

**ΠΜΣ Εφαρμοσμένης Οικονομικής
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

**Η ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

Σταύρος Ανέστης Κουρτζίδης

Επιβλέπων: Λέκτορας Νικόλαος Τζερεμές

Βόλος 2010

Υπεύθυνη Δήλωση

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στη διπλωματική εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία ετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών στην Εφαρμοσμένη Οικονομική του Τμήματος Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Βόλος, Ιανουάριος 2010.

Κουρτζίδης Σταύρος

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας, Λέκτορα κύριο Νικόλαο Τζερεμέ, για την πολύτιμη βοήθεια του κατά την διάρκεια της εκπόνησης της. Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στον Διευθυντή του ΠΜΣ Εφαρμοσμένης Οικονομικής του Τμήματος Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Αναπληρωτή Καθηγητή κύριο Γεώργιο Χάλκο, για τις πολύτιμες συμβουλές και την καθοδήγησή του καθ' όλη την διάρκεια Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του τμήματος για τις γνώσεις και τις εμπειρίες που μας προσέφεραν καθ' όλη την διάρκεια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών. Επιπροσθέτως, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία συγκεντρώθηκαν χάρη στην άριστη συνεργασία με τη γραμματέα του γραφείου Ακαδημαϊκών Υποθέσεων, κυρία Άννα Πάστρα και το διοικητικό και γραμματειακό προσωπικό των τμημάτων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την αμέριστη υποστήριξή τους κατά την διάρκεια της φοίτησης μου στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, καθ' ότι αποτέλεσαν καταλυτικό παράγοντα για την έως τώρα ακαδημαϊκή μου πορεία.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
Κεφάλαιο 1	6
1.1 Εισαγωγή.....	6
Κεφάλαιο 2.....	9
2.1 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	9
2.1.1 Οικονομετρική προσέγγιση.....	13
2.1.2 Προσέγγιση Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων	19
2.1.3 Λοιπές Προσεγγίσεις.....	25
2.2 Ανασκόπηση Μεθοδολογίας.....	26
Κεφάλαιο 3.....	41
3.1 Οι Μεταβλητές	41
3.1.1 Εισροές.....	41
3.1.2 Εκροές.....	42
3.2 Το Μοντέλο	45
Κεφάλαιο 4.....	48
4.1 Αρχικά Αποτελέσματα.....	48
4.2 Ανάλυση Ευαισθησίας.....	53
Κεφάλαιο 5.....	59
5.1 Συμπεράσματα.....	59
Βιβλιογραφία.....	62
Ξένη Βιβλιογραφία.....	62
Ελληνική Βιβλιογραφία	65
Παράρτημα Α	66
Παράρτημα Β	76
Παράρτημα Γ.....	78
Παράρτημα Δ	80
Παράρτημα Ε	81

Η ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αξιολόγηση της αποδοτικότητας των ακαδημαϊκών ιδρυμάτων είναι ένα αντικείμενο που προσελκύει το έντονο ενδιαφέρον των ερευνητών. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται η περιβάλλουσα ανάλυση δεδομένων για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας των τμημάτων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, με σκοπό την εκτίμηση μοντέλου ικανού να μετράει την αποδοτικότητα ανάμεσα στα τμήματα ενός δημόσιου πανεπιστημίου σε χώρες με χαρακτηριστικά αντίστοιχα της Ελλάδας. Χρησιμοποιείται ένα CCR μοντέλο οριοθετημένο ως προς τις εκροές και τα αποτελέσματα αναλύονται τόσο σε επίπεδο τμημάτων όσο και σε επίπεδο σχολών, και στη συνέχεια η ευστάθεια (*robustness*) των αποτελεσμάτων του ελέγχεται από μια ανάλυση ευαισθησίας τριών φάσεων. Με βάση τα αποτελέσματα εξάγεται το συμπέρασμα ότι τα τμήματα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας είναι γενικώς αποδοτικά σε μεγάλο βαθμό. Τέλος, η ανάλυση ευαισθησίας δείχνει ότι το μοντέλο είναι ευαίσθητο στην αφαίρεση εκροών καθώς υπάρχουν τμήματα που βασίζονται μόνο στην διδασκαλία ή μόνο στην έρευνα.

ABSTRACT

The evaluation of efficiency of the higher education institutes attracts the intense interest of researchers. This dissertation apply data envelopment analysis to the departments of University of Thessaly to access their efficiency, in order to estimate a sufficient model for evaluating the efficiency among the departments of a public university in countries with similar characteristics as Hellas. An output oriented CCR model is used and the results are analyzed both for departments and faculties, while the robustness of them is tested with a three phase sensitivity analysis. Based on the results, the departments of University of Thessaly are generally efficient in a great manner. To conclude, the sensitivity analysis indicates that the model is sensitive to the omitting of an output because some departments rely only on teaching, while others rely only on research.

Λέξεις κλειδιά: Ανώτατη Εκπαίδευση, Μέτρηση Αποδοτικότητας, Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων, Ανάλυση Ευαισθησίας, Μη Παραμετρικές Διαδικασίες.

Κωδικοί JEL: I20; I23; C61; C67.

Κεφάλαιο 1

1.1 Εισαγωγή

Το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας ιδρύθηκε το 1984 με έδρα τον Βόλο και με πέντε ενεργά τμήματα, ενώ μέχρι σήμερα τα τμήματα έχουν αυξηθεί σε δεκαέξι. Τα πεδία που καλύπτει είναι αυτά της Πολυτεχνικής Σχολής, της Σχολής Επιστημών του Ανθρώπου, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών, της Σχολής Επιστημών Υγείας και δύο ανεξάρτητων τμημάτων, του ΤΕΦΑΑ και των Οικονομικών Επιστημών.

Τα ακαδημαϊκά ιδρύματα έχουν γίνει το επίκεντρο του ενδιαφέροντος σε παγκόσμιο επίπεδο, αναφορικά με την μέτρηση και την βελτίωση της αποδοτικότητας τους. Έχουν διεξαχθεί έρευνες σε πολλές χώρες του κόσμου, το επίκεντρο όμως βρίσκεται στην Αγγλία, της οποίας η κυβέρνηση από τις αρχές της δεκαετίας του 1980, έκρινε ότι η χρήση των χρηματικών πόρων από τα πανεπιστήμια, θα έπρεπε να βασίζεται στην αποδοτικότητά τους. Σε αυτή την κατεύθυνση, η Επιτροπή Πανεπιστημιακών Χρηματοδοτήσεων (*UGC*) αποφάσισε ότι η επιλεκτική χρηματοδότηση ήταν το μόνο μέσο διαφύλαξης της ποιότητας τόσο στην ακαδημαϊκή έρευνα όσο και στην διδασκαλία. Με αυτή την πολιτική ήλπιζε ότι η αναδιανομή των πόρων ανάμεσα στα πανεπιστήμια και η επακόλουθη ενθάρρυνση για αναδιανομή των πόρων μέσα στα πανεπιστήμια (δηλαδή ανάμεσα στις σχολές), θα οδηγούσε σε αποδοτική κατανομή των πόρων στην ακαδημαϊκή εκπαίδευση.

Για να διασφαλιστεί ότι η επιλεκτική αναδιανομή των πόρων για έρευνα θα συνδέονταν ορθώς με την ποιότητα, ξεκίνησε ένα πρόγραμμα αξιολόγησης της ποιότητας της ακαδημαϊκής έρευνας βασισμένη σε συνεντεύξεις ειδικών. Το πρόγραμμα έλαβε χώρα την περίοδο 1985-1986 ενώ το 1989 επαναλήφθηκε καταλήγοντας σε πιο εμπειριστατωμένα αποτελέσματα (Glass et al., 1995).

Μέχρι το 1992, το σύστημα ανώτατης εκπαίδευσης ομοιάζε με το ελληνικό, υπό την έννοια ότι χωρίζονταν σε πανεπιστήμια και πολυτεχνεία. Όμως, το 1992 καταργήθηκε αυτός ο διαχωρισμός και μια από τις πολλές αλλαγές που έλαβαν χώρα ήταν η αντικατάσταση της *UGC* από το συμβούλιο χρηματοδότησης ανώτατης εκπαίδευσης (*HEFCs*). Το νεοσύστατο όργανο διεξήγαγε το τρίτο και μεγαλύτερο πρόγραμμα αξιολόγησης της ποιότητας των πανεπιστημιακών ιδρυμάτων, το οποίο αποτελεί την βάση της χρηματοδότησης για την έρευνα των πανεπιστημιακών ιδρυμάτων. Ταυτόχρονα άλλαξε τον τρόπο υπολογισμού της χρηματοδότησης για διδασκαλία που πλέον βασίζεται στο γινόμενο του αριθμού των φοιτητών της προηγούμενης χρονιάς με το ανά μονάδα κόστος εκπαίδευσης. Επίσης, τα αγγλικά πανεπιστήμια χρηματοδοτούνται και από τα δίδακτρα των φοιτητών, οι οποίοι

καλύπτουν ένα μέρος του κόστους εκπαίδευσης και το υπόλοιπο καλύπτεται από τις προαναφερθείσες κρατικές χρηματοδοτήσεις (Johnes, 2006).

Το ελληνικό σύστημα είναι αρκετά διαφορετικό από το αγγλικό και τα περισσότερα ευρωπαϊκά, κυρίως στον τομέα των χρηματοδοτήσεων. Αρχικά, τα ελληνικά πανεπιστήμια ως δημόσια ιδρύματα, βασίζονται εξ' ολοκλήρου στην κρατική χρηματοδότηση ενώ τα ιδιωτικά πανεπιστήμια λειτουργούν σε συνθήκες ελεύθερης αγοράς, οπότε είναι υποχρεωμένα να ανταγωνίζονται μεταξύ τους σε όρους αποδοτικότητας, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τουλάχιστον σε θεωρητικό επίπεδο να λειτουργούν περισσότερο αποδοτικά (Ahn et al., 1988).

Στην Ελλάδα όλα τα πανεπιστημιακά ιδρύματα διοικούνται βάσει του κεντρικού σχεδιασμού του Υπουργείου Παιδείας ως υφιστάμενες διοικητικές αρχές και στην ουσία δεν είναι αυτόνομα. Αυτό επηρεάζει πολλές από τις λειτουργίες τους όπως τον αριθμό των φοιτητών (τα τμήματα προτείνουν τον αριθμό των εισακτέων φοιτητών που χρειάζονται, όμως η τελική απόφαση είναι του Υπουργείου Παιδείας), τον τρόπο διοίκησης, την οργάνωση του οδηγού σπουδών και φυσικά την χρηματοδότηση και την διαχείριση των χρηματικών πόρων. Το τελευταίο έχει ως αποτέλεσμα τα τμήματα να μην ελέγχουν άμεσα ούτε τον αριθμό των μελών ΔΕΠ διότι και αυτοί χρηματοδοτούνται από το Υπουργείο Παιδείας. Ακόμη, στην χρηματοδότηση δεν λαμβάνεται υπ' όψη η έννοια της ποιότητας, καθώς η αξιολόγηση των πανεπιστημιακών σχολών ψηφίστηκε μόλις πρόσφατα και προς το παρόν δεν έχει ενσωματωθεί στον υπολογισμό των χρηματοδοτήσεων. Όπως γίνεται εμφανές από τα παραπάνω, το εκπαιδευτικό σύστημα της Ελλάδας είναι σε πολύ πρώιμο στάδιο σε σχέση με αυτό της Αγγλίας και των υπόλοιπων προηγμένων χωρών.

Το συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας στον τομέα της παιδείας, οδήγησε τους ερευνητές να εφαρμόσουν σε αυτόν τα πιο προηγμένα εργαλεία οικονομετρίας και μαθηματικού προγραμματισμού. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση και η ανάλυση ενός μοντέλου ικανού να μετρήσει την αποδοτικότητα ανάμεσα στα τμήματα ενός πανεπιστημίου, να προτείνει τις κατάλληλες βελτιώσεις στις οποίες πρέπει να προβούν τα τμήματα έτσι ώστε να γίνουν αποδοτικά και να συνεισφέρει άμεσα στις κεντρικές επιλογές της πολιτικής του πανεπιστημίου.

Η παρούσα εργασία χωρίζεται σε πέντε μέρη. Στο δεύτερο μέρος γίνεται αναλυτική βιβλιογραφική ανασκόπηση τόσο των ερευνών που χρησιμοποίησαν οικονομετρικές προσεγγίσεις όσο και αυτών που χρησιμοποίησαν περιβάλλουσα ανάλυση δεδομένων (ΠΑΔ). Επίσης, παρουσιάζεται η μεθοδολογία που εφαρμόζεται στην παρούσα εργασία, δηλαδή η ΠΑΔ. Στο τρίτο μέρος επιλέγονται οι κατάλληλες μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στο

μοντέλο, το οποίο εφαρμόζεται στην περίπτωση των τμημάτων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Στο τέταρτο μέρος γίνεται ερμηνεία των αποτελεσμάτων και διεξάγεται η ανάλυση ευαισθησίας από την οποία απορρέουν χρήσιμα συμπεράσματα αναφορικά με την ευστάθεια τους. Στο πέμπτο μέρος υπάρχουν τα συμπεράσματα, ενώ στο τέλος της εργασίας υπάρχει το παράρτημα όπου εκεί βρίσκεται αναλυτικά όλο το υπολογιστικό μέρος.

Κεφάλαιο 2

2.1 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Για να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις της αποδοτικότητας, υποθέτουμε μια συνάρτηση παραγωγής. Επειδή αυτή δεν είναι γνωστή εκ των προτέρων, πρέπει να εκτιμηθεί και σύμφωνα με τον Worthington (2001) υπάρχουν δύο κυρίαρχες προσεγγίσεις. Πρώτον, η παραμετρική συνάρτηση παραγωγής, όπως είναι η Cobb-Douglas, η οποία κατασκευάζεται έτσι ώστε καμία παρατηρημένη τιμή να μην βρίσκεται στα αριστερά της (γνωστή και ως οικονομετρική προσέγγιση). Δεύτερον, η μη-παραμετρική, αποτελούμενη από ευθύγραμμα τμήματα, κυρτή συνάρτηση παραγωγής, η οποία κατασκευάζεται κι αυτή έτσι ώστε καμία παρατηρημένη τιμή να μην βρίσκεται στα αριστερά της (γνωστή και ως προσέγγιση του μαθηματικού προγραμματισμού).

Η οικονομετρική προσέγγιση ορίζει μια συνάρτηση παραγωγής και θεωρεί ότι οι αποκλίσεις από αυτή (οι οποίες μετριούνται από τον διαταρακτικό όρο) αποτελούνται από δύο μέρη, ένα που αντιπροσωπεύει την τυχαιότητα (ή τον θόρυβο) και ένα που αντιπροσωπεύει την αναποδοτικότητα. Η συνήθης υπόθεση είναι ότι η αναποδοτικότητα ακολουθεί μια ασύμμετρη ημι-κανονική κατανομή και ο διαταρακτικός όρος κατανέμεται κανονικά. Ο διαταρακτικός όρος περιλαμβάνει όλα τα γεγονότα που είναι εκτός του ελέγχου του οργανισμού, δηλαδή τόσο τους εξωγενείς παράγοντες οι οποίοι σχετίζονται άμεσα με την πραγματική συνάρτηση παραγωγής (όπως οι διαφορές στο επιχειρησιακό περιβάλλον) όσο και το σφάλμα (όπως ο ελλιπής προσδιορισμός της συνάρτησης παραγωγής και το σφάλμα στις μετρήσεις). Η οικονομετρική προσέγγιση οδήγησε στη δημιουργία της στοχαστικής ανάλυσης ορίου (*Stochastic Frontier Analysis-SFA*) και αποτέλεσε τον προάγγελο για την προσέγγιση του ντετερμινιστικού συνόρου, η οποία υποθέτει ότι όλες οι αποκλίσεις από το εκτιμημένο σύνоро αντιπροσωπεύουν αναποδοτικότητες. Αρκετές έρευνες έχουν χρησιμοποιήσει αυτές τις μεθοδολογίες για να εκτιμήσουν την αποδοτικότητα των πανεπιστημιακών ιδρυμάτων, συμπεριλαμβανομένων των Verry και Layard (1975), Graves et al. (1982), Hirsch et al. (1984), Johnes (1987), Cohn et al. (1989), De Groot et al. (1991), Glass et al. (1995), Izadi et al. (2002).

Σε αντίθεση με την οικονομετρική προσέγγιση η οποία προσπαθεί να ορίσει την απόλυτη οικονομική αποδοτικότητα του οργανισμού έναντι κάποιων σημείων αναφοράς (*Benchmarks*), η προσέγγιση του μαθηματικού προγραμματισμού προσπαθεί να ορίσει την αποδοτικότητα ενός οργανισμού σχετικά με άλλους οργανισμούς που λειτουργούν στον ίδιο τομέα. Η πιο συνηθισμένη τεχνική μαθηματικού προγραμματισμού είναι ένα εργαλείο

γραμμικού προγραμματισμού γνωστό ως Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (ΠΑΔ). Η ΠΑΔ υπολογίζει την οικονομική αποδοτικότητα ενός δοθέντος οργανισμού σχετικά με τις αποδοτικότητες άλλων οργανισμών οι οποίοι παράγουν τις ίδιες εκροές. Υπάρχουν και άλλες εναλλακτικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της αποδοτικότητας, όπως η FDH (*Free-Disposal Hull*) η οποία χρησιμοποιεί λιγότερους περιορισμούς. Η ΠΑΔ και η FDH είναι μη-στοχαστικά μοντέλα και υποθέτουν ότι οι αποκλίσεις από την συνάρτηση παραγωγής είναι αποτέλεσμα αποκλειστικά αναποδοτικότητας. Η ΠΑΔ χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στην διεθνή βιβλιογραφία για την μέτρηση της αποδοτικότητας των ακαδημαϊκών ιδρυμάτων (Ahn et al, 1988, Tomkins και Green, 1988, Zinunany-Stern et al., 1994, Arcelus και Coleman, 1997, Johnes και Johnes, 1993, Beasley, 1990, 1995, Athanassopoulos και Shale, 1997, Madden et al., 1997, Ng και Li, 2000, Avrikan, 2001, Abbott και Doucouliagos, 2003, Flegg et al., 2004, Johnes, 2006, Johnes και Yu, 2008).

Υπάρχουν αρκετές έρευνες που συνδυάζουν τις δύο προαναφερθείσες προσεγγίσεις για την αξιολόγηση επιχειρησιακών μονάδων. Οι Cooper και Tone (1997) χρησιμοποίησαν προσομοίωση για να μελετήσουν ένα συνδυαστικό μοντέλο ΠΑΔ και παλινδρόμησης. Οι Friedman και Sinuany-Stern (1997) ανέπτυξαν μια μεθοδολογία στην οποία χρησιμοποιείται η ανάλυση συσχέτισης (*canonical correlation analysis*) η οποία παρέχει μια πλήρης κλίμακα κατάταξης για όλες τις μονάδες. Αυτή η μεθοδολογία επιχειρεί να συνδυάσει την ΠΑΔ με τις μέσες τάσεις που προσφέρει η στατιστική. Ωστόσο, δεν υπάρχει κάποια παρόμοια έρευνα που να έχει εφαρμοστεί στην αξιολόγηση ακαδημαϊκών ή γενικά εκπαιδευτικών ιδρυμάτων και ως εκ τούτου δεν θα μας απασχολήσει στην συνέχεια.

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, υπάρχουν τρεις προσεγγίσεις όσον αφορά τον υπολογισμό της αποδοτικότητας στην παιδεία: η προσέγγιση ντετερμινιστικού συνόρου, η προσέγγιση στοχαστικού συνόρου και η προσέγγιση μαθηματικού προγραμματισμού. Παρακάτω παρουσιάζονται τα δυνατά και τα αδύναμα σημεία της κάθε μιας σύμφωνα με τον Worthington (2001).

Η πρώτη προσέγγιση, χρησιμοποιεί στατιστικές τεχνικές και εξάγει ένα ντετερμινιστικό σύνορο αποδοτικότητας τέτοιο ώστε όλες οι αποκλίσεις από αυτό να θεωρούνται ως προϊόν αναποτελεσματικότητας. Δεν υπάρχει κανένα περιθώριο για θόρυβο και δεν υπάρχει λάθος στις μετρήσεις, ενώ όσον αφορά τον υπολογισμό της, χρειάζεται ένα μεγάλο μέγεθος δείγματος για να συμβαδίζει με την στατιστική θεωρία. Επίσης, θεωρείται ως μειονέκτημα ότι η κατανομή της τεχνικής αναποδοτικότητας πρέπει να οριστεί (ημικανονική, κανονική, εκθετική, λογαριθμική κ.α.).

Ένα παράδειγμα αυτής της προσέγγισης είναι η έρευνα του Barrow (1991) στην οποία

μέτρησε την αποδοτικότητα των τοπικών εκπαιδευτικών αρχών στην Αγγλία. Σύμφωνα με τον Barrow, η ντετερμινιστική μέθοδος προτιμάται από αυτή της απλής παλινδρόμησης διότι η τελευταία εκτιμά την καλύτερη δυνατή ευθεία η οποία ελαχιστοποιεί τις αποστάσεις από τις παρατηρημένες τιμές, ενώ αυτή εκτιμά ένα όριο στις παρατηρημένες τιμές. Για παράδειγμα, η συνάρτηση παραγωγής δίνει την μέγιστη εκροή που μπορεί να παραχθεί από ένα σύνολο εισροών, όχι την μέση εκροή. Οπότε, σύμφωνα με τον Barrow, η χρήση OLS για την εκτίμηση της συνάρτησης παραγωγής αντιβαίνει στην μικροοικονομική θεωρία, καθώς μερικές παρατηρήσεις της βρίσκονται πάνω από την εκτιμημένη ευθεία. Ωστόσο, δεν υπάρχει καμία έρευνα με την συγκεκριμένη μέθοδο αναφορικά με τα πανεπιστήμια, οπότε δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και δεν θα μας απασχολήσει για την συνέχεια της εργασίας.

Η δεύτερη προσέγγιση, αυτή του στοχαστικού ορίου αποδοτικότητας, αφαιρεί ορισμένους περιορισμούς της προηγούμενης προσέγγισης. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημά της έγκειται στο ότι χρησιμοποιεί έναν διαταρακτικό όρο ο οποίος αντιπροσωπεύει τον θόρυβο, το λάθος στις μετρήσεις και τα εξωγενή σοκ. Αυτό επιτρέπει την διάσπαση των αποκλίσεων από το σύνολο σε δύο είδη, την απόκλιση λόγω αναποδοτικότητας και την απόκλιση λόγω θορύβου. Ωστόσο, ομοίως με την προηγούμενη προσέγγιση, υποθέτει κατανομή για τον θόρυβο (συνήθως κανονική) και για την αναποδοτικότητα, όπως επίσης και μια συγκεκριμένη τεχνολογία παραγωγής. Το κύριο χαρακτηριστικό και στις δύο προσεγγίσεις είναι η αυστηρή παραμετρική μορφή και οι υποθέσεις που αφορούν την κατανομή.

Η τελευταία προσέγγιση, αυτή του μαθηματικού προγραμματισμού, διαφέρει από τις άλλες δύο διότι είναι μη-παραμετρική, όπως επίσης είναι και μη-στοχαστική. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει καμία άμεση υπόθεση αναφορικά με την μεροληψία που μπορεί να προκύψει από ετερογένεια στο περιβάλλον, εξωτερικά σοκ, λάθη στις μετρήσεις και μεταβλητές που παραλήφθηκαν. Οπότε, οι αποκλίσεις από το αποδοτικό όριο αποδίδονται εξ ολοκλήρου σε αναποδοτικότητα. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε υποεκτίμηση ή υπερεκτίμηση του επιπέδου της αναποδοτικότητας και ως μη-στοχαστική μέθοδο, δεν δίνει την δυνατότητα ύπαρξης διαστήματος εμπιστοσύνης. Το πρόβλημα αυτό επιχείρησαν να ξεπεράσουν οι Atkinson και Wilson (1995) χρησιμοποιώντας μεθοδολογία “bootstrap” η οποία εφαρμόζει τεχνικές μόντε κάρλο για να προσεγγίσει την κατανομή και να υπολογίσει έπειτα τα διαστήματα εμπιστοσύνης. Επίσης, η κατανομή των αποδοτικότητας παρουσιάζει υψηλή ασυμμετρία, με άγνωστη θεωρητική κατανομή, όπως γίνεται εμφανές και από τα προηγούμενα, το οποίο δημιουργεί προβλήματα στον έλεγχο υποθέσεων των σχετικών αποδοτικότητας διαφορετικών ομάδων ή διαχρονικές αλλαγές στην αποδοτικότητα (Flegg et

al., 2004). Το πρόβλημα αυτό παρακάμπτουν οι Fare et al. (1985) διενεργώντας μια σειρά μη παραμετρικών τεστ, όπως τα Kruskal-Wallis, Van der Waerden και Savage, με τα οποία έλεγξαν αν οι αποδοτικότητες των ιδιωτικών και των δημόσιων υπηρεσιών διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τον Ramanathan (2003) η ΠΑΔ είναι μια τεχνική ακραίων τιμών, το οποίο σημαίνει ότι πιθανά λάθη στις μετρήσεις μπορούν να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα. Οι αποδοτικότητες είναι εξαιρετικά ευαίσθητες σε μικρές αλλαγές των παρατηρήσεων γι' αυτό και η ανάλυση ευαισθησίας θεωρείται απαραίτητη. Η ανάλυση ευαισθησίας γίνεται με τρεις τρόπους (Ramanathan, 2003, Smith και Mayston, 1987). Αρχικά, είναι πιθανό μια ΜΛΑ να παρουσιάζεται ως αποδοτική επειδή επιτυγχάνει εξαιρετικά αποτελέσματα σε μια μεταβλητή, ακόμη και αν έχει κάτω του μετρίου αποτελέσματα στις υπόλοιπες. Ένας τρόπος για να παρακαμφθούν αυτού του είδους τα λάθη είναι ο ορισμός των σημείων αναφοράς για κάθε μη-αποδοτική ΜΛΑ. Αν μια ΜΛΑ είναι γενικά αποδοτική, αναμένεται να αποτελεί σημείο αναφοράς για αρκετές μη-αποδοτικές ΜΛΑ. Αν μια αποδοτική ΜΛΑ δεν αποτελεί σημείο αναφοράς για καμία μη-αποδοτική ΜΛΑ, τότε η αποδοτικότητά της είναι αμφισβητήσιμη. Δύο εναλλακτικοί τρόποι ελέγχου της ευστάθειας των αποτελεσμάτων είναι η αφαίρεση μιας εισροής ή εκροής και η εκ νέου ανάλυση των αποτελεσμάτων και η αφαίρεση μιας αποδοτικής ΜΛΑ.

Ωστόσο, υπάρχουν μια σειρά από πλεονεκτήματα που κάνουν ελκυστική την προσέγγιση του μαθηματικού προγραμματισμού. Το κύριο πλεονέκτημα της είναι η αντικειμενικότητα, καθώς η ΠΑΔ παρέχει μετρήσεις αποδοτικότητας βασισμένες σε αριθμητικές μετρήσεις και όχι σε υποκειμενικές γνώμες ανθρώπων. Η ΠΑΔ κάνει την μέγιστη δυνατή αντικειμενική χρήση των δεδομένων που υπάρχουν και γι' αυτόν τον λόγο αποτελεί ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο. Επίσης, μπορεί να συνδυάσει πολλαπλές εισροές και εκροές, οι οποίες μπορούν να μετρούνται σε διαφορετικές μονάδες μέτρησης (Ramanathan, 2003).

Αντίθετα με την οικονομετρική προσέγγιση, η οποία απαιτεί ορισμό της παραμετρικής μορφής της συνάρτησης και πολλές άμεσες ή έμμεσες υποθέσεις, η ΠΑΔ απαιτεί μόνο την υπόθεση της κυρτότητας και χρησιμοποιεί τους ελάχιστους δυνατούς περιορισμούς (Banker et al., 1986). Λόγω της μη-παραμετρικής της φύσης, υπάρχει ελευθερία στην επιλογή των εισροών και των εκροών και στον καθορισμό της παραγωγικής διαδικασίας που τις διέπει. Αυτό είναι ένα πλεονέκτημα όπου ειδικά στον τομέα της παιδείας έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς ενδέχεται να μην ισχύουν τα συνήθη αξιώματα της οικονομικής θεωρίας όπως για παράδειγμα η μεγιστοποίηση του κέρδους. Επίσης, είναι πιθανό ότι οι τύποι των δεδομένων

που χρειάζεται η στατιστική προσέγγιση να μην είναι ούτε διαθέσιμοι ούτε επιθυμητοί, οπότε η υιοθέτηση όσο το δυνατόν λιγότερων περιορισμών στα δεδομένα είναι ελκυστική.

Η ΠΑΔ είναι μια μεθοδολογία η οποία υπολογίζει σύνορα, σε αντίθεση με την παλινδρόμηση που υπολογίζει κεντρικές τάσεις. Η παλινδρόμηση προσπαθεί να βρει την καλύτερη δυνατή ευθεία που περνάει ανάμεσα από τα σημεία, ελαχιστοποιώντας τις αποστάσεις από αυτά, ενώ η ΠΑΔ προσπαθεί να βρει το αποδοτικό σύνορο που περιβάλλει όλα τα σημεία. Εξαιτίας αυτής της διαφορετικής προσέγγισης, η ΠΑΔ αποδεικνύεται ικανή να αποκαλύπτει σχέσεις που άλλες μεθοδολογίες αδυνατούν να αποκαλύψουν (Seiford και Thrall, 1990).

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της ΠΑΔ είναι ο υπολογισμός των σκιωδών τιμών και των χαλαρών μεταβλητών. Ο υπολογισμός των σκιωδών τιμών παρέχει ορισμένες πολύ χρήσιμες πληροφορίες αναφορικά με τις μη-αποδοτικές ΜΛΑ. Συγκεκριμένα, με τις σκιώδεις τιμές μπορούμε να δούμε ποια αποδοτική ΜΛΑ αποτελεί σημείο αναφοράς για την υπό εξέταση μη-αποδοτική ΜΛΑ (Johnes, 1993). Έπειτα, με τον υπολογισμό των χαλαρών μεταβλητών προσφέρεται μια εκτίμηση της επιθυμητής μείωσης των εισροών (ή της αύξησης των εκροών) που χρειάζεται ο οργανισμός (στην περίπτωση μας το πανεπιστήμιο) για να φτάσει το σύνορο αποδοτικότητας. Πολλές έρευνες εκμεταλλεύονται αυτό το πλεονέκτημα και προτείνουν πολιτικές σύμφωνα με τις οποίες τα αναποτελεσματικά πανεπιστήμια ή τα πανεπιστημιακά τμήματα μπορούν να γίνουν αποτελεσματικά. Οι Madden et al. (1997) χρησιμοποιούν τις χαλαρές μεταβλητές στα οικονομικά τμήματα των πανεπιστημίων της Αυστραλίας, ενώ ο Anrīkan (1999) τις χρησιμοποιεί στα πανεπιστήμια της Αυστραλίας. Παρόμοιες έρευνες έχουν γίνει για την Αγγλία (Athanasopoulos και Shale, 1997), το Ισραήλ (Sinuany-Stern et al., 1994) και την Κίνα (Johnes και Yu, 2008).

Εφόσον εξετάστηκε το γενικό πλαίσιο που κινούνται οι έρευνες γύρω από την αποδοτικότητα στην εκπαίδευση και συγκεκριμένα στην ανώτατη εκπαίδευση, είναι χρήσιμο να εξεταστούν κάποιες έρευνες πιο διεξοδικά και να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στις μεταβλητές που έχουν χρησιμοποιηθεί στην υπάρχουσα βιβλιογραφία. Η ανάλυση θα αρχίσει από έρευνες που έχουν ως βάση την οικονομετρία και στη συνέχεια θα εστιαστεί στις έρευνες που χρησιμοποιούν την ΠΑΔ.

2.1.1 Οικονομετρική προσέγγιση

Σε μια από τις πιο δημοφιλείς οικονομετρικές έρευνες αναφορικά με την αποδοτικότητα των πανεπιστημίων, οι Graves et al. (1982) κατατάσσουν τα 240 οικονομικά

τμήματα των πανεπιστημίων της Αμερικής των οποίων οι καθηγητές δημοσίευσαν τις περισσότερες σελίδες στα κορυφαία εικοσιτέσσερα περιοδικά, την περίοδο 1974-1978. Η κατάταξη γίνεται με δύο τρόπους, μια φορά με βάση των συνολικό αριθμό σελίδων και μια με βάση τον αριθμό των σελίδων ανά καθηγητή. Η πρώτη κατάταξη λειτουργεί ως μέτρηση της συνολικής πείρας και γνώσης που υπάρχει σε κάθε τμήμα, ενώ η δεύτερη λειτουργεί ως μέτρηση της μέσης ατομικής πείρας/γνώσης. Όπως αναφέρεται από τους συγγραφείς, η δυσκολία στην δεύτερη κατάταξη έγκειται στο γεγονός ότι μπορεί να υπάρχει ένας καθηγητής να έχει αρκετά μεγαλύτερο αριθμό δημοσιευμένων σελίδων από τους υπόλοιπους του τμήματος, με αποτέλεσμα να επηρεάζει το αποτέλεσμα ανά καθηγητή όλου του τμήματος.

Για να ελέγξουν αν τα αποτελέσματα παρουσιάζουν ευστάθεια στο χρόνο, εξέτασαν τα κορυφαία τμήματα μέσω μιας σειράς ερευνών. Τα συμπεράσματα ήταν ποικίλα, με την έννοια ότι υπήρχαν τμήματα που είχαν μια αύξουσα πορεία στον χρόνο, ενώ υπήρχαν άλλα που είχαν φθίνουσα πορεία ή ήταν σταθερά. Επισημαίνεται ότι η ερμηνεία των αποτελεσμάτων πρέπει να γίνει με προσοχή διότι δεν είναι όλα τα άρθρα της ίδιας βαρύτητας και ότι μεγαλύτερο ή μικρότερο σει περιοδικών θα μπορούσε να τα μεταβάλλει σημαντικά. Επίσης, τα αποτελέσματα είναι περισσότερο ενδεικτικά για την περίοδο 1972-1976 στην οποία και γράφτηκαν τα άρθρα, παρά στην περίοδο 1974-1978. Δηλαδή, τα άρθρα αποτελούν ένδειξη της έρευνας αλλά παρουσιάζουν υστέρηση, το οποίο σημαίνει ότι είναι ένδειξη της παρελθούσας έρευνας.

Έπειτα, προχώρησαν στην εκτίμηση ενός οικονομετρικού μοντέλου, όπου ως εξαρτημένη μεταβλητή χρησιμοποιήθηκαν οι σελίδες ανά καθηγητή και ως ανεξάρτητες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν ο μέσος μισθός, η μέση διδασκαλία μετρημένη σε ώρες την εβδομάδα, ο λόγος προσωπικό γραμματείας ανά σχολή, ο λόγος φοιτητές ανά σχολή, οι διοικητικές υπηρεσίες, το βοηθητικό διδακτικό προσωπικό και το βοηθητικό ερευνητικό προσωπικό. Επίσης, εκτιμήθηκαν δύο ακόμη μοντέλα με κάποιες πρόσθετες ψευδομεταβλητές που αφορούν την γεωγραφική περιοχή του τμήματος και την ύπαρξη προγράμματος για διδακτορικές διατριβές. Από τα υποδείγματα εξάχθηκαν αρκετά ενδιαφέροντα αποτελέσματα, όπως η έντονη σχέση των δημοσιεύσεων με τους μισθούς των καθηγητών και το προσωπικό γραμματείας.

Οι Hirsch et al. (1984) χρησιμοποίησαν την ίδια μεθοδολογία για την περίοδο 1978-1983 και επίσης πρόσθεσαν και την κατάταξη των σαράντα καλύτερων οικονομικών τμημάτων εκτός Αμερικής. Επίσης, εισήγαγαν και κάποιες τροποποιήσεις όπως για παράδειγμα όταν ένα άρθρο έχει πολλούς συγγραφείς τότε ο καθένας λαμβάνει μια στάθμιση $1/n$, όπου n είναι ο αριθμός της σειράς του κάθε συγγραφέα (π.χ. $1/1$ για τον πρώτο, $1/2$ για

τον δεύτερο κτλ.).

Ένα χαρακτηριστικό των ακαδημαϊκών ιδρυμάτων είναι η πολυδιάστατη φύση τους. Μια από τις πρώτες έρευνες που έλαβαν αυτό το χαρακτηριστικό υπ' όψη ήταν αυτή των Verry και Layard (1975). Εισήγαγαν στην ανάλυσή τους μια συνάρτηση κόστους, η οποία συσχετίζει τα κόστη τόσο σε επίπεδο τμημάτων όσο και σε επίπεδο κεντρικής διοίκησης του πανεπιστημίου, με την προπτυχιακή και μεταπτυχιακή διδασκαλία και την έρευνα. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από όλα τα πανεπιστήμια του Ηνωμένου Βασιλείου εκτός των Όξφορντ και Κέμπριτζ, για την περίοδο 1968-1969. Με βάση αυτά εκτιμήθηκε μια συνάρτηση κόστους, η οποία περιελάμβανε τα συνολικά κόστη των τμημάτων (μισθοί καθηγητών, μισθοί λοιπού προσωπικού, αναλώσιμα, δαπάνες σε έρευνα), τον αριθμό των τμημάτων, τα χρόνια φοίτησης των προπτυχιακών φοιτητών, τα χρόνια φοίτησης των μεταπτυχιακών φοιτητών και την έρευνα, η οποία μετριέται σε ώρες που το ακαδημαϊκό προσωπικό ασχολήθηκε με την έρευνα ανά χρόνο σταθμισμένη με τον μισθό των καθηγητών.

Παρότι η προσπάθεια ήταν προς την σωστή κατεύθυνση, υπήρχε έλλειψη ενδεδειγμένης ανάλυσης για την ύπαρξη οικονομιών εύρους και κλίμακας, η οποία να βασίζεται στην πολυδιάστατη φύση των ακαδημαϊκών ιδρυμάτων και στα κόστη των πολλαπλών εκροών τους. Σε αυτό το πλαίσιο, οι Baumol et al. (1982) εξέτασαν οργανισμούς που παράγουν πολλαπλές εκροές (δηλαδή οργανισμούς όπως τα ακαδημαϊκά ιδρύματα). Η έρευνα τους έθεσε νέο πλαίσιο για την ανάλυση της βιομηχανικής δομής, σύμφωνα με το οποίο οι επιχειρήσεις είναι ικανές να παράγουν μια ποικιλία προϊόντων, την οποία μπορούν να την αλλάξουν ανάλογα με τις δυνάμεις της αγοράς. Αυτό αποτελεί και την ουσία της ανταγωνιστικής αγοράς, δηλαδή μια επιχείρηση αντιμετωπίζει ένα σύνολο επιλογών όταν διαλέγει τι θα παράγει με δεδομένο ένα σύνολο εισροών και επίσης, μπορεί να αλλάξει ένα προϊόν που παράγει με ένα άλλο αντιμετωπίζοντας αμελητέο κόστος. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει πιθανότητα ύπαρξης οικονομιών εύρους, οι οποίες σχετίζονται με την συμπαραγωγή δύο ή περισσότερων προϊόντων. Η μεθοδολογία των Baumol et al. (1982), εξετάζει την ύπαρξη συνολικών οικονομιών κλίμακας, οικονομιών κλίμακας για συγκεκριμένα προϊόντα και οικονομιών εύρους. Η μεθοδολογία τους ακολουθήθηκε στον τομέα των ακαδημαϊκών ιδρυμάτων από πολλές μεταγενέστερες έρευνες (Cohn et al., 1989, De Groot et al., 1991).

Οι Cohn et al. (1989) εκτίμησαν μια συνάρτηση κόστους πολλαπλών εκροών για 1887 ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα της Αμερικής την περίοδο 1981-1982. Διέκριναν ότι όλα τα ιδρύματα παρήγαγαν δύο βασικές εκροές, διδασκαλία και έρευνα. Ωστόσο, συνάντησαν μια σειρά από δυσκολίες στον προσδιορισμό αυτών των εκροών. Για χάριν ευκολίας έκαναν την υπόθεση ότι η διδασκαλία μπορεί να μετρηθεί με βάση τον αριθμό των πτυχιούχων σε

προπτυχιακό και μεταπτυχιακό επίπεδο, ωστόσο αναγνώρισαν ότι αυτό παρουσιάζει πολλά προβλήματα. Πρώτον, η ποιότητα του πτυχίου διαφέρει από πανεπιστήμιο σε πανεπιστήμιο, ωστόσο η διαφορά μπορεί να μην οφείλεται στην ποιότητα της διδασκαλίας αλλά στη φήμη που έχει το εν λόγω πανεπιστήμιο. Δεύτερον, ο αριθμός των πτυχιούχων αντικατοπτρίζει την αθροιστική διδασκαλία των τεσσάρων τελευταίων χρόνων αλλά δεν λαμβάνει υπ' όψη την διδασκαλία που έγινε στους φοιτητές που δεν αποφοίτησαν. Τέλος, δεν υπάρχει κάποια γενικά αποδεκτή μέτρηση της ποιότητας της διδασκαλίας, οπότε με βάση τα παραπάνω οι μετρήσεις των πτυχιούχων κρίθηκαν ως επαρκείς μεταβλητές.

Για την μέτρηση της έρευνας, αναφέρουν ότι υπάρχουν δύο τρόποι, η μέτρηση των δημοσιεύσεων όλων των ειδών (περιοδικά, συνέδρια, βιβλία κτλ.), η οποία είναι δύσκολο να γίνει λόγω του χρόνου που απαιτεί να συλλεχθούν όλα αυτά τα στοιχεία, και η μέτρηση του συνόλου των δαπανών που έγιναν από ένα ίδρυμα και αφορούν την χρηματοδοτημένη έρευνα. Παρότι δεν είναι μέτρηση της συνολικής έρευνας, η ικανότητα του ιδρύματος να προσελκύει κονδύλια σχετίζεται άμεσα με την ικανότητά του να παράγει έρευνα. Ως εισροή χρησιμοποιήθηκε ο μέσος μισθός του ιδρύματος.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, τα δημόσια ιδρύματα έχουν διαφορετική δομή συνάρτησης κόστους από τα ιδιωτικά ιδρύματα. Επίσης, βρέθηκαν ενδείξεις ύπαρξης οικονομιών εύρους και συνολικών οικονομιών κλίμακας, ενώ οικονομίες κλίμακας για συγκεκριμένα προϊόντα βρέθηκαν μόνο στα ιδιωτικά ιδρύματα.

Οι De Groot et al. (1991), βασίστηκαν στην έρευνα των Cohn et al. (1989) και την επέκτειναν ως προς τρεις διαφορετικές κατευθύνσεις. Αρχικά επέλεξαν ένα δείγμα 147 πανεπιστημίων της Αμερικής τα οποία έχουν προγράμματα διδακτορικών διατριβών. Με αυτό τον τρόπο εξάχθηκαν συγκεκριμένα αποτελέσματα για τα πανεπιστήμια που δίνουν μεγάλη έμφαση στην έρευνα. Επίσης, στην μέτρηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ο αριθμός των δημοσιεύσεων και όχι τα χρήματα που επενδύθηκαν σε αυτή. Με αυτόν τον τρόπο μετρείται η ερευνητική παραγωγικότητα του κάθε πανεπιστημίου. Τέλος, ερευνήθηκε το νομικό πλαίσιο της κάθε πολιτείας αναφορικά με την διοίκηση ανθρωπίνων πόρων και την οικονομική διαχείριση και η επιρροή του στον τομέα της ανώτατης δημόσιας εκπαίδευσης. Από την έκβαση των αποτελεσμάτων δεν αποδείχτηκε ότι υπάρχει τέτοια επιρροή.

Πάνω στην ίδια μεθοδολογία βασίστηκε και η έρευνα των Glass et al. (1995), με δύο σημαντικές αλλαγές. Η πρώτη αφορά την χρήση της εργασίας και του κεφαλαίου ως εισροές και η δεύτερη αφορά την εισαγωγή της διάστασης της ποιότητας όσον αφορά την έρευνα.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η Επιτροπή Πανεπιστημιακών Χρηματοδοτήσεων της Αγγλίας διεξήγαγε προγράμματα αξιολόγησης της ποιότητας στα πανεπιστήμια της χώρας. Οι

Glass et al. (1995) χρησιμοποίησαν τα αποτελέσματα του προγράμματος του 1989 ως μέτρηση της ποιότητας της έρευνας.

Αναλυτικότερα, στο πρόγραμμα του 1989, δημιουργήθηκαν ομάδες ειδικών σε κάθε τομέα, οι οποίες θα μετρούσαν την ποιότητα της έρευνας για την αξιολόγηση των τμημάτων των πανεπιστημίων με βάση την δουλειά που είχε γίνει τα τέσσερα τελευταία χρόνια. Οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν αφορούσαν τις δημοσιεύσεις, με ειδική έμφαση στις ετεροαναφορές (προσμετρούνταν οι ετεροαναφορές των δύο ποιοτικότερων δημοσιεύσεων ανά καθηγητή), την χρηματοδότηση με σκοπό την έρευνα, τον αριθμό του προσωπικού και τον αριθμό των ερευνητών, τις ερευνητικές υποτροφίες και τις επιτυχημένες υποβολές διδακτορικών διατριβών. Επίσης, οι πληροφορίες συνοδεύονταν από μια έκθεση αναφορικά με γενικές παρατηρήσεις, μελλοντικά σχέδια και άλλες πληροφορίες σχετικές με την αξιολόγηση που δεν περιλαμβάνονταν αλλού. Με βάση τα παραπάνω έγινε η αξιολόγηση σε μια κλίμακα με άριστα το 5 (Glass et al., 1995).

Οι προαναφερθείσες έρευνες περιλαμβάνουν την εκτίμηση μιας σταθερής ελαστικότητας υποκατάστασης (*CES*), τετραγωνικές ή λογαριθμικές συναρτήσεις κόστους χρησιμοποιώντας μεθόδους καλύτερης προσαρμογής όπως η μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων ή η μέθοδος μεγίστης πιθανοφάνειας (Izadi et al., 2002).

Οι καμπύλες κόστους στην θεωρία κατασκευάζονται κάτω από την υπόθεση της τεχνικής αποδοτικότητας. Ωστόσο, οι εμπειρικές καμπύλες κόστους εκτιμώνται με βάση δεδομένα που περιέχουν αναποδοτικότητες, με την αναποδοτικότητα να διαφέρει ανάμεσα στις παρατηρήσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι μέθοδοι καλύτερης προσαρμογής να μην είναι κατάλληλες γι' αυτήν την περίπτωση, το οποίο επισημάνθηκε από τους Aigner et al. (1977). Αντί αυτών, προτείνεται η χρήση μεθόδων συνόρου αποδοτικότητας, οι οποίες διαμορφώνουν την κατανομή των καταλοίπων της μεθόδου μεγίστης πιθανοφάνειας σε μη-κανονική. Επιπρόσθετα, το άθροισμα των καταλοίπων δεν είναι πλέον μηδέν με αποτέλεσμα η εκτιμημένη συνάρτηση να μην είναι η καλύτερη δυνατή. Η απόσταση των σημείων από το σύνορο οφείλεται εν μέρη σε τεχνική αναποδοτικότητα, η οποία κάτω από ορισμένες υποθέσεις μπορεί να μετρηθεί.

Η χρήση μεθόδων στοχαστικών συνόρων αποδοτικότητας για την μέτρηση των παραμέτρων μιας συνάρτησης κόστους πολλαπλών προϊόντων είναι απλή μόνο στην περίπτωση του απλού γραμμικού μοντέλου. Αν το μοντέλο είναι μη-γραμμικό, η λύση της μεθόδου που χρησιμοποιεί στοχαστικό σύνορο αποδοτικότητας, απαιτεί την κατασκευή και μεγιστοποίηση μιας συνάρτησης DML (Dedicated Maximum Likelihood), κάτι το οποίο πραγματοποιήθηκε από τους Izadi et al. (2002).

Συγκεκριμένα, εκτιμήθηκε μια συνάρτηση κόστους πολλαπλών προϊόντων με σταθερή ελαστικότητα υποκατάστασης με τη χρήση μεθόδου στοχαστικού συνόρου αποδοτικότητας και με την υπόθεση ότι ο διαταρακτικός όρος μπορεί να διασπασθεί σε δύο μέρη, ένα για το λάθος στις μετρήσεις, το οποίο ακολουθεί κανονική κατανομή και ένα για την αναποδοτικότητα, το οποίο ακολουθεί ημι-κανονική κατανομή. Τα αποτελέσματα συγκρίνονται με τα αντίστοιχα που εκτιμώνται από ένα μοντέλο μη γραμμικής μεγίστης πιθανοφάνειας και οι τελικές εκτιμήσεις χρησιμοποιούνται για την μέτρηση οικονομιών εύρους και κλίμακας και την παροχή πληροφοριών αναφορικά με την τεχνική αποδοτικότητα του κάθε ιδρύματος.

Ο Johnes (1988) σημειώνει την ανάγκη δημιουργίας δεικτών αποδοτικότητας στον τομέα της ακαδημαϊκής εκπαίδευσης. Προτείνει ότι η κατάταξη των τμημάτων θα πρέπει να γίνει με βάση τις δημοσιεύσεις των καθηγητών τους και τις ετεροαναφορές που αυτές λαμβάνουν. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένα προβλήματα στον υπολογισμό αυτών των μεταβλητών. Το πρώτο πρόβλημα αφορά στον καθορισμό των δημοσιεύσεων που θα χρησιμοποιηθούν. Ο Johnes χρησιμοποιεί μόνο άρθρα σε περιοδικά και δεν χρησιμοποιεί βιβλία ή άλλου είδους δημοσιεύσεις. Όμως και στον καθορισμό των περιοδικών που θα συμπεριληφθούν στην έρευνα προκύπτει πρόβλημα, καθώς αν συμπεριληφθούν λίγα περιοδικά υπάρχει πρόβλημα μεροληψίας υπέρ των τμημάτων που παράγουν έρευνα γενικού ενδιαφέροντος και εις βάρος των τμημάτων που διεξάγουν εξειδικευμένη έρευνα. Εάν συμπεριληφθούν πολλά περιοδικά τότε αυτό σημαίνει ότι ένα άρθρο σε ένα μικρής εμβέλειας και δημοτικότητας περιοδικό θα είναι ίσης αξίας με ένα άρθρο σε ένα περιοδικό εγνωσμένης αξίας. Για την έρευνα του, ο Johnes χρησιμοποιεί τα άρθρα που δημοσιεύτηκαν σε είκοσι περιοδικά την περίοδο 1980-1984.

Επισημαίνεται ότι τα μεγάλα τμήματα αναμένεται να παράγουν περισσότερη έρευνα από τα μικρότερα. Όμως και ο καθορισμός του μεγέθους του τμήματος κρύβει δυσκολίες καθώς ορισμένες παράμετροι δεν είναι ξεκάθαρες, όπως το αν οι διδακτορικοί φοιτητές και οι επισκέπτες καθηγητές πρέπει να θεωρούνται μέλη του τμήματος.

Μια ενδιαφέρουσα τροποποίηση της μεθοδολογίας περιλαμβάνει την στάθμιση των δημοσιεύσεων και των σελίδων με την βαρύτητα του κάθε περιοδικού. Τα αποτελέσματα με αυτήν την τροποποίηση ήταν πολύ διαφορετικά, η στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών μειώθηκε αισθητά και ορισμένα πρόσημα άλλαξαν εσφαλμένα, με τρόπο που δεν αναμένεται από την οικονομική θεωρία. Σύμφωνα με τον Johnes (1988), αυτό υποδηλώνει ότι υπερεκτιμάται η διαφορά ανάμεσα στα περιοδικά.

Επιπρόσθετα, ο Johnes (1988) κάνει ορισμένες ενδιαφέρουσες υποθέσεις. Αρχικά, η

αναλογία φοιτητές προς ακαδημαϊκό προσωπικό αναμένεται να είναι αρνητικά συσχετισμένη με την έρευνα, καθώς η διδασκαλία, τα διοικητικά καθήκοντα και τα καθήκοντα επίβλεψης των φοιτητών αυξάνονται καθώς αυξάνεται η αναλογία, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο διαθέσιμος χρόνος του ακαδημαϊκού προσωπικού για έρευνα. Επίσης, ο αριθμός των υποψηφίων διδασκτόρων αναμένεται να είναι θετικά συσχετισμένος με την έρευνα, καθώς βοηθούν το ακαδημαϊκό προσωπικό τόσο στα διδακτικά τους καθήκοντα όσο και στην έρευνα. Άλλες υποθέσεις που γίνονται είναι ότι οι ακαδημαϊκοί που είναι μικρότεροι σε ηλικία αναμένεται να παράγουν περισσότερη έρευνα από τους γηραιότερους καθώς έχουν περισσότερα κίνητρα και ότι οι εγκαταστάσεις και το πλήθος των βιβλίων στις βιβλιοθήκες είναι θετικά συσχετισμένα με την έρευνα.

Από τις προαναφερθείσες έρευνες είναι σημαντικό να κρατήσουμε ορισμένα σημαντικά σημεία. Αρχικά, αυτό που έχει ιδιαίζουσα σημασία είναι η πολυδιάστατη φύση του πανεπιστημίου και το γεγονός ότι χρησιμοποιεί πολλαπλές εισροές για να παράγει πολλαπλές εκροές. Επίσης, υπάρχουν ορισμένες μεταβλητές που χρησιμοποιούνται από την πλειοψηφία των συγγραφέων. Αυτές είναι η χρηματοδότηση όσων αφορά τις εισροές και η έρευνα και η διδασκαλία όσων αφορά τις εκροές. Ακόμη, η έρευνα μετριέται είτε με βάση την χρηματοδότηση είτε συχνότερα με βάση τις δημοσιεύσεις και τις ετεροαναφορές που πραγματοποιούνται από κάθε τμήμα, αν και οι τελευταίες παρουσιάζουν αρκετά προβλήματα όπως θα δούμε σε άλλο σημείο της παρούσας εργασίας. Στη συνέχεια παρουσιάζονται έρευνες που χρησιμοποίησαν την μεθοδολογία της ΠΑΔ και σε αυτές θα δώσουμε περισσότερη βαρύτητα καθώς είναι η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται και στην παρούσα εργασία.

2.1.2 Προσέγγιση Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων

Ο Lindsay (1976) πρότεινε μια θεωρία για τις κρατικές επιχειρήσεις, η οποία βασίζεται στο κόστος ελέγχου της απόδοσης των διευθυντικών στελεχών. Υποστήριξε ότι η δημόσια αρχή, που στην περίπτωσή του ήταν το κογκρέσο, δεν μετράει την αξία του προϊόντος με βάση την τιμή που υπάρχει στην αγορά, αλλά μετράει τα χαρακτηριστικά του. Επειδή, η δημόσια αρχή θα είναι σε θέση να μετρήσει τα αρκετά εμφανή χαρακτηριστικά του προϊόντος, τα διευθυντικά στελέχη θα χρησιμοποιήσουν περισσότερους πόρους στην χρηματοδότηση των χαρακτηριστικών αυτών, σε βάρος των λιγότερο εμφανών χαρακτηριστικών τα οποία είναι δύσκολο να μετρηθούν. Αντιθέτως, οι ιδιωτικές επιχειρήσεις βασίζονται στην αξιολόγηση του συνόλου των χαρακτηριστικών του προϊόντος από τους

καταναλωτές, με τις ανεπιθύμητες αποκλίσεις από το επιθυμητό επίπεδο των χαρακτηριστικών να αντικατοπτρίζεται στην πτωτική τιμή του προϊόντος και στην μείωση των κερδών. Ο πιο ολοκληρωμένος έλεγχος των χαρακτηριστικών του προϊόντος στις ιδιωτικές επιχειρήσεις διασφαλίζει ότι το προϊόν ικανοποιεί τις απαιτήσεις των καταναλωτών σε πολύ υψηλό επίπεδο. Για να τεκμηριώσει πρακτικά την θεωρία του, ο Lindsay (1976) χρησιμοποίησε τον τομέα της υγείας και συγκεκριμένα τα νοσοκομεία.

Ο Sisk (1981), εφάρμοσε την θεωρία του Lindsay στα ακαδημαϊκά ιδρύματα. Η αρχική του υπόθεση ήταν ότι τα δημόσια ιδρύματα τείνουν να έχουν περισσότερα χρόνια ανάπτυχιο από τα ιδιωτικά επειδή αυτός ο παράγοντας είναι άμεσα συνδεδεμένος με την χρηματοδότησή τους στην Αμερική. Εφόσον έλεγξε είκοσι ιδιωτικά και είκοσι δημόσια πανεπιστήμια, επιβεβαίωσε τα αποτελέσματα του Lindsay. Ωστόσο, όπως και ο Lindsay, χρησιμοποίησε μόνο μια εισροή και μια εκροή. Από αυτό εξάγονται δύο χρήσιμα συμπεράσματα, ότι η παραπάνω προσέγγιση δεν είναι ρεαλιστική και ότι η προσθήκη πολλαπλών εισροών και εκροών θα αλλάξει σημαντικά τα αποτελέσματα (Ahn et al., 1988).

Οι Ahn et al. (1988) επέκτειναν την έρευνα του Sisk προσθέτοντας πολλαπλές εισροές και εκροές και χρησιμοποίησαν την ΠΑΔ για να ελέγξουν την υπόθεση ότι τα δημόσια πανεπιστήμια είναι πιο αποδοτικά από τα ιδιωτικά. Για την εκπλήρωση των σκοπών της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ένα δείγμα 161 ακαδημαϊκών ιδρυμάτων, τα οποία διέθεταν πρόγραμμα διδακτορικής διατριβής, για το ακαδημαϊκό έτος 1984-1985 και τα οποία χωρίστηκαν σε ιδιωτικά και δημόσια, με σκοπό την περαιτέρω ομογενοποίηση του δείγματος. Σύμφωνα με τους συγγραφείς, ως εκροές σε ένα πανεπιστημιακό ίδρυμα θεωρούνται η διδασκαλία, η έρευνα και οι κοινωνικές υπηρεσίες, ενώ ως εισροές θεωρούνται η εργασία και το κεφάλαιο. Για την διδασκαλία χρησιμοποιήθηκαν ως μεταβλητές ο αριθμός των προπτυχιακών και ο αριθμός των μεταπτυχιακών φοιτητών. Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκε η κρατική χρηματοδότηση καθώς δεν υπήρχαν διαθέσιμα στοιχεία αναφορικά με τις δημοσιεύσεις, ενώ οι κοινωνικές υπηρεσίες παραλήφθηκαν καθώς δεν υπάρχει κάποια ικανοποιητική μορφή μέτρησης τους.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματά τους, τα δημόσια πανεπιστήμια βρέθηκαν να είναι πιο αποδοτικά από τα ιδιωτικά όταν λαμβάνεται υπ' όψη η αναποδοτικότητα στα δεδομένα. Όταν απαλειφθεί η αναποδοτικότητα από τα δεδομένα τότε τα αποτελέσματα αντιστρέφονται και τα ιδιωτικά πανεπιστήμια είναι πιο αποδοτικά. Ωστόσο, τα διευθυντικά στελέχη των ιδιωτικών πανεπιστημίων είναι λιγότερο αποδοτικά σε ότι αφορά την αξιοποίηση ευκαιριών, σε σχέση με τα αντίστοιχα στελέχη των δημόσιων πανεπιστημίων, μια διάσταση την οποία οι έρευνες του Lindsay (1976) και του Sisk (1981) αδυνατούσαν να λάβουν υπ' όψη.

Οι Tomkins και Green (1988) μέτρησαν την αποδοτικότητα είκοσι τμημάτων λογιστικής σε αγγλικά πανεπιστήμια, διεξάγοντας έξι διαφορετικά μοντέλα ΠΑΔ. Στο πρώτο μοντέλο, οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται ως εκροές είναι ο αριθμός των προπτυχιακών και ο αριθμός των μεταπτυχιακών φοιτητών, ο αριθμός των υποψηφίων διδασκτόρων και τα συνολικά έσοδα, ενώ ως μοναδική εισροή λαμβάνεται ο αριθμός του ακαδημαϊκού προσωπικού. Στο δεύτερο μοντέλο προστίθεται ο αριθμός των δημοσιεύσεων στις εκροές, ενώ στο τρίτο μοντέλο προστίθενται οι αμοιβές του προσωπικού στις εισροές, καθώς δεν επηρεάζονται όλες οι εκροές μόνο από τον αριθμό του ακαδημαϊκού προσωπικού. Στο τέταρτο μοντέλο, ο αριθμός του ακαδημαϊκού προσωπικού αντικαθίσταται από τους μισθούς τους, οι οποίοι θεωρούνται ως μια πιο αξιόπιστη μέτρηση. Στο πέμπτο μοντέλο τα συνολικά έσοδα χωρίζονται σε επιμέρους κατηγορίες, ενώ στο έκτο μοντέλο οι δύο εισροές του προηγούμενου μοντέλου αθροίζονται σε μια εισροή, τις συνολικές δαπάνες. Στα προηγούμενα πέντε μοντέλα η αποδοτικότητα που υπολογιζόταν ήταν η τεχνική αποδοτικότητα, ενώ στο έκτο μοντέλο υπολογίζεται η αποδοτικότητα κόστους. Σημειώνεται ότι τα μοντέλα από το τρίτο έως το πέμπτο έδειξαν μια σταθερότητα στα αποτελέσματά τους, καθώς οι μεταβλητές άλλαζαν, γεγονός που δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα στην σημαντικότητα των τελικών ευρημάτων.

Οι Zinunyan-Stern et al. (1994) μέτρησαν την αποδοτικότητα των τμημάτων του ίδιου πανεπιστημίου, σε αντίθεση με τις προαναφερθείσες έρευνες στις οποίες τα τμήματα που αξιολογήθηκαν ήταν από διαφορετικά πανεπιστήμια. Συγκεκριμένα, είκοσιένα τμήματα του πανεπιστημίου Μπεν-Γκούριον του Ισραήλ συμπεριλήφθηκαν στην έρευνα και το μοντέλο ΠΑΔ που χρησιμοποιήθηκε ήταν σταθερών αποδόσεων κλίμακας. Οι εισροές που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι λειτουργικές δαπάνες και οι μισθοί ενώ οι εκροές είναι οι επιχορηγήσεις, ο αριθμός των δημοσιεύσεων των τελευταίων δύο χρόνων, ο αριθμός των πτυχιούχων και οι ώρες διδασκαλίας.

Το σημαντικό στοιχείο της έρευνας είναι η ανάλυση ευαισθησίας που πραγματοποιείται στην συνέχεια. Σε αυτό το σημείο, είναι χρήσιμο να αναφερθεί ότι σε παρελθούσα έρευνα ο Nunamaker (1985) έλεγξε την επίδραση που θα είχε η προσθήκη ή η διάσπαση μιας μεταβλητής στο μοντέλο. Τα βασικά του ευρήματα ήταν ότι η προσθήκη μιας μεταβλητής δεν μπορεί να μετατρέψει μια ΜΛΑ που είναι αποδοτική σε μη-αποδοτική, ανεξαρτήτως του βαθμού συσχέτισης ανάμεσα στις μεταβλητές. Επίσης, παρόμοιο ήταν το αποτέλεσμα στην περίπτωση της διάσπασης μιας μεταβλητής, καθώς μια αποδοτική ΜΛΑ θα συνεχίσει να είναι αποδοτική αλλά υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να αυξηθεί ο αριθμός των αποδοτικών ΜΛΑ. Οι Zinunyan-Stern et al. (1994) έλεγξαν την επίδραση που θα είχε η αφαίρεση μιας μεταβλητής και η άθροιση δύο μεταβλητών από το μοντέλο. Το συμπέρασμα

που προέκυψε από τον έλεγχο της πρώτης υπόθεσης ήταν ότι η αφαίρεση μιας μεταβλητής μπορεί να μετατρέψει μια αποδοτική ΜΛΑ σε μη-αποδοτική. Όσον αφορά την δεύτερη υπόθεση, η άθροιση δύο μεταβλητών προκαλεί σημαντικές αλλαγές στα αποτελέσματα. Με βάση τα παραπάνω, οι συγγραφείς συμπεραίνουν ότι η επιλογή των μεταβλητών του μοντέλου είναι πολύ σημαντική και πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή.

Έπειτα, επεκτείνεται η ανάλυση ευαισθησίας στην αφαίρεση τμημάτων, δηλαδή ΜΛΑ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όταν παραλείπεται ένα μη-αποδοτικό τμήμα τότε τα άλλα τμήματα δεν επηρεάζονται, ενώ το αντίθετο συμβαίνει όταν παραλείπεται ένα αποδοτικό τμήμα. Τέλος, χρησιμοποιείται ένα χρήσιμο εργαλείο για την περαιτέρω εξέταση των δεδομένων, η ανάλυση συστάδων, στην οποία τα τμήματα χωρίζονται σε ομάδες με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη ομοιογένεια μεταξύ τους.

Την αποδοτικότητα των τμημάτων του ιδίου πανεπιστημίου αξιολόγησαν και οι Arcelus και Coleman (1997) και συγκεκριμένα ερεύνησαν το πανεπιστήμιο του Νιου Μπράνσβικ στον Καναδά. Ένα σημαντικό στοιχείο της έρευνας που διαφοροποιείται από τις υπόλοιπες, είναι ότι συμπεριλαμβάνεται ως εισροή ο αριθμός του βοηθητικού προσωπικού. Στο βοηθητικό προσωπικό υπολογίζονται κάθε είδους εργασίες, από γραμματείς έως τεχνικούς.

Σύμφωνα με τους Johnes και Johnes (1993) το κεντρικό πρόβλημα αναφορικά με την μέτρηση της αποδοτικότητας στα πανεπιστήμια είναι ο τρόπος με τον οποίο θα καθοριστούν οι ετερογενείς μεταξύ τους εισροές και εκροές, χωρίς ωστόσο να είναι διαθέσιμες κάποιες τιμές αγοράς. Για να γίνει εφικτή η μέτρηση της αποδοτικότητας, κατασκευάστηκαν οι δείκτες απόδοσης (Moed et al., 1984, Harris, 1988, Johnes, 1990). Ο κάθε δείκτης απόδοσης μετράει την εκροή ή την εισροή μιας ομάδας ομογενών προϊόντων. Ένας χαρακτηριστικός δείκτης απόδοσης των πανεπιστημίων είναι ο αριθμός των δημοσιεύσεων. Ωστόσο, η άθροιση των δεικτών απόδοσης παρουσιάζει ορισμένες δυσκολίες, επειδή δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία αναφορικά με την στάθμιση που πρέπει να λάβει ο κάθε δείκτης, καθώς όπως αναφέρθηκε δεν υπάρχουν τιμές αγοράς. Αυτό το πρόβλημα είναι που λύνεται με την χρήση της ΠΑΔ.

Οι Johnes και Johnes (1993) αξιολόγησαν την αποδοτικότητα των οικονομικών τμημάτων των αγγλικών πανεπιστημίων την περίοδο 1984-1988. Οι μεταβλητές που χρησιμοποίησαν ήταν το ακαδημαϊκό προσωπικό ως εισροή, χωρισμένο σε προσωπικό που διδάσκει και εκτελεί έρευνα και σε προσωπικό που ασχολείται μόνο με τον τομέα της έρευνας, οι επιχορηγήσεις σε μερικές περιπτώσεις ως εισροή και σε μερικές ως εκροή, ο αριθμός των φοιτητών και ο αριθμός των δημοσιεύσεων ως εκροές. Οι δημοσιεύσεις

χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες: άρθρα σε ακαδημαϊκά περιοδικά, γράμματα σε ακαδημαϊκά περιοδικά, άρθρα σε επαγγελματικά περιοδικά, άρθρα σε δημοφιλή περιοδικά, βιβλία, επιμέλειες βιβλίων, επίσημες εκθέσεις και συνεισφορά στην επεξεργασία εργασιών. Επίσης, αν κάποιο άρθρο δημοσιεύτηκε σε περιοδικό που περιλαμβάνεται στην λίστα του Dimond (1989) τότε αυτό λαμβάνεται υπ' όψη.

Μια νέα διάσταση στην ανάλυση της ΠΑΔ έδωσε η έρευνα των Wong και Beasley (1990) στην οποία γίνεται χρήση αναλογιών για τον περιορισμό της ευελιξίας των σταθμίσεων, ώστε να βελτιωθεί το μοντέλο. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιήθηκε και στον τομέα των πανεπιστημίων από τους Beasley (1990, 1955) και Athanassopoulos και Shale (1997).

Ο Beasley (1990) αξιολογεί τα τμήματα χημείας και φυσικής των πανεπιστημίων της Αγγλίας για την περίοδο 1986-1987, με την χρήση ενός οριοθετημένου ως προς τις εκροές μοντέλου σταθερών αποδόσεων κλίμακας. Ως εισροές χρησιμοποιεί τις γενικές δαπάνες, τις δαπάνες εξοπλισμού και τα έσοδα από έρευνα. Ως εκροές χρησιμοποιεί τον αριθμό των προπτυχιακών φοιτητών, τον αριθμό των μεταπτυχιακών φοιτητών, τον αριθμό των διδασκόντων, τα έσοδα από έρευνα και μεταβλητές αξιολόγησης της ποιότητας του πανεπιστημίου, σύμφωνα με τις αξιολογήσεις της Επιτροπής Πανεπιστημιακών Χρηματοδοτήσεων που αναφέρθηκε παραπάνω. Όσον αφορά τον αριθμό των φοιτητών, ο Beasley αναφέρει πως η υπόθεση ότι όλοι οι φοιτητές σε κάθε κατηγορία λαμβάνουν την ίδια γνώση ανεξάρτητα από το ποιο είναι ή που σπουδάζουν είναι αναγκαία για την περάτωση της έρευνας, αν και μάλλον δεν είναι ρεαλιστική. Τα έσοδα από έρευνα χρησιμοποιούνται ως βοηθητική μεταβλητή για τον υπολογισμό της έρευνας και σημειώνεται ότι αν υπάρχουν στοιχεία για δημοσιεύσεις, αυτά πρέπει να προτιμώνται.

Έπειτα, ο Beasley (1990) χρησιμοποιώντας την μεθοδολογία των Wong και Beasley (1990) όπως αναφέρθηκε, πραγματοποιεί κάποιες βελτιώσεις στο μοντέλο προσθέτοντας διάφορους περιορισμούς. Για παράδειγμα, η στάθμιση που λαμβάνουν οι διδάκτορες θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από αυτή που λαμβάνουν οι μεταπτυχιακοί φοιτητές και αντίστοιχα αυτή θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των προπτυχιακών φοιτητών. Αντίστοιχες σταθμίσεις γίνονται στην χρηματοδότηση ανάμεσα στην έρευνα και την διδασκαλία και σε άλλες εισροές και εκροές. Με την προσθήκη αυτών των σταθμίσεων, ο Beasley ισχυρίζεται ότι το μοντέλο γίνεται πιο πλήρες.

Σε μια μεταγενέστερη έρευνα του, ο Beasley (1995) χρησιμοποιεί το ίδιο μοντέλο, όμως με την κατάλληλη χρήση περιορισμών υπολογίζει εκτός από την συνολική αποδοτικότητα και τις αποδοτικότητες της διδασκαλίας και της έρευνας ταυτόχρονα.

Οι Madden et al. (1997) ερευνούν εικοσιτέσσερα τμήματα οικονομικών επιστημών

πανεπιστημίων της Αυστραλίας. Ως εισροή χρησιμοποιείται ο αριθμός του προσωπικού, ο οποίος περιλαμβάνει το διδακτικό, το βοηθητικό, το διοικητικό και γενικά κάθε είδους προσωπικό που απασχολείται στο τμήμα και τα οποία λαμβάνουν τις κατάλληλες σταθμίσεις πριν αθροιστούν. Ως εκροές χρησιμοποιούνται και πάλι η διδασκαλία και η έρευνα. Όσον αφορά την διδασκαλία, η άποψη των Madden et al. (1997) είναι ότι πρέπει να χρησιμοποιείται ο αριθμός των προπτυχιακών και μεταπτυχιακών αποφοίτων, καθώς περιλαμβάνει το στοιχείο της ποιότητας στην διδασκαλία, κάτω από την υπόθεση ότι όσο ποιοτικότερη διδασκαλία υπάρχει τόσο θα τείνουν να αποφοιτούν περισσότερα άτομα. Η έρευνα χωρίζεται σε πέντε κατηγορίες, τα οικονομικά περιοδικά, τα μη-οικονομικά περιοδικά, τα βιβλία, τις επιμέλειες βιβλίων και τα άρθρα σε συνέδρια-ερευνητικά δοκίμια.

Σε όλες τις παραπάνω έρευνες ο αριθμός των εισροών περιοριζόταν σε δύο-τρεις, κυρίως κεφάλαιο και εργασία. Οι Johnes και Yu (2008) στην ανάλυσή τους περιλαμβάνουν έξι εισροές: τον λόγο προσωπικό ανά μαθητή, το ποσοστό του ακαδημαϊκού προσωπικού που είναι τουλάχιστον αναπληρωτής καθηγητής, τον αριθμό των υποψηφίων διδασκτόρων, τις δαπάνες για έρευνα, τον αριθμό των βιβλίων στην εκάστοτε βιβλιοθήκη και ένας δείκτης για την περιοχή όπου βρίσκεται το κτήριο. Με αυτόν τον τρόπο επιχειρήθηκε να ληφθούν υπ' όψη ως εισροές και οι φοιτητές εκτός από το κεφάλαιο και την εργασία.

Οι Ng και Li (2000) εφαρμόζοντας την μεθοδολογία των Li και Ng (1995) σε ογδόντα τέσσερα κινέζικα πανεπιστήμια, χώρισαν την αναποδοτικότητα που παρουσιάζεται σε τεχνική αναποδοτικότητα, επιμεριστική αναποδοτικότητα (*allocative inefficiency*) και την αναποδοτικότητα της ανακατανομής πόρων (*reallocative inefficiency*). Οι Flegg et al. (2004) εφάρμοσαν και αυτοί την τεχνική της διάσπασης, χωρίζοντας την τεχνική αποδοτικότητα σε καθαρά τεχνική αποδοτικότητα, αποδοτικότητα συσσώρευσης (*congestion efficiency*) και αποδοτικότητα κλίμακας.

Οι Flegg et al. (2004) μελέτησαν την τεχνική αποδοτικότητα και τις συνιστώσες της οι οποίες αναφέρθηκαν παραπάνω σε σαράντα πέντε πανεπιστήμια της Αγγλίας. Ως εκροές χρησιμοποιήθηκαν για μια ακόμη φορά η διδασκαλία και η έρευνα, με την διδασκαλία να λαμβάνει υπ' όψη της την ποιότητα με τον ίδιο τρόπο που έγινε και από τους Madden et al. (1997), δηλαδή με τον αριθμό των προπτυχιακών και μεταπτυχιακών πτυχιούχων. Αυτό που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι η επιλογή των εισροών καθώς εκτός από τον αριθμό του προσωπικού και τις δαπάνες, λαμβάνονται υπ' όψη και ο αριθμός των προπτυχιακών και ο αριθμός των μεταπτυχιακών φοιτητών.

Ο Avrikan (2001) και οι Abbott και Doucouliagos (2003) διέσπασαν την τεχνική αποδοτικότητα των πανεπιστημίων της Αυστραλίας σε καθαρά τεχνική αποδοτικότητα και

αποδοτικότητα κλίμακας. Ο Avrikian (2001) υπολόγισε τρία μοντέλα ΠΑΔ, ένα για τη συνολική αποδοτικότητα, ένα για την αποδοτικότητα των εκπαιδευτικών υπηρεσιών και ένα για τα τις εγγραφές των φοιτητών στα πανεπιστήμια.

Σύμφωνα με την Johnes (2006) υπάρχουν δύο σημαντικά θέματα που πρέπει να ελεγχθούν σε ένα πρόβλημα ΠΑΔ. Πρώτον, η μέτρηση και ο καθορισμός των εισροών και εκροών και δεύτερον η σημαντικότητα αυτών. Υπάρχουν δύο εναλλακτικές μεθοδολογίες για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων. Η πρώτη είναι να συμπεριληφθούν όλες οι εισροές στην ανάλυση είτε είναι ελεγχόμενες είτε δεν είναι, δηλαδή η μεθοδολογία που ακολουθείται κατά κόρον στην βιβλιογραφία. Ωστόσο, υπάρχει και μια δεύτερη μεθοδολογία, η οποία είναι μια διπλή διαδικασία. Στην πρώτη φάση υπολογίζονται οι αποδοτικότητες με την εφαρμογή ενός μοντέλου ΠΑΔ χρησιμοποιώντας μόνο ελεγχόμενες εισροές και στην δεύτερη φάση οι αποδοτικότητες αναλύονται σε σχέση με τις μη-ελεγχόμενες εισροές χρησιμοποιώντας τους κατάλληλους μετασχηματισμούς και στατιστικές τεχνικές.

Επίσης, η Johnes (2006) θεωρεί ότι μια σημαντική έλλειψη της ΠΑΔ είναι ότι δεν παρέχει τεστ στατιστικής σημαντικότητας για τις εισροές και εκροές. Οι Pastor et al. (2002) ανέπτυξαν ένα τεστ ανάλογο με το F τεστ της πολλαπλής παλινδρόμησης, για την αξιολόγηση της σημαντικότητας των εμφωλευμένων μοντέλων σε ακτινωτή ΠΑΔ (*nested models in radial DEA*).

Παρατηρείται ότι η ΠΑΔ έχει χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση ολόκληρων πανεπιστημίων, ομοειδών τμημάτων διαφορετικών πανεπιστημίων, αλλά και των τμημάτων του ίδιου πανεπιστημίου. Ορισμένα γενικά συμπεράσματα συμπίπτουν με τα αντίστοιχα που εξήχθησαν από τις οικονομετρικές έρευνες, όπως η πολυδιάστατη φύση των πανεπιστημίων και οι κοινά αποδεκτές μεταβλητές. Ως εκροές κι εδώ χρησιμοποιούνται η έρευνα και η διδασκαλία αν και ο τρόπος μέτρησης τους δεν είναι κοινός. Επίσης κι εδώ η χρηματοδότηση χρησιμοποιείται ως εισροή, όμως χρησιμοποιούνται κι άλλες εισροές όπως ο αριθμός του προσωπικού, είτε του συνολικού, είτε ξεχωριστά ακαδημαϊκού και βοηθητικού. Σε ορισμένες έρευνες παρατηρήθηκαν ορισμένες άκρως ενδιαφέρουσες τροποποιήσεις όπως η συμπερίληψη του αριθμού των φοιτητών ως εισροή.

2.1.3 Λοιπές Προσεγγίσεις

Υπάρχουν κάποιες έρευνες οι οποίες συνδυάζουν την Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων με την μέθοδο πολυκριτηριακής λήψης απόφασης. Μια από τις πρώτες προσπάθειες συνδυασμού των δύο μεθόδων ήταν του Golany (1988) ο οποίος προτείνει την

χρήση μιας διαδραστικής γραμμικής διαδικασίας πολλαπλών στόχων, η οποία θα βοηθάει τον υπεύθυνο λήψης απόφασης να καθιερώσει τα πραγματικά αποδοτικά επίπεδα παραγωγής για ένα δεδομένο σύνολο εισροών.

Οι Halme et al. (1999) και Korhonen et al. (2001) περιλαμβάνουν στο παραδοσιακό μοντέλο ΠΑΔ τις προτιμήσεις του υπεύθυνου λήψης απόφασης, επιλέγοντας το πιο επιθυμητό του σημείο πάνω στο αποδοτικό σύνολο, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την αξιολόγηση της αποδοτικότητας κάθε μονάδας να γίνεται σε σχέση με την καμπύλη αδιαφορίας της άριστης συνάρτησης που περνάει από αυτό το σημείο. Οι Korhonen et al. (2001) εφαρμόζουν αυτή την μέθοδο στην ακαδημαϊκή εκπαίδευση και συγκεκριμένα στην αξιολόγηση δεκαοχτώ ερευνητικών μονάδων του πανεπιστημίου του Ελσίνκι. Τις δύο διαδικασίες συνδέουν και οι Caballero et al. (2004) σε μια διαδικασία τριών φάσεων όπου στην αρχή χρησιμοποιείται η ΠΑΔ, μετά η πολυκριτηριακή λήψη απόφασης και τέλος πάλι η ΠΑΔ, και την οποία εφαρμόζουν στα εκατόν σαράντα δύο τμήματα του πανεπιστημίου της Μάλαγα.

2.2 Ανασκόπηση Μεθοδολογίας

Η έννοια της αποδοτικότητας έχει κεντρική σημασία στην ΠΑΔ. Σύμφωνα με το διευρυμένο ορισμό των Pareto-Koormans (1951): «Πλήρης αποδοτικότητα επιτυγχάνεται από μια ΜΛΑ αν και μόνο αν καμία από τις εισροές ή τις εκροές δεν μπορεί να αυξηθεί χωρίς να μειωθεί κάποια από τις υπόλοιπες εισροές ή εκροές».

Σύμφωνα με τους Cooper et al. (2004), το εγχειρίδιο της πολιτικής οικονομίας του Vilfredo Pareto αποτελεί την βάση για τα σύγχρονα οικονομικά της ευημερίας και συγκεκριμένα, μια κοινωνική πολιτική μπορεί να δικαιολογηθεί αν βελτιώνει την θέση κάποιων ατόμων χωρίς να χειροτερεύει την θέση άλλων. Με βάση αυτό η ανάγκη για συγκρίσεις ανάμεσα στα οφέλη που κάποιοι αποκομίζουν και στις ζημιές που κάποιοι υφίστανται μπορεί να αποφευχθεί. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η ανάγκη καθορισμού των καμπυλών αδιαφορίας των ατόμων που επηρεάζονται και οι σταθμίσεις της σχετικής σημαντικότητας των ατομικών οφελών και ζημιών.

Η παραπάνω πρόταση, γνωστή και ως κριτήριο Pareto στα οικονομικά της ευημερίας, υιοθετήθηκε από τον Koormans (1951). Ο Koormans αντί για άτομα χρησιμοποιεί τελικά προϊόντα, οπότε ισχύει ο περιορισμός ότι κανένα τελικό αγαθό δεν μπορεί να βελτιωθεί αν αυτή η βελτίωση οδηγεί στην υποβάθμιση ενός άλλου τελικού προϊόντος. Τα τελικά προϊόντα (εκροές) ικανοποιούνται σε ορισμένες ποσότητες, οι εισροές είναι βέλτιστα ορισμένες και οι τιμές και οι ποσότητες ορίζονται ως σταθερές, με εξωγενή τρόπο, για κάθε εκροή. Ιδιαίτερη

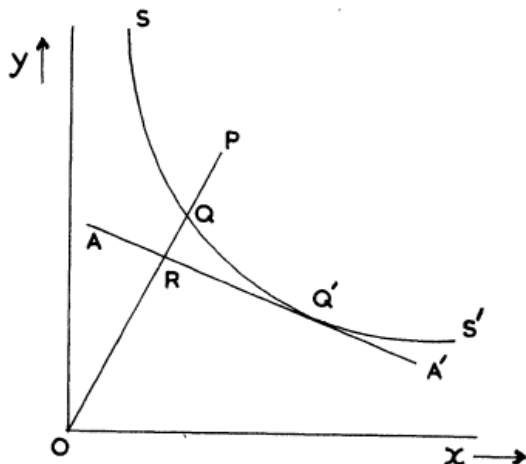
προσοχή έδωσε ο Koormans στις “τιμές αποδοτικότητας” οι οποίες είναι οι τιμές που σχετίζονται με την αποδοτική κατανομή των εισροών για την ικανοποίηση της ζήτησης για τελικά αγαθά.

Οι Pareto και Koormans ασχολήθηκαν με αναλύσεις ολόκληρων οικονομιών. Σε αυτό το επίπεδο είναι λογικό οι τιμές και οι ποσότητες να καθορίζονται με βάση την ικανότητα τους να ικανοποιούν την ζήτηση των τελικών προϊόντων. Η μεγάλη καινοτομία όμως ήρθε από τον Farrell (1957) ο οποίος ασχολήθηκε με την μέτρηση της αποδοτικότητας σε μικρο-επίπεδο και συγκεκριμένα σε μονάδες λήψης απόφασης.

Σύμφωνα με τον Farrell, όταν κάποιος μιλάει για την αποδοτικότητα μιας επιχείρησης συνήθως εννοεί την ικανότητα της να παράγει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ποσότητα εκροής από ένα δεδομένο σύνολο εισροών. Με την προϋπόθεση ότι όλες οι εισροές και εκροές είναι μετρημένες σωστά, η παραπάνω πρόταση είναι γενικώς αποδεκτή. Σε κάθε περίπτωση, η μέτρηση της τεχνικής αποδοτικότητας με τον τρόπο που ορίζεται παρακάτω συμφωνεί με αυτόν τον ορισμό.

Έστω, ότι μια επιχείρηση απασχολεί δύο παραγωγικούς συντελεστές για να παράγει ένα προϊόν, υποθέτοντας σταθερές αποδώσεις κλίμακας. Έστω ότι η αποδοτική συνάρτηση παραγωγής είναι γνωστή, δηλαδή είναι γνωστή η ποσότητα εκροής μιας πλήρους αποδοτικής επιχείρησης που μπορεί να αποκομίσει από κάθε δυνατό συνδυασμό εισροών.

Διάγραμμα 1: Καμπύλη ισοπροϊόντος



Πηγή: Farrell (1957), σελ. 254

Η υπόθεση των σταθερών αποδόσεων κλίμακας επιτρέπει όλες τις σχετικές πληροφορίες να παρουσιάζονται σε ένα απλό διάγραμμα ισοπροϊόντος. Στο διάγραμμα 1 το σημείο P αντιπροσωπεύει τις τιμές των δύο εισροών, ανά μονάδα εκροής. Η καμπύλη ισοπροϊόντος SS' αντιπροσωπεύει τους διάφορους συνδυασμούς των δύο εισροών που μια πλήρως αποδοτική επιχείρηση μπορεί να χρησιμοποιήσει για να παράγει μια μονάδα εκροής.

Το σημείο Q αντιπροσωπεύει μια αποδοτική επιχείρηση η οποία χρησιμοποιεί τον ίδιο λόγο των δύο εισροών με την επιχείρηση που βρίσκεται στο σημείο P. Παρατηρείται ότι παράγει την ίδια ποσότητα εκροής όπως η επιχείρηση P χρησιμοποιώντας μόνο OQ/OP ποσότητα από κάθε εισροή. Επίσης, μπορούμε να πούμε ότι παράγει OP/OQ φορές περισσότερη ποσότητα εκροής χρησιμοποιώντας τις ίδιες εισροές. Οπότε με βάση τα

παραπάνω, ο λόγος OQ/OP ορίζεται ως η τεχνική αποδοτικότητα της επιχείρησης P . Το εύρος των τιμών που παίρνει ξεκινούν από την μονάδα (ή το 100%) για μια πλήρως αποδοτική επιχείρηση και γίνεται πάρα πολύ μικρός αν οι ποσότητες των εισροών ανά μονάδα εκροής γίνουν πολύ μεγάλες. Επιπρόσθετα, εφόσον η SS' έχει αρνητική κλίση, η αύξηση μιας εισροής ανά μονάδα εκροής, με όλους τους υπόλοιπους παράγοντες σταθερούς, έχει ως αποτέλεσμα μικρότερη τεχνική αποδοτικότητα.

Ωστόσο, χρειάζεται και μια μέτρηση του βαθμού στον οποίο η επιχείρηση χρησιμοποιεί τους διάφορους παραγωγικούς συντελεστές στις άριστες αναλογίες, λαμβάνοντας υπ' όψη τις τιμές τους. Έτσι, στο διάγραμμα 1, αν η AA' έχει κλίση ίση με τον λόγο των τιμών των εισροών, η Q' και όχι η Q είναι η άριστη μέθοδος παραγωγής. Παρότι και τα δύο σημεία έχουν 100% τεχνική αποδοτικότητα, τα κόστη παραγωγής στο Q' θα είναι μόνο OR/OQ φορές το κόστος του Q . Με βάση τα παραπάνω ο λόγος OR/OQ ορίζεται ως αποδοτικότητα τιμής της επιχείρησης Q .

Αν η επιχείρηση αποφάσιζε να αλλάξει τις αναλογίες των εισροών έως ότου αυτές ήταν ίσες με τις αντίστοιχες στο σημείο Q' , ενώ η τεχνική αποδοτικότητα παραμένει σταθερή, το κόστος θα μειωθεί κατά OR/OQ , με την προϋπόθεση ότι οι τιμές θα παραμείνουν σταθερές. Οπότε, αυτός ο λόγος μετράει την αποδοτικότητα τιμής της επιχείρησης P . Ωστόσο, το παραπάνω δεν είναι εντελώς ορθό, καθώς είναι αδύνατο να προβλέψεις τι θα συμβεί στην τεχνική αποδοτικότητα μιας επιχείρησης καθώς αυτή αλλάζει τις αναλογίες των εισροών, παρόλα αυτά φαίνεται να είναι η καλύτερη δυνατή προσέγγιση. Παρουσιάζει επίσης την επιθυμητή ιδιότητα να δίνει την ίδια αποδοτικότητα τιμής στις επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν την ίδια αναλογία εισροών.

Αν η επιχείρηση ήταν πλήρως αποδοτική, τόσο τεχνικά όσο και με βάση τις τιμές, το κόστος της θα ήταν ίσο με τον λόγο OR/OP . Αυτός ο λόγος ορίζεται ως η ολική αποδοτικότητα της επιχείρησης και ισούται με το άθροισμα της τεχνικής αποδοτικότητας και της αποδοτικότητας τιμών.

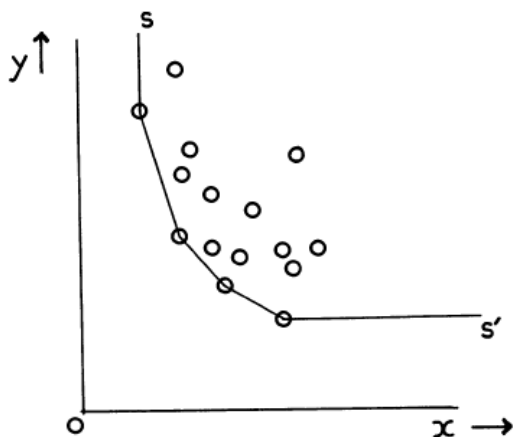
Αυτές οι μετρήσεις της αποδοτικότητας προϋποθέτουν ότι η αποδοτική συνάρτηση παραγωγής είναι γνωστή και είναι σημαντικό να ληφθεί υπ' όψη ο ορισμός της, πριν συζητηθεί η σημαντικότητα των μετρήσεων αποδοτικότητας.

Δύο είναι οι επικρατέστερες λύσεις για τον καθορισμό της συνάρτησης, μια θεωρητική συνάρτηση και μια εμπειρική η οποία θα βασίζεται στις καλύτερες δυνατές παρατηρημένες τιμές. Το σκεπτικό πίσω από την πρώτη λύση είναι ότι ένα αξιωματικά ορισμένο πρότυπο πλήρους αποδοτικότητας, αντιπροσωπεύει το καλύτερο επίπεδο που είναι θεωρητικά επιτεύξιμο. Παρόλο που αυτό ισχύει για την περίπτωση μιας παραγωγικής

διαδικασίας, υπάρχουν πολλές ενστάσεις αν μπορεί να εφαρμοστεί σε επίπεδο μιας επιχείρησης ή μιας βιομηχανίας.

Κατ' αρχήν, είναι πολύ δύσκολο να καθοριστεί θεωρητικά μια αποδοτική συνάρτηση για μια πολύπλοκη διαδικασία, καθώς είναι πολύ πιθανό να παραβλεφθούν ορισμένα προβλήματα. Έτσι, όσο πιο πολύπλοκη είναι μια διαδικασία, τόσο λιγότερο ακριβής είναι η θεωρητική συνάρτηση. Επίσης, όσο περισσότερο ελαστική είναι η συνάρτηση στο ανθρώπινο λάθος, τόσο περισσότερο θα τείνει να παράγει υπερεκτιμημένες μετρήσεις. Αν οι μετρήσεις χρησιμοποιούνται ως κριτήριο για την επιτυχία κάποιων επιχειρήσεων ή βιομηχανιών, είναι πιθανό να υπάρξουν αρνητικές ψυχολογικές επιδράσεις, καθώς είναι προτιμότερο να συγκρίνεται η απόδοση της επιχείρησης με την καλύτερη που έχει επιτευχθεί παρά με κάποιο ιδεατά καλύτερο αλλά μη επιτεύξιμο στόχο. Για τους παραπάνω λόγους θα προτιμηθεί η χρήση της εμπειρικής συνάρτησης.

Διάγραμμα 2: Διάγραμμα διασποράς των επιχειρήσεων



Πηγή: Farrell (1957), σελ. 256

και το πρόβλημα εστιάζεται στην εκτίμηση της καμπύλης αυτής από το διάγραμμα διασποράς.

Αν υποθέσουμε ότι η καμπύλη είναι κυρτή ως προς την αρχή των αξόνων και έχει αρνητική κλίση, τότε η καμπύλη SS' είναι η πιο συντηρητική πρόβλεψη της καμπύλης αυτής. Οπότε, η SS' είναι το ελάχιστο αναμενόμενο όριο αποδοτικότητας το οποίο είναι συνεπές με τις παρατηρημένες τιμές και συμβαδίζει με τις δύο υποθέσεις.

Από τις δύο υποθέσεις, αυτή της κυρτότητας συναντάται σχεδόν πάντα στην οικονομική θεωρία. Η υπόθεση αυτή οδηγεί στο συμπέρασμα ότι αν δύο σημεία μπορούν να επιτευχθούν στην πράξη, το ίδιο μπορεί να γίνει και με κάθε σταθμισμένο μέσο τους. Από την στιγμή που έχουν υποτεθεί σταθερές αποδώσεις κλίμακας, η διαδικασία που παρουσιάζεται από αυτά τα δύο σημεία μπορεί να επιτευχθεί χωρίς αυτά να αλληλοεπηρεάζονται. Η υπόθεση

Το επόμενο ζήτημα είναι η εκτίμηση μιας αποδοτικής συνάρτησης παραγωγής από τις παρατηρήσεις εισροών και εκροών ενός αριθμού επιχειρήσεων. Με βάση τις ίδιες υποθέσεις με πριν, κάθε επιχείρηση μπορεί να παρουσιαστεί από ένα σημείο στο διάγραμμα ισοπροϊόντος, έτσι ώστε ένας αριθμός επιχειρήσεων θα σχηματίζει ένα διάγραμμα διασποράς όπως αυτό στο διάγραμμα 2. Η αποδοτική συνάρτηση παραγωγής θα απεικονίζεται από την καμπύλη ισοπροϊόντος

ότι η κλίση είναι αρνητική γίνεται διότι ειδάλλως ταυτόχρονη αύξηση στις δύο εισροές θα είχε αποτέλεσμα μείωση της εκροής.

Με βάση τα παραπάνω, η καμπύλη SS' θα θεωρηθεί ως εκτίμηση της αποδοτικής καμπύλης ισοπροϊόντος. Αυτή η μέθοδος μέτρησης της τεχνικής αποδοτικότητας μιας επιχείρησης περιλαμβάνει την σύγκριση της με μια υποθετική επιχείρηση η οποία χρησιμοποιεί τις εισροές σε ίδιες αναλογίες με αυτήν. Αυτή η υποθετική επιχείρηση δημιουργείται ως σταθμισμένος μέσος δύο παρατηρημένων επιχειρήσεων, με τις σταθμίσεις να επιλέγονται με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνονται οι επιθυμητές αναλογίες εισροών.

Το επόμενο στάδιο είναι η γενίκευση στην περίπτωση πολλών εισροών και εκροών. Η καμπύλη SS' ορίζεται γεωμετρικά ως εξής. Είναι ένα ευθύγραμμο τμήμα που ενώνει ζευγάρια σημείων επιλεγμένα από ένα σύνολο A που περιλαμβάνει τα παρατηρημένα σημεία και τα σημεία $(0, \infty)$ και $(\infty, 0)$. (Τα δύο σημεία στο άπειρο περιλαμβάνονται για να εξηγήσουν τα τμήματα της SS' που είναι παράλληλα ως προς την τους άξονες). Τα ζευγάρια σημείων που επιλέγονται είναι εκείνα στα οποία το ευθύγραμμο τμήμα που τα ενώνει ικανοποιεί δύο προϋποθέσεις: (i) η κλίση είναι αρνητική και (ii) δεν υπάρχει κανένα σημείο ανάμεσα σε αυτή και την αρχή των αξόνων.

Αλγεβρικά αυτό εκφράζεται ως εξής: Έχουμε ένα σημείο της μορφής $P_i = (x_{i1}, x_{i2})$ και λ_{ijk}, μ_{ijk} είναι οι λύσεις των εξισώσεων:

$$\lambda \cdot x_{i1} + \mu \cdot x_{j1} = x_{k1} \quad \text{και} \quad \lambda \cdot x_{i2} + \mu \cdot x_{j2} = x_{k2} \quad (1)$$

όπου P_i, P_j και P_k είναι σημεία του συνόλου A . Τότε το ευθύγραμμο τμήμα που ενώνει τα P_i και P_j είναι τμήμα της SS' αν και μόνο αν $\lambda_{ijk} + \mu_{ijk} \geq 1$, για κάθε $P_k \in A$.

Κάθε σημείο της γραμμής $P_i P_j$ μπορεί να γραφεί ως:

$$(\lambda \cdot x_{i1} + \mu \cdot x_{j1}, \lambda \cdot x_{i2} + \mu \cdot x_{j2}) \quad (2)$$

όπου $\lambda + \mu = 1$ και για τα σημεία μεταξύ P_i και P_j , $\lambda, \mu \geq 0$. Έτσι, αν η $P_i P_j$ βρίσκεται μεταξύ του P_k και της αρχής των αξόνων, ισχύει $\lambda_{ijk} + \mu_{ijk} > 1$ και αν OP_k τέμνει την $P_i P_j$ εσωτερικά, ισχύει $\lambda_{ijk} + \mu_{ijk} > 0$.

Οι εξισώσεις (1) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό της τεχνικής αποδοτικότητας κάθε σημείου P_k . Είναι απαραίτητο να βρεθεί ποιο μέρος της SS' τέμνεται από την OP_k , δηλαδή να βρεθεί το κομμάτι $P_i P_j$ της SS' για το οποίο $\lambda_{ijk} + \mu_{ijk} \geq 0$. Τότε η τεχνική αποδοτικότητα είναι:

$$P_k = \frac{1}{\lambda_{ijk} + \mu_{ijk}}.$$

Ένας παρεμφερής αλλά περισσότερο χρήσιμος ορισμός είναι ο εξής. Η τεχνική αποδοτικότητα του P_k είναι η μεγιστοποίηση του

$$\frac{1}{\lambda_{ijk} + \mu_{ijk}},$$

για κάθε τμήμα $P_i P_j$ της SS' . Η κυρτότητα της SS' εξασφαλίζει ότι η παραπάνω έκφραση θα φθάσει στο μέγιστο σημείο της όπου $\lambda, \mu \geq 0$.

Η γενίκευση επιτρέπει η εισροές και παράλληλα διατηρούνται οι υποθέσεις της μιας εκροής και των σταθερών αποδόσεων κλίμακας. Κάθε επιχείρηση αναπαριστάται πλέον από ένα σημείο στον n -διάστατο χώρο, και απεικονίζεται ως ένα διάνυσμα x_i . Το σύνολο A περιλαμβάνει τα παρατηρημένα σημεία και τα n ακόλουθα σημεία $(\infty, 0, \dots, 0)$ $(0, \infty, \dots, 0)$ \dots , $(0, 0, \dots, \infty)$.

Όπως στον δισδιάστατο χώρο τα ζευγάρια σημείων του συνόλου A ορίζουν γραμμές και ευθύγραμμα τμήματα, τώρα σε n σημείων του συνόλου A ορίζουν επίπεδα στον τρισδιάστατο χώρο και τις πλευρές τους. Η “πλευρά” χρησιμοποιείται για να περιγράψει το τμήμα του τρισδιάστατου επιπέδου του οποίου τα σημεία μπορούν να εκφραστούν ως σταθμισμένοι μέσοι n ορισμένων σημείων. Η αποδοτική καμπύλη ισοπροϊόντος είναι μια επιφάνεια S σε n διαστάσεις, αποτελούμενη από τέτοιες πλευρές.

Αντί για τις εξισώσεις (1) τώρα έχουμε τον πίνακα συνάρτησης:

$$[x_i, x_{i+1}, \dots, x_{i+n-1}] \cdot \lambda = x_k \quad (3)$$

όπου η λύση είναι η στήλη διάνυσμα λ και η πλευρά η οποία ορίζεται από n σημεία $P_i, P_{i+1}, \dots, P_{i+n-1}$, ανήκει στην S αν και μόνο αν

$$\lambda' u \geq 1 \text{ για κάθε } P_k \in A \quad (4)$$

όπου u είναι μια στήλη διάνυσμα της οποίας όλα τα στοιχεία είναι μονάδα. Όπως και πριν, η τεχνική αποδοτικότητα του P_k μπορεί να οριστεί είτε ως $\frac{1}{\lambda' u}$ για την πλευρά που τέμνεται

από την OP_k είτε ως το μέγιστο του $\frac{1}{\lambda' u}$ για όλες τις πλευρές της S .

Όταν εγκαταλείπεται η υπόθεση της μοναδικής εκροής, τα πράγματα γίνονται περισσότερο περίπλοκα. Επειδή η εκροή δεν είναι πλέον μια ακέραιη ποσότητα, δεν είναι εφικτό να απεικονίσουμε τις παρατηρήσεις μας ως σημεία στο διάγραμμα ισοπροϊόντος

απλώς διαιρώντας τις εισροές με τις εκροές. Αντιθέτως, κάθε επιχείρηση έχει ένα διάνυσμα X_i εκροών και ένα διάνυσμα x_i εισροών και πρέπει να απεικονιστεί από ένα σημείο στον $n+m$ -διάστατο χώρο. Η αποδοτική επιφάνεια S αποτελείται από πλευρές που ορίζονται από ένα σύνολο $n+m$ σημείων, τα οποία ανήκουν σε ένα σύνολο A το οποίο αποτελείται από τα παρατηρημένα σημεία, τα σημεία στο άπειρο και την αρχή των αξόνων. Επειδή η υπόθεση των σταθερών αποδόσεων κλίμακας ισχύει ακόμη, ο ορισμός της “πλευράς” μετατρέπεται έτσι ώστε να επιτρέπει στην αρχή των αξόνων μια αρνητική στάθμιση. Ως επακόλουθο, η αρχή των αξόνων είναι σημείο κάθε αποδοτικής πλευράς.

Οι αντίστοιχες των εξισώσεων (1) και (3) είναι τώρα οι παρακάτω πίνακες εξισώσεις:

$$[X_i, X_{i+1}, \dots, X_{i+m+n-2}, 0] \cdot \lambda = (\lambda' u) \cdot X_k \quad (5)$$

$$[x_i, x_{i+1}, \dots, x_{i+m+n-2}, 0] \cdot \lambda = x_k$$

οι οποίες ισοδυναμούν με $n+m$ γραμμικές εξισώσεις. Οι αντίστοιχες των συνθηκών (2) και (4) είναι:

$$\lambda' u \geq 1 \text{ για κάθε } P_k \in A \quad (6)$$

και η αποδοτικότητα του P_k ορίζεται σε όρους $\lambda' u$ όπως και παραπάνω.

Εκ πρώτης όψεως, μπορεί να μην φαίνεται ότι αυτό το κριτήριο αποτελεί γενίκευση του προηγούμενου. Ωστόσο, στην περίπτωση όπου $m=1$, οι δύο διαδικασίες είναι ίσες. Έστω ότι η $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{n+1})$ είναι η λύση της (5) και ότι η $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)$ ορίζεται από την $X_{i+j-1} \cdot \lambda_j = X_k \cdot \mu_j$, για $j=1, 2, \dots, n$.

Τότε η εξίσωση (5) μπορεί να γραφεί ως:

$$\lambda' \cdot u = \mu' \cdot u$$

$$\left[\frac{1}{X_i} \cdot x_i, \frac{1}{X_{i+1}} \cdot x_{i+1}, \dots, \frac{1}{X_{i+n-1}} \cdot x_{i+n-1} \right] \cdot \mu = \frac{1}{X_k} \cdot x_k \quad (7)$$

Η τεχνική αποδοτικότητα του P_k ορίζεται με τον ίδιο τρόπο όπως και πριν. Μια αποδοτική επιχείρηση θα μπορούσε είτε να παράγει X_k εκροές χρησιμοποιώντας $\frac{1}{(\lambda' u)} \cdot x_k$ εισροές, είτε να χρησιμοποιήσει x_k εισροές παράγοντας $\lambda' u \cdot X_k$ εκροές.

Βασιζόμενοι στην δουλειά του Farrell (1957), οι Charnes et al. (1978) παρουσίασαν την αρχική μορφή της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (ΠΑΔ), η οποία υπολογίζει την αποδοτικότητα μιας μονάδας λήψης απόφασης (ΜΛΑ) σε σχέση με παρόμοιες ΜΛΑ, με σκοπό την εκτίμηση του καλύτερου στην πράξη ορίου αποδοτικότητας (Cooper et al., 2004).

Αναλυτικότερα, οι Charnes et al. (1978) πρότειναν η μέτρηση της αποδοτικότητας μιας ΜΛΑ να υπολογίζεται ως η μεγιστοποίηση του λόγου των σταθμισμένων εκροών προς τις σταθμισμένες εισροές, υπό τον περιορισμό ότι οι αντίστοιχοι λόγοι των υπόλοιπων ΜΛΑ είναι μικρότεροι ή ίσοι της μονάδος.

$$\max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{r0}}{\sum_{i=1}^m u_i \cdot x_{i0}} \quad (8)$$

υπό τους περιορισμούς:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{rj}}{\sum_{i=1}^m u_i \cdot x_{ij}} \leq 1, \text{ για } j=1, \dots, n, \quad u_r, u_i \geq 0, \quad r=1, \dots, s, \quad i=1, \dots, m.$$

Τα y_{rj}, x_{ij} (τα οποία είναι θετικά) είναι οι εκροές και οι εισροές της j -οστής ΜΛΑ και τα u_r, u_i είναι οι σταθμίσεις των μεταβλητών¹ που θα υπολογιστούν από την λύση του προβλήματος. Η αποδοτικότητα μιας μονάδας του συνόλου αναφοράς των ΜΛΑ, θα εκτιμάται με βάση της υπόλοιπες ΜΛΑ, δηλαδή θα είναι η σχετική αποδοτικότητα. Αυτή η μονάδα η οποία συμπεριλαμβάνεται στην συνάρτηση αριστοποίησης (όπως επίσης και στους περιορισμούς), διακρίνεται από τις υπόλοιπες ΜΛΑ λαμβάνοντας τον δείκτη “0” στην συνάρτηση (στους περιορισμούς διατηρεί τον αρχικό δείκτη). Η διαδικασία μεγιστοποίησης υπολογίζει τις καλύτερες δυνατές σταθμίσεις για την ΜΛΑ, που επιτρέπονται με βάση τους περιορισμούς.

Για τις ΜΛΑ που εξετάζονται, οι τιμές των x_{ij} και y_{rj} , οι οποίες είναι σταθερές, συνήθως προκύπτουν από παρατηρήσεις προηγούμενων αποφάσεων αναφορικά με τις εισροές και τις προκύπτουσες από αυτές εκροές. Ωστόσο, μπορούμε να αντικαταστήσουμε κάποιες ή όλες από αυτές τις τιμές με άλλες θεωρητικά ορισμένες, αν επιθυμούμε (και έχουμε την δυνατότητα) να πραγματοποιήσουμε τις μετρήσεις της αποδοτικότητας με αυτό τον τρόπο.

1 Λίγο αργότερα οι συγγραφείς έκαναν μια μικρή τροποποίηση, αλλάζοντας τις μη-αρνητικές μεταβλητές απόφασης (*decision variables*), με αυστηρώς θετικές. Έτσι, έχουμε $u_r, u_i > 0$ (Charnes et al., 1979). Ο παραπάνω περιορισμός εκφράζεται και ως εξής: $u_r, u_i > \varepsilon$, όπου το ε είναι μια απειροελάχιστη, μη-αρχιμήδεια σταθερά της τάξης του 10^{-5} ή 10^{-6} .

Το παραπάνω μοντέλο είναι μια εκτενής διατύπωση μη-γραμμικού προγραμματισμού ενός τυπικού προβλήματος κλασματικού προγραμματισμού. Οι Charnes et al. (1978), μετέτρεψαν το πρόβλημα του κλασματικού προγραμματισμού σε ισοδύναμο πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού. Η μεθοδολογία αυτή χρησιμοποιείται για να απλοποιηθεί ο υπολογισμός του προβλήματος, ο οποίος περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό παρατηρήσεων $j(n)$ αλλά μικρότερο αριθμό εισροών $i(m)$ και εκροών $r(s)$.

Αρχικά, υποθέτουμε το παρακάτω μοντέλο ελαχιστοποίησης των εισροών:

$$\min f_0 = \frac{\sum_{i=1}^m u_i \cdot x_{i0}}{\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{r0}} \quad (9)$$

υπό τους περιορισμούς:

$$\frac{\sum_{i=1}^m u_i \cdot x_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{rj}} \geq 1, \text{ για } j=1, \dots, n, \quad u_r, u_i \geq 0.$$

Έπειτα αντικαθίσταται αυτό το μη-κυρτό μη-γραμμικό πρόβλημα, με ένα τυπικό πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού. Έτσι:

$$\max z_0 \quad (10)$$

υπό τους περιορισμούς:

$$-\sum_{j=1}^n y_{rj} \cdot \lambda_j + y_{r0} \cdot z_0 \leq 0, \quad r=1, \dots, s,$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \cdot \lambda_j \leq x_{i0}, \quad i=1, \dots, m, \quad \lambda_j \geq 0, \quad j=1, \dots, n.$$

Επειδή το (10) είναι ένα τυπικό πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού έχει ένα ισοδύναμο δυϊκό πρόβλημα που μπορεί να γραφεί ως εξής:

$$\min g_0 = \sum_{i=1}^m \omega_i \cdot x_{i0} \quad (11)$$

υπό τους περιορισμούς:

$$-\sum_{r=1}^s \mu_r \cdot y_{rj} + \sum_{i=1}^m \omega_i \cdot x_{ij} \geq 0,$$

$$\sum_{r=1}^s \mu_r \cdot y_{r0} = 1, \quad \mu_r, \omega_i \geq 0.$$

Λόγω της δομής του προβλήματος (11) είναι φανερό ότι είναι ισοδύναμο με ένα

τυπικό πρόβλημα γραμμικού-κλασματικού προγραμματισμού. Μάλιστα, αν χρησιμοποιηθεί η θεωρία του γραμμικού-κλασματικού προγραμματισμού με τους εξής μετασχηματισμούς:

$$\omega_i = t u_i, \quad i=1, \dots, m,$$

$$\mu_r = t u_r, \quad r=1, \dots, s,$$

$$t^{-1} = \sum_r u_r \cdot y_{r0},$$

και για $t > 0$ έχουμε:

$$\min f_0 = \frac{\sum_{i=1}^m u_i \cdot x_{i0}}{\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{r0}} \quad (12)$$

υπό τους περιορισμούς:

$$\sum_{i=1}^m u_i \cdot x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{rj} \geq 0, \quad j=1, \dots, n, \quad u_i, u_r \geq 0,$$

ως το ισοδύναμο του προβλήματος (11). Παρατηρούμε ότι το πρόβλημα (12) είναι ίδιο με το (9). Οπότε, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το (11) για να λύσουμε το (12), όπως επίσης για να λύσουμε το (9) και το (8).

Οπότε δεν χρειάζεται να λύσουμε τα μη-γραμμικά (μη-κυρτά) προβλήματα, αλλά τα ισοδύναμα γραμμικά τους, όπως το (11), με σκοπό να βρούμε τα άριστα f_0 ή h_0 και τις σταθμίσεις $u_i, u_r \geq 0$.

Έχουμε:

$$f_0 = g_0 = z_0 \quad (13.1)$$

και ως εκ τούτου:

$$h_0 = \frac{1}{z_0}. \quad (13.2)$$

Επίσης, έχουμε τις επιθυμητές σχετικές σταθμίσεις. Οπότε το μοναδικό που χρειάζεται είναι η λύση του προβλήματος (11) ή του (10) για να καθοριστεί αν $f_0 > 1$ ή αντίστοιχα αν $h_0 < 1$, με την αποδοτικότητα να επιτυγχάνεται αν και μόνο αν

$$f_0 = h_0 = 1. \quad (13.3)$$

Επίσης, οι Charnes et al. (1978) εισάγουν χαλαρές μεταβλητές (slack variables) στην ανάλυσή τους. Έστω το παρακάτω διάνυσμα:

$$P_j = \begin{pmatrix} Y_j \\ X_j \end{pmatrix}, \quad j=1, \dots, n, \quad (14)$$

όπου το στοιχείο Y_j περιέχει τις παρατηρημένες τιμές των εκροών y_{rj} , $r=1, \dots, s$ και το στοιχείο X_j περιέχει τις παρατηρημένες τιμές των εισροών x_{ij} , $i=1, \dots, m$.

Έπειτα εφαρμόζεται η ακόλουθη αναδιατύπωση του προβλήματος (10) σε διανυσματική μορφή:

$$\max z_0 \quad (15)$$

υπό τους περιορισμούς:

$$-\sum_{j=1}^n Y_j \cdot \lambda_j + Y_0 \cdot z_0 \leq 0,$$

$$\sum_{j=1}^n X_j \cdot \lambda_j \leq X_0,$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j=1, \dots, n.$$

Έστω ότι η άριστη λύση στην ισοδύναμη μορφή εξίσωσης με χαλαρές μεταβλητές είναι:

$$z_0, s^{*+}, s^{*-}, \lambda_j, \quad j=1, \dots, n, \quad (16)$$

όπου το s^{*+} αντιπροσωπεύει ένα διάνυσμα μη-αρνητικών χαλαρών μεταβλητών που σχετίζονται με τις ανισότητες στις εκροές και το s^{*-} αντιπροσωπεύει ένα διάνυσμα μη-αρνητικών χαλαρών μεταβλητών που σχετίζονται με τις ανισότητες στις εισροές. Αν $z_0 > 1$ τότε με βάση τις (13.1) – (13.3) το σύνολο αποδοτικότητας της επιφάνειας των παραγωγικών δυνατοτήτων δεν έχει επιτευχθεί.

Υπάρχει όμως κάτι το οποίο είναι αξιοσημείωτο. Αν το s^{*+} έχει κάποια στοιχεία που είναι θετικά, τότε είναι εφικτό να αυξηθούν οι συσχετιζόμενες εκροές κατά την ποσότητα των στοιχείων αυτών, χωρίς να υπάρχει καμία αλλαγή στις τιμές των λ_j και χωρίς να παραβιάζονται οι περιορισμοί. Αντιστοίχως, αν το s^{*-} έχει κάποια στοιχεία που είναι θετικά, τότε μπορούμε να μειώσουμε τις εισροές από X_0 σε $X_0 - s^{*-}$. Σε κάθε περίπτωση, η ΜΛΑ που αξιολογείται δεν έχει πετύχει την (σχετική) αποδοτικότητα ακόμη και με $z_0 = 1$. Δηλαδή, αντίθετα με το (8) και το (9), τα υπόλοιπα μοντέλα χαρακτηρισμού της αποδοτικότητας, δεν καθορίζουν απαραίτητα εάν η ΜΛΑ είναι αποδοτική μόνο με βάση την αναφορά στην βέλτιστη τιμή της συνάρτησης.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, καμία ΜΛΑ δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως αποδοτική εάν δεν ισχύουν ταυτόχρονα οι δύο παρακάτω υποθέσεις:

- i. $z_0 = 1$
- ii. Οι χαλαρές μεταβλητές είναι όλες μηδέν. (17)

Αυτές οι δύο υποθέσεις συμβαδίζουν απόλυτα με τον ορισμό Pareto-Koopmans για την αποδοτικότητα, ο οποίος αναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου.

Έστω ότι τροποποιούνται όλες τις παρατηρήσεις για την αξιολόγηση των δυνατοτήτων ενός προγράμματος μιας δοθείσας ΜΛΑ, με βάση την υπόθεση ότι η ΜΛΑ διαχειρίζεται αποδοτικά το πρόγραμμα. Αυτό μπορεί να γίνει με την εφαρμογή της (17) με τον παρακάτω τρόπο.

Πρώτον, για μια δοθείσα ΜΛΑ, μέσω του προβλήματος (15) επιτυγχάνεται η άριστη λύση (16). Έπειτα, κατασκευάζεται ένα καινούριο πρόβλημα από αυτά τα στοιχεία και την λύση τους. Έτσι:

$$\max z_0 \tag{18}$$

υπό τους περιορισμούς:

$$-\sum_{j=1}^n Y_j \cdot \hat{\lambda}_j + (Y_0 \cdot z_0^* + s^{*+}) \cdot \hat{z}_0 \leq 0$$

$$\sum_{j=1}^n X_j \cdot \hat{\lambda}_j \leq X_0 - s^{*-}$$

$$\hat{\lambda}_j \geq 0 \quad j=1, \dots, n.$$

Το πρόβλημα (18) ο Charnes το αναφέρει ως μεταβλητό πρόβλημα (*varied problem*) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξαλειφθούν οι μη αποδοτικότητες που παρατηρήθηκαν κατά την διαδικασία υπολογισμού της άριστης λύσης (16) μέσω του προβλήματος (15).

Περιλαμβάνει (α) την μείωση των εισροών από το αρχικό διάνυσμα των παρατηρήσεων X_0 , στο νέο διάνυσμα εισροών $X_0 - s^{*-}$ και επίσης, (β) την αύξηση των αρχικών παρατηρημένων εκροών του διανύσματος Y_0 , στο νέο διάνυσμα εκροών $Y_0 \cdot z_0^* + s^{*+}$.

Έπειτα αποδεικνύεται ότι οι τροποποιημένες παρατηρήσεις ικανοποιούν τις υποθέσεις της αποδοτικότητας (17) ως εξής. Προφανώς, πρέπει να ισχύει ότι $\hat{z}_0^* \geq 1$, επειδή όταν στο πρόβλημα (18) το $\hat{z}_0^* = 1$ σε συνδυασμό με την άριστη λύση (16) μας δίνει την ήδη εξασφαλισμένα άριστη λύση του προβλήματος (15). Έστω ότι έχουμε $z_0^* > 1$ στο πρόβλημα

(18). Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα:

$$-\sum_{j=1}^n Y_j \cdot \hat{\lambda}_j^* + Y_0 \cdot \hat{z}_0^* \cdot z_0^* \leq -\sum_{j=1}^n Y_j \cdot \lambda_j^* + (Y_0 \cdot z_0^* + s^{*+}) \cdot \hat{z}_0^* \leq 0$$

$$\sum_{j=1}^n X_j \cdot \hat{\lambda}_j^* \leq X_0 - s^{*-} \leq X_0$$

επειδή s^{*+} και s^{*-} είναι μη-αρνητικές ποσότητες. Όπως φαίνεται, το αριστερό μέλος των παραστάσεων ικανοποιεί το πρόβλημα (15) με το \hat{z}_0^* στη θέση του z_0^* και το $\hat{\lambda}_j^*$ στη θέση του λ_j^* . Ωστόσο, έχουμε επίσης:

$$\max z_0 \geq z_0^* \cdot \hat{z}_0^* > z_0^*$$

όταν $\hat{z}_0^* \geq 1$. Όμως, $z_0^* = \max z_0$, από τις υποθέσεις. Οπότε δημιουργείται μια αντίφαση, η οποία αποδεικνύει ότι η $z_0^* = 1$ είναι η άριστη λύση στο μεταβλητό πρόβλημα (18).

Τώρα μπορεί να αποδειχτεί ότι η άριστη λύση λ_j^* , $j=1, \dots, n$, στο πρόβλημα (15) είναι η άριστη λύση στο πρόβλημα (18) με μηδενικές τις χαλαρές μεταβλητές, δηλαδή τα διανύσματα \hat{S}^{*+} και \hat{S}^{*-} έχουν όλα τους τα στοιχεία ίσα με το μηδέν. Αρχικά, με βάση την (16):

$$-\sum_{j=1}^n Y_j \cdot \lambda_j^* + Y_0 \cdot z_0^* + s^{*+} = 0$$

$$\sum_{j=1}^n X_j \cdot \lambda_j^* = X_0 - s^{*-}$$

Οπότε το λ_j^* είναι μια εφικτή λύση στο μεταβλητό πρόβλημα με $\hat{z}_0^* = 1$. Αυτό είναι:

$$-\sum_{j=1}^n Y_j \cdot \lambda_j^* + (Y_0 \cdot z_0^* + s^{*+}) \cdot \hat{z}_0^* = 0$$

$$\sum_{j=1}^n X_j \cdot \lambda_j^* = X_0 - s^{*-}$$

με $\hat{z}_0^* = 1$. Επίσης, είναι άριστη η λύση επειδή όπως έχει ήδη αποδειχτεί, $\hat{z}_0^* = 1$. Τέλος, οι άριστες χαλαρές μεταβλητές \hat{S}^{*+} και \hat{S}^{*-} είναι μηδέν.

Εν συντομία, οι υποδεικνυόμενες τροποποιήσεις πάντα φέρνουν τις αρχικές παρατηρήσεις στο σχετικά αποδοτικό σύνολο παραγωγής. Κανένας καινούριος υπολογισμός δεν απαιτείται μετά τις τροποποιήσεις των z_0^* και \hat{S}^{*-} που επηρεάζονται από τις αρχικές τιμές των Y_0 και X_0 , για να πραγματοποιηθούν οι συγκρίσεις που θα χρειαζόταν να γίνουν.

Αυτά τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βρεθεί μια επιφάνεια που θα αντιστοιχεί σε μια καλά ορισμένη σχέση ανάμεσα στις εκροές και τις εισροές. Στην περίπτωση της μιας εκροής αυτή η σχέση αντιστοιχεί σε μια συνάρτηση στην οποία η εκροή είναι μέγιστη για όλες τις εισροές. Οπότε, καλύπτει τυπικά τις απαιτήσεις της συνάρτησης παραγωγής ή γενικότερα της επιφάνειας παραγωγικών δυνατοτήτων στην περίπτωση πολλαπλών εκροών. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιείται ένας νέος τύπος συνάρτησης παραγωγής, ο οποίος έχει πολλά πλεονεκτήματα. Σε αντίθεση με άλλες συναρτήσεις παραγωγής, αυτή εξάγεται από εμπειρικά αποτελέσματα. Επίσης, παρακάμπτει τα δυσεπίλυτα συναθροιστικά προβλήματα άλλων συναρτήσεων παραγωγής και τέλος, παρέχει συγκριτικά σταθερότητα με αποτέλεσμα να είναι δυνατό να παρατηρηθεί εάν λαμβάνουν χώρα τεχνολογικές αλλαγές. Οι χρήσεις της συγκριτικής σταθερότητας είναι διάφορες, όπως η υιοθέτηση της υπόθεσης ότι κάθε ΜΛΑ θεωρείται ξεχωριστή οντότητα σε κάθε ξεχωριστή χρονική περίοδο.

Σύμφωνα με τους Dyson et al. (2001), η μεθοδολογία της ΠΑΔ παρουσιάζει μια σειρά ζητημάτων αναφορικά με την ομογένεια των υπό εξέταση ΜΛΑ, των εισροών και εκροών που χρησιμοποιούνται, των μετρήσεων των παραπάνω μεταβλητών και των σταθμίσεων τους. Κάθε ένα από αυτά τα ζητήματα μπορεί να παρουσιάσει πρακτικές δυσκολίες στην εφαρμογή της ΠΑΔ. Οι Dyson et al. (2001) αναγνώρισαν τις πιθανές “παγίδες” που κρύβουν αυτά τα ζητήματα και πρότειναν κάποιες μεθόδους (πρωτόκολλα) για την αναγνώριση και την λύση τους.

Αναφορικά με την ομογένεια, η ΠΑΔ κάνει μια σειρά από υποθέσεις για τις υπό εξέταση ΜΛΑ. Πρώτον, θεωρείται ότι οι ΜΛΑ ασχολούνται με παρόμοιες δραστηριότητες και παράγουν συγκρίσιμα προϊόντα ή υπηρεσίες έτσι ώστε μπορεί να οριστεί ένα κοινό σύνολο εκροών. Δεύτερον, ένα παρόμοιο σύνολο εισροών είναι διαθέσιμο σε όλες τις ΜΛΑ. Τρίτον, όλες οι ΜΛΑ λειτουργούν σε παρόμοιο περιβάλλον, καθώς το εξωτερικό περιβάλλον επηρεάζει την συνολική απόδοση της ΜΛΑ.

Οι μεταβλητές (εισροές, εκροές) παρουσιάζουν μια σειρά από σοβαρά ζητήματα που πρέπει να ληφθούν υπ' όψη στην κατασκευή του μοντέλου. Ο αριθμός τους είναι ένα από τα ζητήματα αυτά, καθώς η αδιάκριτη προσθήκη μεταβλητών μπορεί να προκαλέσει προβλήματα μεροληψίας. Ένας προτεινόμενος κανόνας για την αποφυγή αυτού του σφάλματος είναι ο αριθμός των ΜΛΑ να είναι μεγαλύτερος από $2 \times m \times s$ όπου m είναι ο αριθμός των εισροών και s είναι ο αριθμός των εκροών. Επίσης, προτείνεται από τους Dyson et al. (2001) όσες εισροές είναι εφικτό, να σταθμιστούν μεταξύ τους έτσι ώστε να μειωθεί ο αριθμός τους. Άλλοι τρόποι αντιμετώπισης είναι η παράληψη περιττών εκροών και ο περιορισμός των επιτρεπόμενων ορίων των τιμών των σταθμίσεων.

Άλλα ζητήματα που αφορούν τις μεταβλητές είναι η συσχέτισή τους και η ταυτόχρονη χρήση δεικτών και αριθμητικών μετρήσεων. Στην πρώτη περίπτωση συστήνεται να μην παραλείπονται οι μεταβλητές μόνο από αυτό το κριτήριο καθώς το πρόβλημα που μπορεί να προκύψει από μια υψηλή συσχέτιση δύο μεταβλητών είναι μικρό, ενώ αν μια από τις δύο παραληφθεί το πρόβλημα που μπορεί να προκύψει είναι σοβαρό. Στην δεύτερη περίπτωση, συστήνεται η αντικατάσταση των δεικτών από αριθμητικές μεταβλητές.

Όσον αφορά τις μετρήσεις των μεταβλητών, μπορούν να παρουσιάσουν διάφορα προβλήματα αν εμπίπτουν σε μια από τις παρακάτω κατηγορίες. Αν η μορφή τους είναι ποσοστιαία, αν κάποιες από αυτές είναι ποιοτικές, αν οι μεταβλητές είναι “ανεπιθύμητες” (π.χ. μετρήσεις ρύπων) και τέλος αν οι μεταβλητές είναι εξωγενείς.

Η ελευθερία στην επιλογή και την χρησιμοποίηση των σταθμίσεων που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των ΜΛΑ είναι ένα από τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η ΠΑΔ. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιες περιοριστικές υποθέσεις που πρέπει να ληφθούν υπ' όψη. Το μοντέλο της ΠΑΔ επιτρέπει στις σταθμίσεις να έχουν μηδενικές τιμές. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι μη-αρνητικοί περιορισμοί μπορούν να αντικατασταθούν από αυστηρά θετικούς $u \geq \varepsilon, v \geq \varepsilon$, όπου το ε είναι μια απειροελάχιστη, μη-αρχιμήδεια σταθερά. Με αυτό τον τρόπο διασφαλίζεται ότι ασθενώς επικρατέστερες ΜΛΑ δεν θα αξιολογούνται ως αποδοτικές.

Επίσης, οι σταθμίσεις δεν θα πρέπει να παραβιάζουν κάποιους κανόνες που είναι γενικά αποδεκτοί. Οι Dyson et al. (2001) το στοιχειοθετούν αυτό με το ακόλουθο παράδειγμα. Έστω ότι σε ένα μοντέλο περιλαμβάνονται μεταβλητές που αξιολογούν την ποιότητα της φροντίδας κάποιων ασθενών. Αν οι μεταβλητές είναι “πολύ ευχαριστημένοι” και “ευχαριστημένοι” τότε οι πρώτη μεταβλητή θα πρέπει εξ' ορισμού να έχει μεγαλύτερη στάθμιση από την δεύτερη. Ένα παρεμφερές ζήτημα έχει να κάνει με την πιθανή σχέση κάποιων εκροών και εισροών. Έστω ότι μεταξύ των μεταβλητών είναι ο αριθμός των ασθενών που κινδυνεύουν θανάσιμα ως εισροή και ο αριθμός αυτών που σώθηκαν ως εκροή. Υπάρχει η πιθανότητα το μοντέλο να δώσει μια μεγάλη στάθμιση στην εισροή και μια μικρή στην εκροή, το οποίο αντιβαίνει στην επιθυμία για υψηλό επίπεδο επιβίωσης. Σε αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να ορίζονται περιορισμοί στις τιμές των σταθμίσεων.

Κεφάλαιο 3

3.1 Οι Μεταβλητές

Όπως τα περισσότερα δημόσια ιδρύματα, το πανεπιστήμιο χρησιμοποιεί πολλαπλές εισροές για να παράγει πολλαπλές εκροές. Παρακάτω γίνεται η περιγραφή των εισροών και των εκροών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

3.1.1 Εισροές

Από τις έρευνες που εξετάστηκαν παραπάνω, οι εισροές που χρησιμοποιούνται στην αξιολόγηση της αποδοτικότητας των πανεπιστημίων είναι ο αριθμός του προσωπικού (ακαδημαϊκό, τεχνικό, διοικητικό), ο αριθμός των φοιτητών (προπτυχιακοί, μεταπτυχιακοί, διδακτορικοί) και η χρηματοδότηση.

Η πρώτη εισροή, η οποία χρησιμοποιείται σχεδόν στο σύνολο της βιβλιογραφίας (π.χ. Tomkins και Green, 1988, Johnes και Johnes, 1993), είναι ο αριθμός του ακαδημαϊκού προσωπικού, στον οποίο υπολογίζονται μόνο τα μέλη ΔΕΠ. Επειδή υπάρχουν τέσσερις βαθμίδες των μελών ΔΕΠ, αυτές σταθμίστηκαν και έπειτα αθροίστηκαν σε μια εισροή η οποία ονομάστηκε “ακαδημαϊκό προσωπικό”, όπως δηλαδή έγινε και από τους Madden et al. (1997). Οι σταθμίσεις έγιναν με βάση το σκεπτικό ότι ένας καθηγητής αναμένεται να έχει περισσότερο ερευνητικό και διδακτικό έργο απ’ ότι για παράδειγμα ένας επίκουρος καθηγητής. Έτσι, οι καθηγητές παίρνουν την στάθμιση 1, οι αναπληρωτές καθηγητές την στάθμιση 0.75, οι επίκουροι καθηγητές την στάθμιση 0.50 και οι λέκτορες την στάθμιση 0.25. Οι τιμές των σταθμίσεων επιλέχθηκαν έτσι ώστε η διαφορά δύο διαδοχικών βαθμίδων να είναι ίση με $1/4=0.25$, όπου 4 είναι οι βαθμίδες.

Η δεύτερη εισροή, η οποία χρησιμοποιείται από τους Arcelus και Coleman (1997) και τους Madden et al. (1997), είναι το βοηθητικό προσωπικό. Σε αυτή υπολογίζονται από το τεχνικό μέχρι το διοικητικό προσωπικό, όπως επίσης και το ακαδημαϊκό προσωπικό το οποίο απασχολείται με την μορφή συμβάσεων (Π.Δ. 407/80). Το σκεπτικό της χρησιμοποίησης αυτής της εισροής είναι ότι τα τεχνικά, τα διοικητικά και τα διδακτικά καθήκοντα μειώνουν τον χρόνο των μελών ΔΕΠ για έρευνα. Οπότε, όσο μεγαλύτερο είναι το βοηθητικό προσωπικό, τόσο περισσότερη έρευνα αναμένεται να παράγουν τα μέλη ΔΕΠ (Johnes, 1988). Το βοηθητικό προσωπικό σταθμίζεται με παρόμοιο τρόπο με πριν, έτσι το βοηθητικό διδακτικό προσωπικό λαμβάνει την στάθμιση 1 και το διοικητικό και τεχνικό προσωπικό την στάθμιση 0.50 καθώς τα τεχνικά και διοικητικά καθήκοντα θεωρήθηκαν ίδιας βαρύτητας.

Η τρίτη εισροή είναι ο αριθμός των φοιτητών, ο οποίος σύμφωνα με τους Flegg et al.

(2004) και Johnes και Yu (2008) πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη ως εισροή. Επειδή και οι φοιτητές είναι σε βαθμίδες (προπτυχιακοί, μεταπτυχιακοί, υποψήφιοι διδάκτορες) λαμβάνουν σταθμίσεις και έπειτα αθροίζονται δημιουργώντας την εισροή “φοιτητές”. Έτσι, οι υποψήφιοι διδάκτορες λαμβάνουν την στάθμιση 1, οι μεταπτυχιακοί φοιτητές την στάθμιση 0.666 και οι προπτυχιακοί φοιτητές την στάθμιση 0.333.

Μια ακόμη εισροή που συναντάται συχνά στην βιβλιογραφία είναι η χρηματοδότηση κάθε είδους, κυρίως η χρηματοδότηση για έρευνα ή οι συνολικοί κρατικοί πόροι που λαμβάνει το κάθε τμήμα. Στην παρούσα περίπτωση τέτοια στοιχεία δεν είναι διαθέσιμα και η εισροή αυτή παραλήφθηκε. Αυτό δεν σημαίνει ότι το υπόδειγμα δεν είναι ικανό να παράγει αξιόπιστα αποτελέσματα καθώς οι Madden et al. (1997) παρέλειψαν την χρηματοδότηση για τον ίδιο λόγο, τα αποτελέσματά της έρευνας τους όμως παρέμειναν αξιόπιστα. Ένας καλός τρόπος για να ελεγχθεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων ή η πιθανότητα η παράληψη μιας μεταβλητής να επηρεάζει σημαντικά τα αποτελέσματα είναι η ανάλυση ευαισθησίας που θα πραγματοποιηθεί στη συνέχεια.

3.1.2 Εκροές

Οι εκροές που παράγει ένα πανεπιστημιακό ίδρυμα, όπως είναι κοινά αποδεκτό από το σύνολο της βιβλιογραφίας, είναι η διδασκαλία και η έρευνα. Όσον αφορά την διδασκαλία, πολλές έρευνες την μετρούν σε διδακτικές ώρες, μια προσέγγιση που είναι εύκολη διότι τα στοιχεία είναι διαθέσιμα στο ευρύ κοινό. Όμως, μια τέτοια μέτρηση δεν συμπεριλαμβάνει το στοιχείο της ποιότητας στην εκπαίδευση, κάτι που γίνεται αν ως εισροές θεωρήσουμε τον αριθμό των πτυχιούχων προπτυχιακών φοιτητών και τον αριθμό των πτυχιούχων μεταπτυχιακών φοιτητών. Υπόθεση γι' αυτό είναι ότι υψηλότερη ποιότητα διδασκαλίας θα τείνει να παράγει περισσότερους πτυχιούχους (Madden et al., 1997). Οι βαθμίδες και πάλι σταθμίζονται και αθροίζονται με τους πτυχιούχους μεταπτυχιακούς φοιτητές να λαμβάνουν την στάθμιση 1 και τους πτυχιούχους προπτυχιακούς φοιτητές να λαμβάνουν την στάθμιση 0.5.

Η έρευνα είναι η πιο πολυσυζητημένη εκροή διότι παρόλο που είναι κοινά αποδεκτή, έχει διάφορους τρόπους μέτρησης. Γενικά υπάρχουν δύο τρόποι μέτρησης, βάσει των χρηματοδοτήσεων για έρευνα που ελκύει το τμήμα (Ahn et al., 1988, Beasley, 1990, 1995, Flegg et al., 2004) και βάσει του αριθμού των δημοσιεύσεων (Zinunyan-Stern et al., 1993, Johnes και Johnes, 1993, Johnes και Yu, 2008). Στην πρώτη περίπτωση η υπόθεση είναι ότι όσο μεγαλύτερο αντίκτυπο έχει η έρευνα τόσο περισσότερα χρήματα θα προσελκύει το

τμήμα. Όμως αυτό αποτελεί μια έμμεση μέτρηση ενώ ο αριθμός των δημοσιεύσεων αποτελεί μια άμεση μέτρηση και γι' αυτό θα προτιμηθεί στην παρούσα εργασία.

Όμως, το ερώτημα σε αυτό το σημείο είναι τι πρέπει να συμπεριληφθεί στην έρευνα. Σύμφωνα με την πλειοψηφία των ερευνών που έχουν ήδη αναφερθεί, η συμπερίληψη των άρθρων σε διεθνή περιοδικά κρίνεται απαραίτητη. Όμως, η συμπερίληψη λίγων περιοδικών θα είχε ως αποτέλεσμα την μεροληψία υπέρ των τμημάτων που παράγουν γενικευμένη έρευνα έναντι των τμημάτων που παράγουν εξειδικευμένη έρευνα. Από την άλλη, η συμπερίληψη πολλών περιοδικών στην έρευνα θα είχε ως αποτέλεσμα ένα άρθρο σε ένα περιοδικό χαμηλής αναγνωρισιμότητας να θεωρείται ισάξιο με ένα άρθρο σε ένα περιοδικό εγνωσμένης αξίας (Johnes, 1988). Πολλές έρευνες, όπως του Johnes (1988), χρησιμοποιούν μόνο τα άρθρα που έχουν εκδοθεί στα καλύτερα περιοδικά, όμως αυτές είναι έρευνες που αφορούν αγγλικά κυρίως πανεπιστήμια όπου οι καθηγητές τείνουν να δημοσιεύουν στα καλύτερα περιοδικά, κάτι το οποίο δεν ισχύει απαραίτητα και σε άλλες χώρες. Σύμφωνα με τον Harris (1988), με λίγες εξαιρέσεις οι Αυστραλοί ακαδημαϊκοί τείνουν να δημοσιεύουν σε λιγότερο δημοφιλή περιοδικά. Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και στην Ελλάδα, έτσι ακολουθώντας την έρευνα του Harris επιλέχθηκε να συμπεριληφθούν στη εργασία όλα τα περιοδικά που χρησιμοποιούν το σύστημα των κριτών και όχι μόνο τα κορυφαία. Επιπλέον προβλήματα που προκύπτουν αν επιλέγονταν μια μερίδα περιοδικών θα ήταν τα διαφορετικά πεδία των περιοδικών και ποια από αυτά θα έπρεπε να συμπεριληφθούν από κάθε πεδίο.

Μια σημαντική διάσταση των δημοσιεύσεων είναι η έννοια της ποιότητας, για την οποία έχουν γίνει πολλές προσπάθειες, μάλλον όχι και τόσο επιτυχημένες, για να συμπεριληφθεί στις διάφορες έρευνες. Οι περισσότερες έρευνες χρησιμοποιούν τις ετεροαναφορές για να μετρήσουν την ποιότητα, με την υπόθεση ότι αν ένα άρθρο έχει πολλές ετεροαναφορές τότε είναι μεγαλύτερης βαρύτητας. Όμως η μέτρηση των ετεροαναφορών ενέχει πολλές δυσκολίες. Σύμφωνα με τον Johnes (1989) τα άρθρα λαμβάνουν τις περισσότερες ετεροαναφορές κοντά στα επτά χρόνια από την δημοσίευσή τους. Αν το συνδυάσουμε με το γεγονός ότι η δημοσίευση ενός άρθρου μπορεί να απέχει δύο χρόνια από την δημιουργία του, τότε συμπεραίνουμε ότι οι ετεροαναφορές δεν αντικατοπτρίζουν την ποιότητα στην τωρινή έρευνα αλλά μάλλον στην παρελθούσα. Ακόμη, οι ετεροαναφορές μπορεί να είναι αρνητικές, κάτι το οποίο δεν γίνεται να διαχωριστεί, όπως επίσης συγγραφείς που λαμβάνουν πολλές ετεροαναφορές τείνουν να λαμβάνουν ακόμη περισσότερες. Επίσης, οι ετεροαναφορές μπορεί να γίνονται από καθηγητές του ίδιου τμήματος ή καθηγητές που συνεργάζονται με το τμήμα, κάτι το οποίο πρέπει επίσης να παραλείπεται (Moed et al., 1985). Τέλος, οι ετεροαναφορές μπορεί να αναφέρονται είτε στο αρχικό άρθρο είτε όχι, γεγονός που

τις καθιστά περισσότερο αναξιόπιστες (Johnes, 1990). Με βάση τα παραπάνω επιλέχθηκε οι ετεροαναφορές να μην ληφθούν υπ' όψη.

Ένας άλλος τρόπος για να συμπεριληφθεί η ποιότητα είναι να χρησιμοποιούνται οι συντελεστές βαρύτητας του κάθε περιοδικού. Όμως υπάρχει μεγάλη αναντιστοιχία στα περιοδικά διαφορετικών επιστημονικών πεδίων και κάτι τέτοιο θα δημιουργούσε περισσότερα προβλήματα από αυτά που θα έλυνε, με αποτέλεσμα να εγκαταλειφθεί και αυτή η λύση. Με βάση τα παραπάνω, το συμπέρασμα είναι ότι δεν υπάρχει μια αξιόπιστη λύση που να μπορεί να συμπεριλάβει την έννοια της ποιότητας ανάμεσα στα περιοδικά διαφορετικών επιστημονικών πεδίων, γι' αυτό η ποιότητα δεν λαμβάνεται υπ' όψη.

Ένα στοιχείο που αποτέλεσε αφορμή για προβληματισμό είναι οι πολλοί συγγραφείς σε ένα άρθρο. Έτσι αποφασίστηκε αν ένας συγγραφέας είναι από πρώτος έως τρίτος να συμπεριλαμβάνεται σε μια κατηγορία και αν είναι από τέταρτος και μετά σε άλλη κατηγορία.

Έτσι, στην εισροή “έρευνα” συμπεριελήφθησαν οι εξής μετρήσεις. Τα άρθρα σε ξένα περιοδικά για συγγραφέα που είναι από πρώτος έως τρίτος έλαβαν την στάθμιση 1, τα άρθρα σε ελληνικά περιοδικά την στάθμιση για συγγραφέα που είναι από πρώτος έως τρίτος έλαβαν την στάθμιση 0.86, τα βιβλία, οι μονογραφίες και τα κεφάλαια σε βιβλία θεωρήθηκαν ισάξια και έλαβαν την στάθμιση 0.71, τα άρθρα σε συνέδρια για συγγραφέα που είναι από πρώτος έως τρίτος έλαβαν την στάθμιση 0.57, τα άρθρα σε ξένα περιοδικά για συγγραφέα που είναι από τέταρτος και μετά έλαβαν την στάθμιση 0.43, τα άρθρα σε ελληνικά περιοδικά για συγγραφέα που είναι από τέταρτος και μετά έλαβαν την στάθμιση 0.29 και τα άρθρα σε συνέδρια για συγγραφέα που είναι από τέταρτος και μετά έλαβαν την στάθμιση 0.14. Σημειώνεται ότι μαζί με τα άρθρα σε συνέδρια συμπεριλαμβάνονται και τα ερευνητικά δοκίμια στα πρότυπα της έρευνας των Madden et al. (1997).

Όπως είδαμε σε προηγούμενο μέρος, οι Dyson et al. (2001), έγειραν ορισμένα θέματα που πρέπει να τυγχάνουν ιδιαίτερης προσοχής σε ένα μοντέλο ΠΑΔ. Στο παρόν μοντέλο δύο από τα παραπάνω θέματα θα μας απασχολήσουν, η ομοιογένεια και ο αριθμός των μεταβλητών. Όσον αφορά την ομοιογένεια, οι ΜΛΑ πρέπει να έχουν παρόμοιες δραστηριότητες και να παράγουν συγκρίσιμα προϊόντα. Οι δραστηριότητες που έχουν όλα τα τμήματα όπως είδαμε είναι η διδασκαλία και η έρευνα. Η διδασκαλία μετριέται με τον αριθμό των απόφοιτων φοιτητών, οπότε είναι συγκρίσιμο μέγεθος ενώ η έρευνα μετριέται με τον αριθμό των δημοσιεύσεων, το οποίο είναι και αυτό συγκρίσιμο. Ωστόσο, θα ήταν χρήσιμο αν υπήρχε δυνατότητα να ενσωματωθούν και οι άλλες μορφές έρευνας που πραγματοποιούνται από μερικά τμήματα, όπως για παράδειγμα η εργαστηριακή έρευνα που πραγματοποιείται στην Ιατρική. Επίσης, πρέπει να χρησιμοποιούν ένα παρόμοιο σύνολο εισροών, το οποίο

ισχύει καθώς οι εισροές είναι ο αριθμός των φοιτητών, ο αριθμός των καθηγητών και ο αριθμός του βοηθητικού προσωπικού. Τελευταία υπόθεση για την ομοιογένεια είναι να λειτουργούν όλες οι ΜΛΑ σε παρόμοιο περιβάλλον, το οποίο ισχύει και αυτό καθώς όλα τα τμήματα λειτουργούν κάτω από το νομικό πλαίσιο που ισχύει για όλα τα ελληνικά πανεπιστήμια και επιπρόσθετα λειτουργούν στα πλαίσια του ίδιου πανεπιστημίου. Όσον αφορά τον αριθμό των μεταβλητών, σύμφωνα με τους Dyson et al. (2001) πρέπει να ισχύει ο κανόνας του $2 \times m \times s$ να είναι μικρότερο από τον αριθμό των ΜΛΑ, όπου m είναι ο αριθμός των εισροών και s ο αριθμός των εκροών. Στην περίπτωσή μας $2 \times 3 \times 2 = 12$ είναι μικρότερο από τις δεκαέξι ΜΛΑ, άρα ο αριθμός των μεταβλητών είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια που θέτουν οι Dyson et al. (2001).

Σε αυτό το σημείο και πριν περάσουμε στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων και τον σχολιασμό τους, είναι χρήσιμο να αναφερθούν οι πηγές των στοιχείων. Τα δεδομένα που αφορούν τον αριθμό του ακαδημαϊκού και του βοηθητικού προσωπικού, τον αριθμό των προπτυχιακών και μεταπτυχιακών φοιτητών και τα αντίστοιχα των αποφοίτων, προέρχονται από το γραφείο Ακαδημαϊκών Υποθέσεων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και από ορισμένες γραμματείες τμημάτων και αφορούν την περίοδο 2008-2009. Τα δεδομένα που αφορούν τα χρόνια λειτουργίας του κάθε τμήματος, τα οποία θα μας απασχολήσουν αργότερα, προέρχονται από τους διαδικτυακούς χώρους των τμημάτων, όπως επίσης και τα στοιχεία των δημοσιεύσεων όπου αυτά ήταν διαθέσιμα, ενώ όπου δεν ήταν, συλλέχθηκαν από το scholar google, το google και τις βάσεις δεδομένων Scopus και EBSCOhost και αφορούν την περίοδο από το 2004 και έπειτα. Στις περιπτώσεις όπου τα στοιχεία δεν υπήρχαν στους διαδικτυακούς χώρους των σχολών, ενδέχεται να υπάρχει κάποια υποεκτίμηση των δεδομένων, η οποία δεν αναμένεται να είναι σημαντική. Η συλλογή των δεδομένων έλαβε χώρα μέχρι τον Οκτώβριο του 2009.

3.2 Το Μοντέλο

Στην παρούσα εργασία το μοντέλο ΠΑΔ που επιλέχθηκε είναι οριοθετημένο ως προς τις εκροές διότι επιθυμούμε το μέγιστο δυνατό επίπεδο εκροών, έχοντας ένα δεδομένο σύνολο εισροών οι οποίες δεν είναι εύκολα ελεγχόμενες από την εκάστοτε ΜΛΑ, όπως για παράδειγμα τον αριθμό των φοιτητών ο οποίος δεν ελέγχεται από το τμήμα αλλά από το Υπουργείο Παιδείας. Αντίστοιχα παραδείγματα υπάρχουν αρκετά στην βιβλιογραφία (Ahn et al., 1988, Beasley, 1990, 1995, Johnes, 2006, Johnes και Yu, 2008) όμως υπάρχουν και πολλές έρευνες που χρησιμοποιούν υποδείγματα οριοθετημένα ως προς τις εισροές. Η διαφορά αυτή

οφείλεται στο ακαδημαϊκό σύστημα της Ελλάδας το οποίο, όπως εξηγήθηκε παραπάνω, δεν είναι ίδιο με τα αντίστοιχα του εξωτερικού και κυρίως της Αγγλίας που είναι και το επίκεντρο των περισσότερων ερευνών.

Αναφορικά με την επιλογή του είδους των αποδόσεων κλίμακας, σταθερών ή μεταβλητών, ο Αντίκαν (2001) αναφέρει ότι ένας εύκολος τρόπος για να γίνει η επιλογή είναι να συγκρίνουμε τις αποδοτικότητες και από τα δύο μοντέλα. Αν οι περισσότερες μετρήσεις των αποδοτικότητων είναι ίδιες τότε είναι ασφαλές να υποθέσουμε σταθερές αποδόσεις κλίμακας, ενώ σε αντίθετη περίπτωση όπου τα αποτελέσματα είναι πολύ διαφορετικά τότε μπορούμε με βεβαιότητα να πούμε ότι υπάρχουν μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας. Τα αποτελέσματα από τα δύο μοντέλα είναι τα εξής (Παράρτημα Γ, Πίνακας Γ1 και Παράρτημα Δ, Πίνακας Δ1):

Πίνακας 1: Εκτίμηση της αποδοτικότητας των μοντέλων σταθερών (CRS^2) και μεταβλητών (VRS^3) αποδόσεων κλίμακας.

Σχολή	CRS	VRS
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών	0,5301	0,5483
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης	0,8289	0,9170
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών	0,8422	0,8527
Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών	1	1
Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογ. Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων	0,7580	0,7631
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης	1	1
Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης	0,7218	0,7308
Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής	0,7677	0,7767
Τμήμα Ιστορίας Αρχαιολογίας και Κοινωνικής Ανθρωπολογίας	0,7962	0,8275
Γεωπονία Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος	0,6820	0,6948
Γεωπονία Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος	0,8173	1
Ιατρική	1	1
Κτηνιατρική	0,9003	0,9855
Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας	0,9582	1
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού	1	1
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών	1	1

Όπως παρατηρούμε, σε ένα τμήμα είχαμε εξαιρετικά μεγάλη διαφορά (Γεωπονία

² CRS: Constant Returns to Scale ή αλλιώς CCR (Charnes, Cooper και Rhodes) από τα ονόματα των ερευνητών που το δημιούργησαν το 1978.

³ VRS: Variables Returns to Scale ή αλλιώς BCC (Banker, Charnes και Cooper) από τα ονόματα των ερευνητών που το δημιούργησαν το 1984.

Ιχθυολογίας), σε δύο τμήματα είχαμε σημαντικές διαφορές (Μηχανικών Χωροταξίας και Κτηνιατρική), σε ένα τμήμα είχαμε μικρή αύξηση η οποία το μετέτρεψε σε αποδοτικό (Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας) και σε δώδεκα τμήματα είχαμε εξαιρετικά σταθερά αποτελέσματα. Η σταθερότητα αυτή διαπιστώνεται και με την εφαρμογή του μη παραμετρικού τεστ Mann-Whitney⁴, του οποίου τα αποτελέσματα μας δείχνουν ότι οι αποδοτικότητες των δύο μοντέλων δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Παράρτημα Ε, πίνακας Ε1). Οπότε ακολουθώντας τις έρευνες των Ahn et al. (1988), Sinuany-Stern et al. (1994) και Athanassopoulos και Shale (1997) και με βάση την μεθοδολογία που αναπτύχθηκε παραπάνω, επιλέγουμε το μοντέλο σταθερών αποδόσεων κλίμακας.

Επομένως, το οριοθετημένο ως προς τις εκροές σταθερών αποδόσεων κλίμακας μοντέλο ΠΑΔ για τα δεκαέξι τμήματα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και τη m-οστή υπό εξέταση ΜΛΑ θα είναι το παρακάτω:

$$\max E_m = \frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot y_{jm}}{\sum_{i=1}^I u_{im} \cdot x_{im}}$$

υπό τους περιορισμούς:

$$0 \leq \frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot y_{jm}}{\sum_{i=1}^I u_{im} \cdot x_{im}} \leq 1$$

$$n = 1, 2, \dots, 16; v_{jm}, u_{jm} \geq 0; i = 1, 2, 3; j = 1, 2,$$

όπου E_m είναι η αποδοτικότητα της m-οστής ΜΛΑ,

y_{jm} είναι η j-οστή εκροή της m-οστής ΜΛΑ,

v_{jm} είναι η στάθμιση της εκροής,

x_{im} είναι η i-οστή εισροή της m-οστής ΜΛΑ,

u_{im} είναι η στάθμιση της εισροής,

y_{in} είναι η j-οστή εκροή της n-οστής ΜΛΑ

x_{in} είναι η i-οστή εισροή της n-οστής ΜΛΑ.

⁴ Το μη παραμετρικό τεστ Mann-Whitney εφαρμόστηκε εφόσον πρώτα ελέγχθηκε αν οι αποδοτικότητες ακολουθούν την κανονική κατανομή, το οποίο σύμφωνα με το τεστ Kolmogorov-Smirnov (Παράρτημα Ε, Εικόνα Ε1) δεν ισχύει.

Κεφάλαιο 4

4.1 Αρχικά Αποτελέσματα

Τρέχουμε το μοντέλο ΠΑΔ για τα δεκαέξι τμήματα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και οι αποδοτικότητες τους, όπως και αυτές των σχολών παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Παράρτημα Γ, Πίνακας Γ1):

Πίνακας 2: Αποδοτικότητες των τμημάτων και των σχολών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Τμήμα	Αποδοτικότητα	Σχολή
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών	0,5301	0,7918 (0,1709)
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης	0,8289	
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών	0,8422	
Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών	1	
Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογ. Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων	0,7580	
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης	1	0,8214 (0,1229)
Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης	0,7218	
Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής	0,7677	
Τμήμα Ιστορίας Αρχαιολογίας και Κοινωνικής Ανθρωπολογίας	0,7962	
Γεωπονία Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος	0,6820	0,7497 (0,0957)
Γεωπονία Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος	0,8173	
Ιατρική	1	0,9528 (0,0501)
Κτηνιατρική	0,9003	
Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας	0,9582	
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού	1	-
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών	1	-

Σχόλιο: Στα αποτελέσματα των σχολών υπολογίζονται οι μεσοί όροι των τμημάτων που αποτελούν την κάθε σχολή και μέσα στην παρένθεση οι τυπικές αποκλίσεις τους. Τα τμήματα ΤΕΦΑΑ και Οικονομικών Επιστημών είναι ανεξάρτητα και δεν ανήκουν σε κάποια σχολή.

Παρατηρούμε ότι από τα δεκαέξι τμήματα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, πέντε είναι πλήρως αποδοτικά (Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Ιατρική, ΤΕΦΑΑ και Τμήμα Οικονομικών Επιστημών) δηλαδή ποσοστό 31,25%. Η μέση αποδοτικότητα είναι 0,8502 (85,02%) με τυπική απόκλιση 0,1399 (13,99%), ενώ η χαμηλότερη αποδοτικότητα που εμφανίζεται είναι στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών (0,5301). Αξιοσημείωτο είναι ότι δεκατρείς σχολές, δηλαδή το 81,25% του συνόλου, επιτυγχάνουν αποδοτικότητα άνω του 0,75 (75%) το οποίο σε συνδυασμό με το 31,25% των σχολών που επιτυγχάνουν πλήρη αποδοτικότητα υποδηλώνουν ότι τα τμήματα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας είναι γενικώς αρκετά αποδοτικά.

Σε επίπεδο σχολών, η Πολυτεχνική Σχολή έχει μέσο όρο αποδοτικότητας 0,7918 με

τυπική απόκλιση 0,1709, η Σχολή Επιστημών του Ανθρώπου έχει μέσο όρο αποδοτικότητας 0,8214 με τυπική απόκλιση 0,1229, η σχολή Γεωπονικών Επιστημών έχει μέσο όρο αποδοτικότητας 0,7497 με τυπική απόκλιση 0,0957 και η Σχολή Επιστημών Υγείας έχει μέσο όρο αποδοτικότητας 0,9528 με τυπική απόκλιση 0,0501. Το ΤΕΦΑΑ και το Τμήμα Οικονομικών Επιστημών είναι ανεξάρτητα τμήματα και δεν ανήκουν σε κάποια σχολή. Όπως είναι εμφανές, η Σχολή Επιστημών Υγείας είναι αρκετά πιο αποδοτική από τις άλλες τρεις καθώς και τα τρία τμήματα που την αποτελούν έχουν αποδοτικότητα πάνω από 0,90. Η Σχολή Επιστημών του Ανθρώπου είναι δεύτερη, όμως το αποτέλεσμα οφείλεται στο Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης το οποίο είναι πλήρως αποδοτικό, ενώ τα υπόλοιπα τρία τμήματα έχουν αποδοτικότητα κάτω του 0,80. Τρίτη είναι η Πολυτεχνική Σχολή, παρόλα αυτά το αποτέλεσμα κι εδώ επηρεάζεται από ένα τμήμα, αυτό των Μηχανολόγων Μηχανικών το οποίο έχει την χαμηλότερη αποδοτικότητα στο Πανεπιστήμιο, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα τρία τμήματα που σημειώνουν αρκετά μεγαλύτερη αποδοτικότητα. Τελευταία είναι η Γεωπονική Σχολή η οποία αποτελείται μόνο από δύο τμήματα, τα οποία σημειώνουν σχετικά μεγάλη απόκλιση μεταξύ τους σε όρους αποδοτικότητας, ενώ είναι η μοναδική σχολή χωρίς πλήρως αποδοτικό τμήμα.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένας πίνακας, ο οποίος χωρίζει τα τμήματα σε τρεις ομάδες, σύμφωνα με τα χρόνια λειτουργίας τους. Η πρώτη ομάδα αποτελείται από τα τμήματα που λειτουργούν από είκοσι χρόνια και πάνω, η δεύτερη ομάδα αποτελείται από τμήματα που λειτουργούν δεκαέξι χρόνια και η τρίτη ομάδα αποτελείται από τμήματα που λειτουργούν από δέκα χρόνια και κάτω. Τα χρόνια που λειτουργεί κάθε σχολή παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα Β3 του Παραρτήματος Β.

Πίνακας 3: Μέση αποδοτικότητα και τυπική απόκλιση με βάση τα χρόνια λειτουργίας των τμημάτων.

Χρόνια Λειτουργίας	Μέσος	Τυπική Απόκλιση
20 και πάνω	0,8233	0,1871
16	0,8266	0,0579
10 και κάτω	0,9067	0,1120

Από τον παραπάνω πίνακα δύο συμπεράσματα εξάγονται. Πρώτον, τα παλαιότερα τμήματα παρουσιάζουν μεγάλη τυπική απόκλιση από την μέση αποδοτικότητα. Αυτό αν αναλυθεί βλέποντας ξεχωριστά κάθε τμήμα τότε παρατηρείται ότι τα παλαιότερα τμήματα είτε επιτυγχάνουν εξαιρετικά αποτελέσματα (τρία τμήματα είναι πλήρως αποδοτικά), είτε έχουν επιτύχει πολύ χαμηλά αποτελέσματα (τρία τμήματα έχουν επιτύχει τις τρεις

χαμηλότερες αποδοτικότητες στο Πανεπιστήμιο). Στην ομάδα των τμημάτων που λειτουργούν δεκαέξι χρόνια, παρατηρείται ότι η μέση αποδοτικότητα παρέμεινε ίδια με αυτή των παλαιών τμημάτων, όμως εδώ τα αποτελέσματα παρουσιάζουν μια σταθερότητα κάτι το οποίο φαίνεται από τη χαμηλή τυπική απόκλιση. Το δεύτερο συμπέρασμα που εξάγεται αφορά την νεότερη ομάδα, η οποία και επιτυγχάνει ελαφρώς υψηλότερη μέση αποδοτικότητα σε σχέση με τις άλλες δύο ομάδες. Από τα αποτελέσματα του τεστ Mann-Whitney (Παράρτημα Ε, πίνακας Ε2) δεν φαίνεται να υπάρχει στατιστική διαφορά ανάμεσα στις τρεις ομάδες, άρα το συμπέρασμα είναι ότι η αποδοτικότητα δεν εξαρτάται από τα χρόνια λειτουργίας του κάθε τμήματος.

Κάποιες πολύ χρήσιμες πληροφορίες για τα μη αποδοτικά τμήματα μπορούν να αντληθούν από τις σκιάδεις τιμές. Μέσω των σκιδιών τιμών μπορούμε να δούμε ποια αποδοτικά τμήματα αποτελούν σημεία αναφοράς για τα μη αποδοτικά τμήματα, το οποίο θα μας βοηθήσει στη συνέχεια στην ανάλυση ευαισθησίας. Επίσης, η αξία των πληροφοριών που λαμβάνουμε από τις σκιάδεις τιμές μπορεί να περιγραφεί καλύτερα από το ακόλουθο παράδειγμα. Έστω ότι υπάρχουν δύο αποδοτικές ΜΛΑ, η $ΜΛΑ_3$ και η $ΜΛΑ_5$. Η m -οστή

ΜΛΑ έχει αποδοτικότητα $E_m = \frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot y_{jm}}{\sum_{i=1}^I u_{im} \cdot x_{im}} < 1$. Με βάση τις σκιάδεις τιμές λ_3 και λ_5 η

$ΜΛΑ_m$ μπορεί να γίνει αποδοτική αν για παράδειγμα διατηρήσει τις εκροές της σταθερές και αλλάξει τις εισροές της ως εξής: $x_{im}^* = \lambda_3 \cdot x_{i3} + \lambda_5 \cdot x_{i5}$, όπου i είναι η εισροή και το σύμβολο “*” υποδηλώνει το επιθυμητό. Το αντίστοιχο ισχύει και αν διατηρήσει σταθερές τις εισροές και αυξήσει τις εκροές. Ουσιαστικά οι σκιάδεις τιμές λ δείχνουν τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να συνδυαστούν οι εισροές ή οι εκροές των αποδοτικών ΜΛΑ έτσι ώστε να μετατραπεί μια ΜΛΑ από μη αποδοτική σε αποδοτική.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι σκιάδεις τιμές για όλα τα τμήματα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Στον οριζόντιο άξονα βρίσκονται μόνο τα αποδοτικά τμήματα, ενώ στον κάθετο βρίσκονται όλα τα τμήματα (Παράρτημα Γ, Πίνακας Γ2).

Πίνακας 4: Παρουσίαση των σκιωδών τιμών.

Τμήμα	Αρχιτεκτόνων Μηχανικών	Δημοτικής Εκπαίδευσης	Ιατρική	ΤΕΦΑΑ	Οικονομικών Επιστημών
Μηχανολόγων Μηχανικών	0,199	0,000	0,000	0,486	0,593
Μηχανικών Χωροταξίας	0,000	0,276	0,000	0,000	1,240
Πολιτικών Μηχανικών	0,514	0,127	0,000	0,000	0,478
Αρχιτεκτόνων Μηχανικών	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Δίκτυα	0,076	0,374	0,000	0,000	0,637
Δημοτικής Εκπαίδευσης	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
Προσχολικής Εκπαίδευσης	0,211	0,677	0,000	0,000	0,000
Ειδικής Αγωγής	0,321	0,186	0,000	0,000	0,425
ΙΑΚΑ	0,014	0,676	0,000	0,000	0,000
Γεωπονία Φυτικής Παραγωγής	0,370	0,400	0,000	0,000	0,368
Γεωπονία Ιχθυολογίας	0,124	0,000	0,000	0,548	0,000
Ιατρική	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
Κτηνιατρική	0,000	0,000	0,000	0,855	0,000
Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας	0,000	0,000	0,000	0,581	0,000
ΤΕΦΑΑ	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
Οικονομικών Επιστημών	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000

Δηλαδή, για παράδειγμα το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών για να γίνει αποδοτικό θα πρέπει να χρησιμοποιήσει 0,199 επί την κάθε εισροή και εκροή του Τμήματος Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, 0,486 επί την κάθε εισροή και εκροή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού και 0,593 επί την κάθε εισροή και εκροή του Τμήματος Οικονομικών Επιστημών. Έστω ότι θέλουμε να δούμε πόσο βοηθητικό προσωπικό πρέπει να χρησιμοποιήσει το τμήμα. Έχουμε:

$$0,199 \cdot 40,5 + 0,486 \cdot 26,5 + 0,593 \cdot 9 = 26,26$$

Το 26,26 είναι η εισροή που πρέπει να χρησιμοποιήσει το τμήμα και ονομάζεται στοχευμένη εισροή (Ramanathan, 2003). Η διαφορά της πραγματικής εισροής από την στοχευμένη εισροή ονομάζεται χαλαρή εισροή, ενώ η αντίστοιχη εκροή λέγεται χαλαρή εκροή. Ουσιαστικά η χαλαρή εισροή δείχνει πόσο πρέπει να μειωθεί μια εισροή και η χαλαρή

εκροή πόσο πρέπει να αυξηθεί μια εκροή. Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας με τις χαλαρές μεταβλητές για κάθε τμήμα (Παράρτημα Γ, Πίνακας Γ3):

Πίνακας 5: Παρουσίαση των χαλαρών μεταβλητών.

Τμήμα	Διδακτικό Προσ.	Βοηθητικό Προσ.	Φοιτητές	Έρευνα	Απόφοιτοι
Μηχανολόγων Μηχανικών	0,00	5,74	0,00	0,00	0,00
Μηχανικών Χωροταξίας	0,00	8,10	5,21	0,00	0,00
Πολιτικών Μηχανικών	0,00	6,82	0,00	0,00	0,00
Αρχιτεκτόνων Μηχανικών	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Δίκτυα	0,00	10,21	0,00	0,00	0,00
Δημοτικής Εκπαίδευσης	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Προσχολικής Εκπαίδευσης	1,71	0,00	0,00	72,88	0,00
Ειδικής Αγωγής	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
ΙΑΚΑ	6,39	0,00	0,00	30,06	0,00
Γεωπονία Φυτικής Παραγωγής	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Γεωπονία Ιχθυολογίας	2,89	5,95	0,00	0,00	0,00
Ιατρική	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Κτηνιατρική	0,75	12,85	0,00	0,00	1,05
Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας	0,00	0,11	60,43	0,00	12,22
ΤΕΦΑΑ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Οικονομικών Επιστημών	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Δηλαδή για παράδειγμα, το Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας για να γίνει αποδοτικό πρέπει να μειώσει κατά 0,11 το Βοηθητικό προσωπικό και κατά 60,43 τους εισακτέους φοιτητές, ενώ πρέπει να αυξήσει κατά 12,22 τους απόφοιτους φοιτητές.

Από τα αποτελέσματα παρατηρείται ότι οι μεταβλητές που απαιτούν περισσότερες διορθωτικές κινήσεις για να επιτευχθεί η αποδοτικότητα, είναι αυτές που αφορούν το προσωπικό, δηλαδή το διδακτικό και το βοηθητικό προσωπικό. Ωστόσο, αν και προτείνονται μειώσεις στο προσωπικό πολλών τμημάτων, οι μειώσεις αυτές ειδικά στο διδακτικό προσωπικό είναι μικρές. Υπάρχουν όμως και κάποια νούμερα που προκαλούν αίσθηση, όπως οι εξήντα φοιτητές που πρέπει να μειώσει το Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας, οι

περίπου εβδομήντα τρεις μονάδες έρευνας που πρέπει να αυξήσει το Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης και οι τριάντα μονάδες έρευνας που πρέπει να αυξήσει το Τμήμα Ιστορίας, Αρχαιολογίας και Κοινωνικής Ανθρωπολογίας.

4.2 Ανάλυση Ευαισθησίας

Παρακάτω, με την βοήθεια της ανάλυσης ευαισθησίας, θα εξετασθεί κατά πόσο τα αποτελέσματα που εξήχθησαν παραπάνω είναι αξιόπιστα. Στην μέθοδο της ΠΑΔ είναι πιθανό μια ΜΛΑ να παρουσιάζεται ως αποδοτική αν επιτυγχάνει εξαιρετικά αποτελέσματα σε μια μόνο μεταβλητή, ακόμη και αν στις υπόλοιπες επιτυγχάνει αποτελέσματα κάτω του μετρίου. Για να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα εφαρμόζεται η ανάλυση ευαισθησίας η οποία λαμβάνει χώρα σε τρία στάδια (Ramanathan, 2003, Smith και Mayston, 1987).

Αρχικά ελέγχουμε τα σημεία αναφοράς των μη αποδοτικών ΜΛΑ. Η υπόθεση εδώ είναι ότι αν μια ΜΛΑ είναι αποδοτική, τότε αναμένεται να αποτελεί σημείο αναφοράς για πολλές μη αποδοτικές ΜΛΑ, ενώ αν δεν αποτελεί για καμία σημείο αναφοράς η αποδοτικότητά της είναι αμφισβητήσιμη. Στον πίνακα 4 παρατηρείται ότι η Ιατρική δεν αποτελεί σημείο αναφοράς για καμία μη αποδοτική σχολή, το οποίο μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η πλήρη αποδοτικότητά της Ιατρικής είναι υπό αμφισβήτηση. Όσον αφορά τις υπόλοιπες πλήρως αποδοτικές σχολές, με βάση την πρώτη φάση της ανάλυσης δεν τίθεται καμία αμφισβήτηση για τα τμήματα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης και Οικονομικών Επιστημών καθώς εμφανίζονται οκτώ, επτά και έξι φορές αντίστοιχα ως σημεία αναφοράς σε μη αποδοτικές ΜΛΑ. Το Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού εμφανίζεται τέσσερις φορές ως σημείο αναφοράς και οι οποίες δεν θεωρούνται ούτε πολλές αλλά ούτε και λίγες, οπότε αυτό είναι κάτι που θα εκτιμηθεί από την μετέπειτα πορεία της ανάλυσης.

Στη συνέχεια, αφαιρούμε μεταβλητές και βλέπουμε πως επηρεάζονται τα αποτελέσματα των πλήρως αποδοτικών τμημάτων. Στον παρακάτω πίνακα στην πρώτη στήλη παρουσιάζεται η αποδοτικότητα χωρίς να έχει αφαιρεθεί καμία μεταβλητή, δηλαδή η αποδοτικότητα που έχει ήδη υπολογιστεί, ενώ στις στήλες δύο έως πέντε αφαιρείται κάθε φορά μια μεταβλητή της οποίας το όνομα υπάρχει στον κάθετο άξονα, για παράδειγμα στην στήλη δύο έχει αφαιρεθεί η μεταβλητή διδακτικό προσωπικό. Δεν επιχειρήθηκε να αφαιρεθούν περισσότερες μεταβλητές διότι έχουμε μόνο τρεις εισροές και δύο εκροές. Αν αφαιρούσαμε δύο μεταβλητές θα άλλαζε η ουσία του μοντέλου και θα ήταν ανεπαρκές.

Πίνακας 6: Ανάλυση ευαισθησίας με αφαίρεση μεταβλητών.

Τμήμα	Πλήρες Μοντέλο	Διδακτικό Πρ.	Βοηθητικό Πρ.	Φοιτητές	Έρευνα	Απόφοιτοι
Μηχανολόγων Μηχανικών	0,5301	0,5174	0,5301	0,4771	0,4098	0,4508
Μηχανικών Χωροταξίας	0,8289	0,7786	0,8289	0,8289	0,7311	0,6703
Πολιτικών Μηχανικών	0,8422	0,8003	0,8422	0,6078	0,7660	0,4283
Αρχιτεκτόνων Μηχανικών	1	1	1	0,4192	1	0,4103
Δίκτυα	0,7580	0,7155	0,7580	0,7266	0,6844	0,5175
Δημοτικής Εκπαίδευσης	1	1	1	1	1	0,4869
Προσχολικής Εκπαίδευσης	0,7218	0,7218	0,6934	0,5523	0,7218	0,1190
Ειδικής Αγωγής	0,7677	0,7677	0,6879	0,4491	0,7368	0,3485
ΙΑΚΑ	0,7962	0,7962	0,6809	0,6209	0,7962	0,1843
Γεωπονία Φυτικής Παραγωγής	0,6820	0,6820	0,6814	0,5538	0,6649	0,3460
Γεωπονία Ιχθυολογίας	0,8173	0,8173	0,8173	0,5696	0,5302	0,7842
Ιατρική	1	1	0,9735	1	0,2134	1
Κτηνιατρική	0,9003	0,9003	0,9003	0,8521	0,5206	0,9003
Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας	0,9582	0,6602	0,9582	0,9582	0,2201	0,9582
ΤΕΦΑΑ	1	1	1	1	0,6529	1
Οικονομικών Επιστημών	1	1	1	1	1	0,9874

Ως γενική παρατήρηση, το μοντέλο είναι αρκετά ευαίσθητο στην αφαίρεση μεταβλητών και παρατηρείται ότι τα αποτελέσματα διαφέρουν αρκετά, το οποίο συμφωνεί με τα αποτελέσματα από το μη παραμετρικό τεστ Kruskal-Wallis (Παράρτημα Ε, Πίνακας Ε3), σύμφωνα με το οποίο υπάρχει στατιστική διαφορά ανάμεσα στις αποδοτικότητες των παραπάνω μοντέλων. Όμως, αυτή η διαφορά δεν παρατηρείται σε όλες τις μεταβλητές. Συγκεκριμένα η αφαίρεση της εισροής “ακαδημαϊκό προσωπικό” δεν μεταβάλλει σημαντικά τα αποτελέσματα, εκτός από αυτά του τμήματος Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας. Παρόμοια είναι τα αποτελέσματα από την αφαίρεση της εισροής “βοηθητικό προσωπικό”, καθώς σε κανένα τμήμα δεν υπήρξε σημαντική μεταβολή των αποτελεσμάτων. Η αφαίρεση της εισροής “φοιτητές” προκάλεσε ραγδαία πτώση σε δύο τμήματα (Αρχιτεκτόνων Μηχανικών και Ειδικής Αγωγής) και σημαντική πτώση σε άλλα δύο (ΙΑΚΑ και Γεωπονία Ιχθυολογίας). Στις

τρεις από τις τέσσερις αυτές περιπτώσεις, με εξαίρεση την Γεωπονία Ιχθυολογίας, η πτώση συνδυάστηκε με πτώση στην εκροή “απόφοιτοι”, κάτι που υποδηλώνει ότι αυτές οι σχολές ασχολούνται κυρίως με την διδασκαλία και πολύ λιγότερο με την έρευνα. Η αφαίρεση της εκροής “έρευνα” μεταβάλλει σημαντικά την αποδοτικότητα έξι τμημάτων (τα τμήματα που ανήκουν στην Σχολή Επιστημών Υγείας, η Γεωπονία Ιχθυολογίας, το ΤΕΦΑΑ και σε μικρότερο βαθμό οι Μηχανολόγοι Μηχανικοί). Είναι χαρακτηριστικό ότι τα τμήματα της Σχολής Επιστημών Υγείας βασίζονται κατά κόρον στην έρευνα, σε βάρος της διδασκαλίας, καθώς η μείωση της αποδοτικότητας από την αφαίρεση της εκροής “έρευνα” πλησιάζει και το 80% (στην Ιατρική). Οι μεγαλύτερες αλλαγές στις αποδοτικότητες των τμημάτων συμβαίνουν με την αφαίρεση της εκροής “απόφοιτοι” καθώς οκτώ τμήματα υφίστανται μείωση της αποδοτικότητάς τους έως και 60% (Αρχιτέκτονες Μηχανικοί). Τα οκτώ αυτά τμήματα βασίζονται άλλα περισσότερο και άλλα λιγότερο στην διδασκαλία.

Τα παραπάνω συμπεράσματα επιβεβαιώνονται από τα αποτελέσματα των διαδοχικών τεστ Mann-Whitney που πραγματοποιήθηκαν ανά ζεύγη στα παραπάνω μοντέλα (Παράρτημα Ε, Πίνακας Ε4). Σύμφωνα με αυτά, υπάρχει στατιστική διαφορά όταν αφαιρούνται η μεταβλητές “έρευνα” ή “απόφοιτοι”, ενώ δεν υπάρχει στατιστική διαφορά από την αφαίρεση της μεταβλητής “φοιτητές” ή των άλλων δύο εισροών. Παρόλα αυτά, τα τεστ Mann-Whitney για το ζεύγος “φοιτητές”-“απόφοιτοι” έδειξε ότι οι δύο πληθυσμοί δεν διαφέρουν στατιστικά, κάτι που εξηγεί το συμπέρασμα που εξάχθηκε παραπάνω, δηλαδή ότι οι δύο πληθυσμοί έχουν παρόμοια συμπεριφορά.

Το μοναδικό τμήμα που υφίσταται μείωση στην αφαίρεση μεταβλητών διδασκαλίας (φοιτητές και απόφοιτοι) και στην αφαίρεση της εκροής “έρευνα” είναι το Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας. Δύο είναι τα τμήματα που εμφανίζουν σταθερότητα σε οποιαδήποτε αλλαγή μεταβλητών, το Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, το οποίο βέβαια παρουσιάζει μια απόκλιση της τάξης του 0,15 από την μεγαλύτερη στην μικρότερη τιμή και το Τμήμα Οικονομικών Επιστημών το οποίο παραμένει σε όλες τις περιπτώσεις πλήρως αποδοτικό, πλην της περίπτωσης αφαίρεσης της εκροής “απόφοιτοι” όπου και η αποδοτικότητα μειώνεται ελαφρώς στο 0,9874. Το τελευταίο μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το Τμήμα Οικονομικών Επιστημών είναι το πιο αποδοτικό τμήμα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Αυτό επιβεβαιώνεται από την εξέταση των υπόλοιπων τεσσάρων πλήρως αποδοτικών τμημάτων του αρχικού μοντέλου.

Το Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών διατηρεί την πλήρη αποδοτικότητα στην αφαίρεση των εισροών “ακαδημαϊκό προσωπικό” και “βοηθητικό προσωπικό” και στην αφαίρεση της εκροής “έρευνα”, όμως όταν αφαιρέσουμε την εισροή “φοιτητές ή την εκροή

“απόφοιτοι” η αποδοτικότητα μειώνεται ραγδαία στο 0,4192 και 0,4103 αντίστοιχα. Αυτό υποδηλώνει ότι το τμήμα προτιμά την διδασκαλία κάτι που γίνεται εμφανές από την μέτρηση της έρευνας, μόλις 56,48 μονάδες η οποία είναι και η μικρότερη παρατήρηση στο Πανεπιστήμιο.

Το Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης διατηρεί την πλήρη αποδοτικότητά του σε όλες τις περιπτώσεις πλην της αφαίρεσης της εκροής “απόφοιτοι”, όπου και η αποδοτικότητά του μειώνεται στο 0,4869. Το παραπάνω σημαίνει ότι το τμήμα βασίζεται εξ’ ολοκλήρου σε μια μόνο μεταβλητή στην οποία επιτυγχάνει εξαιρετικά αποτελέσματα, καθώς είναι με μεγάλη διαφορά το πρώτο τμήμα σε αποφοίτους (113,5).

Η Ιατρική, της οποίας η πλήρη αποδοτικότητα αμφισβητήθηκε στο προηγούμενο βήμα, διατηρεί την πλήρη αποδοτικότητα στην αφαίρεση των εισροών “ακαδημαϊκό προσωπικό” και “φοιτητές” και στην αφαίρεση της εκροής “απόφοιτοι”. Αντιθέτως, μειώνεται ελαφρώς στο 0,9735 με την αφαίρεση της εισροής “βοηθητικό προσωπικό”, ενώ υφίσταται ραγδαία μείωση με την αφαίρεση της εκροής “έρευνα”, καθώς η αποδοτικότητά της διαμορφώνεται στο 0,2134. Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, η Ιατρική βασίζεται εξ’ ολοκλήρου στην μεταβλητή έρευνα, στην οποία επιτυγχάνει εξαιρετικά αποτελέσματα, καθώς είναι πρώτη με 1606,23 μονάδες.

Το Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού διατηρεί σε όλες τις περιπτώσεις την πλήρη αποδοτικότητα πλην της περίπτωσης αφαίρεσης της εκροής “έρευνα”, όπου και η αποδοτικότητά του μειώνεται στο 0,6529. Η περίπτωση είναι όμοια με της Ιατρικής, καθώς το ΤΕΦΑΑ επιτυγχάνει εξαιρετικά αποτελέσματα στην εκροή “έρευνα” καθώς είναι δεύτερο με 424,46 μονάδες, ενώ στις άλλες μεταβλητές τα αποτελέσματά του είναι μέτρια, παρόλα αυτά η εξάρτηση του από την εκροή “έρευνα” δεν είναι τόσο μεγάλη όσο στην περίπτωση της Ιατρικής. Μάλιστα με βάση τα αποτελέσματα ίσως είναι η δεύτερη πιο αποδοτική σχολή μετά το Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, το οποίο, όπως αναφέρθηκε, παρουσιάζει εξαιρετική σταθερότητα στα αποτελέσματά του.

Το τρίτο και τελευταίο στάδιο της ανάλυσης ευαισθησίας περιλαμβάνει την αφαίρεση των πλήρως αποδοτικών τμημάτων. Αυτό γίνεται για δύο λόγους, πρώτον για να ελεγχθεί η επιρροή των αποδοτικών τμημάτων στα μη αποδοτικά και δεύτερον για να ελεγχθεί η σταθερότητα του μοντέλου και η ευαισθησία του στις αλλαγές. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι αποδοτικότητες των τμημάτων εφόσον έχουμε αφαιρέσει κάθε φορά ένα αποδοτικό τμήμα από την ανάλυση. Το όνομα του τμήματος που έχει αφαιρεθεί κάθε φορά βρίσκεται στον κάθετο άξονα.

Πίνακας 7: Ανάλυση ευαισθησίας με αφαίρεση αποδοτικών τμημάτων.

Τμήμα	Πλήρες Μοντέλο	Αρχιτεκτόνων Μηχανικών	Δημοτικής Εκπαίδευσης	Ιατρική	ΤΕΦΑΑ	Οικονομικών Επιστημών
Μηχανολόγων Μηχανικών	0,5301	0,5527	0,5301	0,5301	0,5622	0,5389
Μηχανικών Χωροταξίας	0,8289	0,8289	0,9343	0,8289	0,8289	0,9431
Πολιτικών Μηχανικών	0,84,22	0,9730	0,8943	0,8422	0,8422	0,8573
Αρχιτεκτόνων Μηχανικών	1	-	1	1	1	1
Δίκτυα	0,7580	0,7696	0,9103	0,7580	0,7580	0,7716
Δημοτικής Εκπαίδευσης	1	1	-	1	1	1
Προσχολικής Εκπαίδευσης	0,7218	0,7538	0,8655	0,7218	0,7218	0,7218
Ειδικής Αγωγής	0,7677	0,8435	0,7924	0,7677	0,7677	0,7998
ΙΑΚΑ	0,7962	0,7988	0,8685	0,7962	0,7962	0,7962
Γεωπονία Φυτικής Παραγωγής	0,6820	0,7375	0,7906	0,6820	0,6820	0,6998
Γεωπονία Ιχθυολογίας	0,8173	0,8578	0,8173	0,8173	0,9163	0,8173
Ιατρική	1	1	1	-	1	1
Κτηνιατρική	0,9003	0,9003	0,9003	0,9003	1	0,9003
Βιοημείας και Βιοτεχνολογίας	0,9582	0,9582	0,9582	0,9582	0,9922	0,9582
ΤΕΦΑΑ	1	1	1	1	-	1
Οικονομικών Επιστημών	1	1	1	1	1	-

Το πρώτο που παρατηρείται είναι ότι τα αποτελέσματα παρουσιάζουν μια ευστάθεια και δεν αλλάζουν εύκολα με την αφαίρεση μιας αποδοτικής ΜΛΑ, το οποίο επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα του μη παραμετρικού τεστ Kruskal-Wallis (Παράρτημα Ε, Πίνακας Ε5) σύμφωνα με το οποίο δεν υπάρχει στατιστική διαφορά ανάμεσα στα μοντέλα. Στην μοναδική περίπτωση που υπήρξαν αρκετές αλλαγές (όχι στατιστικά σημαντικές) είναι όταν αφαιρέθηκε το Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Αν και όπως αποδείχθηκε παραπάνω η αποδοτικότητά του δεν είναι η πιο ισχυρή από τα πλήρως αποδοτικά τμήματα, ωστόσο παρουσιάζει ένα κοινό χαρακτηριστικό το οποίο ασπάζονται αρκετά τμήματα. Βασίζεται κατά κύριο λόγο στην εκροή “απόφοιτοι” όπως και άλλα επτά τμήματα, με βάση την ανάλυση που έγινε παραπάνω, επομένως αυτός είναι και ο λόγος που τόσα μη αποδοτικά τμήματα επηρεάζονται από την αφαίρεση του εν λόγω τμήματος. Μια δεύτερη παρατήρηση είναι ότι

από κάθε αφαίρεση ενός αποδοτικού τμήματος επηρεάζονται κυρίως τα μη αποδοτικά τμήματα για τα οποία αυτό αποτελούσε σημείο αναφοράς. Έτσι, η αφαίρεση του τμήματος της Ιατρικής δεν επηρεάζει κανένα άλλο τμήμα.

Κεφάλαιο 5

5.1 Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία έγινε αναλυτική βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί αναφορικά με την αξιολόγηση των ακαδημαϊκών ιδρυμάτων. Σκοπός της εργασίας ήταν η εκτίμηση ενός μοντέλου ικανού να μετρήσει την αποδοτικότητα των τμημάτων ενός δημόσιου πανεπιστημίου στην Ελλάδα ή σε άλλη χώρα με παρόμοια χαρακτηριστικά στον τομέα της ακαδημαϊκής εκπαίδευσης.

Το μοντέλο που επιλέχθηκε για την επίτευξη αυτού του σκοπού είναι ένα οριοθετημένο ως προς τις εκροές σταθερών αποδόσεων κλίμακας μοντέλο περιβάλλουσας ανάλυσης δεδομένων. Η ΠΑΔ προτιμήθηκε έναντι της οικονομετρικής προσέγγισης διότι παρουσιάζει μια σειρά πλεονεκτημάτων, όπως ότι χρησιμοποιεί πολλαπλές εισροές και εκροές και προσφέρει ελευθερία στην επιλογή τους, καθώς υπολογίζει σύνορα και όχι μέσες τάσεις, λόγω της μη παραμετρικής φύσης της δεν απαιτεί καθορισμό της συναρτησιακής μορφής που διέπει την σχέση ανάμεσα στις εισροές και τις εκροές και εκτιμά τις σκιώδεις τιμές και τις χαλαρές μεταβλητές. Η εκτίμηση των χαλαρών μεταβλητών παρουσιάζει ιδιαίτερη χρησιμότητα καθώς υπολογίζεται πόσο πρέπει να αυξηθεί η κάθε εκροή ή να μειωθεί η κάθε εισροή για να μετατραπεί μια μη αποδοτική ΜΛΑ σε αποδοτική. Το μοντέλο ορίστηκε οριοθετημένο ως προς τις εκροές λόγω της φύσης των ελληνικών πανεπιστημίων, όπου τα τμήματα ελέγχουν τις εκροές τους αλλά όχι τις εισροές. Επιπλέον, ορίστηκε σταθερών αποδόσεων κλίμακας με βάση την μέθοδο του Avrikian (2001), τα αποτελέσματα του οποίου ελέγχθηκαν με βάση το μη παραμετρικού τεστ Mann-Whitney (Πίνακας 1).

Το μοντέλο εφαρμόστηκε στα δεκαέξι τμήματα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και τα δεδομένα αφορούν την χρονική περίοδο 2008-2009, ενώ τα στοιχεία της μεταβλητής “έρευνα” αφορούν την περίοδο από το 2004 και έπειτα. Σε πρώτη ανάλυση πέντε τμήματα βρέθηκαν αποδοτικά (Αρχιτέκτονες Μηχανικοί, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Ιατρική, Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Εκπαίδευσης και Οικονομικών Επιστημών) και σε επίπεδο σχολών η αποδοτικότερη αυτή των Επιστημών Υγείας με αποδοτικότητα 0,9528.

Στα αποτελέσματα των αποδοτικότητων πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας σε τρεις φάσεις και από τα αποτελέσματά της εξάχθηκαν ιδιαίτερα ενδιαφέροντα συμπεράσματα. Σε πρώτη φάση έγινε ανάλυση με βάση το πόσες φορές ένα αποδοτικό τμήμα αποτελούσε σημείο αναφοράς για ένα μη αποδοτικό τμήμα αναλύοντας τις σκιώδεις τιμές. Σε δεύτερη φάση υπολογίστηκαν ξανά οι αποδοτικότητες αφαιρώντας κάθε φορά μια μεταβλητή και σε

τρίτη φάση έγινε κάτι παρόμοιο αφαιρώντας κάθε φορά ένα αποδοτικό τμήμα από το μοντέλο.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας έδειξαν ότι το αποδοτικότερο τμήμα είναι αυτό των Οικονομικών Επιστημών καθώς αποτελεί σημείο αναφοράς για αρκετά μη αποδοτικά τμήματα (έξι) και παρουσιάζει τα πιο σταθερά αποτελέσματα στην αφαίρεση μεταβλητών από το μοντέλο, διατηρώντας σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις πλήρη αποδοτικότητα, εκτός από μια περίπτωση όπου η αποδοτικότητά του μειώνεται ανεπαίσθητα στο 0,9874.

Με βάση μια σειρά από τεστ Mann-Whitney βρέθηκε ότι η αφαίρεση οποιασδήποτε από τις τρεις εισροές δεν μεταβάλλει στατιστικά τα αποτελέσματα ενώ η αφαίρεση μιας από τις δύο εκροές τα μεταβάλλει. Επίσης, πολλά τμήματα βασίζονται μόνο στην έρευνα (κυριότερα παραδείγματα τα τμήματα που ανήκουν στην Σχολή Επιστημών Υγείας και το ΤΕΦΑΑ), ή μόνο στην διδασκαλία (κυριότερα παραδείγματα τα τμήματα που ανήκουν στην Σχολή Επιστημών του Ανθρώπου και το Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών).

Η αφαίρεση των αποδοτικών τμημάτων από το μοντέλο δεν μεταβάλλει στατιστικά τα αποτελέσματα, το οποίο υποδηλώνει ότι το μοντέλο παρουσιάζει σχετική σταθερότητα. Επίσης, βρέθηκε ότι η αποδοτικότητα των τμημάτων δεν επηρεάζεται από τα χρόνια λειτουργίας τους.

Κατά την εκπόνηση της εργασίας παρουσιάστηκαν ορισμένες δυσκολίες. Αρχικά, οι προηγούμενες έρευνες αναφορικά με τη μέτρηση της αποδοτικότητας ανάμεσα στα τμήματα ενός πανεπιστημίου είναι ελάχιστες, με κυριότερες αυτές των Sinuany-Stern et al. (1994) και Arcelus και Coleman (1997). Μια ακόμη δυσκολία ήταν ότι δεν είχαν όλα τα τμήματα αναρτημένα στοιχεία στον διαδικτυακό τους χώρο αναφορικά με την έρευνα των μελών ΔΕΠ τους, με αποτέλεσμα η συλλογή στοιχείων σε αυτές τις περιπτώσεις να γίνει από το google, το scholar google και τις βάσεις δεδομένων Scopus και EBSCOhost.

Η μελλοντική προσπάθεια επίλυσης των δύο επόμενων δυσκολιών αποτελεί ουσιαστικά πρόταση για περαιτέρω έρευνα. Η πρώτη είναι η αδυναμία συμπερίληψης της ποιότητας στην μεταβλητή έρευνα. Παρόλο που στην διδασκαλία η έννοια της ποιότητας συμπεριλήφθηκε ακολουθώντας τους Madden et al. (1997) και επιλέγοντας τους απόφοιτους ως μέτρηση της, στην έρευνα δεν ήταν αυτό δυνατό. Μια σειρά από λύσεις (μικρός αριθμός περιοδικών που θα συμπεριλαμβάνονταν στην έρευνα, μέτρηση των ετεροαναφορών που έχουν λάβει τα άρθρα, συντελεστές βαρύτητας των περιοδικών) απορρίφθηκαν για ποικίλους λόγους. Δεύτερη δυσκολία αποτελεί η μη εύρεση στοιχείων αναφορικά με τις χρηματοδοτήσεις των τμημάτων έτσι ώστε να μπορέσει να συμπεριληφθεί η αντίστοιχη

εισροή στο μοντέλο.

Πέρα από την επίλυση των παραπάνω δυσκολιών, πρόταση για περαιτέρω έρευνα μπορεί να αποτελέσει η μεθοδολογία που ακολουθούν οι Beasley (1990, 1995) και Athanassopoulos και Shale (1997), οι οποίοι προσθέτουν επιπλέον περιορισμούς στο μοντέλο, με σκοπό να το κάνουν περισσότερο ρεαλιστικό.

Επίσης, ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα είχε η εφαρμογή μεθοδολογίας bootstrap στα δεδομένα αλλά και ο έλεγχος για την ύπαρξη scale effects (κάτι το οποίο δεν ήταν αντικείμενο της παρούσας εργασίας). Επιπρόσθετα, θα μπορούσε να ελεγχθεί αν το μοντέλο FDH είναι καταλληλότερο από το CRS μοντέλο που επιλέχθηκε.

Τέλος, παραθέτονται δύο προτάσεις για τη βελτίωση του ακαδημαϊκού συστήματος στην Ελλάδα. Πρώτον, η σύσταση μια επιτροπής αντίστοιχης της Επιτροπής Πανεπιστημιακών Χρηματοδοτήσεων στην Αγγλία, η οποία θα είναι υπεύθυνη για την αξιολόγηση της ποιότητας των πανεπιστημίων και των πανεπιστημιακών τμημάτων και για τις χρηματοδοτήσεις τους. Δεύτερον, η ανεξαρτητοποίηση των πανεπιστημίων από το Υπουργείο Παιδείας σε θέματα που τα αφορούν άμεσα, όπως για παράδειγμα ο καθορισμός του αριθμού των εισακτέων φοιτητών.

Βιβλιογραφία

Ξένη Βιβλιογραφία

- Abbott M. and Doucouliagos C. (2003). The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis, *Economics of Education Review*, **22**, 89-97.
- Ahn T., Charnes A. and Cooper W.W. (1988). Some statistical and DEA evaluations of relative efficiencies of public and private institutions of higher learning, *Socio-Economic Planning Sciences*, **22** (6), 259-269.
- Aigner D., Lovell C.A.K. and Schmidt P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models, *Journal of Econometrics*, **6**, 21-37.
- Arcelus F.J. and Coleman D.F. (1997). An efficiency review of university departments, *International Journal of System Science*, **28** (7), 721-729.
- Athanassopoulos A. and Shale E. (1997). Assessing the comparative efficiency of higher education institutions in the UK by means of data envelopment analysis, *Education Economics*, **5** (2), 117-133.
- Atkinson S.E. and Wilson P.W. (1995). Comparing mean efficiency and productivity scores from small samples: A bootstrap methodology, *The Journal of Productivity Analysis*, **6**, 137-152.
- Avrikan N. (2001). Investigating technical and scale efficiencies of Australian Universities through data envelopment analysis, *Socio-Economic Planning Sciences*, **35**, 57-80.
- Barrow M. (1991). Measuring local education authority performance: A frontier approach, *Economics of Education Review*, **10** (1), 19-27.
- Baumol W.J., Panzar J.C. and Willig D.G. (1982). *Contestable markets and the theory of industry structure*, Harcourt Brace Jovanovich, New York
- Beasley J.E. (1990). Comparing university departments, *OMEGA*, **18** (2), 171-183.
- Beasley J.E. (1995). Determining teaching and research efficiencies, *The Journal of the Operational Research Society*, **46** (4), 441-452.
- Banker R.D., Conrad R.F. and Strauss R.P. (1986). A comparative application of data envelopment analysis and translog methods: An illustrative study of hospital production, *Management Science*, **32** (1), 30-44.
- Caballero R., Galache T., Gomez T., Molina J. and Torrico A. (2004). Budgetary allocations and efficiency in the human resources policy of a university following multiple criteria, *Economics of Education Review*, **23**, 67-74.
- Charnes A., Cooper W.W. and Rhodes E. (1978). Measuring the efficiency of decision making

- units, *European Journal of Operational Research*, **2**, 429-444.
- Charnes A., Cooper W.W. and Rhodes E. (1979). Short communication: measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, **3**, 339-339.
- Cohn E., Rhine S. and Santos M. (1989). Institutions of higher education as multi-product firms: Economies of scale and scope, *The Review of Economics and Statistics*, **71** (2), 284-290.
- Cooper W.W., Seiford L.M. and Zhu J. (2004). *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Springer (Kluwer Academic Publishers), eds, Boston.
- Cooper W.W. and Tone K. (1997). Measures of inefficiency in data envelopment analysis and stochastic frontier estimation, *European Journal of Operational Research* **99**, 72-88.
- De Groot H., McMahon W. and Volkwein F. (1991). The cost structure of American research universities, *The Review of Economics and Statistics*, **73** (3), 424-431.
- Diamond A. (1989). The core journal of economics, *Current Contents*, **21**, 4-11.
- Fare R., Grosskopf S. and Logan J. (1985). The relative performance of publicly-owned and privately-owned electric utilities, *Journal of Public Economics*, **26**, 89-106.
- Farrel M.J. (1957). The measurement of productive efficiency, *Journal of Royal Statistical Society A*, **120**, 253-281.
- Flegg A.T., Allen D.O., Field K, and Thurlow T.W. (2004). Measuring the efficiency of British universities: A multi-period data envelopment analysis, *Education Economics*, **12** (3), 231-249.
- Friedman L., and Sinuany-Stern. Z. (1997). Scaling units via the canonical correlation analysis in the DEA context, *European Journal of Operational Research*, **100**, 629-637.
- Glass J.C., McKillop D.G. and Hyndman N. (1995). Efficiency in the provision of university teaching and research: An empirical analysis of UK universities, *Journal of Applied Econometrics*, **10** (1), 61-72.
- Golany B. (1988). An interactive MOLP procedure for the extension of DEA to effectiveness analysis, *The Journal of the Operational Research Society*, **39** (8), 725-734.
- Graves P., Marchand R. and Thompson R. (1982). Economics departmental rankings: Research incentives, constraints and efficiency, *The American Economic Review*, **72** (5), 1131-1141.
- Halme M., Joro T., Korhonen P., Salo S. and Wallenius J. (1999). A value efficiency approach to incorporating preference information in data envelopment analysis, *Management Science*, **45** (1), 103-115.
- Harris G.T. (1988). Research output in Australian university economics departments, 1974-

- 83*, *Australian Economic Papers*, 102-110.
- Hirsch B., Austin R., Brooks J. and Moore B. (1984). Economics departmental rankings: comment, *The American Economic Review*, **74** (4), 822-826.
- Izadi H., Johnes G., Oskrochi R. and Crouchley R. (2002). Stahastic frontier estimation of a CES cost function: the case of higher education in Britain, *Economics of Education Review*, **21**, 63-71.
- Johnes G. (1988). Determinants of research output in economics departments in British universities, *Research Policy*, **17**, 171-178.
- Johnes G. (1989). Ranking university departments: problems and opportunities, *Politics*, **9** (2), 16-22.
- Johnes G. (1990), Measures of research output: University departments of economics in the UK, 1984-8, *The Economic Journal*, **100** (401), 556-560.
- Johnes G. and Johnes J. (1993). Measuring the research performance of UK economics departments: An application of data envelopment analysis, *Oxford Economic Papers*, **45** (2), 332-347.
- Johnes J. (2006). Data envelopment analysis and its application to the measuring of efficiency in higher education, *Economics of Education Review*, **25**, 273-288.
- Johnes J. and Yu L. (2008). Measuring the research performance of Chinese higher education institutions using data envelopment analysis, *China Economic Review*, **19**, 679-696.
- Koopmans T.C. (1951). Analysis of production as an efficient combination of activities, in T.C. Koopmans, (eds), *Activity Analysis of Production and Allocation*, Wiley, New York.
- Korhonen P., Tainio R. and Wallenius J. (2001). Value efficiency analysis of academic research, *European Journal of Operational Research*, **130**, 121-132.
- Li S.K. and Ng Y.C. (1995). Measuring the productive efficiency of a group of firms, *International Advances in Economic Research*, **1** (4), 377-390.
- Lindsay C. (1976). A theory of government enterprise, *The Journal of Political Economy*, **84** (5), 1061-1077.
- Madden G., Savage S. and Kemp S. (1997). Measuring public sector efficiency: A study of economics departments at Australian Universities, *Education Economics*, **5** (2), 153-168.
- Moed H.F., Burger W.J.M., Frankfort J.G. and Van Raan A.F.J. (1985). The use of bibliometric data for the measurment of university research performance, *Research Policy*, **14**, 131-149.
- Ng Y.C. and Li S.K. (2000). Measuring the research performance of Chinese higher education institutions: An application of data envelopment analysis, *Education Economics*, **8** (2), 139-156.

- Nunamaker T. (1985). Using data envelopment analysis to measure the efficiency of non-profit organizations: A critical evaluation, *Managerial and Decision Economics*, **6** (1), 50-58.
- Pastor J.T., Ruiz J.L. and Sirvent I. (2002). A statistical test for nested radial dea models, *Operations Research*, **50** (4), 728-735.
- Ramanathan R. (2003). *An introduction to data envelopment analysis: A tool for performance measurement*, SAGE Publications, New Delhi.
- Seiford L.M. and Thrall R.M. (1990). Recent developments in DEA: The mathematical programming approach to frontier analysis, *Journal of Econometrics*, **46**, 7-38.
- Sinuany-Stern Z., Mehrez A. and Barboy A. (1994). Academic departments efficiency via dea, *Computers & Operations Research*, **21** (5), 543-556.
- Sisk D. (1981). A theory of government enterprise: University Ph. D. Production, *Public Choice*, **37**, 357-363.
- Smith P. and Mayston D. (1987). Measuring efficiency in the public sector, *OMEGA*, **15** (3), 181-189.
- Tomkins C. and Green R. (1988). An experiment in the use of data envelopment analysis for evaluating the efficiency of UK university departments of accounting, *Financial Accountability & Management*, **4** (2), 147-164.
- Verry D.W. and Layard P.R.G. (1975). Cost functions for university teaching and research, *The Economic Journal*, **85** (37), 55-74.
- Wong Y.-H.B. and Beasley J.E. (1990). Restricting weight flexibility in data envelopment analysis, *The Journal of the Operational Research Society*, **41** (9), 829-835.
- Worthington A. (2001). An empirical survey of frontier efficiency measurement techniques in education", *Education Economics*, **9** (3), 245-268.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Χάλκος Γ. (2000). *Στατιστική: Θεωρία, εφαρμογές και χρήση στατιστικών προγραμμάτων σε Η/Υ*, Τυπωθήτω, Αθήνα.

Παράρτημα Α⁵

Παρακάτω παρατίθενται οι πίνακες με τον αριθμό των: άρθρων σε ελληνικά περιοδικά (1^{ος}-3^{ος} συγγραφέας), άρθρων σε ελληνικά περιοδικά (από 4^{ος} συγγραφέας και μετά), άρθρων σε ξένα περιοδικά (1^{ος}-3^{ος} συγγραφέας), άρθρων σε ξένα περιοδικά (από 4^{ος} συγγραφέας και μετά), κεφαλαίων σε βιβλία, άρθρων σε συνέδρια (1^{ος}-3^{ος} συγγραφέας), άρθρων σε συνέδρια (από 4^{ος} συγγραφέας και μετά) και των βιβλίων-μονογραφιών του κάθε καθηγητή τα τελευταία πέντε χρόνια, για καθεμία από τις σχολές του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Πίνακας Α1

	Άρθρα σε ελ. περ. (1-3)	Άρθρα σε ελ. περ. (4-...)	Άρθρα σε ξένα περ.(1-3)	Άρθρα σε ξένα περ.(4-...)	Κεφ. σε βιβλία	Συνέδρια (1-3)	Συνέδρια (4-...)	Βιβλία
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών								
Ανδρίτσος Νικόλαος	0	0	2	3	1	2	3	1
Αράβας Νικόλαος	0	0	8	0	0	0	0	1
Βαλουγιώργης Δημήτρης	0	0	19	0	0	4	1	0
Βλάχος Νικόλαος	2	0	3	3	0	6	4	0
Ζηλιασκόπουλος Θανάσης	0	0	0	0	0	0	0	0
Καραμάνος Σπύρος	0	0	4	0	0	1	0	0
Κερμανίδης Αλέξιος	0	0	8	0	0	7	1	0
Κοζανίδης Γιώργος	0	0	5	0	0	7	0	0
Λυμπερόπουλος Γιώργος	0	0	10	0	0	9	0	3
Μπανιόζογλου Βασίλης	0	0	4	6	0	2	1	0
Παντελής Δημήτρης	0	0	4	0	0	1	0	0
Παπαδημητρίου Κώστας	0	0	8	1	1	20	1	0
Παπαθανασίου Αθανάσιος	0	0	4	1	0	0	0	0
Πελεκάσης Νίκος	0	0	5	1	0	1	0	0
Πετρόπουλος Γιώργος	0	0	0	0	0	0	0	0
Σταματιέλος Τάσος	0	0	3	0	0	2	0	0
Σταμάτης Αναστάσιος	0	0	1	0	0	0	0	0
Σταπουνιζής Ερρίκος	0	0	0	0	0	0	0	0
Τσιακάρης Παναγιώτης	0	0	12	26	0	20	35	0
Χαϊδεμενόπουλος Γρηγόρης	0	0	7	2	1	9	1	0
Σύνολο	2	0	107	43	3	91	47	5

⁵ Έχει δημιουργηθεί με το πρόγραμμα excel του Microsoft Office και την εντολή print screen.

Πίνακας Α2

	Άρθρα σε ελ. περ. (1-3)	Άρθρα σε ελ. περ. (4-...)	Άρθρα σε ξένα περ.(1-3)	Άρθρα σε ξένα περ.(4-...)	Κεφ. σε βιβλία	Συνέδρια (1-3)	Συνέδρια (4-...)	Βιβλία
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας								
Γασπαδίνη Αναστασία-Ασπασία	3	0	6	0	0	0	0	0
Γούσιος Δημήτριος	0	0	1	0	1	5	0	1
Δέφνερ Αλέξιος-Μιχαήλ	1	0	2	0	8	9	0	0
Κοκκώσης Χάρης	1	0	3	2	12	0	0	0
Κοιζαμάνης Βύρων	1	1	5	0	17	4	0	4
Κούγκολας Αθανάσιος	1	0	3	2	2	13	3	1
Κουσιδώνης Χρήστος	0	0	0	0	3	1	0	0
Λαλένης Κωνσταντίνος	0	0	1	0	1	5	0	0
Μιχαηλίδης Γεώργιος	0	0	0	0	1	2	0	0
Μπεριάτος Ηλίας	3	1	2	0	2	1	0	1
Μπουρδάκης Βασίλειος	2	0	2	0	2	7	0	0
Ντούκεν Μαρί-Νοέλ	1	0	4	0	6	9	0	0
Οικονόμου Δημήτριος	2	0	2	0	6	4	0	1
Περάκης Κωνσταντίνος	2	0	3	0	0	2	0	0
Πετράκος Γεώργιος	9	0	18	1	25	6	1	3
Πολύζος Σεραφείμ	3	0	26	1	16	42	0	3
Σαπουνάκης Αριστείδης	0	0	0	0	0	1	0	1
Σκάγιανης Παντολέον	1	0	2	1	6	1	0	0
Σταθάκης Δημήτρης	4	0	8	1	1	8	0	2
Φώτης Γεώργιος	0	0	0	0	0	0	0	0
Χριστοπούλου Όλγα	0	0	3	0	1	10	0	0
Σύνολο	34	2	91	8	110	130	4	17

Πίνακας Α3

	Άρθρα σε ελ. περ. (1-3)	Άρθρα σε ελ. περ. (4-...)	Άρθρα σε ξένα περ.(1-3)	Άρθρα σε ξένα περ.(4-...)	Κεφ. σε βιβλία	Συνέδρια (1-3)	Συνέδρια (4-...)	Βιβλία
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών								
Γασιανάκης Αντώνης	0	0	12	1	0	5	0	1
Λιακόπουλος Αντώνης	0	0	7	0	0	1	0	0
Περδικάρης Φίλιππος	0	0	1	0	0	0	0	0
Ηλίου Νικόλαος	2	0	2	0	0	11	0	0
Κωμοδρόμος Αμίλιος	0	0	9	0	0	10	3	1
Λαυκάς Αθανάσιος	0	0	3	0	1	1	0	0
Μυλόπουλος Νικήτας	0	0	7	1	0	1	0	0
Μυστακίδης Ευριπίδης	0	0	4	0	3	1	0	0
Ντάκουλας Παναγιώτης	0	0	3	0	1	2	0	0
Τσόπελας Παναγιώτης	0	0	6	1	0	2	1	0
Βαγιατζής Κωνσταντίνος	0	0	0	0	0	0	0	0
Λασπίδου Χρυσή	0	0	7	1	0	0	0	0
Μωρέτη Μαρίνα	0	0	2	0	0	1	0	0
Ναθαναήλ Ευτυχία	0	0	2	0	0	0	0	0
Παναγιώλη Ολυμπία	0	0	0	0	1	0	0	0
Σοφιανόπουλος Δημήτριος	0	0	0	0	0	0	0	0
Γραμμένος Θεοφάνης	0	0	6	1	0	0	0	0
Κανακούδης Βασίλειος	0	0	5	0	0	4	0	0
Καρακασίδης Θεόδωρος	0	0	18	1	1	3	0	0
Παπαδημητρίου Αχιλλέας	1	0	6	0	1	7	0	0
Σύνολο	3	0	100	6	8	49	4	2

Πίνακας Α4

	Άρθρα σε ελ. περ. (1-3)	Άρθρα σε ελ. περ. (4-...)	Άρθρα σε ξένα περ.(1-3)	Άρθρα σε ξένα περ.(4-...)	Κεφ. σε βιβλία	Συνέδρια (1-3)	Συνέδρια (4-...)	Βιβλία
Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών								
Αγωνοκάκης Αριστείδης	0	0	0	0	0	0	0	0
Γιανίσση Φαίβη	0	0	0	0	0	1	0	5
Καναρέλης Θεοκλής	0	0	0	0	0	0	0	1
Κολώνας Βασίλης	0	0	0	0	2	0	0	3
Κοπιάνης Ζήσης	0	0	0	0	3	0	0	3
Λαζαρίδης Παντελής	0	0	0	0	2	0	0	0
Λυκουριάτη Ίρις	0	0	0	0	0	0	0	0
Μανωλίδης Κώστας	1	0	0	0	1	4	0	0
Μπουράκης Βασίλης	0	0	2	0	1	4	0	0
Παπαδημητρίου Μαρία	0	0	0	0	6	0	0	1
Παπαδόπουλος Θεολόγος	0	0	0	0	0	0	0	0
Παπαδόπουλος Σπύρος	0	0	0	0	1	0	0	0
Παπακωνσταντίνου Γιώργος	0	0	0	0	0	0	0	1
Στυλίδης Ιορδάνης	0	0	0	0	0	0	0	2
Τζιρτζιλάκης Γιώργος	0	0	0	0	2	0	0	7
Τριανταφυλλίδης Γεώργιος	0	0	0	0	0	0	0	0
Τροβά Βάσω	0	0	0	0	1	0	0	0
Τσαγκρασούλης Αριστείδης	0	0	9	2	2	3	0	0
Ψυχούλης Αλέξανδρος	0	0	0	0	5	0	0	1
Ωραιόπουλος Φίλιππος	0	0	0	0	2	0	0	0
Σύνολο	1	0	11	2	28	12	0	24

Πίνακας Α5

	Άρθρα σε ελ. περ. (1-3)	Άρθρα σε ελ. περ. (4-...)	Άρθρα σε ξένα περ.(1-3)	Άρθρα σε ξένα περ.(4-...)	Κεφ. σε βιβλία	Συνέδρια (1-3)	Συνέδρια (4-...)	Βιβλία
Τμήμα Δικτύων								
Σταμούλης Γεώργιος	0	0	3	0	2	6	1	1
Τασιούλας Λεάνδρος	0	0	27	2	0	11	1	1
Χάουστη Αικατερίνη	0	0	0	0	2	0	0	0
Χάουστης Ηλίας	0	0	3	0	0	5	1	0
Ακρίτας Αλκιβιάδης	0	0	9	0	1	9	0	0
Βάβαλης Εμμανουήλ	0	0	2	0	0	0	0	0
Κατσαβουνίδης Ιωάννης	0	0	5	0	0	2	1	0
Μούντανος Ιωάννης	0	0	1	0	0	0	0	0
Μπέλλας Νικόλας	0	0	1	0	1	6	0	0
Βεράκιος Βασίλειος	0	0	3	0	3	6	0	0
Δασκαλοπούλου Ασπασία	0	0	0	0	0	0	0	1
Λάλης Σπυριδών-Γεράσιμος	0	0	3	0	0	9	3	0
Μποζάνης Παναγιώτης	0	0	5	0	0	4	0	1
Τσαμπανοπούλου Παναγιώτα	0	0	3	0	1	1	2	0
Ευθυβουλίδης Γεώργιος	0	0	0	0	0	0	0	0
Ευμορφόπουλος Νέστορας	0	0	0	0	0	6	0	0
Κατσαράς Δημήτριος	0	0	12	2	5	12	2	0
Κουτσόπουλος Ιορδάνης	0	0	12	1	0	14	0	0
Χατζηδήμος Απόστολος	0	0	12	0	0	0	0	0
Σύνολο	0	0	101	5	15	91	11	4

Πίνακας Α6

	Άρθρα σε ελ. περ. (1-3)	Άρθρα σε ελ. περ. (4-...)	Άρθρα σε ξένα περ.(1-3)	Άρθρα σε ξένα περ.(4-...)	Κεφ. σε βιβλία	Συνέδρια (1-3)	Συνέδρια (4-...)	Βιβλία
Παιδαγωγικό Τμ. Δημ. Εκπαιδ.								
Ανδρέου Ελένη	4	0	13	0	1	3	1	0
Βέμη Βασιλική	3	0	2	0	0	1	0	0
Γκόβαρης Χρήστος	0	0	0	0	2	0	0	3
Καλδή Σταυρούλα	1	0	3	0	3	26	0	0
Λαζαρίδου Αγγελική	0	0	0	0	0	0	0	0
Λουμάκου Μαρία	0	0	2	0	0	0	0	2
Μήτσης Ναπολέων	0	0	1	0	1	0	0	1
Μπενέκας Δημήτριος	9	0	0	0	0	8	0	5
Παπαδημητρίου Βασιλική	1	0	3	0	2	1	0	0
Παπαρούση Μαρία	7	0	0	0	9	6	0	1
Πολίτης Παναγιώτης	1	0	1	0	4	8	2	0
Πυργιωτάκης Γεώργιος	4	0	2	0	0	3	0	1
Σαραφίδου Όλγα-Γιασεμή	2	0	5	5	0	1	0	0
Σολωμονίδου Χριστίνα	0	0	0	0	6	1	0	2
Σταυρίδου Ελένη	0	0	5	0	4	6	0	0
Τριανταφυλλίδης Τριαντάφυλλος	0	0	2	0	1	0	0	0
Φιλλιππάτου Διαμάντω	2	0	1	0	1	13	0	0
Χανιωτάκης Νικόλαος	2	0	0	0	3	0	0	0
Χαρίτης Χαράλαμπος	0	0	0	0	0	0	0	24
Χατζηκρισιάνου Κωνσταντίνος	2	0	1	0	1	2	0	1
Σύνολο	38	0	41	5	38	79	3	40

Πίνακας Α7

	Άρθρα σε ελ. περ. (1-3)	Άρθρα σε ελ. περ. (4-...)	Άρθρα σε ξένα περ.(1-3)	Άρθρα σε ξένα περ.(4-...)	Κεφ. σε βιβλία	Συνέδρια (1-3)	Συνέδρια (4-...)	Βιβλία
Παιδαγωγικό Τμ.Προσχ. Εκπαιδ.								
Λεοντόρη Αγγελική	0	0	1	0	0	0	0	0
Ζαφεροπούλου Μαρία	0	0	4	0	0	0	0	0
Σακκής Δημήτριος	0	0	0	0	0	0	0	0
Κακανά Δόμνα	1	0	2	0	0	0	0	0
Πιπεράκης Στυλιανός	0	0	3	3	0	0	0	0
Χρηστίδου Βασιλεία	0	0	2	0	0	0	0	0
Κοντογιάννη Άλκηστις	0	0	1	0	2	0	0	0
Χρονάκη Άννα	0	0	1	0	1	0	0	1
Παπαδοπούλου Μαρία	0	0	0	0	0	1	0	0
Μιχαλοπούλου Κατερίνα	0	0	1	0	1	1	0	0
Μαγουλιώτης Απόστολος	0	0	2	1	0	0	0	1
Βιδάλη Άννα	0	0	0	0	0	0	0	0
Νάκου Ειρήνη	0	0	0	0	0	0	0	0
Μπανώτη Φωτεινή	0	0	2	0	0	0	0	0
Αραπάκη Στ. Ξένα	0	0	1	0	0	0	0	0
Κανελλόπουλος Παναγιώτης	0	0	1	0	0	0	0	0
Τσιλιμένη Τασούλα	1	0	0	0	2	0	0	1
Αμπακούμκη Γεώργιος	0	0	2	0	0	0	0	0
Καρασαββίδης Ηλίας	0	0	0	0	1	0	0	0
Παναζής Βασίλης	0	0	0	0	1	0	0	0
Πεχτελίδης Ιωάννης	0	0	0	0	0	0	0	0
Μάγος Κωνσταντίνος	0	0	2	0	0	0	0	7
Σύνολο	2	0	25	4	8	2	0	10

Πίνακας Α8

Παιδαγωγικό Τμ. Ειδικής Αγωγής	Άρθρα σε ελ. περ. (1-3)	Άρθρα σε ελ. περ. (4-...)	Άρθρα σε ξένα περ.(1-3)	Άρθρα σε ξένα περ.(4-...)	Κεφ. σε βιβλία	Συνέδρια (1-3)	Συνέδρια (4-...)	Βιβλία
Ανδρέου Γεωργία	0	0	14	0	1	0	0	0
Αργυρόπουλος Βασίλης	0	0	0	0	1	1	1	1
Βαβουγιός Διονύσης	0	0	0	0	0	1	0	0
Βλάχος Φίλιππος	0	0	12	0	2	0	0	0
Βλάχου Αναστασία	0	0	8	0	2	0	0	1
Γκανά Ελένη	0	0	0	0	0	2	0	0
Δέδος Ζήκος	0	0	0	0	0	0	0	0
Δερμιτζάκη Ειρήνη	0	0	9	0	0	0	0	0
Διδασκάλου Ελένη	0	0	7	0	2	0	0	0
Καραγιαννίδης Χαράλαμπος	0	0	3	0	3	2	0	0
Καραπέτσας Αργύρης	0	0	0	0	0	5	0	1
Κλεφτάρας Γιώργος	0	0	2	0	1	0	0	4
Λάμπας Κωνσταντίνος	0	0	0	0	0	0	0	0
Μαυροπούλου Σοφία	0	0	4	0	0	2	0	1
Μπότισσγλου Καφένα	0	0	0	0	0	1	0	0
Νησιώτου Ιουλία	0	0	1	1	0	1	0	1
Νικολακάκη Μαρία	0	0	0	0	0	5	0	1
Νικολαράζη Μάγδα	0	0	9	0	1	2	0	1
Παντελιάδου Σουζάνα	0	0	0	0	1	0	0	5
Παρασκευόπουλος Στέφανος	0	0	10	0	0	0	0	0
Πασιάς Γεώργιος	0	0	0	0	1	0	0	1
Σταθοπούλου Χαρά	0	0	0	0	0	0	0	0
Σταυρούση Παναγιώτα	0	0	1	0	0	0	0	1
Τερλεζής Παναγιώτης	0	0	0	0	0	0	0	2
Σύνολο	0	0	80	1	15	22	1	20

Πίνακας Α9

ΙΑΚΑ	Άρθρα σε ελ. περ. (1-3)	Άρθρα σε ελ. περ. (4-...)	Άρθρα σε ξένα περ.(1-3)	Άρθρα σε ξένα περ.(4-...)	Κεφ. σε βιβλία	Συνέδρια (1-3)	Συνέδρια (4-...)	Βιβλία
Αγριαντώνη Χριστίνα	0	0	1	0	3	0	0	1
Αυδίκος Ευάγγελος	0	0	0	0	2	0	0	4
Βαν Μπουσχατέν Ρίκη	0	0	2	0	2	0	0	1
Βαραλής Ιωάννης	0	0	0	0	0	0	0	0
Βασιλάκη Μαρία	0	0	0	0	0	0	0	1
Βόγλης Πολυμέρης	0	2	0	0	5	0	0	1
Γαζή Έφη	0	0	1	0	3	0	0	2
Γιακουμάκη Βασιλική	0	0	0	0	2	0	0	0
Γουαρνίδης Πάρις	3	0	0	0	2	0	0	0
Δέλτσου Ελευθερία	0	0	4	0	1	0	0	0
Ζαρίφη Μαρία	0	0	1	0	1	0	0	1
Κοσμά Υβόν	0	0	1	0	1	0	0	0
Κυρτάτας Δημήτρης	0	0	2	0	4	0	0	1
Λαλιώτου Ιωάννα	0	0	1	0	7	0	0	3
Λεβέντη Ιφιγένεια	0	0	1	0	1	0	0	0
Λώλος Γιάννης	0	0	2	0	1	0	0	1
Μαζαράκης-Αιμάν Αλέξανδρος	0	0	0	0	1	0	0	0
Ματθαίου Άννα	0	0	0	0	3	0	0	0
Μουνδρέα-Αγραφιότη Αντίκλεια	0	0	1	0	1	0	0	0
Μπενβενίστι Ρίκα	0	0	0	0	2	0	0	1
Μπιλάλης Μήτσος	0	0	1	0	0	0	0	0
Νικολαΐδου Σήλια-Βασιλική	0	0	0	0	2	0	0	0
Παλιοθόδωρος Δημήτρης	0	0	0	0	1	0	0	1
Παπαηλία Πηνελόπη	0	0	2	0	0	0	0	1
Πίκουλας Γιάννης	0	0	0	0	3	0	0	0
Τουρναβίτου Ιφιγένεια	0	0	1	0	0	0	0	0
Σύνολο	3	2	21	0	48	0	0	19

Πίνακας Α10

	Άρθρα σε ελ. περ. (1-3)	Άρθρα σε ελ. περ. (4-...)	Άρθρα σε ξένα περ.(1-3)	Άρθρα σε ξένα περ.(4-...)	Κεφ. σε βιβλία	Συνέδρια (1-3)	Συνέδρια (4-...)	Βιβλία
Γεωπονία Φυτικής								
Βαρδαβάκης Εμμανουήλ	0	0	1	1	0	0	0	0
Βέλλιος Ευάγγελος	0	0	0	0	0	0	0	0
Γέμτος Θεοφάνης	1	0	0	0	0	1	0	0
Γιαννούλη Περασφώνη	0	0	3	0	0	0	0	0
Γούναρης Ιωάννης	0	0	3	0	0	0	0	1
Δαναλάτος Νικόλαος	0	0	3	2	0	5	0	0
Δημήτρου Ανθή	0	0	9	1	0	0	0	0
Κατσούλας Νικόλαος	0	0	4	0	0	0	0	0
Κίπτας Κωνσταντίνος	1	0	2	0	0	5	0	0
Μαυρομάτης Αθανάσιος	0	0	11	2	0	0	1	0
Νάκας Χρήστος	0	0	8	0	1	6	0	0
Νάνος Γεώργιος	0	0	0	0	0	0	0	0
Παπαδόπουλος Γεώργιος	0	0	2	2	1	6	0	0
Παππάς Αθανάσιος	0	0	4	0	0	3	0	0
Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μαρία	0	0	10	2	0	35	9	0
Σφουγγάρης Αθανάσιος	0	0	0	0	0	1	0	0
Τζώρτζιος Στέλιος	0	0	0	0	0	7	0	0
Τσιρόπουλος Νικόλαος	0	0	7	7	0	0	2	0
Χα Ιμπραχίμ-Αβραάμ	0	0	4	0	0	0	0	0
Σύνολο	2	0	71	17	2	69	12	1

Πίνακας Α11

	Άρθρα σε ελ. περ. (1-3)	Άρθρα σε ελ. περ. (4-...)	Άρθρα σε ξένα περ.(1-3)	Άρθρα σε ξένα περ.(4-...)	Κεφ. σε βιβλία	Συνέδρια (1-3)	Συνέδρια (4-...)	Βιβλία
Γεωπονίας Ιχθυολογίας								
Δαλέζιος Νικόλαος	0	0	6	4	0	5	3	0
Δήμος Γεώργιος	0	0	1	0	0	0	0	0
Θεοδώρου Αθανάσιος	0	0	0	4	0	2	5	1
Κλαουδάτος Σπυριδών	0	0	4	0	0	2	1	0
Νεοφύτου Χρήστος	0	0	1	5	0	0	3	0
Σταμόπουλος Δημήτριος	0	0	3	0	0	0	0	2
Αρβανιτογιάννης Ιωάννης	0	0	14	0	10	0	0	7
Βαφειδής Δημήτριος	0	0	4	0	1	3	1	0
Εξαδάκτυλος Αθανάσιος	0	0	2	1	2	0	9	0
Κορμάς Κωνσταντίνος	0	0	12	3	0	2	4	0
Μεντέ Ελένη	0	0	8	2	0	5	3	0
Μποζάρης Ιωάννης	0	0	4	0	0	4	1	0
Παναγιωτάκη Παναγιώτα	0	0	4	0	0	1	2	0
Πολύμερος Κωνσταντίνος	0	0	4	0	0	6	0	0
Ψιλοβίκας Άρης	0	0	4	1	0	5	0	0
Ματσίωρη Στεριανή	0	0	0	0	0	1	0	0
Νεοφύτου Νικόλαος	0	0	1	3	0	6	3	0
Σκόρδας Κωνσταντίνος	2	0	3	0	0	2	0	0
Τσίκληρας Αθανάσιος	0	0	18	1	5	6	0	0
Κάγκαλου Ιφιγένεια	0	0	6	1	0	6	1	0
Βερύλλης Παναγιώτης	1	0	4	0	0	2	0	0
Γολομάζου Ελένη	1	0	4	2	0	10	3	0
Καραπαναγιωτίδης Γιάννης	0	0	5	1	1	6	0	0
Σύνολο	4	0	112	28	19	74	39	10

Πίνακας Α12

Ιατρική	Άρθρα σε ελ. περ. (1-3)	Άρθρα σε ελ. περ. (4...)	Άρθρα σε ξένα περ.(1-3)	Άρθρα σε ξένα περ.(4...)	Κεφ. σε βιβλία	Συνέδρια (1-3)	Συνέδρια (4...)	Βιβλία
Αγγελόπουλος Νικηφόρος	0	1	11	5	1	1	2	2
Αηδονίδης Ισαάκ	0	0	2	0	0	0	0	0
Αθανασίου Ευάγγελος	0	0	2	1	0	0	0	0
Αντωνικόπουλος Γεώργιος	0	0	1	1	0	0	0	1
Αρβανίτης Δημήτριος	0	0	5	5	0	0	0	0
Ασπράδην Ευτυχία	1	2	1	6	0	0	0	0
Βαμβακόπουλος Νικόλαος	0	0	2	11	0	0	0	0
Βαρυτιμίδης Σωκράτης	0	0	20	4	1	0	0	0
Βασιλάκη Άννα	1	0	8	3	0	0	0	0
Βασιλόπουλος Γεώργιος	0	0	0	0	0	0	0	0
Βάσιου Αικατερίνη	0	0	1	1	0	0	0	0
Βλυχού Μαριάννα	0	1	23	8	0	0	0	0
Βρεζζάκης Γεώργιος	0	0	10	7	0	0	0	0
Γερμέτης Αναστάσιος	2	1	9	24	0	0	0	0
Γεωργιάτσου Ελένη	0	0	1	6	0	0	0	0
Γεωργιάδης Παναγιώτης	3	1	24	9	0	0	0	0
Γιαννακούλας Νικόλαος	0	0	7	7	0	0	0	0
Γιαννούκας Αθανάσιος	0	0	19	14	0	0	0	0
Γκαράς Αντώνιος	0	0	3	1	0	0	0	0
Γουργουλιάνης Κωνσταντίνος	3	0	30	94	0	0	7	1
Γριβέα Ιωάννα	0	0	3	3	0	0	0	0
Δανιήλ Ζωή	1	0	14	8	0	0	0	0
Δαπόντε Αλέξανδρος	0	0	21	3	0	0	0	0
Ζακυνθινός Επαμεινώνδας	1	0	15	13	0	0	0	0
Ζαφειρίου Ευτέρπη	0	0	1	6	0	0	0	0
Ζαχαρούλης Δημήτριος	0	0	22	6	0	0	0	0
Ζητζιράς Ηλίας	0	0	66	24	0	0	0	0
Θεοδώρου Κυριακή	0	0	7	4	0	0	0	0
Ιωάννου Μαρία	0	0	7	11	4	0	0	1
Καλλιπάρης Αθανάσιος	0	0	11	16	0	0	0	0
Κάππας Κωνσταντίνος	0	0	3	15	0	0	0	0
Καραχάλιος Θεόφιλος	0	0	18	13	0	0	0	0
Κατωπόδης Γεώργιος	0	0	1	1	0	0	0	0
Καψαλάκη Ευτυχία	0	0	26	4	0	0	0	0
Καψωριτάκης Ανδρέας	0	0	13	4	0	0	0	0
Κουκούλης Γεώργιος (Αν. Καθηγητής)	0	0	12	4	0	0	0	0
Κουκούλης Γεώργιος (Καθηγητής)	0	0	6	29	0	0	0	0
Κουρτίπουλος Χαράλαμπος	1	0	3	3	0	0	0	0
Κύργιας Γεώργιος	0	0	0	1	0	0	0	0
Κυριάκου Δέσποινα	0	0	11	22	0	0	0	0
Κωστοπούλου Ευανθία	0	0	12	7	0	0	0	0
Λιακόπουλος Βασίλειος	1	0	33	15	0	5	4	0
Λιάκος Παναγιώτης	0	0	6	3	0	0	0	0
Μακαρίτης Κωνσταντίνος	0	0	3	5	0	0	0	0
Μαλιζός Κωνσταντίνος	0	0	29	60	0	0	1	1
Μαρκοπούλου Αικατερίνη	0	0	4	6	0	0	0	0
Ματσούκα Παναγιώτα	0	0	2	8	0	0	0	0
Μελέκος Μιχαήλ	0	0	8	25	0	0	0	0
Μεσσίνης Ιωάννης	0	0	10	48	0	0	0	0
Μολυβδάς Πασχάλης-Αδάμ	0	0	5	31	0	0	7	0
Μουζάς Οδυσσεύς	0	0	6	1	0	0	0	0
Μπαργιώτα Αλεξάνδρα	0	0	1	0	0	0	0	0
Μπαρμπάνης Σωτήριος	0	0	11	4	0	0	0	0
Μπονιάτης Κωνσταντίνος	0	0	2	0	0	0	0	0
Νταϊλιάννα Ζωή	0	0	32	4	1	0	0	0
Νταλέκος Γεώργιος	4	0	10	53	0	0	0	0
Νταφόπουλος Κωνσταντίνος	1	0	19	3	0	0	0	0
Παπαδημητρίου Αλέξανδρος	0	0	5	16	0	0	0	0
Παπανδρέου Χρήστος	0	0	4	2	0	0	0	0
Παρασκευά Ευφροσύνη	0	0	5	5	0	0	0	0
Πατεράκης Κωνσταντίνος	0	0	9	5	0	0	0	0
Πετεινίκη Ευθυμία	0	0	6	9	0	5	10	0
Πιστικός Νικόλαος	1	0	16	0	0	0	0	0
Ποταμιανός Σπυριδών	0	0	6	16	1	0	3	0
Πουλατσίδα Αιμιγόνη	0	0	1	6	0	1	2	0

Πουρνάρας Σπύριδιον	2	0	28	25	0	0	0	0
Ρηγοπούλου Ειρήνη	0	0	32	13	0	0	0	0
Ρουσσάκη Βικτωρία-Αγγελική	0	0	5	4	0	0	0	0
Σακελλαρίδης Νικόλαος	1	1	11	5	0	0	0	0
Σακκάς Λάζαρος	0	0	8	9	0	0	0	0
Σαμαρά Μαρία	0	0	8	4	0	0	0	0
Σγάντζος Μάρκος	0	0	2	3	0	0	0	0
Σίμος Γεώργιος	0	0	4	15	0	0	0	0
Σκεντέρης Νικόλαος	0	0	0	3	0	0	0	0
Σκουλαρίκης Ιωάννης	0	0	2	10	0	0	0	0
Σούκιος Νικόλαος	1	0	1	0	0	0	0	0
Σπελέτας Ματθαίος	3	3	13	6	0	0	0	0
Σταματίου Γεωργία	0	0	5	5	0	1	0	0
Στεφανίδης Ιωάννης	1	0	22	48	0	1	7	0
Συραγιαννόπουλος Γεώργιος	0	0	3	12	1	0	0	0
Τεπετές Κωνσταντίνος	0	0	13	7	0	0	0	0
Τζαβάρας Γεώργιος	0	0	17	4	0	0	0	0
Τζώρτζης Βασίλειος	0	0	12	7	0	0	0	0
Τίγκας Στυλιανός	0	0	1	0	0	0	0	0
Τρυσποσιάδης Φίλιππος	1	0	12	6	0	0	0	0
Τσακάλωφ Ανδρέας	0	1	15	5	0	6	0	0
Τσέζου Ασπασία	0	0	16	31	0	0	0	0
Τσιλιμίγκας Νικόλαος	0	0	5	7	0	0	0	0
Τσιρώνη Ευαγγελία	0	0	3	4	0	0	0	0
Φεζουλίδης Ιωάννης	0	2	1	15	0	0	0	0
Φουντάς Κωνσταντίνος	0	0	72	8	0	0	0	0
Χαντές Μιχαήλ	0	0	16	16	0	3	1	0
Χατζηγεωργίου Γεώργιος	0	3	21	30	0	0	0	0
Χατζηγεωργίου Αποστολία	0	0	10	1	0	0	0	0
Χατζηθεοφίλου Κωνσταντίνος	0	0	1	3	0	0	0	0
Χατζηχριστοδούλου Χρήστος	1	0	18	20	7	1	15	0
Χατζόγλου Χρυσή	0	0	21	6	0	0	0	0
Σύνολο	30	16	1082	1061	16	24	59	6

Πίνακας Α13

	Άρθρα σε ελ. περ. (1-3)	Άρθρα σε ελ. περ. (4-...)	Άρθρα σε ξένα περ.(1-3)	Άρθρα σε ξένα περ.(4-...)	Κεφ. σε βιβλία	Συνέδρια (1-3)	Συνέδρια (4-...)	Βιβλία
Κτηνιατρική								
Κυριαζάκης Ηλίας	0	0	37	31	0	1	3	0
Κραμποβίτης Ηλίας	0	0	10	17	0	0	0	0
Αθανασπούλου Φωτεινή	0	0	22	5	0	0	0	0
Φθονάκης Γεώργιος	0	0	19	19	0	17	0	6
Λεοντίδης Λεωνίδας	0	0	21	13	0	0	0	0
Ροδή-Μπουριέλ Αγγελική	0	0	6	3	0	0	0	0
Τόντης Δημήτριος	0	0	4	2	0	0	0	0
Γκόβαρης Αλέξανδρος	0	0	8	3	0	0	0	0
Πατπάς Ιωάννης	0	0	3	2	0	0	0	0
Μπιλλίνης Χαράλαμπος	0	0	14	15	0	0	0	0
Γαλάτος Απόστολος	0	0	7	2	0	0	0	0
Χριστοδουλάτου Γεώργιος	0	0	15	1	0	0	0	0
Αμοιρίδης Γεώργιος	0	0	6	8	0	0	0	0
Κονισπίδης Γεώργιος	0	0	7	5	0	7	2	0
Σαριδομichelάκης Εμμανουήλ	4	0	17	5	0	8	0	0
Πούρλης Άρης	0	0	7	0	0	2	1	0
Θεοδοσιάδου Αικατερίνη	0	0	4	2	0	0	0	0
Μανωλάκου Αικατερίνη	0	0	0	0	0	0	0	0
Γκουλέτσου Παγώνα	0	0	7	3	0	0	0	0
Γιάγκεας Ηλίας	0	0	7	7	0	0	0	0
Παναζής Παναγιώτης	0	0	7	0	1	2	0	0
Τσιώλη Βασιλική	0	0	4	2	0	0	0	0
Πεζάρα Ανδρέα	0	0	2	0	0	0	0	0
Σύνολο	4	0	234	145	1	37	6	6

Πίνακας Α14

	Άρθρα σε ελ. περ. (1-3)	Άρθρα σε ελ. περ. (4-...)	Άρθρα σε ξένα περ.(1-3)	Άρθρα σε ξένα περ.(4-...)	Κεφ. σε βιβλία	Συνέδρια (1-3)	Συνέδρια (4-...)	Βιβλία
Βιοχημίας και Βιοτεχνολογίας								
Ζίφα Αιμιλία	0	0	2	0	0	0	3	4
Καρπουζάς Δημήτριος	0	0	26	1	2	0	0	1
Καμιώτης Δημήτριος	0	0	4	14	0	0	0	0
Κοντού Μαρία	0	0	2	2	0	8	0	2
Κουρέτας Δημήτριος	0	0	6	28	0	0	0	0
Λεωνίδας Δημήτριος	0	0	10	15	0	0	0	0
Λιαδάκη Καλλιόπη	0	0	3	2	2	2	0	0
Μαθιόπουλος Κώστας	0	0	1	8	0	7	10	0
Μαμούρης Ζήσης	0	0	10	13	0	6	6	2
Μαρκουλάτος Παναγιώτης	0	0	11	18	1	7	14	0
Μόσιαλος Δημήτριος	0	0	7	2	0	0	0	0
Μούτου Αικατερίνη	0	0	7	4	1	1	1	2
Μπαγιάτης Βασίλειος	0	0	0	2	0	1	0	0
Μπαλατσός Νικόλαος	0	0	4	1	1	14	3	1
Παπαδόπουλος Γεώργιος	0	0	3	3	0	0	0	0
Παπαδοπούλου Καλλιόπη	0	0	5	5	0	0	3	1
Σαραφίδου Θεολογία	0	0	4	2	0	0	0	0
Στάγκος Δημήτριος	0	0	9	0	0	7	0	0
Ψαρρά Άννα-Μαρία	0	0	11	1	0	16	0	0
Σύνολο	0	0	125	121	7	69	40	13

Πίνακας Α15

	Άρθρα σε ελ. περ. (1-3)	Άρθρα σε ελ. περ. (4-...)	Άρθρα σε ξένα περ.(1-3)	Άρθρα σε ξένα περ.(4-...)	Κεφ. σε βιβλία	Συνέδρια (1-3)	Συνέδρια (4-...)	Βιβλία
ΤΕΦΑΑ								
Θεοδωράκης Γιάννης	4	2	21	13	0	5	1	6
Κουτεντάκης Γιάννης	0	0	24	32	0	0	0	0
Μπαγιάτης Κωνσταντίνος	0	0	0	0	0	0	0	0
Παπαϊωάννου Αθανάσιος	4	1	21	1	4	0	0	0
Ροντογιάννης Γεώργιος	0	0	1	0	2	0	0	0
Σακελλαρίου Κίμων	0	0	1	2	0	0	0	0
Γαύδας Μάριος	0	0	14	1	0	6	0	3
Κουστέλιος Αθανάσιος	7	3	19	1	10	4	1	0
Παπανικολάου Ζήσης	0	0	8	0	0	0	0	0
Σούλας Δημήτριος	5	0	4	0	0	9	0	0
Γεροδήμος Βασίλειος	8	5	9	0	0	17	8	1
Γιάκας Ιωάννης	1	0	11	3	0	5	1	0
Διγγελίδης Νικόλαος	3	0	1	0	0	1	1	1
Κουθούρης Χάρης	9	0	10	0	1	0	0	0
Πολλάτου Ελιζάνα	10	0	4	0	0	4	0	0
Τζαμούρας Αθανάσιος	3	3	18	15	0	0	0	1
Τσιόκανος Αθανάσιος	5	1	3	5	0	7	4	0
Φαμίσης Κωνσταντίνος	3	0	12	1	0	8	1	3
Χατζηγεωργιάδης Αντώνιος	5	2	19	1	0	3	1	1
Χρόνη Στυλιανή	3	0	6	0	0	1	1	0
Ζήση Βασιλική	2	1	3	0	0	4	1	0
Καρατζαφέρη Χριστίνα	0	0	4	1	0	9	3	0
Κρητικός Αλεξάνδρος	0	0	0	0	0	0	0	0
Μπεκιάρη Αλεξάνδρα	1	0	7	0	0	2	5	0
Παπαστεργίου Μαρίνα	3	0	9	0	1	12	0	0
Χασάνδρα Μαρία	2	0	5	0	0	0	0	3
Σύνολο	78	18	234	76	18	97	28	19

Πίνακας Α16

Τμήμα Οικονομικών Επιστημών	Άρθρα σε ελ. περ. (1-3)	Άρθρα σε ελ. περ. (4-...)	Άρθρα σε ξένα περ.(1-3)	Άρθρα σε ξένα περ.(4-...)	Κεφ. σε βιβλία	Συνέδρια (1-3)	Συνέδρια (4-...)	Βιβλία
Αγραφιότης Γεώργιος	0	0	2	0	0	0	0	0
Αναγνώστου Αγγελική	0	0	3	0	1	1	0	1
Αρβανιτιδής Πασχάλης	2	0	6	0	7	15	0	2
Γείτονα-Κοντούλη Μαίρη	2	0	9	0	5	0	0	1
Γιαννάς Δημήτριος	0	0	7	0	0	0	0	1
Ζαχείλας Λουκάς	0	0	0	0	0	0	0	0
Ζουμπουλάκης Μιχαήλ	1	0	5	0	7	1	0	0
Ιατριδής Γεώργιος	4	0	11	0	1	8	0	0
Κασκαρέλλης Ιωάννης	0	0	6	0	0	0	0	1
Κεβόρκ Ηλίας	2	0	6	0	0	3	0	0
Κόλλιας Χρήστος	1	0	12	0	1	0	0	0
Κυριαζής Νικόλαος	0	0	9	0	0	0	0	0
Μεταξάς Θεόδωρος	0	0	2	0	1	2	0	0
Μπέλου Βικτώρια	0	0	10	0	0	0	0	0
Παπαδάμου Στέφανος	0	0	12	0	0	10	0	0
Παπαρηγόπουλος Ξενοφών	0	0	0	0	1	0	0	1
Τζερεμής Νικόλαος	2	0	16	0	0	17	0	2
Χάλακας Γεώργιος	5	0	35	0	2	23	0	3
Ψαριανός Ιάκωβος	0	0	2	0	0	0	0	0
Σύνολο	19	0	153	0	26	80	0	12

Παράρτημα Β⁶

Παρακάτω παρατίθενται συγκεντρωμένες οι μετρήσεις για κάθε σχολή σε μια σειρά από μεταβλητές.

Πίνακας Β1

Σχολή	Λέκτορες	Επίκουροι	Αναπληρωτές	Καθηγητές	Άρθρα σε ελ. περ. (1-3)	Άρθρα σε ελ. περ. (4-...)	Άρθρα σε ξένα περ.(1-3)	Άρθρα σε ξένα περ.(4-...)
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών	2	3	6	9	2	0	107	43
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας	1	6	6	8	34	2	91	8
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών	4	7	6	3	3	0	100	6
Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών	2	10	2	4	1	0	11	2
Τμήμα Δικτύων	3	5	5	5	0	0	101	5
Παιδαγωγικό Τμ. Δημ. Εκπαίδ.	2	9	3	6	38	0	41	5
Παιδαγωγικό Τμ. Προσχ. Εκπαίδ.	5	9	3	5	2	0	25	4
Παιδαγωγικό Τμ. Ειδικής Αγωγής	5	11	4	4	0	0	80	1
ΙΑΚΑ	3	9	7	5	3	2	21	0
Γεωπονία Φυτικής	4	4	4	7	2	0	71	17
Γεωπονία Ιχθυολογίας	6	9	1	6	4	0	112	28
Ιατρική	16	39	21	21	30	16	1082	1061
Κτηνιατρική	7	3	9	4	4	0	234	145
Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας	10	4	2	3	0	0	125	121
ΤΕΦΑΑ	6	10	4	6	78	18	234	76
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών	8	4	5	2	19	0	153	0

Πίνακας Β2

Σχολή	Κεφ. σε βιβλία	Συνέδρια (1-3)	Συνέδρια (4-...)	Βιβλία Διοικητικό και Τεχνικό Προσωπικό Π.Δ. 407/80	Υποψήφιοι Διδάκτορες	Αριθμ. Εισακτέων Προπτ.		
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών	3	91	47	5	20	22	62	90
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας	110	130	4	17	14	20	93	70
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών	8	49	4	2	7	32	40	80
Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών	28	12	0	24	17	32	9	80
Τμήμα Δικτύων	15	91	11	4	9	25	63	120
Παιδαγωγικό Τμ. Δημ. Εκπαίδ.	38	79	3	40	6	25	42	150
Παιδαγωγικό Τμ. Προσχ. Εκπαίδ.	8	2	0	10	5	25	47	130
Παιδαγωγικό Τμ. Ειδικής Αγωγής	15	22	1	20	8	18	51	110
ΙΑΚΑ	48	0	0	19	5	17	37	110
Γεωπονία Φυτικής	2	69	12	1	9	25	46	70
Γεωπονία Ιχθυολογίας	19	74	39	10	11	20	16	70
Ιατρική	16	24	59	6	46	36	477	70
Κτηνιατρική	1	37	6	6	13	29	46	50
Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας	7	69	40	13	13	9	31	80
ΤΕΦΑΑ	18	97	28	19	19	17	12	140
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών	26	80	0	12	6	6	17	170

⁶ Έχει δημιουργηθεί με το πρόγραμμα excel του Microsoft Office και την εντολή print screen.

Πίνακας Β3

Σχολή	Αριθμ. Αποφοίτων Προπτ.	Αριθμ. Εισακτέων Μεταπτ.	Αριθμ. Αποφοίτων Μεταπτ.	Χρόνια Λειτουργίας
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών	31	42	18	24
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας	45	95	59	20
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών	40	34	31	16
Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών	79	0	0	10
Τμήμα Δικτύων	71	47	25	9
Παιδαγωγικό Τμ. Δημ. Εκπαιδ.	125	134	51	24
Παιδαγωγικό Τμ. Προσχ. Εκπαιδ.	105	60	9	25
Παιδαγωγικό Τμ. Ειδικής Αγωγής	87	0	0	16
ΙΑΚΑ	91	74	16	16
Γεωπονία Φυτικής	41	80	34	25
Γεωπονία Ιχθυολογίας	11	38	20	7
Ιατρική	54	159	44	24
Κτηνιατρική	30	47	21	16
Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας	30	100	0	9
ΤΕΦΑΑ	78	77	9	25
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών	108	40	0	10

Με βάση τις παραπάνω μετρήσεις καταλήγουμε στις μεταβλητές όπου θα χρησιμοποιηθούν στο υπόδειγμα ΠΑΔ. Στο υπόδειγμα θα χρησιμοποιήσουμε τρεις εισροές: διδακτικό προσωπικό, βοηθητικό προσωπικό και φοιτητές, και δύο εκροές: έρευνα και απόφοιτοι. Στον πίνακα φαίνεται και ο τρόπος υπολογισμού των μεταβλητών.

Πίνακας Β4

Τελικές Μεταβλητές	Εισροές			Εκροές	
	Διδακτικό προσωπικό	Βοηθητικό προσωπικό	Φοιτητές	Έρευνα	Απόφοιτοι
Σχολή					
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών	15,5		32	119,942	191,34
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης	15,75		27	179,58	289,09
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών	12		35,5	89,284	140,75
Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών	11		40,5	35,64	56,48
Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογ. Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων	12		29,5	134,262	170,05
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης	13,25		28	181,194	176,66
Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης	13		27,5	130,25	42,36
Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής	13,75		22	87,63	117,96
Τμήμα Ιστορίας Αρχαιολογίας και Κοινωνικής Ανθρωπολογίας	15,5		19,5	122,914	71,73
Γεωπονία Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος	13		29,5	122,59	123,17
Γεωπονία Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος	12,75		25,5	64,618	195,71
Ιατρική	60,25		59	606,204	1606,23
Κτηνιατρική	14		35,5	93,952	326,69
Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας	9		15,5	124,24	236,16
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού	15,5		26,5	109,902	424,46
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών	9,75		9	100,25	241,92
<p>Διδακτικό προσωπικό= 1*καθηγητές + 0,75 * αναπληρωτές + 0,5 * επίκουροι + 0,25 * λέκτορες Βοηθητικό προσωπικό= 1 * Π. Δ. 407/80 + 0,5 * Διοικητικό και τεχνικό προσωπικό Φοιτητές= 1 * διδάκτορες + 0,666 * μεταπτυχιακοί φοιτητές + 0,333 * προπτυχιακοί φοιτητές Έρευνα= 1 * ξένα άρθρα (1-3) + 0,86 * ελληνικά άρθρα (1-3) + 0,71 * βιβλία + 0,71 * κεφ. σε βιβλία + 0,57 * Συνέδρια (1-3) + 0,43 * ξένα άρθρα (4-...) + 0,29 * ελληνικά άρθρα (4-...) + 0,14 * Συνέδρια (4-...) Απόφοιτοι= 1 * μεταπτυχιακοί φοιτητές (απόφοιτοι) + 0,5 * προπτυχιακοί φοιτητές (απόφοιτοι)</p>					

Παράρτημα Γ⁷

Στο Παράρτημα Γ παρατίθεται η λύση του οριοθετημένου ως προς τις εκροές μοντέλου ΠΑΔ σταθερών αποδόσεων κλίμακας (*output oriented CRS DEA model*).

Πίνακας Γ1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Τελικές Μεταβλητές	Εισροές			Εκροές					
2	Σχολή	Διδακτικό προσωπικό	Βοηθητικό προσωπικό	Φοιτητές	Έρευνα	Απόφοιτοι		λ	Σκορ	Αποδοτικότητα
3	Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών	15,5	32	119,942	191,34	33,5		0	1,88650877	0,530079698
4	Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας	15,75	27	179,58	289,09	81,5		0	1,206371975	0,828931723
5	Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών	12	35,5	89,284	140,75	51		0	1,187323684	0,842230315
6	Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών	11	40,5	35,64	56,48	39,5		0	1	1
7	Τμήμα Δικτύων	12	29,5	134,262	170,05	60,5		0	1,319272274	0,757993645
8	Παιδαγωγικό Τμ. Δημ. Εκπαίδ.	13,25	28	181,194	176,66	113,5		3E-12	1	1
9	Παιδαγωγικό Τμ. Προσχ. Εκπαίδ.	13	27,5	130,25	42,36	61,5		0	1,385482764	0,721770076
10	Παιδαγωγικό Τμ. Ειδικής Αγωγής	13,75	22	87,63	117,96	43,5		0	1,302527238	0,767738263
11	ΙΑΚΑ	15,5	19,5	122,914	71,73	61,5		0	1,255963528	0,796201464
12	Γεωπονία Φυτικής	13	29,5	122,59	123,17	54,5		0	1,466202024	0,682034251
13	Γεωπονία Ιχθυολογίας	12,75	25,5	64,618	195,71	25,5		0	1,223563667	0,817284811
14	Ιατρική	60,25	59	606,204	1606,23	71		0	1	1
15	Κτηνιατρική	14	35,5	93,952	326,69	36		0	1,110711741	0,900323606
16	Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας	9	15,5	124,24	236,16	15		0	1,043617231	0,95820572
17	ΤΕΦΑΑ	15,5	26,5	109,902	424,46	48		0	1	1
18	Τμήμα Οικονομικών Επιστημών	9,75	9	100,25	241,92	54		1	1	1
19										
20		Σύνολο		Υπό εξέταση	16	Αποδοτικότητα				
21	Περιορισμοί	Αναφοράς		ΜΛΑ		1				
22	Διδακτικό προσωπικό	9,75		9,75						
23	Βοηθητικό προσωπικό	9		9						
24	Φοιτητές	100,25		100,25						
25	Έρευνα	241,92		241,92						
26	Απόφοιτοι	54		54						

Στην στήλη I (Σκορ), παρατηρούμε ότι τοποθετήθηκαν τα αποτελέσματα του μοντέλου για κάθε ΜΛΑ, τα οποία όμως δεν είναι οι τιμές των αποδοτικότητας. Οι αποδοτικότητες υπολογίζονται στην διπλανή στήλη J ως 1/Σκορ. Επίσης, στον πίνακα παρουσιάζονται οι μεταβλητές και οι περιορισμούς, οι οποίοι παίρνουμε διαφορετικές τιμές για κάθε ΜΛΑ.

Αφού έχουμε υπολογίσει τις αποδοτικότητες, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζεται στον υπολογισμό των άριστων λ_j (σκιώδεις τιμές). Οι σκιώδεις τιμές του κάθε τμήματος παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

⁷ Έχει δημιουργηθεί με το πρόγραμμα excel του Microsoft Office και την εντολή print screen.

Πίνακας Γ2

K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών	0	0	0	0,198662	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,485972	0,593042
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας	0	0	0	0	0	0,276416	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,239742
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών	0	0	0	0,514079	0	0,127261	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,477839
Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,74E-13	0
Τμήμα Δικτύων	0	0	0	0,076491	0	0,37375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,636555
Παιδαγωγικό Τμ. Δημ. Εκπαίδ.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6E-14
Παιδαγωγικό Τμ. Προσχ. Εκπαίδ.	0	0	0	0,210685	0	0,677402	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Παιδαγωγικό Τμ. Ειδικής Αγωγής	0	0	0	0,320525	0	0,185563	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,424774
ΙΑΚΑ	0	0	0	0,014461	0	0,675511	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Γεωπονία Φυτικής	0	0	0	0,369903	0	0,400307	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,367815
Γεωπονία Ιχθυολογίας	0	0	0	0,124458	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5476	0
Ιατρική	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1,98E-11	0
Κτηνιατρική	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,854871	0
Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,580645	0
ΤΕΦΑΑ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών	0	0	0	0	0	2,99E-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Με τις αποδοτικότητες και τα άριστα λ_j να έχουν υπολογιστεί, μένει να υπολογιστούν οι χαλαρές μεταβλητές (slacks), οι οποίες παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας Γ3

Σχολή	Διδακτικό προσωπικό	Βοηθητικό προσωπικό	Φοιτητές	Έρευνα	Απόφοιτοι
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών	0	5,738560136	0	0	0
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας	0	8,10266582	5,210893699	0	0
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών	0	6,815957945	0	0	0
Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών	0	0	0	0	0
Τμήμα Δικτύων	0	10,20811374	0	0	0
Παιδαγωγικό Τμ. Δημ. Εκπαίδ.	0	0	0	0	0
Παιδαγωγικό Τμ. Προσχ. Εκπαίδ.	1,70688783	0	0	72,88028475	0
Παιδαγωγικό Τμ. Ειδικής Αγωγής	3,623967821	0	0	0	0
ΙΑΚΑ	6,390400575	0	0	30,06234137	0
Γεωπονία Φυτικής	0,040805391	0	0	0	0
Γεωπονία Ιχθυολογίας	2,893166952	5,948068069	0	0	0
Ιατρική	0	0	0	0	0
Κτηνιατρική	0,749504103	12,84592637	0	0	1,048171073
Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας	0	0,112903226	60,42593548	0	12,21670928
ΤΕΦΑΑ	0	0	0	0	0
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών	0	0	0	0	0

Παράρτημα Δ⁸

Στο Παράρτημα Δ παρατίθενται τα αποτελέσματα του οριοθετημένου ως προς τις εκροές μοντέλου ΠΑΔ μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας (*output oriented VRS DEA model*).

Πίνακας Δ1

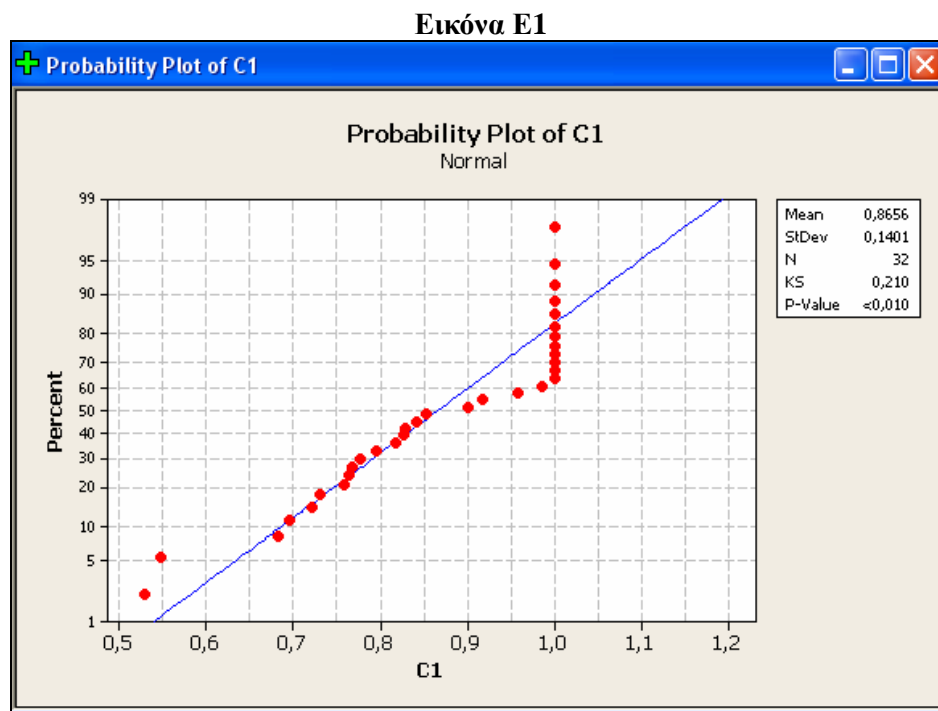
Τελικές Μεταβλητές	Εισροές			Εκροές		λ	Σκορ	Αποδοτικότητα	
	Διδακτικό προσωπικό	Βοηθητικό προσωπικό	Φοιτητές	Έρευνα	Απόφοιτοι				
Σχολή									
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών	15,5		32	119,942	191,34	33,5	0	1,823796792	0,5483067
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας	15,75		27	179,58	289,09	81,5	0	1,090549337	0,91696906
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών	12		35,5	89,284	140,75	51	0	1,172769082	0,852682779
Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών	11		40,5	35,64	56,48	39,5	0	1	1
Τμήμα Δικτύων	12		29,5	134,262	170,05	60,5	0	1,310375671	0,763139931
Παιδαγωγικό Τμ. Δημ. Εκπαίδ.	13,25		28	181,194	176,66	113,5	3E-12	1	1
Παιδαγωγικό Τμ. Προσχ. Εκπαίδ.	13		27,5	130,25	42,36	61,5	0	1,368345848	0,730809394
Παιδαγωγικό Τμ. Ειδικής Αγωγής	13,75		22	87,63	117,96	43,5	0	1,287559555	0,776663104
ΙΑΚΑ	15,5		19,5	122,914	71,73	61,5	0	1,208489908	0,827478983
Γεωπονία Φυτικής	13		29,5	122,59	123,17	54,5	0	1,439328319	0,694768516
Γεωπονία Ιχθυολογίας	12,75		25,5	64,618	195,71	25,5	0	1	1
Ιατρική	60,25		69	606,204	1606,23	71	0	1	1
Κτηνιατρική	14		35,5	93,952	326,69	36	0	1,014757582	0,985457037
Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας	9		15,5	124,24	236,16	15	0	1	1
ΤΕΦΑΑ	15,5		26,5	109,902	424,46	48	0	1	1
Τμήμα Οικονομικών Επιστημών	9,75		9	100,25	241,92	54	1	1	1
	Σύνολο					16			
Περιορισμοί	Αναφοράς			Υπό εξέταση					
				ΜΑΑ		Αποδοτικότητα			
Διδακτικό προσωπικό	9,75			9,75		1			
Βοηθητικό προσωπικό	9			9					
Φοιτητές	100,25			100,25					
Έρευνα	241,92			241,92					
Απόφοιτοι	54			54					
Σλ	1			1					

⁸ Έχει δημιουργηθεί με το πρόγραμμα excel του Microsoft Office και την εντολή print screen.

Παράρτημα Ε⁹

Σε αυτό το κομμάτι παρουσιάζονται κάποια σχετικά αποτελέσματα από το πρόγραμμα MINITAB 15.

Αρχικά θα ελέγξουμε αν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους τα αποτελέσματα των μοντέλων σταθερών και μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας. Ελέγχουμε αν οι τιμές κατανέμονται κανονικά με το τεστ Kolmogorov-Smirnov:



Καθώς $P < \alpha$ απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση, οπότε οι τιμές των αποδοτικότητων δεν κατανέμονται κανονικά. Άρα για να ελέγξουμε αν διαφέρουν τα δύο μοντέλα στατιστικά μεταξύ τους θα εφαρμόσουμε μη παραμετρική διαδικασία και συγκεκριμένα το τεστ Mann-WhitneyQ:

H_0 : Οι δύο πληθυσμοί είναι ίδιοι

H_1 : Οι δύο πληθυσμοί είναι διαφορετικοί

⁹ Έχει δημιουργηθεί με το πρόγραμμα MINITAB 15 και την εντολή print screen.

Πίνακας Ε1

Mann-Whitney Test and CI: CRS; VRS		
	N	Median
CRS	16	0,8356
VRS	16	0,9513
Point estimate for ETA1-ETA2 is -0,0070		
95,2 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0,1578;0,0522)		
W = 245,5		
Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,4975		
The test is significant at 0,4859 (adjusted for ties)		

Όπως παρατηρείται, το τεστ είναι σημαντικό σε επίπεδο 0,4859. Καθώς η τιμή αυτή η οποία αντιπροσωπεύει το P είναι μεγαλύτερη από το α , όπου α όλα τα συνήθη επίπεδα εμπιστοσύνης (0,01, 0,05, 0,1), δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και οι δύο πληθυσμοί είναι ίδιοι (Χάλκος, 2000).

Στη συνέχεια, θα ελεγχθεί αν διαφέρουν στατιστικά τα αποτελέσματα των αποδοτικότητων ανάμεσα στα τμήματα, με βάση τα χρόνια λειτουργίας τους. Τα τμήματα χωρίζονται σε τρεις ομάδες, αυτά που λειτουργούν από είκοσι χρόνια και πάνω, αυτά που λειτουργούν δεκαέξι χρόνια και αυτά που λειτουργούν από δέκα χρόνια και κάτω. Ο έλεγχος γίνεται και πάλι με το μη παραμετρικό τεστ Mann-Whitney το οποίο εφαρμόζεται ανά ζευγάρια στις τρεις κατηγορίες τμημάτων και τα αποτελέσματα είναι τα ακόλουθα:

Πίνακας Ε2

Mann-Whitney Test and CI: 20<; 16		
	N	Median
20<	7	0,8289
16	4	0,8192
Point estimate for ETA1-ETA2 is 0,0097		
95,3 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0,2376;0,2038)		
W = 42,0		
Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 1,0000		
The test is significant at 1,0000 (adjusted for ties)		

Mann-Whitney Test and CI: 20<; 10>		
	N	Median
20<	7	0,8289
10>	5	0,9582
Point estimate for ETA1-ETA2 is -0,0362		
96,5 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0,3180;0,1827)		
W = 42,0		
Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,6261		
The test is significant at 0,6134 (adjusted for ties)		
Mann-Whitney Test and CI: 16; 10>		
	N	Median
16	4	0,8192
10>	5	0,9582
Point estimate for ETA1-ETA2 is -0,0997		
96,3 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0,2323;0,0843)		
W = 16,0		
Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,3913		

Και στις τρεις περιπτώσεις ισχύει ότι $P > \alpha$ ($P=1, 0,6134$ και $0,3913$ αντίστοιχα) όποτε δεν απορρίπτουμε την H_0 σε καμία από τις τρεις περιπτώσεις και οι τρεις πληθυσμοί είναι ίσοι (Χάλκος, 2000).

Έπειτα, θα ελεγχθεί αν τα μοντέλα που δημιουργήθηκαν από την αφαίρεση μεταβλητών στο τμήμα της ανάλυσης ευαισθησίας διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους και με το αρχικό μοντέλο. Για τον έλεγχο αυτό επιλέχθηκε το μη παραμετρικό τεστ Kruskal-Wallis:

H_0 : Οι πληθυσμοί είναι ίδιοι

H_1 : Οι πληθυσμοί είναι διαφορετικοί

Πίνακας Ε3

Kruskal-Wallis Test: C9 versus C10				
Kruskal-Wallis Test on C9				
C10	N	Median	Ave Rank	Z
1	16	0,8356	60,7	1,91
2	16	0,7983	56,2	1,21
3	16	0,8356	57,4	1,40
4	16	0,6738	45,0	-0,55
5	16	0,7031	38,5	-1,57
6	16	0,5022	33,2	-2,41
Overall	96		48,5	
H = 13,06 DF = 5 P = 0,023				
H = 13,24 DF = 5 P = 0,021 (adjusted for ties)				

Από τους πίνακες της κατανομής X^2 με $k-1=6-1=5$ βαθμούς ελευθερίας η κριτική τιμή για $\alpha=0,05$ είναι 11,070. Καθώς η τιμή $H=13,24$ είναι μεγαλύτερη της κριτικής τιμής, απορρίπτουμε την H_0 και οι πληθυσμοί είναι διαφορετικοί (Χάλκος, 2000). Για να ελεγχθεί ποιος ή ποιοι πληθυσμοί διαφέρουν, διεξάγονται ζευγαρωτά τεστ Mann-Whitney:

Πίνακας Ε4

Mann-Whitney Test and CI: Πλήρες Μοντέλο; Διδακτικό Πρ.		
	N	Median
Πλήρες Μοντέλο	16	0,8356
Διδακτικό Πρ.	16	0,7983
Point estimate for ETA1-ETA2 is 0,0089		
95,2 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0,0593;0,1571)		
W = 280,5		
Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,5465		
The test is significant at 0,5401 (adjusted for ties)		
Mann-Whitney Test and CI: Πλήρες Μοντέλο; Βοηθητικό Πρ.		
	N	Median
Πλήρες Μοντέλο	16	0,8356
Βοηθητικό Πρ.	16	0,8356
Point estimate for ETA1-ETA2 is -0,0000		
95,2 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0,0997;0,1355)		
W = 274,5		
Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,7063		
The test is significant at 0,7029 (adjusted for ties)		

Mann-Whitney Test and CI: Πλήρες Μοντέλο; Φοιτητές

	N	Median
Πλήρες Μοντέλο	16	0,8356
Φοιτητές	16	0,6738

Point estimate for ETA1-ETA2 is 0,1473
 95,2 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0,0117;0,2809)
 W = 303,0
 Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,1468
 The test is significant at 0,1422 (adjusted for ties)

Mann-Whitney Test and CI: Πλήρες Μοντέλο; Έρευνα

	N	Median
Πλήρες Μοντέλο	16	0,8356
Έρευνα	16	0,7031

Point estimate for ETA1-ETA2 is 0,1767
 95,2 Percent CI for ETA1-ETA2 is (0,0211;0,3120)
 W = 328,5
 Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0159
 The test is significant at 0,0150 (adjusted for ties)

Mann-Whitney Test and CI: Πλήρες Μοντέλο; Απόφοιτοι

	N	Median
Πλήρες Μοντέλο	16	0,8356
Απόφοιτοι	16	0,5022

Point estimate for ETA1-ETA2 is 0,2966
 95,2 Percent CI for ETA1-ETA2 is (0,0125;0,4824)
 W = 328,0
 Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0167
 The test is significant at 0,0161 (adjusted for ties)

Mann-Whitney Test and CI: Διδακτικό Πρ.; Βοηθητικό Πρ.

	N	Median
Διδακτικό Πρ.	16	0,7983
Βοηθητικό Πρ.	16	0,8356

Point estimate for ETA1-ETA2 is 0,0000
 95,2 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0,1562;0,0998)
 W = 260,0
 Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,8951
 The test is significant at 0,8939 (adjusted for ties)

Mann-Whitney Test and CI: Διδακτικό Πρ.; Φοιτητές

	N	Median
Διδακτικό Πρ.	16	0,7983
Φοιτητές	16	0,6738

Point estimate for ETA1-ETA2 is 0,1070
 95,2 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0,0502;0,2481)
 W = 297,0
 Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,2206
 The test is significant at 0,2155 (adjusted for ties)

Mann-Whitney Test and CI: Διδακτικό Πρ.; Έρευνα

	N	Median
Διδακτικό Πρ.	16	0,7983
Έρευνα	16	0,7031

Point estimate for ETA1-ETA2 is 0,1336
 95,2 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0,0000;0,2781)
 W = 316,5
 Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0500
 The test is significant at 0,0482 (adjusted for ties)

Mann-Whitney Test and CI: Διδακτικό Πρ.; Απόφοιτοι

	N	Median
Διδακτικό Πρ.	16	0,7983
Απόφοιτοι	16	0,5022

Point estimate for ETA1-ETA2 is 0,2574
 95,2 Percent CI for ETA1-ETA2 is (0,0117;0,4477)
 W = 322,5
 Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0288
 The test is significant at 0,0280 (adjusted for ties)

Mann-Whitney Test and CI: Βοηθητικό Πρ.; Φοιτητές

	N	Median
Βοηθητικό Πρ.	16	0,8356
Φοιτητές	16	0,6738

Point estimate for ETA1-ETA2 is 0,1169
 95,2 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0,0265;0,2734)
 W = 299,0
 Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,1935
 The test is significant at 0,1900 (adjusted for ties)

Mann-Whitney Test and CI: Βοηθητικό Πρ.; Έρευνα

	N	Median
Βοηθητικό Πρ.	16	0,8356
Έρευνα	16	0,7031

Point estimate for ETA1-ETA2 is 0,1637
 95,2 Percent CI for ETA1-ETA2 is (0,0001;0,2987)
 W = 317,0
 Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0479
 The test is significant at 0,0467 (adjusted for ties)

Mann-Whitney Test and CI: Βοηθητικό Πρ.; Απόφοιτοι

	N	Median
Βοηθητικό Πρ.	16	0,8356
Απόφοιτοι	16	0,5022

Point estimate for ETA1-ETA2 is 0,2564
 95,2 Percent CI for ETA1-ETA2 is (0,0126;0,4803)
 W = 325,0
 Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0226
 The test is significant at 0,0221 (adjusted for ties)

Mann-Whitney Test and CI: Φοιτητές; Έρευνα

	N	Median
Φοιτητές	16	0,6738
Έρευνα	16	0,7031

Point estimate for ETA1-ETA2 is 0,0330
 95,2 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0,1452;0,2631)
 W = 276,0
 Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,6647
 The test is significant at 0,6631 (adjusted for ties)

Mann-Whitney Test and CI: Φοιτητές; Απόφοιτοι

	N	Median
Φοιτητές	16	0,6738
Απόφοιτοι	16	0,5022

Point estimate for ETA1-ETA2 is 0,1033
 95,2 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0,0420;0,3419)
 W = 303,5
 Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,1416
 The test is significant at 0,1403 (adjusted for ties)

Mann-Whitney Test and CI: Έρευνα; Απόφοιτοι		
	N	Median
Έρευνα	16	0,7031
Απόφοιτοι	16	0,5022

Point estimate for ETA1-ETA2 is 0,0682
 95,2 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0,1911;0,3068)
 W = 286,0
 Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,4178
 The test is significant at 0,4169 (adjusted for ties)

Όπως είναι εμφανές από τα παραπάνω, η μηδενική υπόθεση περί ισότητας των πληθυσμών παραβιάζεται σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις που συμπεριλαμβάνονται τα μοντέλα όπου αφαιρέθηκαν οι μεταβλητές έρευνα και απόφοιτοι. Άρα, το μοντέλο παρουσιάζει ευαισθησία στην αφαίρεση των εκροών.

Τέλος, ελέγχεται αν τα μοντέλα που δημιουργήθηκαν από την αφαίρεση των αποδοτικών ΜΛΑ διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους. Για τις ανάγκες της ανάλυσης χρησιμοποιείται και πάλι το μη παραμετρικό τεστ Kruskal-Wallis:

Πίνακας Ε5

Kruskal-Wallis Test: C9 versus C10				
Kruskal-Wallis Test on C9				
C10	N	Median	Ave Rank	Z
1	15	0,8289	44,1	-0,23
2	15	0,8578	46,7	0,19
3	15	0,9003	50,6	0,83
4	15	0,8289	41,7	-0,62
5	15	0,8422	45,4	-0,02
6	15	0,8573	44,5	-0,16
Overall	90		45,5	

H = 0,99 DF = 5 P = 0,963
 H = 1,02 DF = 5 P = 0,961 (adjusted for ties)

Από τους πίνακες της κατανομής X^2 με $k-1=6-1=5$ βαθμούς ελευθερίας η κριτική τιμή για $\alpha=0,05$ είναι 11,070. Καθώς η τιμή $H=1,02$ είναι μικρότερη της κριτικής τιμής, δεν απορρίπτουμε την H_0 και οι πληθυσμοί είναι ίδιοι (Χάλκος, 2000).