίες ανά υπάλληλο/μονάδα, τα έργα ανα υπάλληλο/μονάδα με επιτυχή έγκαιρη διεκπεραίωση, οι διοικητικές υποθέσεις με συντελεστές βαρύτητας βάσει βαθμού δυσκολίας κ.ά.. Έτσι, βαθμονομείται η αποδοτικότητα της κάθε μονάδας με βάση την εσωτερική της αξιολόγηση (εσωτερικά μέσα στην υπηρεσία) και εξωτερικά από τον αποδέκτη-πολίτη των προσφερόμενων υπηρεσιών σε σταθερή και καθημερινή βάση. Με την καθιέρωση αντικειμενικά μετρήσιμων δεικτών αποδοτικότητας ελαχιστοποιείται : το 'αλισβερίσι', το 'βιλαέτι', το 'βόλεμα' και άλλα παρόμοια.

Στη συνέχεια μπορούν να οριστούν πρότυπα καλής πρακτικής, δείκτες αξιολόγησης και δράσεις συμμόρφωσης. Η καταγραφή των διαδικασιών και η ανακοίνωση των αποτελεσμάτων των τηρούμενων πρωτοκόλλων δράσης , εκτός από την πειθαρχία που επιβάλλει, μπορεί να οδηγήσει σε χρήσιμα συμπεράσματα για την επίλυση καθημερινών προβλημάτων.

Τέλος, η τήρηση κοινής μεθοδολογίας επιτρέπει πιο αξιόπιστες συγκρίσεις με συγκεκριμένα σημεία αναφοράς και παρέχει χρήσιμο υλικό για μελέτες. Για την υλοποίηση, εν προκειμένω, των μεταρρυθμίσεων και των αναγκαίων διαρθρωτικών αλλαγών, απαιτείται η διαμόρφωση ενός καθολικού συστήματος συγκριτικής αξιολόγησης. Στο Διάγραμμα 1 η σύγκριση των οργανωτικών μονάδων εστιάζεται στην ποσότητα και ποιότητα των πόρων που αξιοποιηθήκαν για να παράγουν αποτελέσματα.

Διάγραμμα 1: Η αξιοποίηση εισροών από την μονάδα απόφασης για την παραγωγή εκροών στην DEA ανάλυση

2. Επισκόπηση Βιβλιογραφίας

Η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (Π.Α.Δ.), είναι μία μέθοδος γραμμικού προγραμματισμού που εκτιμά την σχετική αποδοτικότητα **παραγωγικών μονάδων (Decision making units – DMUs)** αναφορικά πάντα με ένα σύνολο όμοιων μονάδων που χρησιμοποιούν πολλαπλές εισροές και εκροές. Χρησιμοποιώντας αυτές τις συναρτήσεις μπορούμε να δούμε την μέγιστη απόδοση που μπορεί να επιτευχθεί με οποιοδήποτε εφικτό συνδυασμό εισροών οικοδομώντας κατά συνέπεια ένα **σύνορο (κέλυφος) αποδοτικότητας**. (Seiford & Thrall 1990).

Πρωτοπαρουσιάστηκε από τους Charnes A, WW Cooper and EL Rhodes (1978) σε μελέτη τους με τίτλο 'Measuring the Efficiency of Decision Making Units'[1] . Η μελέτη αναφερόταν σε εκτιμήσεις της αποδοτικότητας μη κερδοσκοπικών οργανισμών και θεωρείται επέκταση της τεχνικής αποδοτικότητας, δοσμένης από τον Farrell το 1957.

Ο Farrell, M. (1957)[2], βασιζόμενος σε παλαιότερος μελέτες εξέφρασε την αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής με το δείκτη αποδοτικότητας, ο οποίος εκφράζεται ως ο λόγος:

$$\text{Συνολικές Εκροές} / \text{Συνολικές εισροές}$$

Το έργο του Farrell,M. θεωρείται ως σημείο εκκίνησης της όλης προσπάθειας, διότι εισήγαγε τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού για τον προσδιορισμό της αποδοτικότητας και ανέλυσε αυτήν σε επιμέρους στοιχεία.

Οι Cooper, William and Seiford, Lawrence and Zhu, Joe (2011) με την εργασία τους 'Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations' **στο** Handbook on Data Envelopment Analysis θεμελίωσαν την πολύ διαδεδομένη πλέον «Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων – ΠΑΔ, (Data Envelopment Analysis)

Το πρώτο μέλημα μας στην εφαρμογή της DEA ανάλυσης είναι ο προσδιορισμός των παραγωγικών μονάδων απόφασης με τον χαρακτηρισμό ως DMU (**D**ecision **M**aking **U**nits)

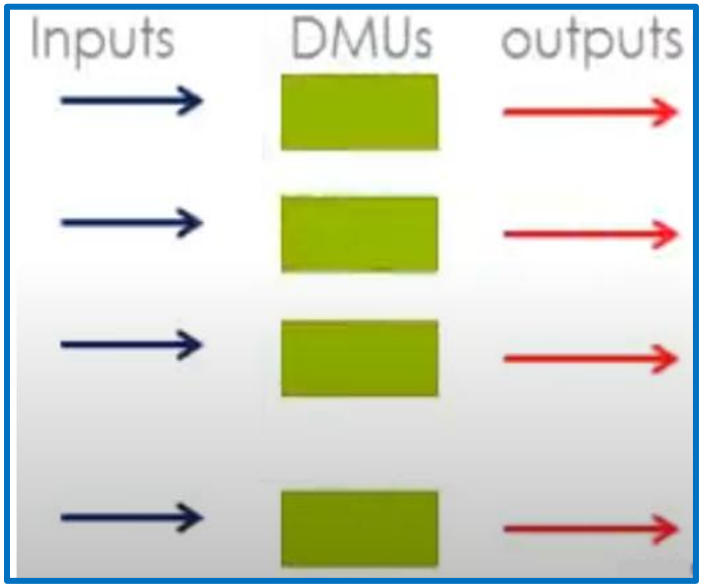
Η περιγραφή των παραγωγικών μονάδων και ο προσδιορισμός των αντίστοιχων παραγόντων, εισροών-εκροών είναι καθοριστικής σημασίας για την αξιολόγηση των επιδόσεων. Αν δεν περιγράψουμε την μονάδα αξιολόγησης σωστά ή αν παραλείψουμε κάποια σημαντική εισροή ή εκροή, τότε η αξιολόγηση θα είναι μεροληπτική. Οι παραγωγικές μονάδες συχνά αναφέρονται και ως **μονάδες απόφασης (decision making units - DMUs)** ένας ορισμός που επινοήθηκε από τον Charnes (et al. 1978). Θα χρησιμοποιούμε την έκφραση DMU κάθε φορά που θα αναφερόμαστε σε μονάδα απόφασης.

Στο **Διάγραμμα 1,** οι παραγωγικές μονάδες απόφασης (DMUs) είναι οι μονάδες που προτείνουμε για σύγκριση, με άλλες συγκρίσιμες όμοιες μεταξύ τους μονάδες. Αυτές οι μονάδες μπορεί να είναι πανεπιστήμια, Ο.Τ.Α., Ο.Κ.Α., νοσοκομεία, τράπεζες, εφορίες, στρατιωτικές εγκαταστάσεις και ούτω καθεξής. Χρησιμοποιούν ένα σύνολο πόρων-εισροών τους οποίους μετατρέπουν σε εκροές.

[1] Charnes A, WW Cooper and EL Rhodes (1978). "Measuring the Efficiency of Decision Making Units." EJOR 2: 429-444.

[2] Farrell, M., 1957. The measurement of productive efficiency. Journal of Royal Statistical Society, Series A, Vol. 120, No. 3., p. 253–281

Διάγραμμα 1 : Συγκριτική αξιολόγηση των DMUs μέσω των εισροών-εκροών της κάθε μονάδας



Σύμφωνα με τον Callen, Jeffrey L (1991)[3] , εξίσου σημαντικός είναι ο προσδιορισμός του Δείκτη απόδοσης (Εο) συγκεκριμένης DMUο μονάδας. Ως Εο ορίζεται ο λόγος εκροών προς εισροών:

Εο = $\frac{\varepsilon\kappa\rho o\acute{\varepsilon}\varsigma}{\varepsilon\iota\sigma\rho o\acute{\varepsilon}\varsigma} = \frac{Yo}{Xo}$ (όπου Υο = διεκπεραιωθείσες αναθέσεις και Χο=προσωπικό)

Έτσι, ο δείκτης απόδοσης με μία εισροή και μία εκροή εκφράζεται ως ο λόγος των διεκπεραιωθεισών αναθέσεων ανά υπάλληλο, που σχετίζονται με τη μονάδα που αξιολογείται. Παρ' όλα αυτά, ένας δείκτης απόδοσης δεν είναι αρκετός για να μεταφέρει την σχετική αποδοτικότητα πραγματικών λειτουργικών μονάδων. Στην επιχειρησιακή πρακτική μπορεί να έχουμε οικονομίες κλίμακος και φάσματος με πολλαπλές εισροές και εκροές που χαρακτηρίζουν τις δραστηριότητες κάθε συγκρίσιμης μονάδας.

Ο όρος συγκριτική αξιολόγηση αναφέρεται στη σύγκριση των προϊόντων/υπηρεσιών μιας μονάδας σε σχέση με τις καλύτερες όμοιες μονάδες του κλάδου-πεδίου. Επιλέγεται συνήθως μία ή και περισσότερες μονάδες που θεωρούνται άριστες σε ένα συγκεκριμένο πεδίο (π.χ. εξυπηρέτηση πελατών, συστήματα περαίωσης κύριων και επικουρικών συντάξεων , διαχείριση παραπόνων κ.ο.κ.) και στη συνέχεια γίνεται σύγκριση της συγκεκριμένης DMU με τις καλύτερες όμοιες μονάδες του κλάδου-πεδίου. Ποσοτικά η σχετική αποδοτικότητα Εο της υπό αξιολόγηση μονάδας DMUο διατυπώνεται στην εξίσωση (1-1) ως ακολούθως:

$E_O = (yo/xo) \ / \ max\{\frac{yj}{xj}: j=1,\ldots n\}$ **Εξίσωση**: (1-1)

Όπου $x_j > 0$ & $y_j > 0$ είναι οι εισροές και οι εκροές της DMUj αντίστοιχα.

Είναι σαφές ότι η βαθμονόμηση της σχετικής αποδοτικότητας κυμαίνεται $0 < E_{j \leq 1}$

[3] Callen, Jeffrey L. "Data envelopment analysis: Partial survey and applications for management accounting." Journal of Management Accounting Research 3.1 (1991): 35-56.

που σημαίνει : **Εάν** E_κ =1 τότε DMU_k =αποδοτική **αλλιώς** μη αποδοτική και συνεπώς εκτός του συνόρου ('κέλυφος') αποδοτικότητας.

Με βάση την απόσταση των υπολοίπων DMUj (με Ej<1) μονάδων από το σύνορο αποδοτικότητας (EF= efficiency frontier) προσδιορίζεται η σχετική αναποτελεσματικότητα τους στην εξίσωση (2-1) ως ακολούθως :

$$EF = \left\{(x,y): \frac{y}{x} = \underset{j=1,\dots,n}{\text{maximum}} \left\{\frac{y_j}{x_j}\right\}\right\}$$ **Εξίσωση**: (2-1)

όπου EF= σύνορο αποδοτικότητας

$DMU_k = (x_k, y_k) \in$ EF. Εάν Εκ =1 τότε <σύνορο αποδοτικότητας>

Για εμβάθυνση στην Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (DEA) παραπέμπουμε στις παρακάτω πηγές:

1. **Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978)**: Το πρωτοποριακό άρθρο τους, "Measuring the efficiency of decision-making units," είναι θεμελιώδες για την κατανόηση της DEA.
2. **Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007)**: Το βιβλίο "Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software" παρέχει εκτενή ανάλυση και παραδείγματα.
3. **Emrouznejad, A., & Yang, G. (2018)**: Το άρθρο "A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA" προσφέρει μια ανασκόπηση της εξέλιξης της DEA.

3. Γενική περιγραφή της DEA ανάλυσης ως μέθοδος συγκριτικής αξιολόγησης

Η ΠΑΔ χρησιμοποιείται συνήθως για την αξιολόγηση ομοιογενών μεταξύ τους οργανισμών που προσφέρουν είτε υπηρεσίες είτε παράγουν προϊόντα. Αυτούς τους οργανισμούς τους ονομάζουμε ως **παραγωγικές μονάδες** και κυρίαρχο ρόλο της ΠΑΔ κατέχει η ποσοτική εκτίμηση της αποδοτικότητας κάθε παραγωγικής μονάδας ξεχωριστά. Το βασικό χαρακτηριστικό, που καθιστά αυτές τις μονάδες συγκρίσιμες σε κάθε περίπτωση είναι ότι εκτελούν την ίδια λειτουργία όσον αφορά τα είδη των πόρων που καταναλώνουν (εισροές-inputs) και τα είδη που παράγουν (εκροές-outputs). Για παράδειγμα, μπορούμε να συγκρίνουμε τμήματα εξυπηρέτησης πολιτών-Κ.Ε.Π διότι χρησιμοποιούν συνήθως προσωπικό και στοιχεία ενεργητικού κεφαλαίου για την πραγματοποίηση διεκπεραίωση υποθέσεων πολιτών εντός χρονικών προθεσμιών, όπως επικύρωση διοικητικών εγγράφων, θεώρηση γνησίου υπογραφής, χορήγηση παράβολων, υπεύθυνων δηλώσεων, χορήγηση του αποδεικτικού φορολογικής ενημερότητας, μέσω ηλεκτρονικής διασύνδεσης με το σύστημα TAXIS κ.ά.

Ως **αποδοτικότητα** μιας μονάδας μπορεί να οριστεί η ικανότητά της να μετασχηματίζει αποτελεσματικά τους διαθέσιμους πεπερασμένους πόρους που λαμβάνει (εισροές-inputs) και να τους μετατρέπει σε προϊόντα ή υπηρεσίες (εκροές-outputs). Ο μηχανισμός μετασχηματισμού των εισροών σε εκροές απασχολεί την DEA μέθοδο. Στην κατασκευή του συνόρου αποδοτικότητας δεν απαιτείται ο προσδιορισμός μιας συνάρτησης παραγωγής γι' αυτό τον λόγο θεωρείται ως μία μη παραμετρική μέθοδος και βασίζεται σε πραγματικές παρατηρήσεις εισροών- εκροών τις οποίες μετρούμε στις φυσικές τους κλίμακες.

Ακολουθεί ο **Πίνακας 1** με τους βασικούς εννοιολογικούς προσδιορισμούς της DEA ανάλυσης

Data **E**nvelopment **A**nalysis D.E.A.	**Π**εριβάλλουσα **Α**νάλυση **Δ**εδομένων ή Μέθοδος "Βέλτιστων Προτύπων" Αποδοτικότητας
DMU#J	**D**ecision **M**aking **U**nits: Ομοιογενή τμήματα (j=1,2,3…) μεταξύ δημοσίων οργανισμών & επιχειρήσεων (π.χ. νοσοκομεία, Α.Ε.Ι., Σχολεία, Δήμοι κ.ά.)
Efficient frontier	**Σύνορο (κέλυφος) αποδοτικότητας:** max απόδοση που μπορεί να επιτευχθεί με οποιοδήποτε εφικτό συνδυασμό εισροών
Economic Efficiency Index	Δείκτης οικονομικής αποδοτικότητας :Ej = $\frac{[\varepsilon\kappa\rho o\varepsilon\varsigma]}{[\varepsilon\iota\sigma\rho o\varepsilon\varsigma]}$
RTS=Returns to Scale	Αποδόσεις Κλίμακος : ποσοστιαία μεταβολή των εισροών λόγω μεταβολής των εκροών
CRS=Constant Returns to Scale	Σταθερές Αποδόσεις Κλίμακος :ίσες % μεταβολές μεταξύ εισροών-εκροών
Lambdas (λ)	Κυρτοί συνδυασμοί βαρών μεταξύ DMU#j τμημάτων λ1[DMU1] +λ2[DMU2] όπου λ1,λ2≥ 0 & $\lambda 1 + \lambda 2 = 1$

Πίνακας 1 : Εννοιολογικοί προσδιορισμοί

4. Παράδειγμα της μεθόδου σε ακαδημαϊκά τμήματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης

1. Δεδομένα (Data) Εισροών -Εκροών[4] (Πίνακας *2* και Πίνακας *3*)

Ακαδημαϊκό τμήμα	Εισροές		Εκροές	
	X1		Y1	Y2
DMU#1	18		125	50
DMU#2	16		44	20
DMU#3	17		80	55
DMU#4	11		23	12

Πίνακας 2 : Δύο διακριτά σύνολα δεδομένων: 1)εισροές και 2) εκροές

[4] **Βλ. Μπουρής, Ι.** & Δήμας, Γ. (2009) 'Ιχνηλατώντας τον βαθμό ικανοποίησης των φοιτητών στην τριτοβάθμια εκπαίδευση-η περίπτωση του τμήματος Διοίκησης Επιχειρήσεων του ΤΕΙ Αθήνας", Επιθεώρηση Οικονομικών Επιστημών-Review of Economic Sciences, τχ.16, σελ. 209-250 Έκδοση του ΤΕΙ Ηπείρου

2. Δείκτες Επιδόσεων

Ακαδημαϊκό τμήμα	Εισροές		Εκροές/μέλη ΔΕΠ	
	X1		Y1	Y2
DMU#1	18		6,94	2,78
DMU#2	16		2,75	1,25
DMU#3	17		4,71	3,24
DMU#4	11		2,09	1,09

Πίνακας 3 απόσπασμα δεικτών επιδόσεων ανά εισροή (X1=μέλος ΔΕΠ)

Όπου: Y1= Δημοσιεύσεις σε επιστημονικά περιοδικά διεθνούς κύρους με χαμηλό δείκτη απήχησης (impact factor≤3 & ABS list ≤**)

Y2= Δημοσιεύσεις σε επιστημονικά περιοδικά διεθνούς κύρους με υψηλό δείκτη απήχησης (impact factor≥5 & ABS list ≥***)

X1= αριθμός μελών ΔΕΠ

3 Ανάπτυξη προτύπου (model) μέσω Γραμμικού Προγραμματισμού

3.1.Η αποδοτικότητα για το DMU#1:

$$\max 6{,}94Y11 + 2{,}78Y21$$

s.t.

$$-6{,}94y11 - 2{,}78y21 + 18x11 \geq 0$$
$$-2{,}75y11 - 1{,}25y21 + 16x11 \geq 0$$
$$-4{,}71y11 - 3{,}24y21 + 17x11 \geq 0$$
$$-2{,}09y11 - 1{,}09y21 + 11x11 \geq 0$$
$$18x11 = 1$$

μεταβλητές απόφασης decision variables: y11,y21,x11

3.2. Η αποδοτικότητα για το DMU#2:

$$\max 2{,}75Y12 + 1{,}25Y22$$

s.t.

$$-6{,}94y12 - 2{,}78y22 + 18x12 \geq 0$$
$$-2{,}75y12 - 1{,}25y22 + 16x12 \geq 0$$
$$-4{,}71y12 - 3{,}24y22 + 17x12 \geq 0$$

$$-2{,}09y12 - 1{,}09y22 + 11x12 \geq 0$$
$$16x12 = 1$$

μεταβλητές απόφασης decision variables: y12,y22,x12

3.3. Η αποδοτικότητα για το DMU#3:

$$\max 4{,}71Y13 + 3{,}24Y23$$

s.t.

$$-6{,}94y13 - 2{,}78y23 + 18x13 \geq 0$$
$$-2{,}75y13 - 1{,}25y23 + 16x13 \geq 0$$
$$-4{,}71y13 - 3{,}24y23 + 17x13 \geq 0$$
$$-2{,}09y13 - 1{,}09y23 + 11x13 \geq 0$$
$$17x13 = 1$$

μεταβλητές απόφασης decision variables: y13,y23,x13

3.4. Η αποδοτικότητα για το DMU#4:

$$\max 2{,}09Y11 + 1{,}09Y21$$

s.t.

$$-6{,}94y14 - 2{,}78y24 + 18x14 \geq 0$$
$$-2{,}75y14 - 1{,}25y24 + 16x14 \geq 0$$
$$-4{,}71y14 - 3{,}24y24 + 17x14 \geq 0$$
$$-2{,}09y14 - 1{,}09y24 + 11x14 \geq 0$$
$$11x14 = 1$$

μεταβλητές απόφασης decision variables: y14,y24,x14

4. Αποτελέσματα: Επεξεργασία και ανάλυση (Πίνακας 4)

Η Αποδοτικότητα ακαδημαϊκών τμημάτων DMUj (j=1,2,3,4) εκτιμήθηκε με την χρήση του λογισμικού **deafrontier** (https://www.deafrontier.net/deafree.html)

DMU No.	DMU Name	Input-Oriented CRS Efficiency	Sum of lambdas	RTS	Optimal Lambdas with Benchmarks			
1	DMU1	1,00000	1,000	Constant	1,000	DMU1		
2	DMU2	0,47858	0,431	Increasing	0,322	DMU1	0,110	DMU3
3	DMU3	1,00000	1,000	Constant	1,000	DMU3		
4	DMU4	0,57403	0,361	Increasing	0,174	DMU1	0,187	DMU3

Πίνακας 4 : Εκτίμηση της Ej αποδοτικότητας του DMUj τμήματος με CRS σταθερές αποδόσεις εισροών

Πόρισμα#1 το DMU1 και DMU3 έχουν την μέγιστη αποδοτικότητα =100%

Πόρισμα #2 το DMU2 και DMU4 είναι μη αποδοτικά (με σημείο αναφοράς τον συνδυασμό DMU1 και DMU3) , και αποδοτικότητα 47,8% και 57,4% αντίστοιχα

Πόρισμα #3 το DMU2 απασχολεί X12=16 μέλη ΔΕΠ για εκροές Y12= 2,75 και Y22=1,25

Με βάση την συγκριτική ανάλυση (με σημείο αναφοράς τον συνδυασμό DMU1 και DMU3), το DMU2 θα είχε το ίδιο ή καλύτερο αποτέλεσμα με λιγότερες εισροές

Εκροές: 0,322 $\begin{matrix}6,94\\2,78\end{matrix}$+0,110 $\begin{matrix}4,71\\3.24\end{matrix}$=$\begin{matrix}2,75\\1,25\end{matrix}$

Εισροές: 0,322 [18]+0,110[17]=8 μέλη ΔΕΠ

Πόρισμα #4 το DMU4 απασχολεί X14=11 μέλη ΔΕΠ για εκροές Y14= 2,09 και Y24=1,09

Ενώ με βάση την συγκριτική ανάλυση θα είχε το ίδιο ή καλύτερο αποτέλεσμα με λιγότερες εισροές

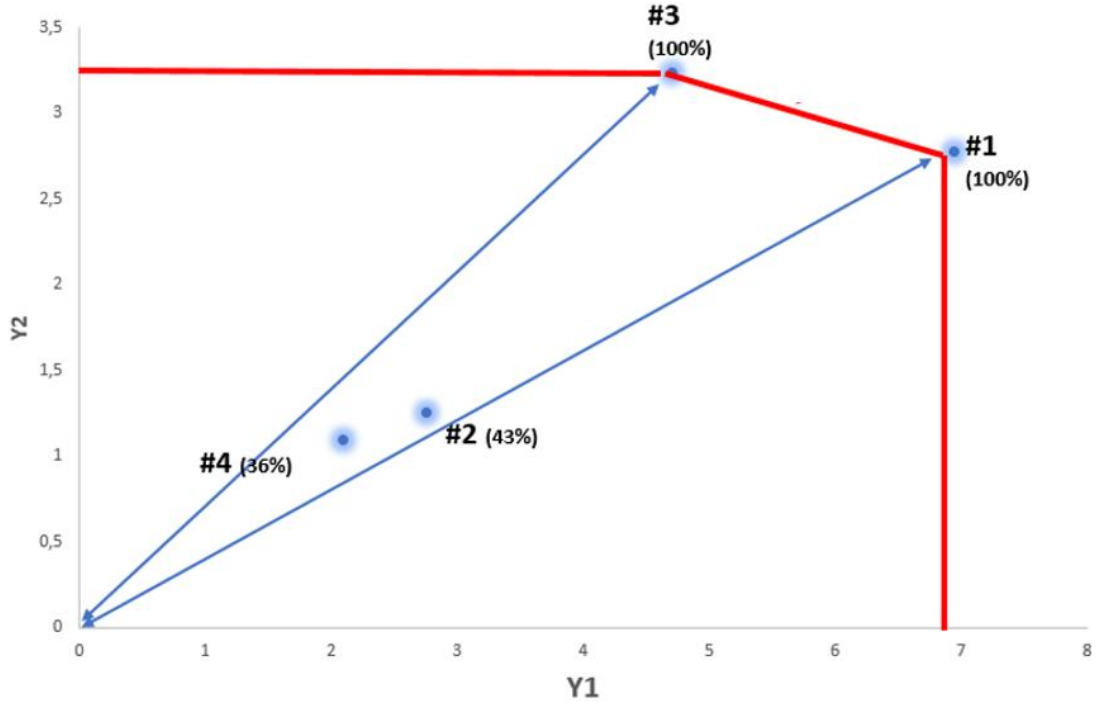
Εκροές : 0,174 $\begin{matrix}6,94\\2,78\end{matrix}$+0,187 $\begin{matrix}4,71\\3.24\end{matrix}$=$\begin{matrix}2,09\\1,09\end{matrix}$

Εισροές : 0,174 [18]+0,187[17]=6 μέλη ΔΕΠ

Πόρισμα #5 Η μέθοδος DEA ως μέθοδος συγκριτικής αξιολόγησης παράγει το σύνορο ή κέλυφος αποδοτικότητας. Αποτελεί ένα σημείο αναφοράς που με βάση τα δεδομένα, τοποθετούνται τα τμήματα εκείνα με δείκτη αποδοτικότητας =100%.

Σχηματικά απεικονίζεται η αποδοτικότητα των DMUs (με βάση το CRS-input oriented πρότυπο) στο **Διάγραμμα 2**

Διάγραμμα 2 :Γραφική Παράσταση του συνόρου αποδοτικότητας των DMUs της DEA μεθόδου



Πόρισμα #6 : Βαθμονόμηση τμημάτων DMUs(με βάση το CRS-input oriented πρότυπο) ως ο **Πίνακας 5.**

Ακαδημαϊκά τμήματα	Βαθμονόμηση
DMU1	100%
DMU2	43%
DMU3	100%
DMU4	36%

Πίνακας 5 :Ανακεφαλαιωτικός βαθμονομικός πίνακας DMUs τμημάτων

5. Συμπεράσματα

Σε ένα αβέβαιο, πολύπλοκο, ασαφές και ανταγωνιστικό περιβάλλον είναι απαραίτητο να αξιολογούμε:

- την αποδοτικότητα (να υλοποιούμε τα πράγματα σωστά),
- την αποτελεσματικότητα (να σχεδιάζουμε τα σωστά πράγματα) και
- την τεχνική αποδοτικότητα (να παράγουμε ποιοτικά προϊόντα και υπηρεσίες με τις ελάχιστες αναλώσεις σε μέσα-εισροές)

στο πλαίσιο του επιχειρησιακού σχεδίου της DMU.

Είναι μια πρόκληση να εφαρμοστεί η μέθοδος της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (Π.Α.Δ.) όταν υπάρχουν πολλαπλές είσοδοι-εισροές (προσωπικό, Π/Υ, υλικά ,υποδομές) και πολλαπλές έξοδοι (προϊόντα και υπηρεσίες)

Η όλη μεθοδολογία της Π.Α.Δ. είναι μια ισχυρή, μη παραμετρική και ποσοτική μέθοδος, για την αξιολόγηση της σχετικής αποδοτικότητας ενός συνόλου παραγωγικών Μονάδων Λήψης Αποφάσεων (DMUs) όπως πανεπιστήμια, Ο.Τ.Α., Ο.Κ.Α., νοσοκομεία, τράπεζες, εφορίες, και ούτω καθεξής.

Χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι ότι τα δεδομένα (data) ομαδοποιούνται σε δύο σύνολα : Στοιχεία Εισαγωγής (εισροές-προσωπικό, υλικοτεχνική υποδομή, θεσμικό πλαίσιο) και Στοιχεία Εξαγωγής (εκροές-ικανοποίηση αποδεκτών-πολιτών, διαδικασίες παραγωγής, πρωτόκολλα παραλαβής παράδοσης). Εάν τα πρώτα τα θεωρήσουμε ως δεδομένα ή εξωγενώς διδόμενα και συνεπώς πέραν από τον άμεσο έλεγχο της DMU τότε τα Στοιχεία Εξαγωγής στο πλαίσιο του αυτοδιοίκητου της DMU μπορεί η διοίκηση της να τα επηρεάσει να τα μεταβάλλει έτσι ώστε να επιτύχει το βέλτιστο αποτέλεσμα Με το σκεπτικό αυτό η μέθοδος δίνει μεγαλύτερη βαρύτητα στις εκροές της DMUs

Το αλγοριθμικό μέρος του προτύπου που αναφέρουμε στο παράδειγμα εφαρμογής της μεθόδου έχει προκύψει με την χρήση του προγράμματος MS-Excel και την αξιοποίηση της add-in function : Solver. Επίσης, για τον υπολογισμό των σταθερών αποδόσεων κλίμακος CRS και input oriented αξιοποιήθηκε το λογισμικό : DEAfrontier (FREE version) :
https://www.deafrontier.net/deafree.html

Το άρθρο αυτό απευθύνεται κυρίως σε φοιτητές προ και μετα πτυχιακών προγραμμάτων σπουδών και ερευνητές δημοσίων οργανισμών και επιχειρήσεων που ενδιαφέρονται να μελετήσουν το πεδίο της συγκριτικής αξιολόγησης.

Η έννοια της συγκριτικής αξιολόγησης που εισάγεται στην όλη μεθοδολογία της Π.Α.Δ. σχετίζεται με την έννοια της σύγκρισης κάθε παραγωγικής μονάδας λήψης αποφάσεων (DMU) με μία «ιδεατή» DMU_0 η οποία έχει παραχθεί με βάση τα στοιχεία (data) όλων των DMUs και αντιπροσωπεύει το ιδεατό-ιδανικό «πρακτικώς εφικτό» για κάθε DMU.

Εννοιολογικά αναζητούμε να προσεγγίσουμε την ιδανική «DMU0» στην πλατωνική σκέψη με βάση τους πυλώνες : α)την δημιουργία β) το συναίσθημα και γ) την λογική όπου ευδοκιμεί το ήθος το πάθος, η λογική και πάνω απ' όλα η δικαιοσύνη.

Ίσως, η συγκριτική αξιολόγηση αναδείξει την κρυφή πλευρά της προβληματικής «…γιατί όμοιες μονάδες λήψης αποφάσεων αυτό-διοικούμενες με τις ίδιες εισροές σε προσωπικό και υλικοτεχνική υποδομή παρέχουν στους αποδέκτες τους ποιοτικά και ποσοτικά καλύτερα προϊόντα και υπηρεσίες ;…»

Αυτό το «επιπλέον, το παραπάνω… » ή το έξτρα μίλι (Extra mile) εστιάζεται στην νοοτροπία του διανοητικού κεφαλαίου που είναι το Ανθρώπινο Δυναμικό και πρωτίστως στη διοίκηση της μονάδας να δώσει στον αποδέκτη των υπηρεσιών της DMU κάτι παραπάνω από αυτό που περιμένει να πάρει …..

Ο Wayne Walter Dyer[5] επί του θέματος αναφέρει «It's never crowded along the extra mile" που σημαίνει ότι '…. ….ουδέποτε είναι πολυπληθές…. το κάτι πάρα πάνω (το επιπλέον μίλι) ή αυτό που ο Βιργίλιος[6] αναφέρει: Labor omnia vincit. «…. Η δουλειά (με ήθος, πάθος και λογική) προκρίνει την αριστεία.. την νίκη..»

Επιμύθιο

Το πρότυπο της συγκριτικής αξιολόγησης που αναπτύξαμε μέσα από αλγοριθμικούς γραμμικούς μηχανισμούς αποτελεί το πρότυπο που αποτυπώνει την δομή και την νοοτροπία μιας αυτό-διοικούμενης μονάδας DMU, έτσι ώστε να πυροδοτούνται έγκαιρα τα προληπτικά μέτρα για την επιτυχή υλοποίηση της αποστολής, των στόχων και των στρατηγικών της.

Με το σκεπτικό αυτό το πρότυπο μας αποτελεί υπόδειγμα "οιονεί αυτοκριτικής" της αποτελεσματικότητας και της ολοκλήρωσης του συστήματος . Η ικανότητα του προτύπου μας να διερευνά τις "παθογόνες" πλευρές του συστήματος έτσι ώστε να γίνονται οι "σωστές κινήσεις στο σωστό χρόνο" είναι τόση υψηλή, όσο υψηλό θα έπρεπε να είναι και το "γνώθι σαυτόν" της διοίκησης απέναντι στα προβλήματά της

[5] Wayne W. Dyer (2002) "It's Never Crowded Along the Extra Mile"

[6] Virgilio, 70-19 π.Χ. Ρωμαίος ποιητής

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Abd Aziz, N. A., Janor, R. M., & Mahadi, R. (2013). Comparative departmental efficiency analysis within a university: A DEA approach. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 90, 540–548.

Bhat, R., Verma, B. B., & Reuben, E. (2001). Data envelopment analysis (DEA). Journal of health Management, 3, 309–328.

Bowlin, W. F. (1998). Measuring performance: An introduction to data envelopment analysis (DEA). *The journal of cost analysis, 15*, 3–27.

Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A. Y., & Seiford, L. M. (1997). Data envelopment analysis theory, methodology and applications. *Journal of the Operational Research society, 48*, 332–333.

Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to data envelopment analysis and its uses: with DEA-solver software and references.* Springer Science & Business Media.

Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). Handbook on data envelopment analysis.

Cooper, W. W., Seiford, L. M., Tone, K., & others. (2007). *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software* (Τόμ. 2). Springer.

Ji, Y.-b., & Lee, C. (2010). Data envelopment analysis. *The Stata Journal, 10*, 267–280.

Johnes, J. (2006). Measuring teaching efficiency in higher education: An application of data envelopment analysis to economics graduates from UK Universities 1993. *European journal of operational research, 174*, 443–456.

Kohl, S., Schoenfelder, J., Fügener, A., & Brunner, J. O. (2019). The use of Data Envelopment Analysis (DEA) in healthcare with a focus on hospitals. *Health care management science, 22*, 245–286.

Kuah, C. T., Wong, K. Y., & Behrouzi, F. (2010). A review on data envelopment analysis (DEA). *2010 Fourth Asia International Conference on Mathematical/Analytical Modelling and Computer Simulation*, (σσ. 168–173).

Lindsay, A. W. (1982). Institutional performance in higher education: The efficiency dimension. *Review of Educational Research, 52*, 175–199.

Mantri, J. K. (2008). *Research methodology on data envelopment analysis (DEA).* Universal-Publishers.

Nadoveza Jelić, O., & Gardijan Kedžo, M. (2018). Efficiency vs effectiveness: an analysis of tertiary education across Europe. *Public sector economics, 42*, 381–414.

Nazarko, J., & Šaparauskas, J. (2014). Application of DEA method in efficiency evaluation of public higher education institutions. *Technological and Economic development of Economy, 20*, 25–44.

Olariu, G. V., & Brad, S. (2017). Efficiency assessment of universities with DEA method based on public data. *Balkan Region Conference on Engineering and Business Education*, *2*, σσ. 106–114.

Panwar, A., Olfati, M., Pant, M., & Snasel, V. (2022). A review on the 40 years of existence of data envelopment analysis models: Historic development and current trends. *Archives of Computational Methods in Engineering, 29*, 5397–5426.

Ramanathan, R. (2003). *An introduction to data envelopment analysis: a tool for performance measurement.* Sage.

Stewart, T. J. (1996). Relationships between data envelopment analysis and multicriteria decision analysis. *Journal of the operational research society, 47*, 654–665.

Thanassoulis, E., Boussofiane, A., & Dyson, R. G. (1996). A comparison of data envelopment analysis and ratio analysis as tools for performance assessment. *Omega, 24*, 229–244.

Thanassoulis, E., De Witte, K., Johnes, J., Johnes, G., Karagiannis, G., & Portela, C. S. (2016). Applications of data envelopment analysis in education. *Data envelopment analysis: A handbook of empirical studies and applications*, 367–438.

Zhou, G., Chung, W., & Zhang, Y. (2014). Measuring energy efficiency performance of China's transport sector: A data envelopment analysis approach. *Expert Systems with Applications, 41*, 709–722.