



**ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΥΠΡΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΡΑΠΕΖΙΚΗ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ»**

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΑΣΤΕΡ

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΕΜΠΟΡΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ
ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ**

ΣΙΑΡΚΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΙΩΑΝΝΗΣ ΝΤΟΚΑΣ

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΪΟΣ 2015

Πίνακας περιεχομένων

Λίστα Πινάκων.....	4
Λίστα Διαγραμμάτων.....	4
Περίληψη.....	5
Abstract.....	6
Ευχαριστίες.....	7
Εισαγωγή.....	8
Κεφάλαιο 1.....	10
Ανάλυση Βασικών Εννοιών.....	10
1.1 Οι έννοιες της Παραγωγικότητας-Αποτελεσματικότητας.....	10
1.1.1 Παραγωγικότητα.....	10
1.1.2 Αποτελεσματικότητα.....	11
1.1.3 Τεχνική Αποτελεσματικότητα - TE.....	11
1.1.4 Αποτελεσματικότητα Κλίμακας ή Μεγέθους - SE.....	12
1.1.5 Αναδιανεμητική Αποτελεσματικότητα - AE.....	12
Κεφάλαιο 2.....	13
Μέθοδοι Αξιολόγησης Αποτελεσματικότητας.....	13
2.1 Παραμετρικές Μέθοδοι Ανάλυσης.....	13
2.1.1 Στοχαστική Μέθοδος Ανάλυσης Ορίου.....	14
2.2 Μη Παραμετρικές Μέθοδοι Ανάλυσης.....	16
Κεφάλαιο 3.....	18
Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων.....	18
3.1 Γενικά για την DEA.....	18
3.2 Εξέλιξη της μεθόδου DEA.....	20
3.3 Γραφική αναπαράσταση της μεθόδου.....	22
3.3.1 Τεχνική & αναδιανεμητική αποτελεσματικότητα και DEA.....	24
3.3.2 Αποτελεσματικότητα Κλίμακας και DEA.....	28
3.4 Εφαρμογή της DEA.....	30
3.5 Μαθηματική διατύπωση του μοντέλου της DEA - Τα μοντέλα VRS και CRS.....	31
3.5.1 Σταθερές αποδόσεις κλίμακας, προσανατολισμός στις εισροές.....	32
3.5.2 Σταθερές αποδόσεις κλίμακας, προσανατολισμός στις εκροές.....	33
3.5.3 Μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας, προσανατολισμός στις εισροές.....	33
3.5.4 Μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας, προσανατολισμός στις εκροές.....	34
3.6 Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα της DEA.....	34

3.7	Σύγκριση Παραμετρικών Μεθόδων και DEA	36
3.8	Βιβλιογραφική ανασκόπηση της μεθόδου DEA	39
	Κεφάλαιο 4	43
	Διεξαγωγή της μεθόδου DEA στο πεδίο εφαρμογής	43
4.1	Μεθοδολογικό πλαίσιο της έρευνας	43
4.2	Ανάλυση Κλάδων Έρευνας	44
4.2.1	Τρόφιμα-Γαλακτοβιομηχανία	44
4.2.2	Προϊόντα από Ελαστική και Πλαστική Ύλη - Κλωστοϋφαντουργία	47
4.3	Διεξαγωγή και Αποτελέσματα εφαρμογής DEA	50
4.3.1	Αποτελέσματα με μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας	52
4.3.2	Αποτελέσματα με σταθερές αποδόσεις κλίμακας	56
4.3.3	Αποτελεσματικότητα Κλίμακας	62
	Κεφάλαιο 5	65
	Παράγοντες που επηρεάζουν την τεχνική αποτελεσματικότητα	65
5.1	Οι παράγοντες που καθορίζουν την τεχνική αποτελεσματικότητα	65
5.2	Η εκτίμηση μέσω της μεθόδου OLS	67
5.3	Hausman Test και Δεδομένα Panel	69
	Συμπεράσματα	73
	Βιβλιογραφία	76
	Ελληνική Βιβλιογραφία	76
	Ξένη Βιβλιογραφία	76

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά Παραμετρικών Μεθόδων και DEA	38
Πίνακας 2. Δείκτης βιομηχανικής παραγωγής, Μεταποίηση.....	50
Πίνακας 3. Αποτελέσματα εταιρειών, 2008-2013 (μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας)	52
Πίνακας 4. Βελτιώσεις των εισροών για το έτος 2013 (μεταβλητές αποδόσεις)	54
Πίνακας 5. Πίνακας ποσοστιαίων βελτιώσεων (μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας, 2013)	56
Πίνακας 6. Αποτελέσματα εταιρειών, 2008-2013 (σταθερές αποδόσεις κλίμακας)	57
Πίνακας 7. Αποδόσεις κλίμακας, 2008-2013	59
Πίνακας 8. Βελτιώσεις των εισροών για το έτος 2013 (σταθερές αποδόσεις).....	60
Πίνακας 9. Πίνακας ποσοστιαίων βελτιώσεων (σταθερές αποδόσεις κλίμακας, 2013).....	62
Πίνακας 10. Αποτελεσματικότητα κλίμακας, 2008-2013	63
Πίνακας 11. Αποτελέσματα ελέγχων Hausman	70
Πίνακας 12. Αποτελέσματα παλινδρόμησης random effects με εξαρτημένη μεταβλητή την TECRS.....	70
Πίνακας 13. Αποτελέσματα παλινδρόμησης fixed effects με εξαρτημένη μεταβλητή την TEVRS	70

Λίστα Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. Ετήσιες μεταβολές (%) στις βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις.....	45
Διάγραμμα 2. Ετήσιες μεταβολές (%) στον κύκλο εργασιών	46
Διάγραμμα 3. Μεικτό περιθώριο κέρδους ανά υποκλάδο.....	46
Διάγραμμα 4. Απόκλιση τεχνικής αποτελεσματικότητας με μεταβλητές αποδόσεις	54
Διάγραμμα 5. Απόκλιση τεχνικής αποτελεσματικότητας με σταθερές αποδόσεις	58

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια της οικονομικής κρίσης στη χώρα μας, οι επιχειρήσεις λειτουργούν σε ένα δύσκολο, ασταθές και ανταγωνιστικό περιβάλλον και αρκετές από αυτές μάχονται για την επιβίωσή τους. Η αναγκαιότητα για διατήρηση και βελτίωση της αποτελεσματικότητάς τους είναι περισσότερο από ποτέ έντονη. Για το λόγο αυτό γίνονται προσπάθειες από τις επιχειρήσεις να αλλάξουν τον τρόπο παραγωγής τους ώστε να γίνουν περισσότερο αποδοτικές (αποτελεσματικές). Η παρούσα εργασία χρησιμοποιεί την Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (DEA), μια μη-παραμετρική μέθοδο για την εκτίμηση των λειτουργιών παραγωγής, προκειμένου να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα σε 40 εμποροβιομηχανικές ελληνικές επιχειρήσεις, κατά τη διάρκεια των ετών 2008-2013. Από την ανάλυση μέσω της DEA προκύπτουν σημαντικά ευρήματα που αφορούν την εξέλιξη των εταιρειών και προτείνονται οι βελτιώσεις στις οποίες πρέπει να προβούν. Οι επιχειρήσεις αυτές, ειδικότερα μέσα στο περιβάλλον της οικονομικής ύφεσης που λειτουργούν, χρειάζεται κυρίως να μεγιστοποιούν τα κέρδη τους, χρησιμοποιώντας τους διαθέσιμους πόρους τους οικονομικότερα. Προκειμένου η μελέτη να ολοκληρωθεί, μετά την ανάλυση της τεχνικής αποτελεσματικότητας, διεξάγεται μια στατιστική μέθοδος για την εκτίμηση των παραγόντων που επηρεάζουν τις επιχειρήσεις και εμποδίζουν την αύξηση της τεχνικής αποτελεσματικότητας.

Λέξεις Κλειδιά: τεχνική αποτελεσματικότητα, DEA, επιχειρήσεις.

Abstract

During the last years of the economic crisis in Greece, companies operate in a difficult, unstable and competitive environment while many of them are struggling for their survival. The necessity for both the continuation and improvement of their efficiency is more than ever required. For that reason companies make efforts to change their production process in order to become more efficient (effective). This paper uses Data Envelopment Analysis (DEA), a non-parametric approach, for estimating production functions in order to assess the effectiveness of forty Greek commercial and industrial enterprises, during the years 2008-2013. From the analysis following DEA, we extract useful results regarding the enterprises progress and we suggest several improvements that need to be done. These companies, which mainly operate in a rigid environment, need to maximize their profits, using the available resources more economically. In order to complete the study, further to the technical efficiency analysis, a statistical analysis is also conducted, with the aim of evaluating the factors that affect and prevent the increase of the technical efficiency.

Key Words: technical efficiency, DEA, companies

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Ιωάννη Ντόκα, για τη συνεχή καθοδήγηση και τις γνώσεις που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων ακαδημαϊκών ετών στο πλαίσιο της θεματικής ενότητας «Λογιστική» αλλά κυρίως στο στάδιο εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου διατριβής. Η συμβολή του ήταν καθοριστική τόσο στην επιλογή του θέματος όσο και στην ολοκλήρωση της παρούσας μελέτης.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στους γονείς μου που με έμαθαν να αγαπώ τη γνώση και την πρόοδο και που είναι πάντα δίπλα μου για να με ενθαρρύνουν και να με στηρίζουν.

Το μεγαλύτερο ευχαριστώ ανήκει στο σύζυγό μου Δημήτρη και στο γιο μου Γιάννη τους οποίους ευγνωμονώ για την υπομονή και κατανόηση που δείχνουν και την αγάπη που μου προσφέρουν όλα αυτά τα χρόνια.

Εισαγωγή

Οι επιχειρήσεις αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους πυλώνες σε ένα οικονομικό σύστημα. Η βιωσιμότητα αυτών συνδέεται με την έννοια της αποτελεσματικότητας. Η διερεύνηση της δυνατότητας δημιουργίας ενός αξιόπιστου υποδείγματος εκτίμησης της αποτελεσματικότητας προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες για την πολιτική της επιχείρησης σε διάφορα ζητήματα που αφορούν κυρίως τη χρηματοοικονομική της δομή. Η παρούσα έρευνα θα βασιστεί στη χρήση μη παραμετρικών μεθόδων για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας εισηγμένων στην ελληνική κεφαλαιαγορά εταιρειών πριν και κατά τη διάρκεια της οικονομικής κρίσης και εξαγωγή συμπερασμάτων για τις επιπτώσεις αυτής στη βιωσιμότητα σημαντικών, για το ελληνικό παραγωγικό σύστημα, οικονομικών μονάδων.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 40 ετών υπήρξε ιδιαίτερη ανάπτυξη των μη παραμετρικών μεθόδων για τη μέτρηση της αποδοτικότητας των οργανισμών, σε πολλούς τομείς, καθώς η εφαρμογή τους παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις παραμετρικές μεθόδους. Η πιο διαδεδομένη μη παραμετρική μέθοδος είναι η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων-Data Envelopment Analysis (DEA). Η DEA εφαρμόζεται ευρέως για τη μέτρηση της σχετικής αποτελεσματικότητας μονάδων που θεωρούμε ότι λειτουργούν σε ένα ενιαίο πλαίσιο και καταναλώνουν τις ίδιες πολλαπλές εισροές για να παράγουν αντίστοιχα τις ίδιες πολλαπλές εκροές. Μέσω της DEA οι μονάδες εξετάζονται συνολικά για να διαπιστωθεί, ποιες από αυτές μπορούν να χαρακτηριστούν ως αποδοτικές και σε ποιες βελτιώσεις πρέπει να προβούν οι μη αποδοτικές ώστε να γίνουν αποδοτικές.

Η DEA είναι ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για τις επιχειρήσεις καθώς έχει σχεδιασθεί για τη διαχείριση πολλών δεδομένων και την απεικόνιση αποτελεσμάτων, γεγονός που βοηθά στον προσδιορισμό των κυρίων στοιχείων ανταγωνισμού μεταξύ των επιχειρήσεων και στην παροχή χρήσιμων πληροφοριών για τη βελτίωση της αποδοτικότητάς τους. Για το λόγο αυτό έχει βρει μεγάλο πεδίο εφαρμογής σε τράπεζες, δημόσιους οργανισμούς, νοσοκομεία, σχολεία, βιομηχανίες κ.α.

Στην παρούσα μελέτη, πεδίο εφαρμογής αποτελούν εμπορικές και βιομηχανικές εταιρείες που ανήκουν σε διαχρονικά σημαντικούς κλάδους της χώρας. Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα σχετίζονται με την επιλογή της μεθόδου DEA σε σύγκριση με

άλλες μεθόδους καθώς και την επιλογή του δείγματος εταιρειών. Επίσης σχετίζονται με τις μεταβλητές που θα χρησιμοποιήσουμε, δηλαδή ποιες θα είναι αυτές και με ποια κριτήρια θα επιλεγούν. Μέσα από τη μελέτη των ισολογισμών των υπό εξέταση εταιρειών, θα προκύψουν τα βασικά μεγέθη των εισροών και των εκροών που θα εξεταστούν. Ειδικότερα, η δομή της εργασίας έχει ως εξής :

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται προσπάθεια να αποδοθεί το διαφορετικό περιεχόμενο των όρων της παραγωγικότητας, αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητας και να αναλυθούν οι διάφορες έννοιες της αποτελεσματικότητας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις μεθόδους αποτελεσματικότητας. Περιγράφονται συνοπτικά οικονομετρικές μέθοδοι προσδιορισμού των αποτελεσματικών ορίων των επιχειρήσεων, ενώ παράλληλα γίνεται και μια σύγκριση με τις πιο πρόσφατες, σχετικά, μη παραμετρικές μεθόδους.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται διεξοδικά η μη παραμετρική μέθοδος που θα εφαρμοστεί στην παρούσα εργασία και είναι η «Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων» (Data Envelopment Analysis- DEA). Αναφέρονται οι γενικές αρχές και θεωρία της DEA, η εφαρμογή και εξέλιξη των υποδειγμάτων της, καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου. Επιπλέον, στο τέλος του κεφαλαίου, παρουσιάζεται η βιβλιογραφική επισκόπηση που αφορά παλαιότερες μελέτες που έχουν διεξαχθεί με βασική εμπειρική μέθοδο την DEA σε διάφορα πεδία εφαρμογής.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται το μεθοδολογικό πλαίσιο της έρευνας και αναλύονται οι κλάδοι και οι επιχειρήσεις που συμμετέχουν στην εμπειρική ανάλυση. Στη συνέχεια διεξάγεται η μέθοδος και γίνεται παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων μέσω της DEA.

Στο πέμπτο κεφαλαίο παρουσιάζεται η ανάλυση δεύτερου σταδίου, όπου μέσω της χρήσης ενός οικονομετρικού υποδείγματος γίνεται προσπάθεια να εντοπιστούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την τεχνική αποτελεσματικότητα. Η μελέτη ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα.

Κεφάλαιο 1

Ανάλυση Βασικών Εννοιών

1.1 Οι έννοιες της Παραγωγικότητας-Αποτελεσματικότητας

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια έντονη τάση όσον αφορά τις μεθόδους βελτίωσης της αποδοτικότητας των οργανισμών. Η ανάγκη έχει δημιουργηθεί μέσα από τον έντονο ανταγωνισμό που αναπτύσσεται στα πλαίσια της παγκόσμιας οικονομίας. Η αξιολόγηση της αποδοτικότητας μιας επιχείρησης αποτελεί ένα κρίσιμο ζήτημα το οποίο σχετίζεται άμεσα με την επιβίωση και ανάπτυξη της καθώς δύναται να παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες πάνω στις οποίες η κάθε επιχείρηση θα πρέπει να στηρίξει την αναπτυξιακή της στρατηγική (Dyson et al. 2005).

Η αποδοτικότητα χαρακτηρίζεται από τη διεθνή βιβλιογραφία ως η ικανότητα μιας μονάδας να μετασχηματίζει αποτελεσματικά, με γενικώς άγνωστο μηχανισμό παραγωγής, τις εισροές που καταναλίσκει, σε παραγόμενες εκροές. Η μέτρησή της βοηθά στην αξιολόγηση της παραγωγικής διαδικασίας που εφαρμόζει μία επιχείρηση ή οργανισμός και στον προσδιορισμό των βέλτιστων πρακτικών παραγωγής.

Η αποδοτικότητα είναι ένα σύνθετο μέγεθος ενώ για τη μέτρησή του έχει αναπτυχθεί ένας σημαντικός αριθμός μεθοδολογικών προσεγγίσεων. Πιο συγκεκριμένα, όταν αναφερόμαστε στην αποδοτικότητα μιας παραγωγικής μονάδας, είναι σύνηθες να αξιολογούμε τόσο την αποτελεσματικότητα όσο και την παραγωγικότητα της εν λόγω μονάδας. Οι δύο όροι αν και φαίνεται να ταυτίζονται ως προς τη σημασία τους εντούτοις παρουσιάζουν διαφορές ως προς τον τρόπο που προσεγγίζουν την αποδοτικότητα γι' αυτό και θα γίνει προσπάθεια αποσαφήνισής τους.

1.1.1 Παραγωγικότητα

Με τον όρο παραγωγικότητα μιας παραγωγικής μονάδας εννοούμε το πηλίκο/ λόγο των εκροών ως προς τις ποσότητες των εισροών (κεφάλαιο, εργασία, έδαφος) και θα πρέπει να στηρίζεται σε πραγματικά δεδομένα της παραγωγής της επιχείρησης. Διαφορές στην παραγωγικότητα μπορεί να οφείλονται σε διαφορές στην τεχνολογία παραγωγής, στην παραγωγική διαδικασία καθώς και στο περιβάλλον στο οποίο αυτή λαμβάνει χώρα.

1.1.2 Αποτελεσματικότητα

Με τον όρο αποτελεσματικότητα, η οικονομική θεωρία αναφέρεται στην άριστη χρήση των πόρων σε μία παραγωγική διαδικασία. Σύμφωνα με τον Shubik (1978) μία παραγωγική διαδικασία είναι αποτελεσματική όταν με βάση τους στόχους της επιχείρησης, δεν είναι δυνατή η εφαρμογή εναλλακτικής διαδικασίας που να αποφέρει μεγαλύτερο όφελος δεδομένου του κόστους.

Σε αντιδιαστολή με την παραγωγικότητα, η αποτελεσματικότητα βασίζεται στη σύγκριση μεταξύ των πραγματοποιηθεισών (observed) και βέλτιστων (optimal) ποσοτήτων των εισροών ή/και των εκροών της παραγωγικής διαδικασίας. Ουσιαστικά η αποτελεσματικότητα αποτελεί ένα μέγεθος το οποίο μπορεί να αναλυθεί μόνο κάτω από το πρίσμα της συγκριτικής αξιολόγησης (Wang et al. 2003).

Στη σύγχρονη οικονομική έρευνα η έννοια της συνολικής αποτελεσματικότητας μιας μονάδας διαχωρίζεται στις εξής τρεις συνιστώσες :

- την **Τεχνική Αποτελεσματικότητα** (Technical Efficiency - TE)
- την **Αποτελεσματικότητα Κλίμακας ή Μεγέθους** (Scale Efficiency-SE)
- τη **Αναδιανεμητική Αποτελεσματικότητα** (Allocative Efficiency-AE)

1.1.3 Τεχνική Αποτελεσματικότητα - TE

Αναφέρεται στην ικανότητα της επιχείρησης να ελαχιστοποιεί τις εισροές της για να παράγει ένα δεδομένο επίπεδο εκροών ή να μεγιστοποιεί τις εκροές της χρησιμοποιώντας ένα δεδομένο επίπεδο εισροών, δεδομένης της τεχνολογίας παραγωγής. Η Τεχνική Αποτελεσματικότητα ορίζεται και ως η σχετική παραγωγικότητα μιας επιχείρησης, είτε στο χρόνο, είτε στο χώρο. Πιο συγκεκριμένα, αποτελεί μέτρηση της παραγωγικότητας σε σχέση με την αντίστοιχη παραγωγικότητα της ίδιας επιχείρησης σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα ή σε σχέση με την παραγωγικότητα άλλων επιχειρήσεων στο ίδιο χρονικό σημείο αναφοράς (Lansink et al. 2001).

1.1.4 Αποτελεσματικότητα Κλίμακας ή Μεγέθους - SE

Αναφέρεται στην ικανότητα της επιχείρησης να λειτουργεί στο Άριστο Μέγεθος Παραγωγής (Most Productive Scale Size - MPSS), μεγιστοποιώντας έτσι το μέσο προϊόν με δεδομένη την τεχνολογία παραγωγής. Το MPSS είναι ουσιαστικά το σημείο πλήρους τεχνικής αποτελεσματικότητας με σταθερές αποδόσεις κλίμακας.

1.1.5 Αναδιανεμητική Αποτελεσματικότητα - AE

Αναφέρεται στην ικανότητα της επιχείρησης να επιτυγχάνει τον άριστο συνδυασμό εισροών-εκροών δεδομένων των τιμών τους (Wang et al. 2003). Ουσιαστικά η αναδιανεμητική αποτελεσματικότητα αφορά τη χρήση των εισροών σε τέτοια επίπεδα ώστε η οριακή συνεισφορά τους στην αξία παραγωγής να ισούται με το κόστος τους.

Ο συνδυασμός των δύο πρώτων συνιστωσών αποτελεί την Παραγωγική Αποτελεσματικότητα (Productive Efficiency) ενώ ο συνδυασμός και των τριών πτυχών της αποτελεσματικότητας αποτελεί τη συνολική Οικονομική Αποτελεσματικότητα (Economic Efficiency) (Fare et al. 1994).

Κεφάλαιο 2

Μέθοδοι Αξιολόγησης Αποτελεσματικότητας

Η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας έχει βρει τις τελευταίες δεκαετίες ένα μεγάλο πεδίο εφαρμογής. Φαρμακοβιομηχανίες και γενικότερα επιχειρήσεις, τράπεζες, νοσοκομεία, σχολεία και πανεπιστήμια, αποτελούν παραδείγματα από τομείς που προβαίνουν στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς τους.

Η μέτρηση της αποτελεσματικότητας όμως, απαιτεί να γνωρίζουμε το όριο της τεχνολογίας παραγωγής ως προς το οποίο γίνονται οι μετρήσεις αυτές. Συνεπώς πρωτεύων στόχος στην εφαρμοσμένη έρευνα μέτρησης της αποτελεσματικότητας είναι ο προσδιορισμός του εν δυνάμει ορίου της τεχνολογίας παραγωγής¹.

Τα τελευταία 50 χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφοροι μέθοδοι για την εκτίμηση του ορίου παραγωγικών δυνατοτήτων οι οποίες μπορούν να καταταχθούν σε δύο βασικές κατηγορίες.

Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τις λεγόμενες **παραμετρικές μεθόδους** και προσεγγίζει την αποτελεσματικότητα των επιχειρήσεων μέσω θεωρητικών συναρτήσεων παραγωγής οι οποίες συγκρίνονται με τα πραγματικά δεδομένα του προβλήματος. Οι αποκλίσεις των παρατηρήσεων από τη γραμμή της συνάρτησης αποδίδονται τόσο στην αναποτελεσματικότητα όσο και στην ύπαρξη τυχαίων σφαλμάτων (Cullinane et al. 2006).

Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τις **μη-παραμετρικές μεθόδους**. Οι μη-παραμετρικές μέθοδοι εφαρμόζονται χωρίς να υιοθετείται εξ αρχής κάποια συγκεκριμένη συνάρτηση παραγωγής ενώ βασίζονται στην επεξεργασία εμπειρικών δεδομένων.

2.1 Παραμετρικές Μέθοδοι Ανάλυσης

Οι παραδοσιακές μέθοδοι υπολογισμού της αποτελεσματικότητας ήταν οικονομετρικές. Οι μέθοδοι αυτές βασίζονταν σε μοντέλα παλινδρόμησης για τον προσδιορισμό συγκεκριμένης συνάρτησης παραγωγής. Το μοντέλο που εκτιμάται

¹ Η τεχνολογία παραγωγής αφορά τον τρόπο με το οποίο ένα σύνολο παραγωγικών συντελεστών μετατρέπεται σε παραγόμενο προϊόν.

είναι της μορφής $Y = \alpha + \beta X + \varepsilon$, όπου Y είναι το παραγόμενο προϊόν, X είναι η εισροή ή δάνυσμα εισροών και ε είναι το σφάλμα της εκτίμησης το οποίο ακολουθεί συνήθως την κανονική κατανομή. Επειδή ουσιαστικά με τα εν λόγω μοντέλα προσδιορίζεται η συνάρτηση $Y = \alpha + \beta X$ καθώς και η στατιστική κατανομή του σφάλματος εκτίμησης, οι οικονομετρικές μέθοδοι λέγονται επίσης και **παραμετρικές μέθοδοι**.

Χρησιμοποιώντας την εκτιμώμενη σχέση και με δεδομένο το επίπεδο εισροών, μία μονάδα λήψης απόφασης χαρακτηρίζεται ως αποτελεσματική (ή αναποτελεσματική) όταν παράγει περισσότερα (ή λιγότερα) αποτελέσματα από αυτά που το μοντέλο προβλέπει. Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει δύο σημαντικά μειονεκτήματα. Πρώτον, υπολογίζει την αποτελεσματικότητα με βάση τη μέση και όχι την καλύτερη απόδοση, συνεπώς δεν παρέχει επαρκή άμεση πληροφόρηση για το πιθανό μέγεθος της αποτελεσματικότητας κάθε μονάδας λήψης απόφασης του συστήματος. Επιπλέον, σύμφωνα με τον ορισμό της συνάρτησης παραγωγής εκφράζεται το δυνητικό προϊόν για κάθε συνδυασμό εισροών, έχουμε δηλαδή ένα όριο παραγωγικών δυνατοτήτων. Επομένως για όσες μονάδες βρίσκονται πάνω από την εκτιμώμενη συνάρτηση παραγωγής έχουμε το παράδοξο ότι παράγουν περισσότερο από το δυνητικό τους προϊόν.

Το δεύτερο μειονέκτημα αυτών των μεθόδων σχετίζεται με τη δυσκολία εκτίμησης των παραμέτρων της συνάρτησης παραγωγής που οδηγεί συχνά σε αυθαίρετη επιλογή τους (και όχι σε επιλογή με βάση την καταλληλότητά τους) και κατ'έκταση οδηγεί στην εξαγωγή λανθασμένων συμπερασμάτων.

2.1.1 Στοχαστική Μέθοδος Ανάλυσης Ορίου

Η πιο γνωστή παραμετρική μέθοδος η οποία αποτελεί εξέλιξη των οικονομετρικών μεθόδων παλινδρόμησης είναι η **Στοχαστική Μέθοδος Ανάλυσης Ορίου** (Stochastic Frontier Analysis-SFA). Η κύρια διαφορά της σε σχέση με τις οικονομετρικές μεθόδους βρίσκεται στο γεγονός ότι εκτιμά την καλύτερη και όχι τη μέση απόδοση. Αυτό επιτυγχάνεται προσδιορίζοντας την οριακή συνάρτηση παραγωγής

$$Y = \alpha + \beta_1 X + \beta_2 X + \varepsilon,$$

όπου Y είναι το παραγόμενο προϊόν, X είναι η εισροή ή διάνυσμα εισροών, $\varepsilon = u - v$ όπου u είναι το σφάλμα της εκτίμησης το οποίο ακολουθεί συνήθως την κανονική κατανομή και v είναι η τεχνική αποτελεσματικότητα. Τότε το **βέλτιστο προϊόν** ορίζεται ως $Y + u$. Το μέτρο της αποτελεσματικότητας προκύπτει, μετά τον υπολογισμό της συνάρτησης παραγωγής και αντιστοιχεί στην απόσταση μεταξύ μιας παρατήρησης και της εμπειρικής εκτίμησης του θεωρητικά βέλτιστου ορίου. Δυστυχώς, όπως και στην περίπτωση των οικονομετρικών μεθόδων, η SFA έχει τα προβλήματα της επιλογής των παραμέτρων ενώ παράλληλα η εκτίμηση των στοχαστικών ορίων απαιτεί τη χρήση εξειδικευμένων στατιστικών πακέτων.

Η Στοχαστική Μέθοδος Ανάλυσης Ορίου - SFA βασίστηκε στην ανάπτυξη υποδειγμάτων τα οποία επιτρέπουν την ύπαρξη τυχαίου λάθους αναφορικά με την εκτιμώμενη συνάρτηση παραγωγής. Οι τυχαίοι παράγοντες μπορεί να αφορούν είτε σφάλματα στη μέτρηση των μεταβλητών είτε στην επίδραση εξωγενών παραγόντων ως προς τη λειτουργία της μονάδας. Η επίδραση των τυχαίων παραγόντων αποτυπώνονται στο μέγεθος του τυχαίου λάθους ή αλλιώς στατιστικού θορύβου.

Η ανάπτυξη των υποδειγμάτων αυτών οφείλεται στον Farrell ο οποίος και έδωσε πρώτος τον ορισμό της αποτελεσματικής επιχείρησης. Στη μελέτη του (1957) τονίζεται ιδιαίτερα η σημασία της εκτίμησης της λεγόμενης οριακής συνάρτησης παραγωγής (frontier production function)². Γεωμετρικά ονομάζεται και καμπύλη ισοπαραγωγής της πιο αποτελεσματικής μονάδας και αποτελεί τον γεωμετρικό τόπο των σημείων που αντιστοιχούν στους άριστους συνδυασμούς παραγωγικών συντελεστών από τις μονάδες του δείγματος.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι υπολογισμού του στοχαστικού ορίου. Οι τρεις σημαντικότεροι αναφέρονται πιο κάτω:

1. Corrected ordinary least squares (COLS), χρησιμοποιήθηκαν πρώτη φορά από τον Winsten (1957), ωστόσο συνήθως αποδίδονται στον Gabrielsen (1975). Η μέθοδος αυτή δεν απαιτεί κάποια συγκεκριμένη υπόθεση για τη συνάρτηση των κατάλοιπων των εκτιμήσεων.

² Η κλασική οικονομετρική προσέγγιση αφορά την εκτίμηση της μέσης συνάρτησης παραγωγής και όχι της οριακής συνάρτησης παραγωγής.

2. Modified Ordinary Least Squares (MOLS), αναφέρονται πρώτα στον Richmond (1974) και απαιτούν υποθέσεις για τη συνάρτηση των κατάλοιπων.
3. Maximum Likelihood Estimator (MLE), προτάθηκε από τον Afriat (1972) και χρησιμοποιήθηκαν από τους Greene (1980) και Stevenson (1980).

2.2 Μη Παραμετρικές Μέθοδοι Ανάλυσης

Οι μη παραμετρικές μέθοδοι, όπως και οι στοχαστικές, βασίζονται στην κατασκευή ενός **συνόρου (frontier)** μέγιστης δυνατής παραγωγής για την περιγραφή όλων των δυνητικά αποτελεσματικών συνδυασμών εκροών που μπορεί μία μονάδα να παράγει σε μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Η βασική διαφορά των μη παραμετρικών μεθόδων από τις παραμετρικές έγκειται κυρίως στις υποθέσεις που υιοθετούν για την εκτίμηση του ορίου της τεχνολογίας παραγωγής αλλά και στην ύπαρξη του τυχαίου σφάλματος.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η χρήση διαφορετικών μεθόδων οδηγεί και σε διαφορετικά αποτελέσματα στη μέτρηση της αποτελεσματικότητας. Οι μη παραμετρικές μέθοδοι βασίζονται κυρίως στις εξής παραδοχές:

Έστω ότι εξετάζουμε ένα σύστημα που αποτελείται από δύο ομοειδείς μονάδες λήψης απόφασης την A και τη B. Αν η μονάδα A μπορεί να παράγει $Y(\alpha)$ αποτελέσματα, τότε και η μονάδα B θα πρέπει να είναι σε θέση να παράγει τα ίδια αποτελέσματα. Αντίστοιχα, αν η B δύναται να παράγει $Y(\beta)$ αποτελέσματα, τότε και η μονάδα A θα πρέπει να τα παράγει. Οι γραμμικοί συνδυασμοί των μονάδων A και B αποτελούν όλες τις δυνητικές εικονικές μονάδες. Κάθε νέα μονάδα συγκρίνεται με εκείνη την εικονική μονάδα που χρησιμοποιεί τους ίδιους παραγωγικούς συντελεστές και εφόσον παράγει το ίδιο ή καλύτερα από την εικονική χαρακτηρίζεται ως πλήρως αποτελεσματική.

Επειδή στην πράξη τα εξεταζόμενα συστήματα περιλαμβάνουν πολλές ομοειδείς μονάδες, η παραπάνω σύγκριση γίνεται **με τη χρήση μοντέλων γραμμικού προγραμματισμού**, το οποίο δημιουργεί το όριο παραγωγής και κατατάσσει τις μονάδες με βάση την αποτελεσματικότητά τους (η οποία μπορεί να πάρει τιμές από 0 έως 1). Ουσιαστικά μέσω του γραμμικού προγραμματισμού κατασκευάζεται ένα γραμμικό κυρτό σύνορο, έτσι ώστε όλες οι μονάδες του εξεταζόμενου συστήματος να βρίσκονται μέσα σε αυτό. Η προσέγγιση αυτή είναι μη στοχαστική αφού δε

λαμβάνει υπόψη τον τυχαίο παράγοντα ούτε υποθέσεις για τον προσδιορισμό του ορίου παραγωγής και θεωρεί ότι κάθε απόκλιση από το σύνορο οφείλεται σε έλλειψη αποτελεσματικότητας της εκάστοτε μονάδας.

Εκτός από την Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (Data Envelopment Analysis-DEA) που θα αναλυθεί διεξοδικά στο επόμενο κεφάλαιο, άλλη μία μη παραμετρική μέθοδος που έχει χρησιμοποιηθεί είναι η Ελεύθερη Θήκη Απόθεσης (Free-Disposal Hull-FDH).

Ένας δείκτης επίσης που χρησιμοποιείται συχνά στις μη παραμετρικές μεθόδους και ιδιαίτερα στην DEA, λέγεται δείκτης παραγωγικότητας Malmquist (Malmquist productivity index). Παρουσιάστηκε πρώτη φορά από τους Caves et al (1982) και τροποποιήθηκε από τους Fare et al (1992). Ο συγκεκριμένος δείκτης μετρά τη μεταβολή της συνολικής παραγωγικότητας μιας μονάδας με το χρόνο και την αναλύει σε δύο συστατικά, την τεχνολογία παραγωγής και την τεχνική αποτελεσματικότητα. Ο δείκτης αυτός προκύπτει από το μέσο όρο δύο επιμέρους δεικτών που αφορούν σε δύο διαφορετικές χρονικές περιόδους.

Κεφάλαιο 3

Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων

3.1 Γενικά για την DEA

Η πιο διαδεδομένη μη παραμετρική μέθοδος είναι η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (Data Envelopment Analysis), η οποία τα τελευταία χρόνια έχει εξελιχθεί σε ένα σημαντικό εργαλείο μέτρησης της αποτελεσματικότητας. Η μέθοδος αυτή προτάθηκε για πρώτη φορά από τους Charnes, Cooper και Rhodes (1978) και βασίστηκε στην πρωτοποριακή μελέτη του Farrell (1957) που αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Το μοντέλο αυτό είναι γνωστό ως μοντέλο CCR, από τα αρχικά των συγγραφέων ενώ εξέλιξή του αποτελεί το μοντέλο των Banker, Charnes και Cooper (1984), γνωστό και ως BCC.

Η DEA είναι μία μη παραμετρική μέθοδος που βασίζεται στα μοντέλα του γραμμικού μαθηματικού προγραμματισμού και ουσιαστικά υπολογίζει το όριο της αποδοτικότητας ενός συνόλου συγκρίσιμων και ομοιογενών μονάδων επιτυγχάνοντας να διαχωρίσει αυτές σε αποτελεσματικές και μη. Για τις μη αποτελεσματικές παρέχεται η δυνατότητα εκτίμησης των περιθωρίων βελτίωσης, είτε με μείωση εισροών είτε με αύξηση των εκροών τους, ώστε να καταστούν αποδοτικές.

Η DEA υποθέτει ότι οι εισροές μετασχηματίζονται σε εκροές, μέσω μίας συνάρτησης μετασχηματισμού, η οποία είναι γενικά άγνωστη. Αντίθετα με άλλες προσεγγίσεις δεν υιοθετεί εκ των προτέρων περιοριστικές υποθέσεις για την τεχνολογία παραγωγής που κρύβεται κάτω από τα δεδομένα και προσδιορίζει την συνάρτηση παραγωγής και τις αποδοτικές μονάδες, χρησιμοποιώντας τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού. Πιο συγκεκριμένα η DEA αγνοεί την εσωτερική διαδικασία παραγωγής, θεωρώντας ότι η συνάρτηση αυτή είναι πολύπλοκη και συνεπώς αδύνατον να εκτιμηθεί στη γενική της περίπτωση. Βασίζεται μόνο στις εμπειρικές μετρήσεις των εισροών και εκροών, οι οποίες σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις είναι μετρήσιμες.

Η DEA χρησιμοποιείται συνήθως σε συστήματα μέτρησης αποτελεσματικότητας πολλαπλών εισροών και πολλαπλών εκροών. Δεν προϋποθέτει την ύπαρξη μίας σχέσης που να συνδέει τις εισροές με τις εκροές μιας παραγωγικής διαδικασίας προϊόντων ή υπηρεσιών. Επιπλέον οι εισροές και εκροές είναι δυνατόν να

εκφράζονται σε εντελώς διαφορετικές μονάδες μέτρησης. Χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της σχετικής αποτελεσματικότητας, δηλ. την αποτελεσματικότητα μιας μονάδας σε σχέση με άλλες συγκρίσιμες μονάδες.

Η σπουδαιότητα της μεθόδου της DEA, έγκειται ακριβώς στο ότι η αποτελεσματικότητα μίας μονάδας υπολογίζεται με βάση την παρατηρούμενη λειτουργία άλλων συγκρίσιμων μονάδων και όχι με συσχέτιση της λειτουργίας της μονάδας με κάποιους στατιστικά υπολογισμένους μέσους όρους, οι οποίοι μπορεί να είναι ανεφάρμοστοι γι' αυτήν.

Οι μονάδες που συγκρίνονται λέγονται «Μονάδες Λήψης Απόφασης» (Decision Making Units-DMU) και οφείλουν την ονομασία τους στο γεγονός ότι η DEA δεν περιορίζεται μόνο σε οικονομικές μονάδες (επιχειρήσεις) αλλά μπορεί να εφαρμοσθεί για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας οποιασδήποτε μορφής μονάδων που χρησιμοποιούν διαφόρων ειδών «εισροές» για να παράγουν διαφόρων ειδών «εκροές». Για τις εν λόγω μονάδες θεωρούμε ότι είναι ομοιογενείς, λειτουργούν σε ένα ενιαίο πλαίσιο και καταναλώνουν τις ίδιες πολλαπλές εισροές και εκροές. Συνήθως οι εισροές αποτελούν μεγέθη που πρέπει να ελαχιστοποιηθούν από τη χρήση της επιχείρησης, ενώ οι εκροές πρέπει να μεγιστοποιηθούν. Στη συνέχεια δημιουργούνται κατάλληλοι δείκτες και οι μονάδες εξετάζονται για να διαπιστωθεί ποιες από αυτές μπορούν να χαρακτηριστούν αποδοτικές και με ποιον τρόπο πρέπει να γίνουν βελτιώσεις στη μη αποτελεσματικές, έτσι ώστε να καταστούν αποτελεσματικές.

Θα πρέπει βέβαια στο σημείο αυτό να τονισθεί ότι με τη μέθοδο DEA τουλάχιστον μία μονάδα DMU καθορίζεται ως τεχνικά αποτελεσματική. Όσες μονάδες παίρνουν τιμή μικρότερη της μονάδας χαρακτηρίζονται ως τεχνικά μη αποτελεσματικές ενώ οι υπόλοιπες θεωρούνται αποτελεσματικές επειδή δεν υπάρχει άλλη μονάδα στο σύστημα που να είναι πιο αποτελεσματική από αυτές. Το γεγονός αυτό δεν σημαίνει απαραίτητα ότι οι μονάδες αυτές δεν μπορούν να πετύχουν μεγαλύτερα επίπεδα αποτελεσματικότητας σε σχέση με αυτήν που έχουν γιατί η DEA υπολογίζει τη σχετική αποτελεσματικότητα της κάθε μονάδας και όχι την απόλυτη τιμή της.

Η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας μπορεί να γίνει με δύο διαφορετικά υποδείγματα γραμμικού προγραμματισμού. Το πρώτο αφορά τον προσανατολισμό

στη μείωση των εισροών οπότε υπολογίζεται ο βαθμός στον οποίο η μονάδα μπορεί να μειώσει τις εισροές της, παράγοντας δεδομένη ποσότητα εκροής (input oriented). Αντιστοίχως το δεύτερο γίνεται μέσω του προσανατολισμού στην αύξηση των εκροών οπότε υπολογίζεται ο βαθμός στον οποίο η μονάδα μπορεί να αυξήσει τις εκροές της για συγκεκριμένη ποσότητα εισροής (output oriented).

3.2 Εξέλιξη της μεθόδου DEA

Η μη παραμετρική μέθοδος DEA μπορεί να εφαρμοσθεί είτε με την υπόθεση κλίμακας σταθερών αποδόσεων (constants returns to scale, CRS), με βάση το μοντέλο των Charnes, είτε με την υπόθεση κλίμακας μεταβλητών αποδόσεων (variable returns to scale, VRS), με βάση το μοντέλο των Banker .

Ειδικότερα, μετά την ανάπτυξη του μοντέλου CCR των Charnes, Cooper και Rhodes, στο οποίο για πρώτη φορά αναλύθηκε η μέθοδος DEA, προωθήθηκε ιδιαίτερα η ανάπτυξη των μη-παραμετρικών υποδειγμάτων. Μέχρι τότε τα προβλήματα γραμμικού προγραμματισμού αφορούσαν ένα σύστημα μη-γραμμικών εξισώσεων, το οποίο ήταν δύσκολο να υπολογισθεί στην πράξη. Οι Charnes, Cooper and Rhodes (1978), απέδειξαν ότι το σύστημα αυτό μπορεί να μετατραπεί σε ένα σύστημα $n+1$ κλασματικών γραμμικών εξισώσεων, οι οποίες μπορούν στην πράξη να εκτιμηθούν. Η μετατροπή αυτή αποτέλεσε ουσιαστικά τη δημιουργία της μεθόδου DEA. Ουσιαστικά πρόκειται για μία διαδικασία γραμμικής ενσωμάτωσης των παρατηρούμενων συνδυασμών εισροών – εκροών, για κάθε μονάδα λήψης απόφασης, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη υποθέσεις που αφορούν την κλίμακα απόδοσης.

Το μοντέλο CCR αναφέρεται στην ύπαρξη σταθερών οικονομιών κλίμακας και μετρά μόνο την τεχνική αποτελεσματικότητα των επιχειρήσεων. Στις αρχές της δεκαετίας του 1980 οι εφαρμογές του μοντέλου αυτού περιορίζονταν κυρίως σε επιχειρήσεις του δημόσιου τομέα και σε οργανισμούς μη-κερδοσκοπικού χαρακτήρα (Bessent and Bessent 1980, Banker 1980, Charnes and Cooper 1980, Charnes, Cooper and Rhodes, 1980, Schinnar 1980). Ωστόσο, το κυριότερο σημείο της κριτικής που ασκείται στην προσέγγιση αυτή έγκειται στην ανυπαρξία τυχαίου λάθους γύρω από τα δεδομένα. Σύμφωνα με τον Schmidt (1985), το μοντέλο CCR ανήκει στην κατηγορία των

συναρτήσεων προκαθορισμένων ορίων, επειδή ακριβώς τα όρια της συνάρτησης περιορίζονται από μια προκαθορισμένη (μη-στοχαστική) συναρτησιακή σχέση.

Μετά το 1985 υπήρξε σημαντική εξέλιξη του θεωρητικού πλαισίου της DEA. Ιδιαίτερη επιρροή άσκησε το μοντέλο των Banker, Charnes and Cooper (1984), που βασίζεται σε μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας (VRS) για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας. Άλλα μοντέλα αυτής της περιόδου ήταν τα πολλαπλασιαστικά μοντέλα των Charnes et al. (1982, 1983) και τα μη-προσανατολισμένα προσθετικά μοντέλα των Charnes et al. (1985). Τα μοντέλα αυτά εξακολουθούν να εστιάζουν στη μέτρηση της σχετικής αποτελεσματικότητας όμως επεκτείνονται ως προς τις περιοχές εφαρμογής τους. Η ευρεία εφαρμογή των μοντέλων DEA οδήγησε στην περαιτέρω σύνδεση της μεθόδου αυτής με τη θεωρία παραγωγής (Byrnes, Fare και Grosskopf 1984, Fare et al. 1985). Επιπλέον άρχισαν να εμφανίζονται και οι πρώτες μελέτες που αφορούσαν τη σύγκριση της μεθόδου με τα οικονομετρικά υποδείγματα (Bowlin et al. 1985, Boyd and Fare 1984, Charnes and Cooper 1984). Συγχρόνως, άλλοι μελετητές άρχισαν να εξετάζουν τη δυνατότητα ανάπτυξης στοχαστικών μοντέλων DEA (Sengupta, 1982).

Αξιοσημείωτη είναι η εξέλιξη της μεθοδολογίας DEA, στις αρχές της δεκαετίας του 1990 και σχετίζεται με την ανάπτυξη των μοντέλων και της πρακτικής της καθώς και την επέκταση του πεδίου εφαρμογής της. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, ιδιαίτερη επίδραση άσκησαν οι μελέτες των Bauer (1990) και Seiford and Thrall (1990). Οι μελέτες αυτές αποτελούν μια αρκετά πιο εξελιγμένη μορφή των μοντέλων DEA που αναπτύχθηκαν από τους Charnes, Cooper and Rhodes (1978) και Banker, Charnes and Cooper (1984), οι οποίες εισάγουν τις δυαδικές (binary) μεταβλητές στη μέθοδο DEA.

Οι Banker and Maindiratta (1992), χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας, προτείνουν ένα μοντέλο σύνθετου λάθους για την εκτίμηση μη-παραμετρικών οριακών συναρτήσεων σε συνδυασμό με ένα σύνθετο διαταρακτικό όρο. Με το συγκεκριμένο μοντέλο, ουσιαστικά τίθενται οι βάσεις για το συνδυασμό των παραμετρικών με τις μη-παραμετρικές μεθόδους εκτίμησης οριακών συναρτήσεων παραγωγής. Η πρόταση αυτή επιτρέπει την εξέταση τόσο της αναποτελεσματικότητας όσο και της ύπαρξης του τυχαίου διαταρακτικού όρου. Οι παραμετρικές υποθέσεις που αφορούν την αναποτελεσματικότητα και την ύπαρξη

τυχαίων λαθών στο σύνθετο διαταρακτικό όρο είναι αναγκαίες, αποφεύγονται όμως περιορισμοί που επιβάλλει ο καθορισμός μιας συγκεκριμένης συναρτησιακής μορφής στην οριακή συνάρτηση παραγωγής. Στην πράξη, το μοντέλο αυτό είναι δυνατό να εφαρμοσθεί μόνο στην περίπτωση ενός πολύ μικρού αριθμού παρατηρήσεων που αφορούν πολλαπλές εισροές και πολλαπλές εκροές.

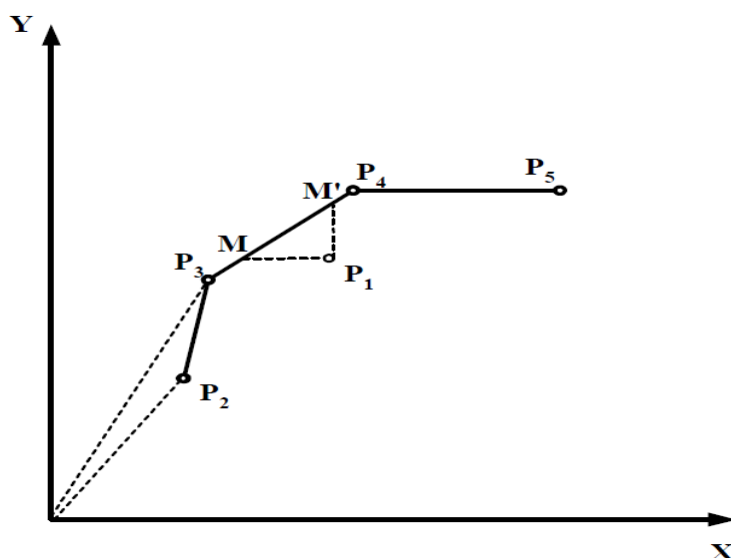
Με τις μελέτες των Land, Lovell and Thore (1988, 1993) και Olesen and Peterson (1989, 1995), το μοντέλο CCR επεκτείνεται όσον αφορά τις στοχαστικές εισροές και εκροές, μέσω της χρήσης ενός κατά περίπτωση περιορισμένου προγραμματισμού. Ωστόσο, οι στατιστικές υποθέσεις, που αφορούν το μοντέλο καθώς και τους δείκτες αποτελεσματικότητας που στηρίζονται στη συγκεκριμένη μέθοδο προγραμματισμού, θεωρούνται ανεπαρκείς.

3.3 Γραφική αναπαράσταση της μεθόδου

Στο σχήμα 1 περιγράφεται ένα πρόβλημα αξιολόγησης DEA με πέντε μονάδες, μια εισροή και μια εκροή. Οι μονάδες που αξιολογούνται είναι οι P1, P2, P3, P4 και P5. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου αξιολόγησης, η προσέγγιση DEA δημιουργεί ένα υποθετικό όριο (αποδοτικό όριο, efficient frontier, envelopment surface) το οποίο βασίζεται στις μονάδες που συμμετέχουν. Στο σχήμα 1 το όριο αυτό ορίζεται από τη γραμμή που διέρχεται από τα σημεία P2, P3, P4 και P5.

Οι μονάδες που βρίσκονται πάνω στη γραμμή είναι τεχνικά αποτελεσματικές. Όπως ήδη έχει αναφερθεί, η τεχνική αποτελεσματικότητα, με την ευρεία έννοια του όρου, δηλώνει μια αδυναμία μείωσης των εισροών χωρίς να μειωθούν αντίστοιχα οι εκροές.

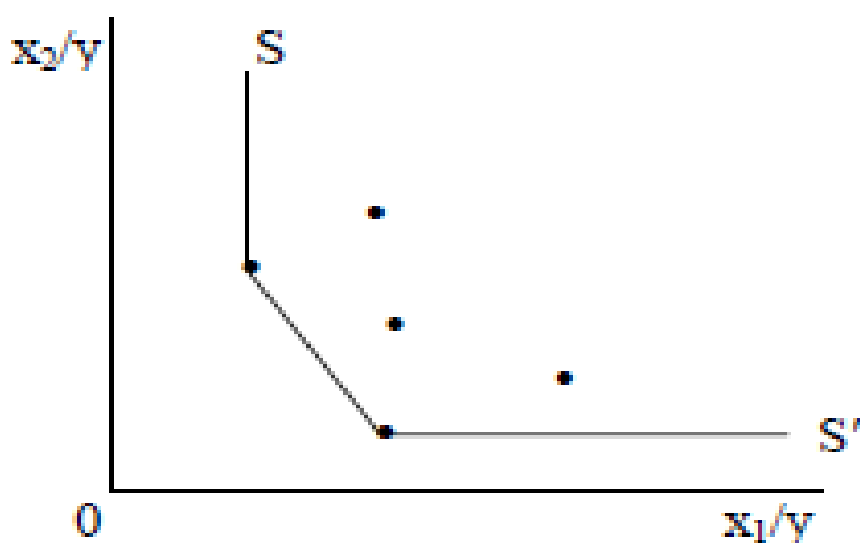
Σχήμα 1. Γραφική Απεικόνιση της μεθόδου DEA



Σύμφωνα με τους Charnes et al. (1986) μια DMU είναι τεχνικά μη αποτελεσματική εάν τα αποτελέσματα δείχνουν ότι κάποια απ' τις εισόδους ή εξόδους της, μπορεί να βελτιωθεί χωρίς να χειροτερέψει κάποια άλλη είσοδος ή έξοδος της.

Συνδυάζοντας γραμμικά τις αποτελεσματικές επιχειρήσεις P3 και P4, μπορούμε να ορίσουμε κάποια σημεία που απεικονίζουν υποθετικές μονάδες τις M και M'. Οι υποθετικές αυτές μονάδες αποτελούν γραμμικές συνθέσεις των P3 και P4. Αυτό που προκύπτει από τη μελέτη του σχήματος είναι ότι η P1 υστερεί σε σχέση με τη M, γιατί η M παράγει την ίδια εκροή με την P1 καταναλώνοντας λιγότερη εισροή. Παράλληλα η M' παράγει μεγαλύτερη εκροή από την P1, καταναλώνοντας την ίδια εισροή. Από την ανάλυση της DEA προκύπτει ότι η P1 δεν είναι τεχνικά αποτελεσματική μονάδα. Σε κάθε περίπτωση ακόμα και όταν μια μονάδα φαίνεται τεχνικά αποτελεσματική δεν είναι απαραίτητα και σωστό. Για παράδειγμα η μονάδα P5 παρόλο που είναι πάνω στο αποδοτικό όριο εσφαλμένα θεωρείται αποδοτική γιατί ενώ έχει εκροή ίση με αυτή της P4 χρησιμοποιεί περισσότερη εισροή από την P4. Αυτά τα σφάλματα εξετάζονται από τη DEA με έλεγχο των μεταβλητών απόκλισης των εισροών και των εκροών.

Σχήμα 2. Γραμμική κυρτή καμπύλη ισοπαραγωγής



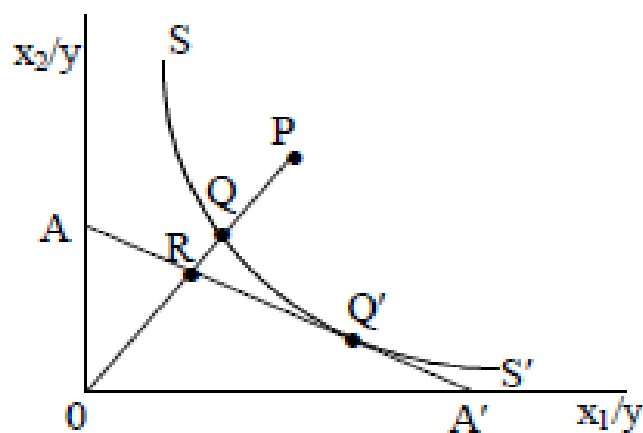
Είναι πολλές οι περιπτώσεις που πρέπει να υποθέτουμε μια συνάρτηση παραγωγής, αλλά πρακτικά κάτι τέτοιο είναι δύσκολο να συμβεί. Έτσι ουσιαστικά, η καμπύλη παραγωγής δημιουργείται από τα υπάρχοντα δεδομένα (σχήμα 2).

3.3.1 Τεχνική & αναδιανεμητική αποτελεσματικότητα και DEA

Στη συνέχεια περιγράφεται ένα άλλο απλό παράδειγμα που βασίζεται στην εργασία του Farrell (1957) και αφορά επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν δύο εισροές (x_1 και x_2) για να παράγουν μία εκροή (y), με την παραδοχή των σταθερών αποδόσεων κλίμακας (σχήμα 3). Η καμπύλη SS' είναι η καμπύλη ισοπαραγωγής της πλήρως αποτελεσματικής επιχείρησης η οποία επιτρέπει τη διαγραμματική αποτύπωση όλων των μέτρων της αποτελεσματικότητας. Εάν μια συγκεκριμένη εταιρεία χρησιμοποιεί ποσότητες των εισροών, που ορίζονται από το σημείο P , για να παράγει μια μονάδα εκροής, η τεχνική αναποτελεσματικότητα της εν λόγω επιχείρησης θα μπορούσε να εκπροσωπείται από την QP απόσταση, η οποία είναι το ποσό με την οποία όλες οι εισροές θα μπορούσαν να μειωθούν αναλογικά χωρίς να σημειωθεί μείωση της ποσότητας εκροής.

Επομένως η Τεχνική Αποτελεσματικότητα (TE) εκφράζεται σε ποσοστό από το λόγο $TE = OQ/OP$, το οποίο είναι ίσο και με το $TE = 1 - QP/OP$. Για παράδειγμα, το σημείο Q είναι τεχνικά αποτελεσματικό επειδή βρίσκεται πάνω στην αποτελεσματική καμπύλη ισοπαραγωγής.

Σχήμα 3. Τεχνική και αναδιανεμητική αποτελεσματικότητα με προσανατολισμό στις εισροές.



Πηγή. Coelli, 1998

Έστω τώρα ότι ο λόγος των τιμών των εισροών, που αντιπροσωπεύεται από τη γραμμή AA' είναι επίσης γνωστός. Τότε η κατανομή των πόρων της επιχείρησης που βρίσκεται στο σημείο P (Αναδιανεμητική Αποτελεσματικότητα-ΑΕ), μπορεί επίσης να υπολογιστεί από τον παρακάτω λόγο:

$$AE = OR / OQ,$$

δεδομένου ότι η απόσταση RQ είναι η μείωση του κόστους παραγωγής που θα προκύψει, εάν η παραγωγή επρόκειτο να συμβεί στο αποτελεσματικό σημείο Q', αντί στο μη αποτελεσματικό σημείο Q.

Η συνολική οικονομική αποτελεσματικότητα (EE) ορίζεται ο λόγος:

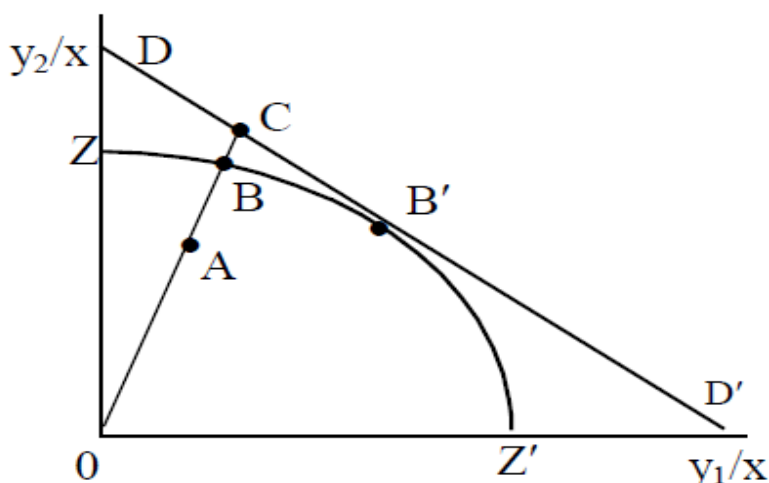
$$EE = OR / OP,$$

όπου η RP απόσταση μπορεί επίσης να ερμηνευθεί από την άποψη της μείωσης του κόστους. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι το γινόμενο της τεχνικής και αναδιανεμητικής αποτελεσματικότητας ισούται με τη συνολική οικονομική αποτελεσματικότητα:

$$TE * AE = (OQ / OP) * (OR / OQ) = (OR / OP) = EE$$

Η παραπάνω ανάλυση περιγράφει την αποτελεσματικότητα δίνοντας έμφαση στη μείωση των εισροών. Αντίστοιχα, μπορούμε να εξετάσουμε την τεχνική αποτελεσματικότητα εστιάζοντας στη μεγιστοποίηση των εκροών μέσα από το ακόλουθο παράδειγμα κατά το οποίο η παραγωγική διαδικασία περιλαμβάνει δύο εξόδους (Y_1 και Y_2) και μια απλή είσοδο (x_1). Και πάλι αν υποθέσουμε ότι υπάρχουν σταθερές αποδόσεις κλίμακας, η $f(x)$ μπορεί να αναπαρασταθεί σε δυο διαστάσεις σύμφωνα με το σχήμα 4. Η γραμμή ZZ' είναι η καμπύλη παραγωγικών δυνατοτήτων ανά μονάδα και το σημείο A αντιστοιχεί σε μια αναποτελεσματική εταιρεία.

Σχήμα 4. Τεχνική και αναδιανεμητική αποτελεσματικότητα με προσανατολισμό στις εκροές.



Πηγή. Coelli, (1998)

Τα μέτρα απόδοσης της παραγωγής με προσανατολισμό στις εκροές μπορούν να οριστούν ως εξής. Στο σχήμα 4 η απόσταση AB αντιπροσωπεύει την τεχνική αναποτελεσματικότητα. Δηλαδή, η ποσότητα κατά την όποια κάποιες εκροές θα μπορούσαν να αυξηθούν χωρίς να απαιτείται επιπλέον εισροή. Ως εκ τούτου, ένα μέτρο της τεχνικής αποτελεσματικότητας είναι η αναλογία $0A/0B$. Αν υπάρχουν πληροφορίες για τις τιμές τότε μπορούμε να εξαγάγουμε τη γραμμή DD' (isorevenue line) και να υπολογιστεί η αναδιανεμητική αποτελεσματικότητα (allocative efficiency) ίση με $0B/0C$. Επιπλέον, η συνολική οικονομική απόδοση μπορεί να οριστεί ως το γινόμενο των δύο αυτών μέτρων $(0A/0C) = (0A/0B) * (0B/0C)$.

Από τα παραπάνω προκύπτουν τα εξής (Coelli, 1998):

- Όλα τα μέτρα για την τεχνική αποτελεσματικότητα που έχουμε ορίσει παίρνουν τιμές από μηδέν έως ένα.
- Όλα μετρώνται κατά μήκος μιας ακτίνας από την αρχή μέχρι το παρατηρούμενο σημείο παραγωγής. Ως εκ τούτου, οι σχετικές αναλογίες των εισροών (ή εκροών) είναι σταθερές.
- Ένα πλεονέκτημα αυτών των ακτινικών μέτρων για την απόδοση είναι ότι δεν έχουν μονάδες, οπότε υπάρχει σχετική ελευθερία με τις μονάδες μέτρησης των εισροών και των εκροών.

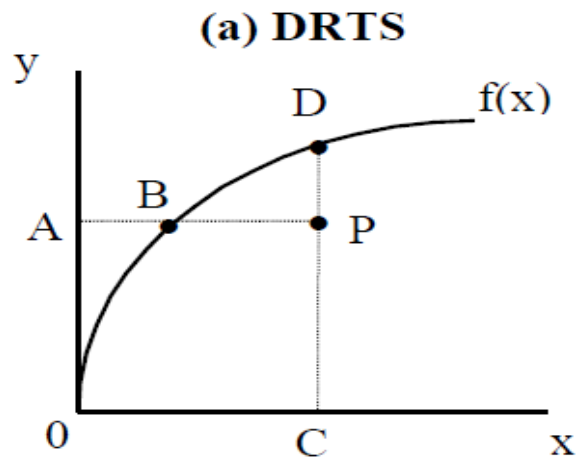
3.3.2 Αποτελεσματικότητα Κλίμακας και DEA

Μια επιχείρηση μπορεί να είναι οικονομικά αποτελεσματική, ωστόσο να μην επιτυγχάνει ταυτόχρονα το άριστο μέγεθος παραγωγής. Κρίσιμο ρόλο σε αυτό διαδραματίζουν οι Αποδόσεις Κλίμακας (Returns to Scale) της παραγωγής που μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τον τρόπο που η αύξηση της ποσότητας των συντελεστών επηρεάζει το συνολικό παραγόμενο προϊόν. Οι Αποδόσεις Κλίμακας διαχωρίζονται σε Σταθερές (Constant Returns to Scale - CRS) και σε Μεταβλητές (Variable Returns to Scale -VRS). Στην περίπτωση των σταθερών αποδόσεων κλίμακας μια αύξηση των εισροών κατά ένα συγκεκριμένο ποσοστό επιφέρει αντίστοιχη αύξηση των εκροών. Στην περίπτωση των μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας μια αύξηση των εισροών κατά ένα ποσοστό μπορεί να προκαλέσει την αύξηση των εκροών κατά διαφορετικό ποσοστό. Όταν η αύξηση των εκροών γίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό από την αύξηση των εισροών τότε η παραγωγή χαρακτηρίζεται από Αύξουσες Αποδόσεις Κλίμακας (Increasing Returns to Scale - IRS). Αντίστοιχα, όταν οι εκροές αυξάνονται σε μικρότερο ποσοστό από τις εισροές τότε η παραγωγή χαρακτηρίζεται από Φθίνουσες Αποδόσεις Κλίμακας (Decreasing Returns to Scale - DRS) .

Η Αποτελεσματικότητα Κλίμακας αποτελεί ένα κρίσιμο ζήτημα το οποίο ουσιαστικά συνδέει την παραγωγικότητα και την αποτελεσματικότητα στα πλαίσια της θεωρίας των συνόρων παραγωγής.

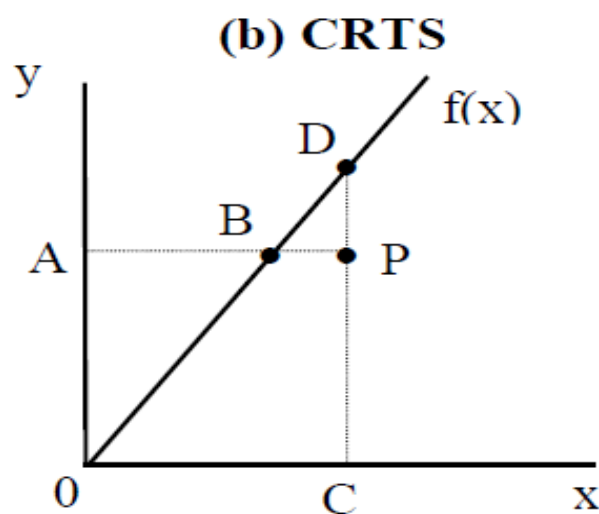
Παρακάτω, στο σχήμα 5 παρουσιάζεται το μοντέλο με προσανατολισμό στις εκροές αν υποθέσουμε μια εισροή και μια εκροή και φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας.

Σχήμα 5. Φθίνουσες Αποδόσεις στην κλίμακα, προσανατολισμός στις εκροές.



Η $f(x)$ είναι η τεχνολογία παραγωγής και μια αναποτελεσματική επιχείρηση που λειτουργεί στο σημείο P. Σύμφωνα με τον Farrell όταν έχουμε προσανατολισμό στις εισροές τότε το μέτρο της TE θα είναι ίσο με την αναλογία AB / AP , ενώ όταν έχουμε προσανατολισμό στις εκροές τότε το μέτρο της TE θα είναι ίσο με CP / CD . Τα δυο διαφορετικά μοντέλα θα δώσουν τα ίδια αποτελέσματα όταν υπάρχουν σταθερές αποδόσεις κλίμακας αλλά θα είναι διαφορετικά όταν αυξάνονται οι φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας (Fare και Lovell 1978). Ο σταθερές αποδόσεις κλίμακας απεικονίζονται γραφικά στο σχήμα 6 όπου παρατηρούμε ότι η $AB/AP = CP/CD$, για ενδεχόμενη αναποτελεσματικότητα στο σημείο P.

Σχήμα 6. Σταθερές Αποδόσεις στην κλίμακα, προσανατολισμός στις εκροές.



Πηγή. Coelli, (1998)

3.4 Εφαρμογή της DEA

Το πρώτο στάδιο πριν την εφαρμογή της DEA είναι η επιλογή των Μονάδων Λήψης Απόφασης (Decision Making Units- DMU) που θα συγκριθούν ως προς την αποτελεσματικότητά τους. Οι μονάδες που θα επιλεγούν θα πρέπει να είναι αυτές που χρησιμοποιούν τις διαθέσιμες εισροές και να είναι υπεύθυνες για τις παραγόμενες εκροές. Ο αριθμός των επιλεγμένων DMU θα πρέπει να επιτρέπει έναν ικανοποιητικό αριθμό βαθμών ελευθερίας έτσι ώστε τα τελικά αποτελέσματα να συνάδουν με τον αριθμό των εισροών και εκροών. Γνωρίζουμε ότι η τεχνική αποτελεσματικότητα για μία μονάδα υπολογίζεται σε σχέση με τις ομοειδείς καλύτερες μονάδες του δείγματος που εξετάζουμε. Συνεπώς, η προσθήκη μίας επιπλέον μονάδας στο δείγμα, η οποία εμφανίζει υψηλή αποτελεσματικότητα, μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της αποτελεσματικότητας ορισμένων από τις υπόλοιπες μονάδες του δείγματος.

Στη συνέχεια θα πρέπει να γίνει ο καθορισμός των εισροών και εκροών μέσα από ανάλυση της δομής και λειτουργίας των μονάδων, ώστε να επιλεγούν όλες οι κρίσιμες εισροές και εκροές που θα οδηγήσουν σε αξιόπιστα, πρωτίστως, αποτελέσματα. Στη διαδικασία επιλογής των εισροών και εκροών σημαντικό ρόλο παίζουν διάφορες δοκιμές (αναλύσεις ευαισθησίας, τεστ συσχέτισης), βάσει των οποίων εκτιμάται η συμβολή τους στα τελικά αποτελέσματα. Επίσης, πρέπει να δίνεται σημασία και στον αριθμό των μεταβλητών γιατί κάθε πρόσθετη εισροή ή εκροή προσθέτει έναν παραπάνω περιορισμό που έχει σαν συνέπεια να μειώνεται ο αριθμός λύσεων του μοντέλου και να παρουσιάζονται περισσότερες μονάδες ως αποτελεσματικές.

Σύμφωνα με το εγχειρίδιο των Cooper et al.(2005) ο αριθμός των επιλεγμένων μονάδων DMU με τον αριθμό των εισροών και εκροών θα πρέπει να ικανοποιεί την ακόλουθη σχέση:

$n \geq \max\{mxs, 3(m+s)\}$, όπου n ο αριθμός των DMUs, m ο αριθμός των εισροών και s ο αριθμός των εκροών.

Η παραπάνω συνθήκη εξασφαλίζει όχι μόνο το να είναι η ανάλυση εφικτή αλλά και να είναι τα αποτελέσματα αμερόληπτα.

Η μέθοδος DEA δίνει επιπλέον τη δυνατότητα αξιολόγησης των αποτελεσμάτων που προκύπτουν. Μέσω του διαχωρισμού των μονάδων σε αποτελεσματικές και μη αποτελεσματικές μπορεί να διερευνηθεί για ποιο λόγο ορισμένες μονάδες δεν είναι αποτελεσματικές. Εξετάζοντας ποιες εισροές ή/και εκροές καθιστούν μια DMU αναποτελεσματική μπορούμε να αποφανθούμε για το πόσο οι εν λόγω εισροές (εκροές) πρέπει να μεταβληθούν προκειμένου να γίνει αποτελεσματική η DMU και να προτείνουμε λύσεις για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητάς της.

3.5 Μαθηματική διατύπωση του μοντέλου της DEA - Τα μοντέλα VRS και CRS

Προκειμένου να διατυπωθεί μαθηματικά το μοντέλο της DEA συνήθως γίνονται μια σειρά από παραδοχές που σχετίζονται με τον καθορισμό των αποδόσεων κλίμακας, και τον προσανατολισμό στις εισροές ή τις εκροές. Υπάρχουν τρεις διαφορετικές δυνατότητες:

- Προσανατολισμός στις εισροές (Input Oriented): το πρόβλημα που λύνεται σε αυτή την περίπτωση είναι η ελαχιστοποίηση της χρήσης των εισροών για να παραχθούν τα ίδια προϊόντα με τα επίπεδα των εκροών που έχουν δηλωθεί για τις DMUs.
- Προσανατολισμός στις εκροές (Output Oriented): τα πρόβλημα που λύνεται σε αυτή την περίπτωση είναι η μεγιστοποίηση των εκροών με τη χρήση συγκεκριμένων εισροών.
- Προσανατολισμός στις εισροές και τις εκροές ταυτόχρονα (Base Oriented): σε αυτή την περίπτωση στόχος είναι η βέλτιστη χρήση των εισροών και η βέλτιστη παραγωγή των εκροών ταυτόχρονα.

Η υπόθεση CRS είναι απαραίτητη όταν όλες οι επιχειρήσεις λειτουργούν σε άριστη κλίμακα. Ωστόσο ο ατελής ανταγωνισμός, ο κρατικός παρεμβατισμός και η ατελής πληροφόρηση μπορεί να δημιουργήσουν πρόβλημα στις εταιρείες ώστε να λειτουργούν σε άριστη κλίμακα³. Αρκετοί ερευνητές προσπάθησαν να προσαρμόσουν το CRS μοντέλο σε VRS (Variable Returns to Scale) (Afriat, 1972;

³ Οι μειούμενες αποδόσεις στη κλίμακα συνήθως αναπτύσσονται όταν η διαχείριση των επιχειρήσεων χαρακτηρίζεται από πολυπλοκότητα και το ανθρώπινο δυναμικό έχει χαμηλή παραγωγικότητα. Αν μια εταιρεία λειτουργεί με σταθερές αποδόσεις κλίμακας τότε το μέγεθος της παραγωγικής διαδικασίας δεν επηρεάζει την παραγωγικότητα των συντελεστών της.

Fare et al, 1983; Banker et al., 1984). Η εξειδίκευση VRS επιτρέπει τον υπολογισμό της τεχνικής αποτελεσματικότητας αποφεύγοντας τη δημιουργία SE (Scale Effects) αποτελεσμάτων (Coelli & Rao, 2005). Η εναλλαγή από το ένα μοντέλο στο άλλο προκύπτει πολύ εύκολα από την προσθήκη ενός περιορισμού κυρτότητας

$$\min_{\theta, \lambda} \theta$$

Με περιορισμό

$$-q_i + Q\lambda \geq 0,$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0,$$

$$I1'\lambda = 1,$$

$$\lambda \geq 0$$

Όπου $I1'\lambda = 1^4$ είναι ένα μοναδιαίο διάνυσμα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, η μέτρηση της τεχνικής αποτελεσματικότητας να προκύπτει πιο ακριβής από ότι με το CRS μοντέλο (Coelli & Rao, 2005).

Το μοντέλο VRS (Banker, 1984) βοηθά στη διάκριση μεταξύ της τεχνικής και της καθαρής τεχνικής αποτελεσματικότητας σε δεδομένη κλίμακα της επιχείρησης. Το μοντέλο αυτό ενσωματώνει την άποψη ότι η αύξηση των εισροών δεν είναι απαραίτητο να επιφέρει την ίδια αναλογική στην αύξηση των εκροών σε όλες τις κλίμακες της λειτουργίας.

3.5.1 Σταθερές αποδόσεις κλίμακας, προσανατολισμός στις εισροές

Έστω M εισροές και K εκροές, το πρόβλημα του γραμμικού προγραμματισμού που επιλύεται είναι το εξής:

$$\begin{aligned} & \min \theta \\ & \sum_{i=1}^n \lambda_i y_m^i \geq y_m^0, \quad m = 1, 2, \dots, M \\ & \sum_{i=1}^n \lambda_i x_{km}^i < \theta x_{km}^0, \quad \kappa = 1, 2, \dots, K \\ & \lambda_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Η αποτελεσματικότητα για την j -ιοστή επιχείρηση δίνεται από την

$$Eff_j = \theta_j$$

⁴ Ο περιορισμός αυτός διασφαλίζει ότι μια μη αποτελεσματική επιχείρηση θα αξιολογηθεί συγκριτικά με τις όμοιες σε αυτήν επιχειρήσεις.

Όταν

- $Eff_j = 1$ η επιχείρηση είναι αποτελεσματική
- $Eff_j < 1$ η επιχείρηση είναι μη αποτελεσματική

3.5.2 Σταθερές αποδόσεις κλίμακας, προσανατολισμός στις εκροές

Έστω M εισροές και K εκροές, το πρόβλημα του γραμμικού προγραμματισμού που επιλύεται είναι το εξής:

$$\begin{aligned} & \max \varphi \\ & \sum_{i=1}^n \lambda_i y_m^i \geq \varphi y_m^0, \quad m = 1, 2, \dots, M \\ & \sum_{i=1}^n \lambda_i x_{\kappa m}^i < \chi_{\kappa}^0, \quad \kappa = 1, 2, \dots, K \\ & \lambda_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Η αποτελεσματικότητα για την j -ιοστή επιχείρηση δίνεται από την

$$Eff_j = 1/\varphi_j$$

Όταν

- $Eff_j = 1$ η επιχείρηση είναι αποτελεσματική
- $Eff_j < 1$ η επιχείρηση είναι μη αποτελεσματική

3.5.3 Μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας, προσανατολισμός στις εισροές

Έστω M εισροές και K εκροές, το πρόβλημα του γραμμικού προγραμματισμού που επιλύεται είναι το εξής:

$$\begin{aligned} & \min \theta \\ & \sum_{i=1}^n \lambda_i y_m^i \geq y_m^0, \quad m = 1, 2, \dots, M \\ & \sum_{i=1}^n \lambda_i x_{\kappa m}^i < \theta \chi_{\kappa}^0, \quad \kappa = 1, 2, \dots, K \\ & \lambda_i = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Η αποτελεσματικότητα για την j -ιοστή επιχείρηση δίνεται από την

$$Eff_j = \theta_j$$

Όταν

- $Eff_j = 1$ η επιχείρηση είναι αποτελεσματική
- $Eff_j < 1$ η επιχείρηση είναι μη αποτελεσματική

3.5.4 Μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας, προσανατολισμός στις εκροές

Έστω M εισροές και K εκροές, το πρόβλημα του γραμμικού προγραμματισμού που επιλύεται είναι το εξής:

$$\begin{aligned} & \max \varphi \\ & \sum_{i=1}^n \lambda_i y_m^i \geq \varphi y_m^0, \quad m = 1, 2, \dots, M \\ & \sum_{i=1}^n \lambda_i x_{\kappa m}^i \leq x_{\kappa}^0, \quad \kappa = 1, 2, \dots, K \\ & \lambda_i = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Η αποτελεσματικότητα για την j -ιοστή επιχείρηση δίνεται από την

$$Eff_j = 1/\varphi_j$$

Όταν

- $Eff_j = 1$ η επιχείρηση είναι αποτελεσματική
- $Eff_j < 1$ η επιχείρηση είναι μη αποτελεσματική

3.6 Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα της DEA

Η DEA έχει εφαρμοστεί σε ένα ευρύ φάσμα οργανισμών και επιχειρήσεων ως μέθοδος μέτρησης της αποδοτικότητας. Σύμφωνα με τους Cooper et al., (2000) η μέθοδος έχει πολύ καλά αποτελέσματα σε οργανισμούς υγείας (νοσοκομεία, κλινικές κτλ), σε εκπαιδευτικά ιδρύματα, σε τράπεζες, σε βιομηχανικούς κλάδους. Επίσης έχει πολύ καλά αποτελέσματα στην αξιολόγηση δημοσίων οργανισμών, εμπορικών καταστημάτων και καταστημάτων εστίασης. Φαίνεται, ότι η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί σχεδόν σε όλα τα πεδία των επιχειρήσεων, ενώ αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο στη λήψη αποφάσεων. Οι Cooper et al.,(2000) αναλύουν τα πλεονεκτήματα της DEA ως εξής:

- Δυνατότητα χρήσης πολλαπλών εισροών και εκροών κατά την αξιολόγηση των μονάδων.
- Τα δεδομένα δεν χρειάζεται να έχουν κάποια συσχέτιση μεταξύ τους.
- Οι μονάδες συγκρίνονται απευθείας με ένα σύνολο ανταγωνιστικών ομοειδών μονάδων.
- Δεν είναι απαραίτητο οι εισροές και οι εκροές να μετρούνται με τις ίδιες μονάδες.

Ωστόσο, η μέθοδος έχει και κάποια μειονεκτήματα που αποτελούν σημείο κριτικής. Σύμφωνα με τους Cooper et al.,(2000) τέτοια προβλήματα μπορεί να είναι:

- Τα σφάλματα μέτρησης που προκύπτουν από τη μέθοδο, η οποία είναι μια μέθοδος ακραίου σημείου.
- Η μέθοδος μπορεί να υπολογίσει με ακρίβεια τη θέση μιας μονάδας σε σχέση με τις υπόλοιπες μονάδες που συμμετέχουν αλλά δεν μπορεί να συγκρίνει τη μονάδα αυτή με μια θεωρητικά μέγιστη απόδοση.
- Επειδή είναι μη παραμετρική τεχνική δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν τεστ στατιστικών υποθέσεων. Έτσι, συχνά πρέπει να γίνεται και μια οικονομετρική ανάλυση σε δεύτερο στάδιο.

Επιπλέον, πολλές φορές η DEA έχει μικρή διακριτική ικανότητα ανάμεσα στις μονάδες. Αυτό συμβαίνει κυρίως, κατά τον καθορισμό της αποτελεσματικότητας, όταν ένα ζεύγος εισροών - εκροών μιας μονάδας έχει το μεγαλύτερο δείκτη αποδοτικότητας. Τότε αυτή θα φανεί αποτελεσματική ή θα έχει αποτελεσματικότητα που θα προσεγγίζει τη μονάδα λόγω του γεγονότος ότι με βάση την προσέγγιση της DEA τοποθετείται το μέγιστο βάρος σ' αυτό το δείκτη και το ελάχιστο στις υπόλοιπες μεταβλητές εισόδου/εξόδου (Κατσαμάνης, 2009). Ως εκ τούτου, ορισμένες φορές μια μονάδα φαίνεται περισσότερο αποτελεσματική από ότι είναι πραγματικά εξαιτίας μιας ευνοϊκής επιλογής βαρών κατά τη διαδικασία επίλυσης με βάση τη μέθοδο DEA.

3.7 Σύγκριση Παραμετρικών Μεθόδων και DEA

Όπως αναλύθηκε διεξοδικά στο προηγούμενο κεφάλαιο, η DEA αποτελεί μια διαδικασία που προσφέρει μια σειρά χρήσιμων αποτελεσμάτων. Κύριος σκοπός της είναι η σύγκριση των επιχειρήσεων που εξετάζονται με μια φανταστική (ιδανική) επιχείρηση (benchmark). Η DEA μπορεί να μοντελοποιήσει υποδείγματα πολλαπλών εισόδων και πολλαπλών διαδικασιών παραγωγής. Το κύριο πλεονέκτημα της DEA είναι ότι δεν απαιτεί λειτουργικές προδιαγραφές για τη συνάρτηση παραγωγής (ή κόστους) που απαιτούν οι οικονομετρικές τεχνικές. Παράλληλα, δε χρειάζεται υποθέσεις σχετικά με τη λειτουργία της παραγωγής ή του κόστους, αλλά και για την κατανομή των σφαλμάτων.

Οι θεωρητικές εκτιμήσεις, Monte Carlo προσομοιώσεις, που πραγματοποιήθηκαν για να συγκρίνουν την επιτυχία των δύο προσεγγίσεων για την εκτίμηση μιας γνωστής μεθόδου παραγωγής είναι ασαφείς. Έτσι, οι Banker et al. (1993) κατέληξαν ότι η μέθοδος COLS αποδίδει καλύτερα από τη DEA αν το δείγμα έχει πάνω από πενήντα παρατηρήσεις. Από την άλλη πλευρά, η DEA δίνει πιο ακριβείς εκτιμήσεις, όταν η αναποτελεσματικότητα έχει εκθετική κατανομή ή το μέγεθος του δείγματος είναι μικρότερο από 50. Ο Smith (1997) έδειξε ότι η DEA παράγει εύλογα ακριβείς εκτιμήσεις σε μικρά δείγματα και ότι η ακρίβεια βελτιώνεται όταν υπάρχει υψηλή συσχέτιση στις εισροές και τις εκροές που χρησιμοποιούνται.

Οι Gong and Sickles (1989-1992) συνέκριναν τη DEA και τη στοχαστική μέθοδο ανάλυσης. Τα αποτελέσματα ήταν και πάλι αντικρουόμενα. Τα στοχαστικά μοντέλα ξεπερνούν τη DEA αν η υποτιθέμενη λειτουργική μορφή είναι κοντά στην υποκείμενη τεχνολογία. Αλλά καθώς ο προσδιορισμός της λειτουργικής μορφής γίνεται πιο δύσκολος, οι εκτιμήσεις DEA είναι πιο ακριβείς από τις εκτιμήσεις που βασίζονται σε οικονομετρικές μεθόδους. Οι Read and Thanassoulis (1995) στη σύγκριση που έκαναν εντόπισαν ότι οι στοχαστικές μέθοδοι είναι σχετικά καλές, εξαιρώντας την περίπτωση που οι τιμές των εισροών ή εκροών είναι πολύ μεγάλες ή μικρές, οπότε σε αυτό το σημείο η DEA είναι καλύτερη.

Ο Ruggiero (1998) συνέκρινε την κανονική παλινδρόμηση με την DEA για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας, όταν η πραγματική συνάρτηση παραγωγής είναι Cobb-Douglas. Οι εκτιμήσεις της κανονικής παλινδρόμησης είχαν υψηλότερο βαθμό

συσχέτισης με την πραγματική αποτελεσματικότητα, ανεξάρτητα από το αν άσχετες μεταβλητές εισόδου ή εξόδου συμπεριλήφθηκαν στα μοντέλα.

Οι θεωρητικές εκτιμήσεις και οι μελέτες προσομοίωσης καταδεικνύουν ότι οι μέθοδοι παλινδρόμησης μπορεί να είναι ανώτερες της DEA υπό ορισμένες συνθήκες και χειρότερες υπό κάποιες άλλες. Συνήθως, αν το βασικό ερώτημα είναι η μέτρηση της απόδοσης συγκεκριμένων ομάδων είναι λογικό να ερευνηθούν τα αποτελέσματα από την εφαρμογή των εναλλακτικών μεθόδων στο συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων. Από τη στιγμή που δεν είναι δυνατή η γνώση της πραγματικής τεχνολογίας, το ερώτημα που τίθεται είναι αν οι εναλλακτικές μέθοδοι παρέχουν παρόμοια αποτελέσματα όταν εφαρμόζονται με εναλλακτικές προδιαγραφές της υποκείμενης διαδικασίας παραγωγής (Giuffrida & Gravelle, 1999).

Εάν οι μέθοδοι παράγουν διαφορετικά αποτελέσματα μπορούμε να συγκρίνουμε την αξιοπιστία τους με δύο τρόπους (Parkin και Hollingsworth, 1997). Κατ' αρχάς, αν η τεχνολογία παραγωγής δε διαφέρει σημαντικά από το ένα έτος στο επόμενο, μπορούμε να μελετήσουμε τη συσχέτιση των βαθμολογιών της αποτελεσματικότητας μεταξύ διαδοχικών ετών. Εάν τα αποτελέσματα δείχνουν μικρή συσχέτιση, γεγονός που φανερώνει ότι η μέθοδος δεν είναι ακριβής για να προσδιορίσει το μέτρο της αποτελεσματικότητας, μπορούμε να συγκρίνουμε την αξιοπιστία των μεθόδων θεωρώντας διάφορες υποθέσεις σε σχέση με την τεχνολογία. Όταν η πραγματική τεχνολογία είναι άγνωστη και υπάρχουν εναλλακτικές προδιαγραφές, θα πρέπει να επιλέξουμε τη μέθοδο εκείνη η οποία παρέχει υψηλή συσχέτιση στην αποδοτικότητα σε σχέση με τις διάφορες υποθέσεις αναφορικά με την τεχνολογία (Giuffrida & Gravelle, 1999).

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω και με δεδομένο τον πίνακα 1, προκύπτει ότι η μη παραμετρική μέθοδος DEA μπορεί να ξεπεράσει εμπόδια και προβλήματα που αφορούν στις συναρτήσεις παραγωγής, στις συναρτήσεις των καταλοίπων και των στατιστικών λαθών. Σε κάθε περίπτωση η μη παραμετρική μέθοδος αποτελεί μια ευέλικτη και ακριβή μέθοδο, ώστε να συγκριθούν διαφορετικές μεταξύ τους μονάδες.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά Παραμετρικών Μεθόδων και DEA

	Μοντέλα Στοχαστικά	Data Envelopment Analysis
Υποθέσεις για συνάρτηση παραγωγής και κόστους	Ισχυρές	Καμιά
Υποθέσεις για το Όριο	Ναι	Όχι
Τεστ για τις κατανομές των κατάλοιπων	Ισχυρά	Κανένα
Τεστ για τις μεταβλητές	Ναι	Όχι
Διαχωρισμός των τυχαίων παραγόντων από τη μεταβλητότητα της αποτελεσματικότητας	Ναι	Όχι
Αποδοχή περιβαλλοντικών παραγόντων	Ναι	Ναι
Αποδοχή πολλαπλών εισροών και εκροών	Όχι πάντα	Ναι
Πρόβλημα πολυσυγγραμικότητας	Ναι	Όχι
Πληροφόρηση για τους οργανισμούς	Όχι	Ναι
Ευπάθεια αποτελεσμάτων με μικρό αριθμό μεταβλητών	Ναι	Μέτρια
Προβλήματα Ενδογενή	Ναι	Όχι

Πηγή. Giuffrida & Gravelle (1999)

Προκειμένου να αποφευχθούν τα ενδεχόμενα εμπόδια μέσα από την οικονομετρική ανάλυση της αποτελεσματικότητας, στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε μια μη παραμετρική μέθοδος, στην περίπτωση μας η DEA.

3.8 Βιβλιογραφική ανασκόπηση της μεθόδου DEA

Η τεχνική αποτελεσματικότητα έχει βρει ευρεία εφαρμογή κυρίως στον κλάδο των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων. Για πολλούς ερευνητές η επιτυχία μιας τράπεζας σχετίζεται με την ποιότητα που έχει η διοίκησή της. Με βάση αυτή τη θεωρητική προσέγγιση οι Barr & Siems (1994) δημιούργησαν ένα μοντέλο όπου συμμετείχαν σαν μεταβλητές εισόδου ο αριθμός των εργαζομένων (πλήρη απασχόληση), το κόστος της εργασίας (μισθοί), τα έξοδα των τόκων, τα περιουσιακά στοιχεία και ο αριθμός των δάνειων που χορηγούν οι τράπεζες. Οι μεταβλητές εξόδου ήταν οι καταθέσεις και τα έσοδα από τους τόκους. Η έρευνα των Barr & Siems (1994) κατέδειξε ότι οι τράπεζες με χαμηλά επίπεδα τεχνικής αποτελεσματικότητας, διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο πτώχευσης.

Οι Burcu et al. (2014) προσπάθησαν να εντοπίσουν τις πιο αποτελεσματικές επιχειρήσεις στις ΗΠΑ προκειμένου να δουν αν οι Εξαγορές και Συγχωνεύσεις που έγιναν ή πρόκειται να γίνουν θα είναι επωφελείς τόσο για τους αγοραστές όσο και για τους εξαγοραζόμενους. Χρησιμοποίησαν 86 διαφορετικούς κωδικούς για τους κλάδους που δραστηριοποιούνται στις ΗΠΑ. Οκτώ παράγοντες χρησιμοποιήθηκαν στην αξιολόγηση των εταιριών: τα έσοδα, τα κέρδη, τα περιουσιακά στοιχεία, ο αριθμός των εργαζομένων, των μετόχων, τα ίδια κεφαλαία, η αξία της αγοράς, τα κέρδη ανά μετοχή και η συνολική απόδοση για τους επενδυτές.

Οι Thore et al., (1994) εξέτασαν την παραγωγική αποτελεσματικότητα των αμερικανικών εταιριών ηλεκτρονικών υπολογιστών. Η χρονική περίοδος που εξέτασαν ήταν μεταξύ του 2004-2008 και υπολόγισαν την αποτελεσματικότητα και με σταθερές και με μεταβλητές αποδόσεις στην κλίμακα. Χρησιμοποίησαν σαν εισροές τα συνολικά έξοδα της επιχειρήσεις και τα πάγια περιουσιακά της στοιχεία, ενώ σαν εκροές χρησιμοποίησαν τις πωλήσεις των επιχειρήσεων. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι πολύ λίγες εταιρείες κατάφεραν να διατηρήσουν την αποτελεσματικότητά τους κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου.

Οι Batra and Tan (2003) από την άλλη εξέτασαν την τεχνική αποτελεσματικότητα για μικρομεσαίες επιχειρήσεις στη Μαλαισία, Ινδονήσια, Κολομβία, Ταϊβάν, Γουατεμάλα

και Μεξικό. Από τη μελέτη προέκυψε ότι η τεχνική αποτελεσματικότητα αυξάνεται αν το μέγεθος της εταιρείας αυξάνεται. Οι βασικές διαφορές στην αποτελεσματικότητα οφείλονταν κυρίως στην εκπαίδευση του προσωπικού, τις επενδύσεις στις νέες τεχνολογίες και καινοτομίες.

Ο Wu (2005) εξέτασε τις επιδόσεις των βιομηχανιών ατσαλιού στην Ταιβάν για τα έτη 1970-1996. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η τεχνική αποτελεσματικότητα σε συνδυασμό με τη βιομηχανική εξέλιξη επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τα μέτρα πολιτικής που αφορούν στην απελευθέρωση των αγορών και την υιοθέτηση εξελιγμένων τεχνολογιών. Σε μια άλλη έρευνα των Wu et al., (2006) διερευνήθηκε η απόδοση του κλάδου του λιανεμπορίου στην Ταιβάν. Σε αυτήν την έρευνα σχεδόν οι μισές επιχειρήσεις ήταν αναποτελεσματικές.

Οι Radam et. al. (2008) εξέτασαν την τεχνική αποτελεσματικότητα σε 7.360 μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις στην Μαλαισία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο αριθμός των επιχειρήσεων που θεωρούνταν τεχνικά αποδοτικότερες είναι μόνο το 3.06% του συνόλου των επιχειρήσεων και ότι η αποτελεσματικότητα κυμαίνεται από 0,30 έως 97,10%. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής θα πρέπει να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην προώθηση των οικονομιών κλίμακας και την ανάπτυξη τεχνικών δεξιοτήτων της εργασίας που θα οδηγήσουν σε υψηλότερα επίπεδα απόδοσης μεταξύ των επιχειρήσεων στη Μαλαισία.

Οι Din et al., (2007) ερεύνησαν την τεχνική αποτελεσματικότητα στον τομέα της βαριάς βιομηχανίας στο Πακιστάν χρησιμοποιώντας την DEA. Η προσέγγιση που ακολούθησαν ήταν προσανατολισμένη στις εκροές υπό CRS και VRS. Συλλέχθηκαν στοιχεία από 101 βιομηχανίες για 2 περιόδους από το 1995 έως 1996 και το 2000 έως το 2001. Οι εισροές που χρησιμοποιήθηκαν περιλάμβαναν κεφάλαιο, εργασία, βιομηχανικό κόστος και μη βιομηχανικό κόστος παραγωγής ενώ εκροή υπήρξε η συμβολή του ΑΕΠ. Υπό σταθερές αποδόσεις κλίμακας, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η απόδοση έχει βελτιωθεί από 0,23 το 1995-96 έως το 2000-01 0,42 και μόνο 2 βιομηχανίες θα μπορούσαν να διατηρήσουν την κατάταξή τους στις δύο περιόδους. Σύμφωνα με τις μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας, ο μέσος όρος απόδοσης αυξήθηκε από 0,31 στην πρώτη περίοδο σε 0,49 στη δεύτερη περίοδο.

Ο Singh (2006-2007) μελετώντας την αξιολόγηση της απόδοσης των εργοστασίων ζάχαρης, διαπίστωσε ότι η συνολική αποτελεσματικότητα των εργοστασίων ζάχαρης για την περίοδο 1996-1997 με 2002-2003 ήταν 93%. Παράλληλα, κατέληξε ότι οι εισροές των εργοστασίων θα μπορούσαν να μειωθούν μέχρι και 7% προκειμένου να βελτιωθεί περαιτέρω η αποτελεσματικότητά τους. Από τις εισροές εκείνες που είχαν ιδιαίτερο πρόβλημα ήταν η ενέργεια που καταναλώναν τα εργοστάσια και το ανθρώπινο δυναμικό.

Οι Meenakumari και Kumaraj, (2008) χρησιμοποίησαν τη μέθοδο DEA με τη χρήση των μοντέλων CRS και VRS για να εκτιμήσουν τη σχετική αποτελεσματικότητα 29 κρατικών εργοστασίων ηλεκτρικής ενέργειας στην Ινδία. Κατά κύριο λόγο, η συσχέτιση μεταξύ εισροών και εκροών που αναλύθηκαν μέσω της ανάλυσης παλινδρόμησης έδειξε ότι οι εισροές και οι εκροές είχαν θετική συσχέτιση μεταξύ τους. Τα αποτελέσματα από τη μελέτη τους έδειξαν ότι πάνω από το 24% των εργοστασίων ήταν αποτελεσματικά υπό CRS και VRS.

Οι Mohamad και Said (2010), προσπάθησαν να αξιολογήσουν την απόδοση εκατό εταιρειών στη Μαλαισία. Οι μεταβλητές εισόδου ήταν το σύνολο των δαπανών λειτουργίας (κόστος) και οι μεταβλητές εξόδου ήταν ο ρυθμός μεταβολής των εσόδων, ο ρυθμός μεταβολής του καθαρού κέρδους, ο ρυθμός μεταβολής των στοιχείων του ενεργητικού, η απόδοση επί των εσόδων, η απόδοση των ιδίων κεφαλαίων και η απόδοση των στοιχείων του ενεργητικού. Το 6% των εταιρειών ήταν αποτελεσματικές όταν εξεταστήκαν με σταθερές αποδόσεις κλίμακας και το 19% ήταν αποτελεσματικές με μεταβλητές αποδόσεις στη κλίμακα. Επιπλέον, μόνο το 6% θα μπορούσε να επιτύχει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα κλίμακας.

Οι Beriha et al. (2011), μελέτησαν τις επιδόσεις στον τομέα της εργασιακής ασφάλειας για 30 ινδικές βιομηχανίες που ανήκουν σε δύσκολους κλάδους όπως κατασκευές, πυρίμαχα και ατσάλι. Ως εκροές ελήφθησαν ο αριθμός των ατυχημάτων στις εξεταζόμενες μονάδες και ως εισροές το ποσοστό του ετήσιου προϋπολογισμού σε θέματα υγιεινής και ασφάλειας καθώς και πρόληψης ατυχημάτων. Επτά μονάδες από τις τριάντα βρέθηκαν να είναι αποτελεσματικές υπό το CRS μοντέλο. Η συγκεκριμένη μελέτη αναδεικνύει τα χαμηλά ποσοστά της εργασιακής ασφάλειας στους εξεταζόμενους κλάδους της βαριάς βιομηχανίας σε σχέση με άλλους κλάδους

και παρέχει συγκριτική αξιολόγηση των πρακτικών που ακολουθούνται μεταξύ των διαφόρων βιομηχανιών.

Στη μελέτη του Celen (2013) γίνεται ανάλυση σε δύο στάδια της αποτελεσματικότητας 21 εταιρειών διανομής ηλεκτρικού ρεύματος στην Τουρκία, κατά την περίοδο 2002-2009. Πρώτα υπολογίζονται τα αποτελέσματα με τη βοήθεια της DEA η οποία αναδεικνύει τις μεταβλητές που πρέπει να βελτιωθούν (μείωση προσωπικού, μείωση μήκους γραμμής διανομής). Στη συνέχεια διεξάγοντας τη μέθοδο Tobit οριστικοποιούνται οι μεταβλητές του επιχειρηματικού περιβάλλοντος που επηρεάζουν και εξηγούν τα αποτελέσματα. Η ανάλυση δείχνει ότι η πυκνότητα στο δίκτυο διανομής και η κατοχή των εταιρειών από ιδιώτες επηρεάζουν θετικά την αποτελεσματικότητα. Για το λόγο αυτό προτείνεται ως στρατηγική βελτίωσης η ιδιωτικοποίηση των δημόσιων εταιρειών διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Κεφάλαιο 4

Διεξαγωγή της μεθόδου DEA στο πεδίο εφαρμογής

4.1 Μεθοδολογικό πλαίσιο της έρευνας

Οι επιχειρήσεις, οι οργανισμοί και τα τραπεζικά ιδρύματα συνήθως γνωρίζουν καλά τα δυνατά και αδύνατα σημεία τους. Με βάση τη στρατηγική που ακολουθούν και λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν, οι επιχειρήσεις μπορούν να πάρουν τις απαραίτητες αποφάσεις και να προβούν στις ανάλογες κινήσεις για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητάς τους.

Σε περιόδους βαθιάς ύφεσης όπως είναι η σημερινή, η κερδοφορία των επιχειρήσεων συνήθως μειώνεται. Έτσι, η πλειονότητα των επιχειρήσεων αναπτύσσουν ως στρατηγική τη μείωση του κόστους παραγωγής. Αντίθετα, σε περιόδους άνθισης, οι επιχειρήσεις προσπαθούν να αυξήσουν τα μερίδια της αγοράς μέσα από ποιοτικότερα προϊόντα.

Οι Tziogkidis and Sirioropoulos (2010) σημειώνουν ότι όταν χρησιμοποιούνται οι σταθερές αποδόσεις στη κλίμακα εξετάζονται οι μακροχρόνιες τάσεις των μεταβλητών σε αντίθεση με τις μεταβλητές που αφορούν στη βραχυχρόνια τάση. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα των σταθερών αποδόσεων αποτελεί το γεγονός ότι επιτρέπουν με καλύτερο τρόπο τη σύγκριση ανάμεσα σε μικρές και μεγάλες επιχειρήσεις.

Στην παρούσα εργασία θα αναλυθούν 40 εμπορικές και βιομηχανικές επιχειρήσεις των κλάδων τροφίμων, κλωστοϋφαντουργίας και πλαστικών. Θα χρησιμοποιηθούν σταθερές αποδόσεις στην κλίμακα καθώς το δείγμα μας περιλαμβάνει διαφορετικού μεγέθους εταιρείες σε συνδυασμό με μεταβλητές αποδόσεις, καθώς θέλουμε να προσεγγίσουμε το συνεχώς μεταβαλλόμενο οικονομικό περιβάλλον και το καθεστώς ατελούς ανταγωνισμού που επικρατεί στην αγορά αλλά και να εντοπίσουμε τα βραχυχρόνια πιθανά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις κατά την περίοδο της κρίσης.

Για να εφαρμοστεί η μέθοδος επιλέχθηκαν ως εισροές τα Μη Κυκλοφορούντα Περιουσιακά Στοιχεία (Αναπόσβεστη Αξία), τα Κυκλοφορούντα Περιουσιακά Στοιχεία, το Κόστος Πωληθέντων, τα Έξοδα Διοικητικής Λειτουργίας και

Λειτουργίας Διάθεσης και ο Αριθμός των Εργαζομένων (προέκυψε από το πηλίκο του τζίρου προς την παραγωγικότητα). Οι εκροές είναι τα Έσοδα Πωλήσεων.

Επιπλέον μια προσανατολισμένη στις εκροές ανάλυση κρίθηκε καταλληλότερη καθώς θα δώσει μια σειρά από ενδεχόμενες αποφάσεις που οφείλουν να λάβουν οι επιχειρήσεις αναφορικά με την καλύτερη χρήση ή μείωση των εισροών τους και θα δείξει τις διαρθρωτικές αλλαγές που πρέπει να κάνουν ώστε το προϊόν τους (στην παρούσα εργασία έσοδα πωλήσεων) να διατηρηθεί ή να μεγιστοποιηθεί.

4.2 Ανάλυση Κλάδων Έρευνας

Όπως ήδη έχει αναφερθεί η επιλογή του δείγματος των εταιρειών που θα εξετασθούν έγινε μέσα από εταιρείες που είναι εισηγμένες στο Χ.Α.Α. και ανήκουν σε τρεις διαχρονικά σημαντικούς κλάδους της ελληνικής οικονομίας. Πρόκειται για τον κλάδο των τροφίμων και ειδικότερα της γαλακτοβιομηχανίας, των πλαστικών και τη κλωστοϋφαντουργίας. Στα παρακάτω υποκεφάλαια γίνεται μια προσπάθεια συνοπτικής ανάλυσης των εν λόγω κλάδων καθώς και παρουσίασης στοιχείων που δείχνουν την πορεία τους τα τελευταία έτη της οικονομικής ύφεσης.

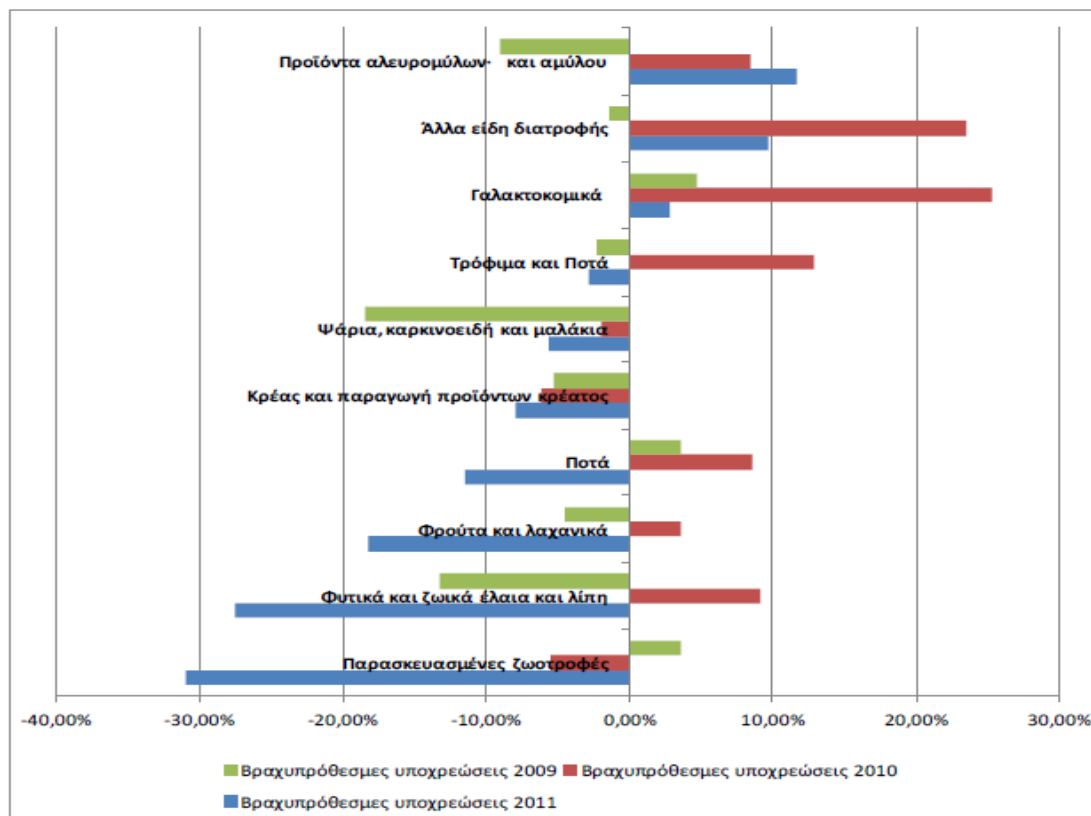
4.2.1 Τρόφιμα-Γαλακτοβιομηχανία

Ο κλάδος τροφίμων ήταν ανέκαθεν ένας από τους σημαντικότερους τομείς της ελληνικής οικονομίας με ιδιαίτερα ισχυρή παρουσία στις ευρωπαϊκές αγορές και εκπροσώπηση από έναν μεγάλο αριθμό εταιρειών με έντονο εξαγωγικό προσανατολισμό. Πρόκειται για έναν κλάδο όπου οι ελληνικές επιχειρήσεις έχοντας αξιοποιήσει τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα που τους έχουν προσφερθεί από την ελληνική πρωτογενή παραγωγή, τον έχουν αναδείξει σε έναν από τους πιο δυναμικούς κλάδους της ελληνικής μεταποίησης.

Ειδικότερα τα τελευταία χρόνια που η μεσογειακή διατροφή άρχισε να εξαπλώνεται ραγδαία, ιδιαίτερα στις δυτικές χώρες, ως κορυφαίο παράδειγμα υγιεινής και φυσικής διατροφής, ο κλάδος των τροφίμων μπορεί να συντελέσει ποικιλοτρόπως στην ανάπτυξη της χώρας. Με βάση το υπάρχον περιβάλλον, οι ελληνικές εταιρίες παραγωγής τροφίμων μπορούν να εκμεταλλευτούν τη σχετικά μικρή τους κλίμακα, την εύκολη πρόσβαση που έχουν σε υψηλής ποιότητας πρώτες ύλες και τη μεγάλη απήχηση της μεσογειακής διατροφής, έτσι ώστε να διαφοροποιηθούν από τους

διεθνείς παραγωγούς τροφίμων, να αποκτήσουν υψηλότερη θέση στην ευρωπαϊκή αλλά και παγκόσμια αγορά.

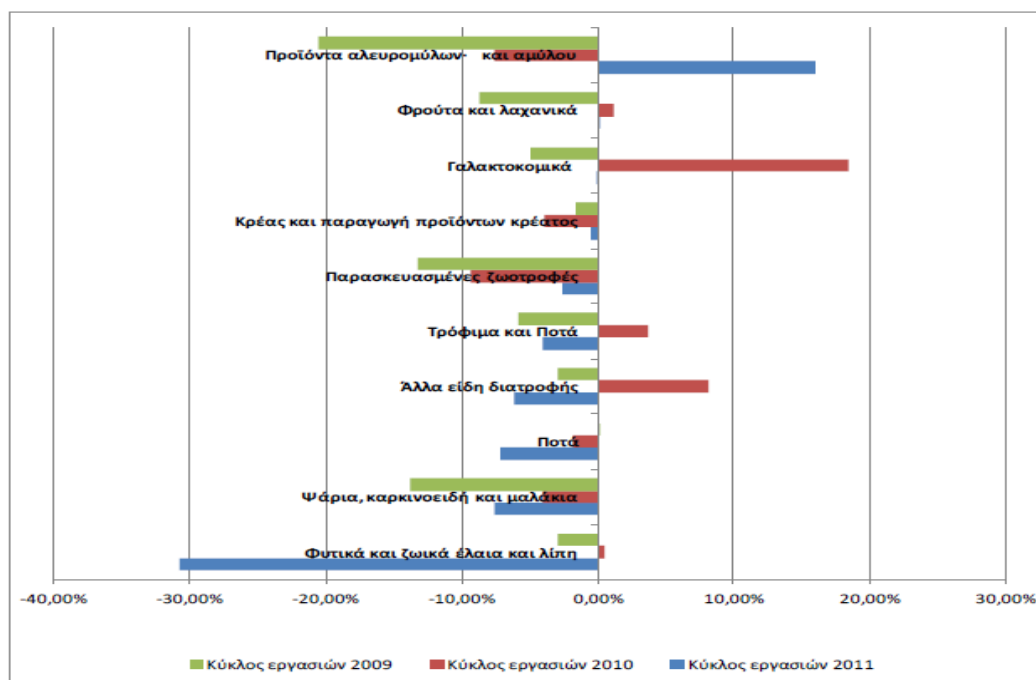
Διάγραμμα 1. Ετήσιες μεταβολές (%) στις βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις των επιχειρήσεων ανά υποκλάδο



Πηγή: IOBE, 2013

Στο Διάγραμμα 1 απεικονίζονται οι ετήσιες μεταβολές στις βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις των επιχειρήσεων του κλάδου, κατά τα έτη 2009-2011 και όπως φαίνεται σχεδόν σε όλους τους υποκλάδους και σε αυτόν του γάλακτος, υπάρχει σημαντική αύξηση το 2010, που ξεκίνησε η οικονομική κρίση και ακολουθεί ξανά μείωση το 2011. Παράλληλα, στο διάγραμμα 2 εμφανίζεται η ετήσια μεταβολή του κύκλου εργασιών των επιχειρήσεων που συμμετέχουν στον κλάδο όπου παρατηρούνται αντίστοιχες αυξομειώσεις, κατά τα προαναφερόμενα έτη.

Διάγραμμα 2. Ετήσιες μεταβολές (%) στον κύκλο εργασιών των επιχειρήσεων ανά υποκλάδο



Πηγή: IOBE, 2013

Διάγραμμα 3. Μεικτό περιθώριο κέρδους ανά υποκλάδο

ΣΤΑΚΟΔ 03	Κλάδος	2009	2010	2011	Μέσος όρος περιόδου
15	Τρόφιμα και Ποτά	29,2%	28,2%	25,7%	27,7%
151	Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος και παραγωγή προϊόντων κρέατος	21,0%	21,5%	19,2%	20,6%
152	Επεξεργασία και συντήρηση ψαριών, καρκινοειδών και μαλακίων	22,1%	21,8%	22,2%	22,0%
153	Επεξεργασία και συντήρηση φρούτων και λαχανικών	22,3%	20,8%	19,1%	20,7%
154	Παραγωγή φυτικών και ζωικών ελαίων και λιπών	17,2%	17,3%	10,1%	14,9%
155	Παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων	26,3%	24,3%	20,3%	23,6%
156	Παραγωγή προϊόντων αλευρομύλων· παραγωγή αμύλων και προϊόντων αμύλου	18,1%	21,2%	20,3%	19,9%
157	Παραγωγή παρασκευασμένων ζωοτροφών	16,0%	16,4%	14,5%	15,6%
158	Παραγωγή άλλων ειδών διατροφής	36,5%	35,1%	32,6%	34,7%
159	Ποτά	43,6%	41,9%	40,3%	41,9%

Πηγή: Hellastat, IOBE, 2013

Τέλος, στο διάγραμμα 3 απεικονίζεται το μεικτό περιθώριο κέρδους ανά υποκλάδο για τον κλάδο τροφίμων και ποτών. Οι βιομηχανίες παραγωγής γάλακτος έχουν μέσο όρο 24%, ενώ το μεγαλύτερο μεικτό περιθώριο κέρδους το εμφανίζουν τα ποτά. Ο δείκτης αυτός δείχνει την ικανότητα μιας επιχείρησης να αντιμετωπίσει τυχόν αύξηση στο κόστος των πρώτων υλών.

4.2.2 Προϊόντα από Ελαστική και Πλαστική Ύλη - Κλωστοϋφαντουργία

Στη βιομηχανία πλαστικού στην Ευρωπαϊκή Ένωση δραστηριοποιούνται 27.000 επιχειρήσεις, οι οποίες απασχολούν 752.000 άτομα περίπου. Η πλειονότητα αυτών των επιχειρήσεων είναι μικρομεσαίες και χαρακτηρίζονται από παραγωγικές διαδικασίες υψηλής τεχνολογίας που ακολουθούν. Η κυριότερη αγορά πλαστικών προϊόντων είναι η συσκευασία, η οποία απορροφά το 36% περίπου της συνολικής παραγωγής του κλάδου. Ακολουθούν οι αγορές των κατασκευών, ηλεκτρικών-ηλεκτρονικών ειδών, μέσων μεταφοράς και επιπλοποιίας.

Ο κλάδος πλαστικού-ελαστικού στην Ελλάδα, χαρακτηρίζεται ως έντασης πρώτων υλών, μικρού μεγέθους απασχόλησης και σχετικά υψηλής επενδυτικής δραστηριότητας, αποδοτικότητας και κερδοφορίας. Οι προοπτικές για τον κλάδο στην Ελλάδα χαρακτηρίζονται ευνοϊκές, εξαιτίας της απορρόφησης προϊόντων του από την πραγματοποίηση μεγάλων έργων υποδομής και την υποκατάσταση άλλου τύπου υλικών (μέταλλα, γυαλί, ξύλο, χαρτί) από πλαστικό.

Η κλωστοϋφαντουργία αποτελεί σημαντικό κλάδο της ελληνικής μεταποιητικής βιομηχανίας, ο οποίος περιλαμβάνει πολλούς επιμέρους υποκλάδους όπως της νηματοουργίας, της υφαντουργίας, της πλεκτικής, της ένδυσης και άλλους τομείς που συνδέονται στενά μεταξύ τους.

Σύμφωνα με στοιχεία του Συνδέσμου Ελλήνων Βιομηχάνων Κλωστοϋφαντουργών, ο κλάδος της κλωστοϋφαντουργίας συμβάλλει με ποσοστό 15% περίπου στη διαμόρφωση του ΑΕΠ της χώρας, ενώ απασχολεί 70.000 εργαζομένους. Συμπεριλαμβανομένου και του προσωπικού που απασχολείται στον κλάδο της ένδυσης, ο συνολικός αριθμός των εργαζομένων προσεγγίζει τα 120.000 άτομα αντιπροσωπεύοντας το 28% περίπου των απασχολούμενων στην εγχώρια μεταποίηση.

Οι εξαγωγές κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων και ετοιμών ενδυμάτων κατατάσσουν τον ευρύτερο αυτό κλάδο ως το μεγαλύτερο εξαγωγικό της εγχώριας μεταποιητικής βιομηχανίας, αντιπροσωπεύοντας το 23% περίπου του συνόλου των εξαγόμενων προϊόντων ή το 47% των εξαγομένων βιομηχανικών προϊόντων και συμμετέχοντας με ποσοστό 28% περίπου στη βιομηχανική παραγωγή της χώρας, αξιοποιώντας την εγχώρια πρώτη ύλη, το βαμβάκι.

Ο κλάδος της κλωστοϋφαντουργίας στην Ελλάδα εμφάνισε σημαντικούς ρυθμούς ανάπτυξης κατά τις δεκαετίες του '60 και '70, περίοδο κατά την οποία διατηρούσε ισχυρή θέση στην εγχώρια μεταποίηση. Έκτοτε, εισήλθε σε περίοδο ύφεσης, με σημαντική μείωση της εγχώριας παραγωγής και των επενδυτικών δραστηριοτήτων, με συνέπεια να οδηγηθεί σε συρρίκνωση και πολλές κλωστοϋφαντουργικές μονάδες να αναστείλουν ολοσχερώς τις εργασίες τους. Ωστόσο, το σημαντικότερο πρόβλημα εστιάζεται στον ανταγωνισμό που δέχονται τα ελληνικά προϊόντα από τις Τρίτες Χώρες τόσο στην ελληνική όσο και στην ευρωπαϊκή αγορά.

Σύμφωνα με πηγές της αγοράς, στον κλάδο έχουν παραμείνει πλέον οι υγιείς επιχειρήσεις, ενώ θα πρέπει να επισημανθεί ότι η δυνατότητα επενδύσεων σε αρκετές από αυτές αυξήθηκε κυρίως λόγω των κεφαλαίων που αντλήθηκαν από το Χρηματιστήριο. Ο συνεχής εκσυγχρονισμός των παραγωγικών μονάδων είναι απαραίτητος, προκειμένου να επιτευχθεί μείωση του κόστους παραγωγής, βελτίωση της ποιότητας και εξειδίκευση σε προϊόντα μεγάλης προστιθέμενης αξίας, ώστε να ενισχυθεί η ανταγωνιστικότητα των ελληνικών επιχειρήσεων στην ελληνική, αλλά και στη διεθνή αγορά. Ήδη, αρκετές μεγάλες εταιρίες του κλάδου παράγουν υψηλής ποιότητας προϊόντα.

Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται οι βιομηχανικοί δείκτες⁵ του μεταποιητικού κλάδου στην Ελλάδα. Αναφέρονται όλοι οι υποκλάδοι που λειτουργούν στη χώρα κατά τα έτη 2010 έως και 2013.

Ο κλάδος της κλωστοϋφαντουργίας έχει σημαντική πτώση από το 2010 έως το 2013. Το 2010 σημείωνε βιομηχανικό δείκτη που έφτανε το 41,9%, ενώ το 2013 ο δείκτης

⁵ Δείκτης Βιομηχανικής Παραγωγής: απεικονίζει την εξέλιξη της προστιθέμενης αξίας κόστους των συντελεστών παραγωγής σε σταθερές τιμές.

έχει μειωθεί στο 22,3%. Τα τέσσερα αυτά χρόνια σημειώνει συνεχή μείωση, γεγονός που φανερώνει την έντονη κρίση που περνάει ο κλάδος ως απόρροια της οικονομικής κρίσης της χώρας.

Παράλληλα, οι βιομηχανικοί δείκτες του υποκλάδου της παραγωγής προϊόντων από ελαστική ή πλαστική υλη σημειώνει επίσης μείωση τα χρόνια 2010-2013. Ωστόσο, η μείωση είναι σαφώς χαμηλότερη, ενώ ο κλάδος παρουσιάζει υψηλούς δείκτες σε σχέση με αυτούς της κλωστοϋφαντουργίας.

Παρόλο που δεν ανήκει στα στενά πλαίσια της παρούσας ανάλυσης, οι κλάδοι των παράγωγων πετρελαίου και των φαρμακευτικών προϊόντων κατά τη περίοδο της οικονομικής κρίσης παρουσιάζουν μια εξαιρετική αυξητική πορεία με τους βιομηχανικούς δείκτες να φτάνουν το 2013 το 122,9% και το 164,4% αντίστοιχα.

Ο δείκτης παραγωγής των μεταποιητικών βιομηχανιών που αφορούν την ανάλυση της παρούσας εργασίας, φαίνεται να κυμαίνεται γύρω στο 75% με καθοδική ωστόσο τάση τα έτη 2012 και 2013.

Συνολικά, ο μεταποιητικός κλάδος στην Ελλάδα τα χρόνια της κρίσης έχει αντιμετωπίσει σοβαρά προβλήματα κυρίως χαμηλής παραγωγικότητας και ανταγωνιστικότητας. Οι διαθρωτικές μεταρρυθμίσεις που έχουν εφαρμοστεί τα τελευταία χρόνια στη χώρα έχουν βοηθήσει στην ανταγωνιστικότητα των ελληνικών προϊόντων, ωστόσο, η χαμηλή παραγωγικότητα και τα χαμηλά κέρδη δεν έχουν ακόμα αντιστραφεί.

Πίνακας 2. Δείκτης βιομηχανικής παραγωγής, Μεταποίηση

Κλάδοι	2010	2011	2012	2013*
Γενικός δείκτης	84,4	77,9	75,2	72,5
Ορυχεία – λατομεία	76,2	76,7	77,2	69,6
Μεταποιητικές βιομηχανίες	83,8	76,6	73,4	71,9
Τρόφιμα	96,7	95,8	92,5	87,9
Ποτά	96,3	87,4	80,1	78,4
Καπνός	74,6	82,4	75,1	77,1
Κλωστοϋφαντουργικές ύλες	41,9	32,7	26,2	22,3
Είδη ένδυσης	48,3	36,1	33,6	32,2
Δέρματα – είδη υπόδησης	50,0	42,2	28,8	28,5
Ξύλο και φελλός	60,4	75,5	53,2	40,0
Χαρτί και προϊόντα από χαρτί	94,1	85,7	76,4	78,3
Εκτυπώσεις και αναπαραγωγή προ-εγγεγραμμένων μέσων	75,7	57,2	45,3	40,8
Παράγωγα πετρελαίου και άνθρακα	110,8	94,7	117,7	122,9
Χημικά προϊόντα	84,7	81,0	71,1	72,6
Βασικά φαρμακευτικά προϊόντα και σκευάσματα	153,5	152,9	145,0	164,4
Προϊόντα από ελαστική και πλαστική ύλη	85,4	78,8	71,5	72,6
Μη μεταλλικά ορυκτά	59,4	38,2	32,2	31,6
Βασικά μέταλλα	92,6	98,5	92,4	87,2
Κατασκευή μεταλλικών προϊόντων	79,7	76,2	68,3	59,3
Ηλεκτρονικοί υπολογιστές, ηλεκτρονικά και οπτικά προϊόντα ...	30,6	23,4	21,8	28,6
Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός	79,1	70,4	66,1	57,8
Μηχανήματα και είδη εξοπλισμού .	64,9	59,7	52,9	54,0
Μηχανοκίνητα οχήματα, ρυμουλκούμενα, ημιρυμουλκούμενα	71,6	49,8	42,9	41,9
Λοιπός εξοπλισμός μεταφορών ...	54,8	37,0	21,5	19,3
Επιπλα	62,9	49,0	34,3	28,1
Άλλες μεταποιητικές δραστηριότητες	64,5	55,9	48,8	46,3
Επισκευή και εγκατάσταση μηχανημάτων και εξοπλισμού	58,0	57,2	48,9	41,6
Ηλεκτρισμός	86,0	78,4	76,0	70,8
Παροχή νερού	103,7	102,0	103,0	100,1

Πηγή. Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2014

4.3 Διεξαγωγή και Αποτελέσματα εφαρμογής DEA

Στην παρούσα ανάλυση υπολογίζεται η συνολική τεχνική αποτελεσματικότητα (overall technical efficiency), η καθαρή τεχνική αποτελεσματικότητα (pure technical efficiency) και η αποτελεσματικότητα κλίμακας (scale efficiency) για 40 εμποροβιομηχανικές ελληνικές εταιρείες. Υπολογίστηκε η αποτελεσματικότητα των εταιρειών για κάθε χρονιά που υπήρχε διαθέσιμη (2008-2013). Προκειμένου να μπορέσουμε να εντοπίσουμε τις πιθανές αλλαγές που ενδεχομένως να έχουν πραγματοποιηθεί στην ελληνική βιομηχανία, η ανάλυση προχωρεί λίγο περισσότερο με την εφαρμογή ενός υποδείγματος απλής γραμμικής παλινδρόμησης (OLS).

Όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφική επισκόπηση και τη μελέτη της μεθόδου DEA, το πλεονέκτημά της είναι η μη αναγκαία υπόθεση μιας συνάρτησης παραγωγής. Αρκεί ωστόσο, οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για τις εισροές και τις εκροές να περιγράφουν μια παραγωγική διαδικασία. Ως εισροές μπορούμε να χαρακτηρίσουμε τις πρώτες ύλες, τα έξοδα προσωπικού, τα έξοδα λειτουργίας και μια σειρά από μεταβλητές που εντοπίζονται στους ισολογισμούς των εταιρειών. Στη παρούσα εργασία επιλέχτηκαν οι εξής μεταβλητές:

- Μη Κυκλοφορούντα Περιουσιακά Στοιχεία: περιγράφουν το σταθερό κεφάλαιο της επιχείρησης. Χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να προσεγγιστεί το ενεργητικό της εταιρείας μαζί με την επόμενη μεταβλητή που είναι τα κυκλοφορούντα περιουσιακά στοιχεία της επιχείρησης (Thore et al., 1994).
- Τα Κυκλοφορούντα Περιουσιακά Στοιχεία, αποτελούν επίσης σημαντική εισροή για τη μελέτη της αποτελεσματικότητας της επιχείρησης (Thore et al., 1994).
- Το Κόστος Πωληθέντων αποτελεί μια καλή προσέγγιση του κόστους των πρώτων υλών και όλων των λοιπών εξόδων της επιχείρησης προκειμένου να παραχθούν τα προϊόντα (π.χ. κόστος ηλεκτρικής ενέργειας, κτλ.).
- Τα Έξοδα Διοικητικής Λειτουργίας και Λειτουργίας Διάθεσης αποτελούν προσέγγιση των λειτουργικών εξόδων της επιχείρησης. Κρίνονται ως απαραίτητα για την εκτίμηση της τεχνικής αποτελεσματικότητας καθώς αποτελούν ένδειξη του τρόπου λειτουργίας της επιχείρησης (Mohamad & Said, 2010).
- Μια ακόμα εισροή για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας είναι ο Αριθμός των Εργαζομένων.⁶ Όπως τα έξοδα που αφορούν το προσωπικό, έτσι και ο αριθμός του προσωπικού είναι μια ένδειξη του κατά πόσο αποτελεσματικά αξιοποιείται αυτός ο βασικός πόρος για όλες τις εταιρείες.

Όσον αφορά τις εκροές που χρησιμοποιήθηκαν αυτές είναι τα έσοδα πωλήσεων.

Η μεταβλητή αυτή μας δείχνει τον όγκο πωλήσεων που έχει κάθε επιχείρηση καθώς προσεγγίζει και τα καθαρά κέρδη της. Κύριο μέλημα των επιχειρήσεων σε αυτή την κρίσιμη οικονομική συγκύρια είναι να μεγιστοποιήσουν τα έσοδα τους ώστε η βιωσιμότητα τους να είναι βέβαιη (Thore et al., 1994)

⁶ Η μεταβλητή αυτή προέκυψε από το πηλίκο του τζίρου προς την παραγωγικότητα του προσωπικού.

Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της τεχνικής αποτελεσματικότητας είναι το DEA-SOLVER. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα έχει δημιουργηθεί από τον Zhu και μπορεί να εκτιμήσει μια σειρά από διαφορετικού τύπου αποτελεσματικότητες, ενώ μπορεί να υπολογίσει και κάποιους δείκτες όπως ο δείκτης Malmquist. Η εφαρμογή λειτουργεί σαν πρόσθετο του Excel Solver.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από τους ισολογισμούς των υπό εξέταση επιχειρήσεων (διαθέσιμοι στο ΧΑΑ). Στη συνέχεια έγινε επεξεργασία των στοιχείων τα οποία φτιάχτηκαν για τις 40 εταιρείες και για τα 6 έτη σε διαστρωματική μορφή (panel μορφή). Η εφαρμογή διεξήχθη για κάθε χρονιά ξεχωριστά. Τα αποτελέσματα και η ανάλυσή τους περιγράφονται στα επόμενα υποκεφάλαια.

4.3.1 Αποτελέσματα με μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας

Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της καθαρής τεχνικής αποτελεσματικότητας που προκύπτουν από την εφαρμογή της μεθόδου DEA με μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας για τις 40 εξεταζόμενες εταιρείες.

Πίνακας 3. Αποτελέσματα εταιρειών, 2008-2013 (μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας)

Εταιρεία/ έτος	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Απόκλιση
E1	0,95	1	1	1	1	1	0,05
E2	1	1	1	1	1	1	0,00
E3	1	1	1	1	1	1	0,00
E4	1	1	1	1	0,99	0,79	-0,21
E5	0,84	0,94	0,97	0,87	1	1	0,16
E6	1	1	1	1	1	1	0,00
E7	1	0,83	0,96	1	1	0,81	-0,19
E8	0,90	0,94	1	1	1	1	0,10
E9	0,80	0,98	1	1	1	0,84	0,05
E10	0,72	0,98	1	0,98	1	0,88	0,16
E11	0,66	0,66	0,64	0,90	0,84	1	0,34
E12	0,58	0,49	0,60	0,58	0,49	0,19	-0,40
E13	1	1	1	1	1	1	0,00
E14	1	1	0,92	0,93	0,92	0,12	-0,88
E15	1	1	1	1	1	0,78	-0,22
E16	1	1	1	1	1	0,83	-0,17
E17	1	0,95	0,92	0,98	1	0,93	-0,07
E18	0,99	1	1	1	1	0,84	-0,15
E19	0,75	0,88	0,88	0,83	0,87	0,72	-0,03
E20	0,95	0,99	1	0,95	1	0,92	-0,03
E21	0,92	0,89	1	0,98	1	0,62	-0,30
E22	1	1	1	1	1	1	0,00
E23	0,87	0,83	0,95	0,93	0,89	1	0,13
E24	0,78	0,87	0,86	0,80	0,65	0,33	-0,44

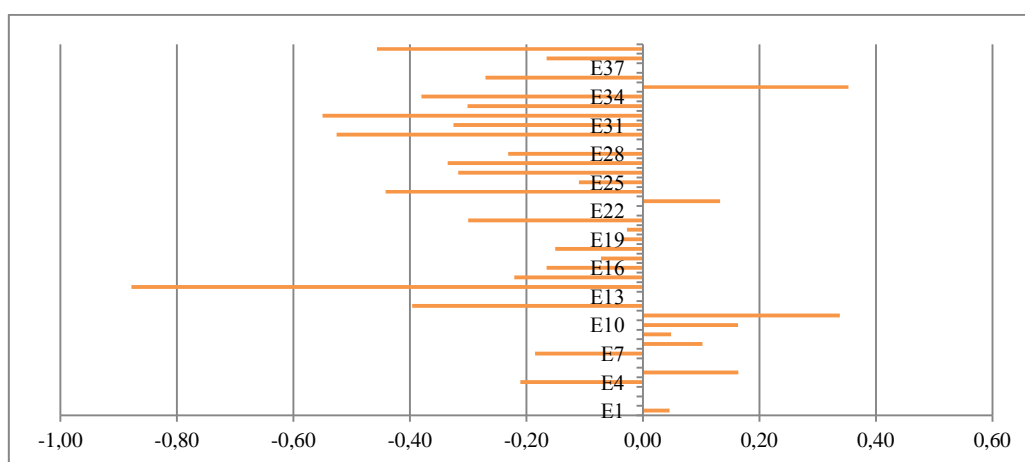
E25	0,81	0,80	0,98	0,82	0,95	0,70	-0,11
E26	0,69	0,72	0,80	0,77	0,76	0,37	-0,32
E27	0,52	0,68	0,73	0,68	0,51	0,19	-0,33
E28	0,49	0,77	1	1	1	0,26	-0,23
E29	1	1	1	1	1	1	0,00
E30	0,79	0,75	0,74	0,88	0,86	0,26	-0,53
E31	0,77	1	0,93	0,98	0,93	0,44	-0,33
E32	0,75	0,70	0,70	0,63	0,63	0,20	-0,55
E33	0,44	1	1	0,93	0,69	0,14	-0,30
E34	0,66	0,81	1	1	1	0,28	-0,38
E35	0,65	0,74	0,77	0,88	0,78	1	0,35
E36	1	1	1	1	0,90	0,73	-0,27
E37	1	1	1	1	1	1	0,00
E38	1	1	0,98	0,91	1	0,83	-0,17
E39	1	1	0,95	0,93	1	0,54	-0,46
E40	0,92	0,91	0,96	0,82	1	0,41	-0,51
% του συνόλου αποτελεσματικές	40,00%	45,00%	52,50%	45,00%	60,00%	32,50%	

Από τον πίνακα 3 εντοπίζεται μια μεταβλητότητα στον αριθμό των επιχειρήσεων που είναι αποτελεσματικές εντός των ετών της κρίσεως. Το 40% του συνόλου των εταιρειών είναι αποτελεσματικό για το έτος 2008, ενώ το ποσοστό αυξήθηκε σε 5% το επόμενο έτος. Κατά το έτος 2010 το ποσοστό των αποτελεσματικών εταιρειών φτάνει το 52,50%. Τη μεγαλύτερη αύξηση την εμφανίζει το έτος 2012 με 60% του συνόλου των επιχειρήσεων να είναι αποτελεσματικές, ενώ το 2013 έχουμε το χαμηλότερο ποσοστό που αγγίζει το 32,5%. Το έτος 2013 είναι συγκριτικά χειρότερο από το έτος 2008 (40%). Παράλληλα στο διάγραμμα 4 απεικονίζεται η απόκλιση της τεχνικής αποτελεσματικότητας μεταξύ των ετών 2008 και 2013. Οι περισσότερες επιχειρήσεις εμφανίζουν μείωση της τεχνικής αποτελεσματικότητας. Μόνο δύο επιχειρήσεις παρουσιάζουν βελτίωση σε ποσοστό άνω του 30% στην τεχνική αποτελεσματικότητά τους, ενώ άλλες 6 έχουν βελτίωση αλλά σε αρκετά χαμηλότερα ποσοστά (κάτω του 20%). Οι υπόλοιπες 32 εταιρείες του δείγματος διαχρονικά χειροτέρευσαν τα αποτελέσματά τους.

Όπως μπορούμε καλύτερα να παρατηρήσουμε, η πλειονότητα των εταιρειών εμφανίζει μικρές αυξήσεις στην αποτελεσματικότητα έως το 2010. Από το 2010 έως και το 2012 σημειώνονται μικρές αυξομειώσεις ανά εταιρεία. Σε κάποιες περιπτώσεις (15 εταιρείες) έχουμε μικρές μειώσεις κατά το έτος 2011 σε σχέση με το 2010 με τις μισές περίπου από αυτές (8 εταιρείες) να εμφανίζουν ξανά μικρή αύξηση το 2012 σε σχέση με το 2011. Αντίθετα για 7 εταιρείες συνεχίζει η αύξηση της αποτελεσματικότητάς τους έως και το 2011 οπότε και αρχίζει η σταδιακή μείωση.

Πάντως για τις περισσότερες εξεταζόμενες εταιρείες το 2012 αποτελεί ένα κομβικό έτος καθώς ξεκινά μία σημαντική πτώση της αποτελεσματικότητάς τους, γεγονός που μπορεί να οφείλεται στη δύσκολη οικονομική συγκυρία και τις μη αναστρέψιμες πλέον επιπτώσεις αυτής στις εμπορικές και βιομηχανικές επιχειρήσεις. Οι μικρές διακυμάνσεις που παρουσιάζονται κατά τα έτη 2010 έως και 2012 δείχνουν τα πρώτα σημάδια της οικονομικής κρίσης και τις αντίστοιχες προσπάθειες ανάκαμψης για τις περισσότερες εταιρείες που όπως ήδη αναφέρθηκε μετά το 2012 δεν είναι πλέον εφικτές.

Διάγραμμα 4. Απόκλιση τεχνικής αποτελεσματικότητας με μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας



Στον πίνακα 4 αναφέρονται ενδεικτικά οι βελτιώσεις (slacks) που προτείνονται από την ανάλυση ώστε οι μη αποτελεσματικές επιχειρήσεις να μπορέσουν να γίνουν αποτελεσματικές. Έτσι φαίνεται ότι οι επιχειρήσεις πρέπει να μειώσουν την εισροή 5 κατά τα ποσά που παρουσιάζονται στον πίνακα 4. Το ίδιο περιγράφεται και για τις στήλες με τις υπόλοιπες εισροές. Οι εισροές 2 και 5 παρουσιάζονται κρίσιμης σημασίας για σχεδόν όλες τις επιχειρήσεις. Προκύπτει ότι τα σύνολο του ενεργητικού στις επιχειρήσεις πρέπει να διορθωθεί, το ίδιο και ο αριθμός των εργαζομένων.

Πίνακας 4. Βελτιώσεις των εισροών για το έτος 2013 (μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας).

	ΕΙΣΡΟΗ 1	ΕΙΣΡΟΗ 2	ΕΙΣΡΟΗ 3	ΕΙΣΡΟΗ 4	ΕΙΣΡΟΗ 5
E1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E2	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000
E3	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
E4	0,001	16.282.761,431	0,000	14.330.937,834	194,323
E5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E6	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000
E7	0,000	19.733.118,170	0,000	0,000	142,404

E8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E9	0,000	13.421.541,062	0,000	2.172.966,047	92,803
E10	0,001	15.721.396,817	11.747.576,053	0,000	275,111
E11	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
E12	10.016.804,412	0,000	0,000	0,000	118,633
E13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E14	0,000	765.584,632	0,000	160.825,329	1,258
E15	0,000	2.604.222,585	24.269.532,721	0,000	38,129
E16	0,000	0,000	7.675.473,637	0,000	16,147
E17	0,000	0,001	0,000	0,000	27,165
E18	0,000	351.508,859	0,000	0,000	0,000
E19	0,000	0,000	0,000	0,000	124,591
E20	0,002	8.981.874,628	12.810.934,113	0,000	150,067
E21	58.028.342,894	5.306.694,143	11.511.844,872	0,000	41,061
E22	0,011	0,001	0,000	0,000	0,000
E23	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E24	0,000	4.263.674,643	0,000	925.369,567	173,579
E25	0,000	6.214.163,718	22.073.384,768	0,000	165,642
E26	0,000	0,000	134.281,350	0,000	163,887
E27	11.149.961,712	13.776.936,683	0,000	178.915,524	48,592
E28	0,000	10.179.074,355	0,000	0,000	68,315
E29	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E30	0,000	0,001	2.310.879,969	0,000	26,884
E31	664.267,062	0,000	3.937.470,041	1.897.271,931	59,001
E32	0,003	15.276.910,856	0,000	6.058.092,030	0,000
E33	6.652.053,528	2.843.556,611	792.295,305	0,000	47,933
E34	0,004	0,000	529.461,719	1.439.076,399	40,161
E35	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E36	0,000	1.417.433,396	0,000	0,000	0,000
E37	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E38	0,000	12.973.993,852	0,000	262.124,928	30,761
E39	538.158,224	0,000	0,000	3.024.421,051	0,000
E40	0,000	24.502.133,970	9.589.792,282	0,000	234,345

Στον πίνακα 5 παρουσιάζεται η ποσοστιαία μεταβολή (μείωση) που πρέπει να γίνει σε κάθε εισροή ώστε να γίνει η επιχείρηση αποτελεσματική σε σχέση με την πραγματική τιμή της μεταβλητής.

Αρκετές από αυτές τις εταιρείες φαίνεται να παρουσιάζουν ιδιαίτερα προβλήματα με συγκεκριμένες εισροές τους και κυρίως, όπως ήδη αναφέρθηκε, με την εισροή 5 (αριθμός προσωπικού) που τα ποσοστά βελτίωσης είναι στις περισσότερες περιπτώσεις άνω του 60% και φτάνουν έως και 92%. Σίγουρα δεν είναι εφικτή μια τέτοια βελτίωση, ωστόσο τα περιθώρια είναι αρκετά μεγάλα ώστε να μπορέσει μια επιχείρηση να μειώσει αρκετά από αυτά τα ποσοστά. Για την εισροή 3 που αφορά το

κόστος πωληθέντων, οι υπό εξέταση επιχειρήσεις έχουν αρκετά περιθώρια βελτίωσης καθώς μπορούν να εξασφαλίσουν καλύτερες τιμές από τους προμηθευτές. Όσον αφορά την εισροή 4 που είναι τα έξοδα διοικητικής λειτουργίας και τα έξοδα διάθεσης πάλι και σε αυτό τον τομέα υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης. Τέλος, σχεδόν όλες οι επιχειρήσεις φαίνεται να χρειάζονται να μειώσουν κάποια από τις εισροές τους ώστε να βελτιωθούν περαιτέρω.

Πίνακας 5. Πίνακας ποσοστιαίων βελτιώσεων (μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας, 2013)

	ΕΙΣΡΟΗ 1	ΕΙΣΡΟΗ 2	ΕΙΣΡΟΗ 3	ΕΙΣΡΟΗ 4	ΕΙΣΡΟΗ 5
E4		37,73%		48,72%	60,73%
E7		32,69%			49,10%
E9		28,69%		10,15%	24,04%
E10		37,13%	28,13%		73,36%
E12	19,19%				67,79%
E14		17,45%		12,15%	11,44%
E15		21,14%	84,15%		57,77%
E16			39,52%		32,95%
E17					26,63%
E18		2,40%			
E19					62,92%
E20		26,12%	28,65%		68,21%
E21	75,46%	43,01%	70,39%		48,88%
E24		29,69%		16,14%	78,54%
E25		50,74%	89,89%		92,02%
E26			0,77%		80,34%
E27	28,11%	57,91%		3,64%	46,72%
E28		51,84%			71,16%
E30			55,76%		70,75%
E31	2,35%		21,48%	23,63%	64,84%
E32		51,23%		60,93%	
E33	23,88%	30,46%	20,28%		69,47%
E34			32,46%	60,91%	83,67%
E36		7,68%			
E38		57,03%		5,14%	35,77%
E39	0,85%			29,22%	
E40		70,37%	65,34%		88,77%

4.3.2 Αποτελέσματα με σταθερές αποδόσεις κλίμακας

Στον πίνακα 6 απεικονίζονται τα αποτελέσματα των εταιρειών με σταθερές αποδόσεις στην κλίμακα. Η τεχνική αποτελεσματικότητα κάτω από σταθερές αποδόσεις κλίμακας δείχνει ότι όσο πιο χαμηλό είναι το επίπεδο της τεχνικής

αποτελεσματικότητας τόσο μεγαλύτερη πρέπει να είναι η μείωση που πρέπει να γίνει στις εισροές διατηρώντας τις εκροές σταθερές (Mehran & Izah, 2011).

Παρατηρείται ότι η τεχνική αποτελεσματικότητα έχει μειωθεί από το 2008 έως το 2013 σχεδόν για όλες τις υπό εξέταση επιχειρήσεις. Επιπρόσθετα, υπάρχουν υψηλές διακυμάνσεις στις μειώσεις της τεχνικής αποτελεσματικότητας. Παράλληλα, το 22,5% των επιχειρήσεων ήταν αποτελεσματικές το 2008, ενώ το 2013 μόνο το 12,5% εξ αυτών λειτουργούσαν πάνω στο όριο της τεχνικής αποτελεσματικότητας.

Πίνακας 6. Αποτελέσματα εταιρειών, 2008-2013 (σταθερές αποδόσεις κλίμακας)

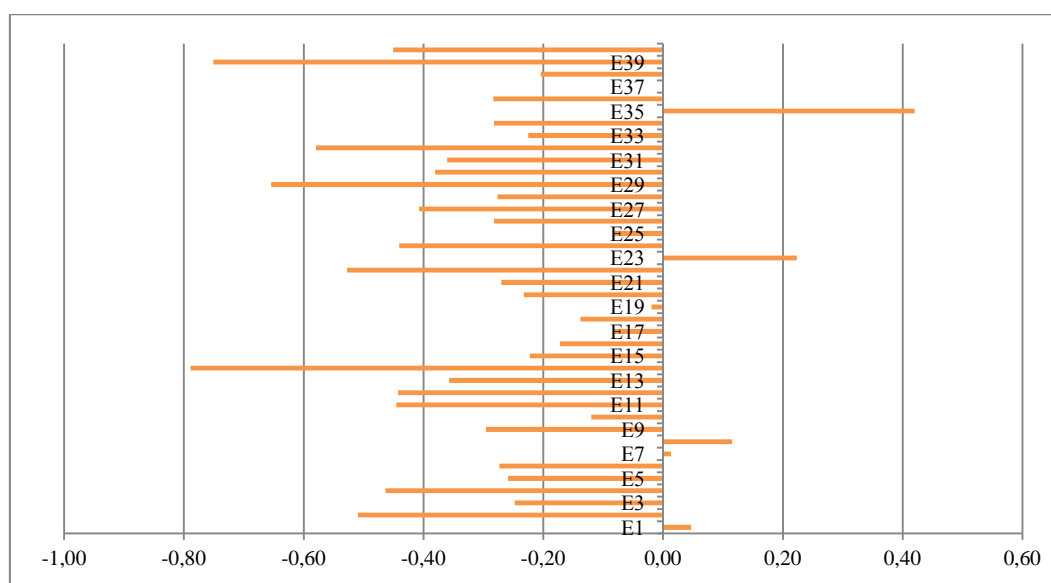
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	απόκλιση
E1	0,953	1	1	1	1	1	0,05
E2	0,934	1	1	1	1	0,42	-0,51
E3	0,620	0,85	0,815	0,963	0,831	0,37	-0,25
E4	0,929	1	1	0,982	0,921	0,46	-0,46
E5	0,756	0,83	0,959	0,759	0,907	0,49	-0,26
E6	1	1	1	1	1	0,72	-0,27
E7	0,787	0,78	0,929	0,982	0,987	0,80	0,01
E8	0,885	0,93	1	1	1	1	0,11
E9	0,687	0,87	1	1	0,979	0,39	-0,30
E10	0,575	0,96	1,000	0,976	0,999	0,45	-0,12
E11	0,620	0,63	0,626	0,849	0,781	0,17	-0,45
E12	0,557	0,48	0,595	0,555	0,491	0,11	-0,44
E13	0,750	1	0,991	0,960	0,854	0,39	-0,36
E14	0,906	0,96	0,904	0,839	0,737	0,11	-0,79
E15	1	1	1	1	1	0,77	-0,22
E16	0,979	1	1	1	0,966	0,80	-0,17
E17	1	0,94	0,920	0,971	1	0,91	-0,08
E18	0,953	1	1	1	1	0,81	-0,14
E19	0,735	0,86	0,876	0,828	0,874	0,71	-0,02
E20	0,922	0,98	1	0,951	1	0,69	-0,23
E21	0,830	0,86	1	0,9428836	1	0,56	-0,27
E22	1	0,89	0,992	1	1	0,47	-0,53
E23	0,777	0,80	0,906	0,888	0,860	1	0,22
E24	0,771	0,851	0,863	0,782	0,651	0,33	-0,44
E25	0,774	0,79	0,925	0,824	0,897	0,69	-0,08
E26	0,656	0,72	0,799	0,741	0,749	0,37	-0,28
E27	0,519	0,67	0,724	0,665	0,507	0,11	-0,41
E28	0,493	0,75	1	1	1	0,21	-0,28
E29	1	1	1	0,694	0,402	0,34	-0,65
E30	0,633	0,70	0,691	0,768	0,754	0,25	-0,38
E31	0,743	1,00	0,924	0,978	0,927	0,38	-0,36
E32	0,667	0,63	0,696	0,625	0,619	0,08	-0,58
E33	0,366	0,95	1	0,882	0,667	0,14	-0,22
E34	0,535	0,68	0,803	0,980	0,863	0,25	-0,28

E35	0,580	0,68	0,763	0,813	0,681	1	0,42
E36	1	1	0,98	1	0,895	0,71	-0,28
E37	1	1	1	1	1	1	0,00
E38	1	1	0,97	0,907	1	0,79	-0,20
E39	1	0,98	0,94	0,924	1	0,24	-0,75
E40	0,858	0,88	0,95	0,788	0,676	0,40	-0,45
% του συνόλου αποτελεσματικές	22,50%	32,50%	40,00%	30,00%	35,00%	12,50%	

Επιπλέον, προκύπτει ότι ελάχιστες εταιρείες μπορούν να διατηρήσουν την τεχνική αποτελεσματικότητά τους και έτσι τα αποτελέσματα διαφέρουν από χρονιά σε χρονιά.

Στον διάγραμμα 5 παρουσιάζονται οι αποκλίσεις των εταιρειών από το 2008 έως το 2013. Μόνο 5 εταιρείες εταιρείες έχουν καταφέρει να αυξήσουν την αποδοτικότητά τους υπό καθεστώς σταθερών αποδόσεων στην κλίμακα. Αντίθετα, ο κύριος όγκος των υπό εξέταση επιχειρήσεων (35 σε σύνολο 40) φαίνεται να έχουν χειροτερεύσει την τεχνική αποτελεσματικότητά τους κατά τα έτη 2008 έως 2013.

Διάγραμμα 5. Απόκλιση τεχνικής αποτελεσματικότητας με σταθερές αποδόσεις κλίμακας



Στον πίνακα 7 απεικονίζονται οι αποδόσεις στην κλίμακα προκειμένου να περιγραφεί αν υπάρχει αλλαγή στην κλίμακα παραγωγής των επιχειρήσεων. Οι σταθερές αποδόσεις στην κλίμακα δείχνουν ότι η επιχείρηση έχει φτάσει την καλύτερη κλίμακα που μπορεί. Οι αύξουσες αποδόσεις δηλώνουν ότι αν αυξηθεί μια εισροή τότε υπάρχει μεγαλύτερη αύξηση στο παραγόμενο προϊόν, ενώ οι φθίνουσες απεικονίζουν

για μια δυσανάλογη μείωση του παραγόμενου προϊόντος στην περίπτωση που αυξηθεί μια εισροή.

Το 2008 το 50% των επιχειρήσεων λειτουργεί με σταθερές αποδόσεις κλίμακας, το 27,50% με αύξουσες και το 22,50% με φθίνουσες. Κατά τη διάρκεια των ετών τα ποσοστά αυτά αλλάζουν ραγδαία και όλο και περισσότερες επιχειρήσεις περνούν από τις σταθερές αποδόσεις στις φθίνουσες. Το 2013, το 50% των επιχειρήσεων λειτουργούν με φθίνουσες αποδόσεις ενώ μόλις το 12,50% με σταθερές. Οι επιχειρήσεις που λειτουργούν με αύξουσες αποδόσεις κλίμακας αντανακλούν το 37,50% του δείγματος. Παρατηρείται μια διαρκής χειροτέρευση του μεγαλύτερου όγκου των επιχειρήσεων ως προς τη λειτουργία τους.

Πίνακας 7. Αποδόσεις κλίμακας, 2008-2013

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
E1	Αύξουσες	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές
E2	Φθίνουσες	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Φθίνουσες
E3	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες
E4	Φθίνουσες	Σταθερές	Σταθερές	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες
E5	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες
E6	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Φθίνουσες
E7	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες
E8	Αύξουσες	Αύξουσες	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές
E9	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Σταθερές	Σταθερές	Φθίνουσες	Φθίνουσες
E10	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Σταθερές	Αύξουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες
E11	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες
E12	Αύξουσες	Φθίνουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες
E13	Φθίνουσες	Σταθερές	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες
E14	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες
E15	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Αύξουσες
E16	Αύξουσες	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Αύξουσες	Αύξουσες
E17	Σταθερές	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Σταθερές	Αύξουσες
E18	Αύξουσες	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Αύξουσες
E19	Αύξουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Αύξουσες	Αύξουσες
E20	Αύξουσες	Φθίνουσες	Σταθερές	Φθίνουσες	Σταθερές	Φθίνουσες
E21	Αύξουσες	Αύξουσες	Σταθερές	Αύξουσες	Σταθερές	Φθίνουσες
E22	Σταθερές	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Σταθερές	Σταθερές	Φθίνουσες
E23	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Σταθερές
E24	Αύξουσες	Φθίνουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες
E25	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Φθίνουσες	Αύξουσες	Αύξουσες
E26	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες
E27	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες
E28	Αύξουσες	Αύξουσες	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Φθίνουσες

E29	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες
E30	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες
E31	Αύξουσες	Σταθερές	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Φθίνουσες
E32	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Αύξουσες	Φθίνουσες
E33	Αύξουσες	Αύξουσες	Σταθερές	Αύξουσες	Αύξουσες	Φθίνουσες
E34	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες
E35	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Σταθερές
E36	Σταθερές	Σταθερές	Φθίνουσες	Σταθερές	Αύξουσες	Αύξουσες
E37	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές	Σταθερές
E38	Σταθερές	Σταθερές	Αύξουσες	Αύξουσες	Σταθερές	Αύξουσες
E39	Σταθερές	Φθίνουσες	Αύξουσες	Αύξουσες	Σταθερές	Φθίνουσες
E40	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες	Φθίνουσες
Σταθερές	50,00%	32,50%	40,00%	30,00%	35,00%	12,50%
Αύξουσες	27,50%	30,00%	32,50%	42,50%	40,00%	37,50%
Φθίνουσες	22,50%	37,50%	27,50%	27,50%	25,00%	50,00%

Ο πίνακας 8 περιγράφει τις βελτιώσεις που οφείλουν να κάνουν οι επιχειρήσεις ώστε να βελτιώσουν την τεχνική αποτελεσματικότητά τους. Παράλληλα, στον πίνακα 9 παρατηρούνται οι ποσοστιαίες βελτιώσεις που πρέπει να γίνουν σε κάθε εισροή ώστε να γίνει η επιχείρηση αποτελεσματική σε σχέση με την πραγματική τιμή της μεταβλητής.

Όπως και στην περίπτωση των μεταβλητών αποδόσεων έτσι και με τις σταθερές αποδόσεις, σχεδόν όλες οι επιχειρήσεις φαίνεται να χρειάζονται να μειώσουν κάποια από τις εισροές τους ώστε να βελτιωθούν περαιτέρω. Ειδικότερα, ως περισσότερο προβληματική εισροή παρουσιάζεται και πάλι η εισροή 5. Σε κάθε περίπτωση, οι επιχειρήσεις καλούνται να αποφασίσουν αν η βελτίωση που προτείνει το πρόγραμμα και αφορά σημαντική μείωση στον αριθμό των εργαζομένων αξίζει να εφαρμοστεί ή όχι.

Πίνακας 8. Βελτιώσεις των εισροών για το έτος 2013 (σταθερές αποδόσεις).

Εταιρεία	ΕΙΣΡΟΗ 1	ΕΙΣΡΟΗ 2	ΕΙΣΡΟΗ 3	ΕΙΣΡΟΗ 4	ΕΙΣΡΟΗ 5
E1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E2	0,000	0,000	35.141.827,142	0,000	67,277
E3	0,000	0,000	74.714.084,370	0,000	451,173
E4	0,000	0,001	69.291,400	7.013.368,062	88,699
E5	0,000	0,001	2.956.797,049	0,000	382,054
E6	0,000	0,000	28.849.624,264	14.224.536,404	0,000
E7	0,000	0,008	0,000	0,000	54,163
E8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

E9	0,000	1.891.790,774	0,000	0,000	175,302
E10	18.556.714,444	2.543.926,345	4.711.876,136	0,000	0,000
E11	11,941,909,019	0,000	1.838.490,792	2.799.489,954	15,917
E12	11.267.350,697	0,000	4.298.412,944	0,000	142,344
E13	0,000	0,000	17.701.710,481	7.115.905,825	339,238
E14	0,000	1.521.256,873	0,000	134.912,040	2,69556
E15	0,000	2.533.478,642	24.210.037,858	0,000	37,80943
E16	0,000	0,000	6.573.796,779	0,000	16,598
E17	0,000	0,000	0,000	0,000	26,001
E18	0,000	714.196,163	0,000	0,000	0,000
E19	0,000	0,000	0,000	0,000	124,391
E20	0,000	7.709.810,090	31.300.623,180	0,000	135,409
E21	54.209.431,664	2.205.543,684	7.760.471,925	0,000	0,000
E22	225.420.126,268	23.694.623,466	56.137.732,232	0,000	0,000
E23	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
E24	0,000	4.628.933,017	0,000	912.844,234	174,274
E25	0,000	5.911.380,109	21.818.747,150	0,000	164,276
E26	0,000	0,000	0,000	0,000	163,926
E27	0,000	9.592.425,026	0,000	0,000	65,946
E28	2.438.124,180	8.732.841,235	0,000	0,000	37,150
E29	0,000	1.122.891,816	0,000	0,000	2,239
E30	0,000	0,000	1.335.005,014	0,000	26,939
E31	0,000	0,000	10.503.172,662	2.447.357,501	44,420
E32	0,000	8.354.967,996	0,007	2.372.711,460	0,000
E33	5.845.494,042	2.188.589,221	0,000	0,000	0,000
E34	0,000	309.837,897	0,000	1.132.762,500	38,428
E35	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E36	0,000	1.709.058,683	0,000	0,000	0,000
E37	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E38	0,000	13.860.186,966	0,000	231.735,855	32,446
E39	0,000	0,002	11.005.876,106	2.791.087,446	53,327
E40	0,000	24.195.680,381	9.605.856,325	0,000	232,947

	ΕΙΣΡΟΗ 1	ΕΙΣΡΟΗ 2	ΕΙΣΡΟΗ 3	ΕΙΣΡΟΗ 4	ΕΙΣΡΟΗ 5
E2			46,60%		31,59%
E3			36,08%		51,10%
E4			0,18%	23,84%	27,72%
E5			2,18%		58,78%
E6			36,58%	54,23%	
E7					18,68%
E9		4,04%			45,41%
E10	18,84%	6,01%	11,28%		
E11	65,09%		71,15%	79,73%	79,58%
E12	21,59%		44,67%		81,34%
E13			31,05%	21,15%	58,90%
E14		34,67%		10,19%	24,51%
E15		20,56%	83,95%		57,29%
E16			33,85%		33,87%
E17					25,49%
E18		4,89%			
E19					62,82%
E20		22,42%	70,00%		61,55%
E21	70,50%	17,88%	47,45%		
E22	61,27%	30,31%	59,10%		
E24		32,23%		15,92%	78,86%
E25		48,27%	88,85%		91,26%
E26					80,36%
E27		40,32%			63,41%
E28	7,33%	44,48%			38,70%
E29		65,12%			44,77%
E30			32,21%		70,89%
E31			57,29%	30,49%	48,81%
E32		28,02%		23,86%	
E33	20,98%	23,44%			56,90%
E34		9,89%		47,94%	80,06%
E36		9,25%			
E38		60,92%		4,55%	37,73%
E39			56,80%	26,97%	53,33%
E40		69,49%	65,45%		88,24%

Πίνακας 9. Πίνακας ποσοστιαίων βελτιώσεων (σταθερές αποδόσεις κλίμακας, 2013)

4.3.3 Αποτελεσματικότητα Κλίμακας

Η αποτελεσματικότητα κλίμακας είναι η απόκλιση ανάμεσα στη συνολική και την καθαρή τεχνική αποτελεσματικότητα. Η αποτελεσματικότητα κλίμακας είναι ο λόγος της συνολικής προς την καθαρή αποτελεσματικότητα και φανερώνει με ποιο τρόπο οι εταιρείες χρησιμοποιούν τις κλίμακες. Αν η αποτελεσματικότητα κλίμακας είναι ίση με τη μονάδα τότε η επιχείρηση λειτουργεί σε άριστη κλίμακα, αν είναι μικρότερη από τη μονάδα, τότε η επιχείρηση λειτουργεί σε μεγαλύτερη ή μικρότερη κλίμακα από αυτή που πρέπει (Mehran και Izah, 2011). Στον πίνακα 10 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα κάθε χρονιάς. Φαίνεται ότι οι περισσότερες επιχειρήσεις στην Ελλάδα έχουν πρόβλημα με τον τρόπο λειτουργίας τους. Αυτό προκύπτει από το δείγμα μας,

καθώς μόνο το 23% των επιχειρήσεων λειτουργούσαν έχοντας το άριστο μέγεθος για το έτος 2008. Μέχρι και το 2010 υπάρχει μια βελτίωση στο μέγεθος των επιχειρήσεων, ωστόσο από το 2010 και έπειτα τα ποσοστά μειώνονται και πάλι, ενώ φτάνουν στο 2013 με το χαμηλότερο ποσοστό να αγγίζει το 15%. Μια τέτοια κατάσταση μπορεί να σχετιστεί με την μακροοικονομική κατάσταση που επικρατεί στη χώρα, την κατακόρυφη πτώση των κερδών και την προσπάθεια των επιχειρηματιών να διατηρήσουν τις επιχειρήσεις τους. Στα επόμενα χρόνια θα είχε ενδιαφέρον να δούμε ποιες από αυτές τις επιχειρήσεις τελικά κατάφεραν να επιβιώσουν μέσα στις αντίξοες οικονομικές συνθήκες.

Πίνακας 10. Αποτελεσματικότητα κλίμακας, 2008-2013

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
E1	0,999	1	1	1	1	1
E2	0,934	1	1	1	1	0,425
E3	0,620	0,852	0,815	0,963	0,831	0,372
E4	0,929	1	1	0,982	0,932	0,589
E5	0,904	0,891	0,988	0,870	0,907	0,498
E6	1	1	1	1	1	0,727
E7	0,787	0,947	0,971	0,982	0,987	0,982
E8	0,986	1	1	1	1	1,000
E9	0,864	0,890	1	1	0,979	0,464
E10	0,800	0,976	1,000	0,993	0,999	0,515
E11	0,936	0,965	0,971	0,948	0,926	0,174
E12	0,958	0,994	0,999	0,959	1	0,618
E13	0,750	1	0,991	0,960	0,854	0,393
E14	0,906	0,962	0,983	0,897	0,801	0,961
E15	1	1	1	1	1	0,998
E16	0,979	1	1	1	0,966	0,967
E17	1	0,991	0,998	0,995	1	0,988
E18	0,963	1	1	1	1	0,971
E19	0,980	0,988	1	0,997	0,999	0,999
E20	0,973	0,990	1	0,999	1	0,749
E21	0,906	0,978	1	0,960	1	0,908
E22	1	0,892	0,992	1	1	0,473
E23	0,896	0,964	0,957	0,954	0,964	1
E24	0,994	0,984	0,999	0,980	0,998	0,991
E25	0,962	1,000	0,944	0,999	0,948	0,993
E26	0,949	0,997	0,995	0,966	0,986	0,998
E27	0,991	0,995	0,994	0,984	0,985	0,593
E28	0,996	0,988	1	1	1	0,822
E29	1	1	1	0,694	0,402	0,346
E30	0,800	0,939	0,929	0,876	0,881	0,951
E31	0,971	1	0,990	0,996	0,995	0,870
E32	0,886	0,912	0,990	0,998	0,990	0,432
E33	0,823	0,958	1	0,946	0,963	0,983
E34	0,813	0,845	0,803	0,980	0,863	0,909

E35	0,896	0,922	0,988	0,920	0,874	1
E36	1	1	0,985	1	0,995	0,982
E37	1	1	1	1	1	1
E38	1	1	1	0,996	1	0,954
E39	1	0,988	0,999	0,999	1	0,458
E40	0,938	0,969	0,999	0,965	0,980	1
% του συνόλου	0,23	0,38	0,45	0,30	0,38	0,15

Κεφάλαιο 5

Παράγοντες που επηρεάζουν την τεχνική αποτελεσματικότητα

Προκειμένου να εντοπιστούν ποιοι είναι οι παράγοντες που ενδεχομένως να επηρεάζουν την τεχνική αποτελεσματικότητα των υπό εξέταση επιχειρήσεων (Krasachatb et al., 2009), κρίνεται σκόπιμο να διεξαχθεί μία επιπλέον ανάλυση με την εφαρμογή της Μεθόδου των Ελαχίστων Τετραγώνων (OLS). Μέσα από μια απλή παλινδρόμηση σε μια σειρά από δείκτες θα φανεί αν κάποιος από αυτούς επηρεάζουν ή όχι την αποτελεσματικότητα των υπό εξέταση επιχειρήσεων. Αρκετοί από τους δείκτες που θα χρησιμοποιηθούν αποτελούν σημαντικούς παράγοντες στην χρηματοοικονομική ανάλυση των επιχειρήσεων (Wild, 2009).

5.1 Οι παράγοντες που καθορίζουν την τεχνική αποτελεσματικότητα

Η Αποδοτικότητα Ιδίων Κεφαλαίων (ROE) είναι ένας από τους πιο σημαντικούς αριθμοδείκτες καθώς παρουσιάζει την κερδοφόρα δυναμικότητα μιας επιχείρησης και αποτελεί ένδειξη της επίτευξης ενός ικανοποιητικού αποτελέσματος από τη χρήση των κεφαλαίων των μετόχων. Πιο συγκεκριμένα, μετρά την αποτελεσματικότητα των απασχολούμενων κεφαλαίων στην εταιρεία. Όσο πιο υψηλός είναι ο δείκτης αυτός, τόσο καλύτερη είναι η αποδοτικότητα της επιχείρησης, σύμφωνα με τους Ablanedo-Rosas et al. (2010).

Η Αποδοτικότητα του Ενεργητικού (ROA) απεικονίζει το πόσο αποτελεσματική είναι η διοίκηση μιας επιχείρησης ώστε να χρησιμοποιήσει τους πόρους της και να δημιουργήσει κέρδη. Η τεχνική αποτελεσματικότητα αναμένεται να επηρεάζεται από αυτόν το δείκτη.

Το Περιθώριο Μεικτού Κέρδους (GROSSPROFIT) αποτελεί επίσης ένα σημαντικό μέτρο αξιολόγησης της αποδοτικότητας των επιχειρήσεων καθώς αποτελεί ένδειξη της λειτουργικής αποτελεσματικότητας μιας επιχείρησης και της πολιτικής τιμών που η τελευταία ακολουθεί. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμοδείκτης μεικτού κέρδους τόσο καλύτερη, από την άποψη των κερδών, είναι η θέση της επιχείρησης διότι μπορεί να αντιμετωπίσει, χωρίς δυσκολία, μια ενδεχόμενη αύξηση του κόστους των

πωληθέντων προϊόντων της. Ένας υψηλός δείκτης μεικτού κέρδους αντανακλά την ικανότητα της διοίκησης μιας επιχείρησης να επιτυγχάνει φθηνές αγορές και να πωλεί σε υψηλές τιμές.

Το Περιθώριο Καθαρού Κέρδους (EBITDA) απεικονίζει το ποσοστό κέρδους που μένει στην επιχείρηση μετά την αφαίρεση του κόστους πωληθέντων και των λοιπών εξόδων από τις καθαρές πωλήσεις. Όσο πιο μεγάλος είναι ο δείκτης τόσο πιο κερδοφόρα είναι η επιχείρηση. Ο έλεγχος του δείκτη μπορεί να μας δείξει αν η επιχείρηση μπορεί να είναι και αποτελεσματική. Σύμφωνα με τον Oberholzer (2012), ο δείκτης φανερώνει τη ρευστότητα της επιχείρησης και τη δυνατότητά της να μετατρέπει όλους τους πόρους της σε κέρδη.

Η μεταβλητή Τραπεζικός Δανεισμός προς ίδια Κεφάλαια (LOANTOEQUITY) φανερώνει τις αρνητικές και θετικές επιδράσεις του δανεισμού σε σχέση με την αποτελεσματικότητα της εταιρείας. Τα θετικά αποτελέσματα προκύπτουν μόνο αν τα δάνεια διοχετευτούν σε επενδύσεις που σχετίζονται με την καινοτομία και την τεχνολογική εξέλιξη της παραγωγικής διαδικασίας (Chavas & Aliber, 1993; Barry et al., 1981; Lambert & Volodymyr, 2005). Παρόλο που δεν είναι εύκολος ο εντοπισμός της διοχέτευσης του δανεισμού των υπό εξέταση επιχειρήσεων, ο δείκτης παραμένει κρίσιμος.

Ο αριθμοδείκτης γενικής ρευστότητας (CURRENTRATIO) απεικονίζει το μέτρο ρευστότητας μιας επιχείρησης και το περιθώριο ασφαλείας, ώστε αυτή να είναι σε θέση να ανταπεξέλθει στην πληρωμή των καθημερινών υποχρεώσεων. Ο εν λόγω δείκτης εξαρτάται από το βαθμό προβλεψιμότητας των χρηματικών εισροών στην επιχείρηση και όσο πιο υψηλός είναι τόσο καλύτερα.

Η Κυκλοφοριακή Ταχύτητα Αποθεμάτων (INVENTORYSPEED) απεικονίζει σε μία επιχείρηση πόσες φορές ανανεώθηκαν τα αποθέματά της σε σχέση με τις πωλήσεις της κατά τη διάρκεια της χρήσης. Επιπλέον μέσω αυτού του δείκτη, μπορεί να διαπιστωθεί πόσες ημέρες παρέμειναν τα αποθέματα στην επιχείρηση πριν πωληθούν.

Οι εξαρτημένες μεταβλητές είναι οι μέσοι όροι της τεχνικής αποτελεσματικότητας για τα υπό εξέταση χρόνια και τις υπό εξέταση επιχειρήσεις. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της παλινδρόμησης είναι το EVIEWS7.

5.2 Η εκτίμηση μέσω της μεθόδου OLS

Η μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων χρησιμοποιείται για να επιλέξουμε την καλύτερη γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών του εξεταζόμενου υποδείγματος. Πολλές φορές οι σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών δεν είναι ακριβείς. Οι τυχαίες διακυμάνσεις των στοιχείων δεν επιτρέπουν πάντα την επαλήθευση των μαθηματικών σχέσεων σε εμπειρικό επίπεδο (Gujarati & Porter, 2009).

Προκειμένου, να συμπεριληφθούν οι διακυμάνσεις ένα στοχαστικό-τυχαίο τμήμα προστίθεται στο μοντέλο παλινδρόμησης (διαταρακτικός όρος). Αν υποθέσουμε ότι η X μεταβλητή είναι ανεξάρτητη και η Y εξαρτημένη τότε μια γραμμική σχέση μεταξύ τους μπορεί να αποδοθεί με την παρακάτω μορφή:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i$$

Η παραπάνω εξίσωση χωρίζεται σε δυο μέρη. Το συστηματικό τμήμα της εξίσωσης είναι το $\beta_0 + \beta_1 X_i$, ενώ ο όρος e_i είναι το τυχαίο τμήμα, το οποίο ονομάζεται διαταρακτικός όρος (disturbance term) ή σφάλμα (error). Οι διαταρακτικοί όροι εμφανίζονται επειδή γίνονται λάθη κατά τη διαδικασία μέτρησης της εξαρτημένης μεταβλητής ή επειδή το μοντέλο είναι ελλιπώς προσδιορισμένο. Ειδικότερα, μια μεταβλητή μπορεί να προσδιορίζεται μέσα από παράγοντες οι οποίοι ωστόσο δεν είναι εύκολο να εκτιμηθούν όλοι (ποιοτικοί παράγοντες) ή να συμπεριληφθούν στο μαθηματικό υπόδειγμα. Η μη επάρκεια των μαθηματικών υποδειγμάτων οδηγεί σε προβλήματα ελλιπούς προσδιορισμού. Έτσι, ο διαταρακτικός όρος περιγράφει όλους τους παράγοντες που δεν συμπεριλήφθηκαν μέσα στο υπόδειγμα (Gujarati & Porter, 2009).

Για την εκτίμηση ενός υποδείγματος, η συλλογή στοιχείων για την εξαρτημένες και τις ανεξάρτητες μεταβλητές που μας ενδιαφέρουν είναι πρωταρχικό μέλημα. Αν Y_1, Y_2, \dots, Y_n και X_1, X_2, \dots, X_n αντιπροσωπεύουν ένα τυχαίο δείγμα n ανεξάρτητων παρατηρήσεων ενός πληθυσμού και Y_i και X_i αντιπροσωπεύουν τις τυχαίες παρατηρήσεις του δείγματος τότε με δεδομένα τα n ζεύγη παρατηρήσεων Y_i και X_i , ο στόχος της ανάλυσης παλινδρόμησης είναι να αποκτήσουμε εκτιμήσεις για τις άγνωστες πληθυσμιακές παραμέτρους β_0 και β_1 . Πρακτικά όμως οι επιδράσεις στο

τυχαίο τμήμα της συνάρτησης παλινδρόμησης δεν μπορούν να προβλεφθούν (Χάλκος, 2011).

Στην παρούσα εργασία, θα εκτιμηθούν δυο μοντέλα με τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές, όπως περιγράφηκαν παραπάνω, αλλά δύο διαφορετικές εξαρτημένες μεταβλητές. Οι εξαρτημένες μεταβλητές είναι η τεχνική αποτελεσματικότητα όπως εκτιμήθηκε κάτω από τις υποθέσεις των σταθερών και μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας.

Αναφορικά με το οικονομετρικό υπόδειγμα που πρέπει να ακολουθηθεί, οι απόψεις των επιστημόνων δίστανται. Αρκετοί συγγραφείς ισχυρίζονται ότι ο καλύτερος τρόπος για να προσδιοριστούν οι παράγοντες τεχνικής αποτελεσματικότητας είναι οι μέθοδοι Probit ή Logit (Tyrone, 2009; Ramanathan, 2003). Ωστόσο, επειδή σε αυτά τα μοντέλα η εξαρτημένη μεταβλητή παίρνει αυστηρά τις τιμές μηδέν και ένα, στην πραγματικότητα εξετάζονται μόνο οι εταιρείες που είναι τεχνικά αποτελεσματικές. Ουσιαστικά κάτι τέτοιο είναι αρκετά περιοριστικό, καθώς υπάρχει ένα εύρος τιμών που προσδιορίζουν την τεχνική αποτελεσματικότητα, γι' αυτό και η μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων OLS κρίνεται καταλληλότερη (Wu, 2006; Mohamad & Ranaei, 2011; Josh & Singh, 2009). Το μοντέλο που θα εκτιμηθεί στην παρούσα εργασία έχει την εξής παρακάτω μορφή, στην πρώτη περίπτωση υπό το καθεστώς σταθερών αποδόσεων και στη δεύτερη υπό το καθεστώς μεταβλητών αποδόσεων στην κλίμακα:

$$\begin{aligned}TECRS = & \beta_0 + \beta_1 ROA_{i,t} + \beta_2 ROE_{i,t} + \beta_3 GROSSPROFIT_{i,t} + \beta_4 EBITDA_{i,t} \\ & + \beta_5 LOANTOEQUITY_{i,t} + \beta_6 CURRENTRATIO_{i,t} \\ & + \beta_7 INVETORYSPEED_{i,t} + e_{i,t}\end{aligned}$$

και

$$\begin{aligned}TEVRS = & \beta_0 + \beta_1 ROA_{i,t} + \beta_2 ROE_{i,t} + \beta_3 GROSSPROFIT_{i,t} + \beta_4 EBITDA_{i,t} \\ & + \beta_5 LOANTOEQUITY_{i,t} + \beta_6 CURRENTRATIO_{i,t} \\ & + \beta_7 INVETORYSPEED_{i,t} + e_{i,t}\end{aligned}$$

Παράλληλα, επειδή τα δεδομένα της παρούσας μελέτης είναι σε μορφή panel κρίνεται απαραίτητο να διεξαχθεί ένα Hausman Test προκειμένου να καθοριστεί αν πρέπει να γίνει η OLS κάτω από την υπόθεση των τυχαίων ή σταθερών επιδράσεων.

5.3 Hausman Test και Δεδομένα Panel

Το βασικό πρόβλημα που προκύπτει από την ανάλυση των δεδομένων μορφής panel είναι ο καθορισμός των τυχαίων ή σταθερών επιδράσεων. Δηλαδή κατά πόσο οι απαρατήρητες μεταβλητές⁷ θεωρούνται παράμετροι προς εκτίμηση ή αποτελέσματα μιας τυχαίας μεταβλητής (Wooldridge, 2006). Όταν δεν είναι εφικτό να χαρακτηριστούν οι παρατηρήσεις τυχαίες είναι σωστό να θεωρηθούν οι απαρατήρητες μεταβλητές ως σταθερές. Ωστόσο, ακόμα και αν υποτεθεί ότι οι μεταβλητές αυτές είναι τυχαίες θα πρέπει να αποφασιστεί αν είναι ασυσχέτιστες προς τις ερμηνευτικές μεταβλητές. Ως εκ τούτου, είναι σχετικά δύσκολο να αποφασιστεί ποια είναι η κατάλληλη υπόθεση ώστε οι εκτιμήσεις να είναι αξιόπιστες. Για το λόγο αυτό εκτιμήθηκε ο έλεγχος Hausman (1978), προκειμένου να αποφασιστεί αν οι επιδράσεις είναι τυχαίες (random) ή σταθερές (fixed) σε κάθε ένα από τα δυο μοντέλα.

Η μηδενική και εναλλακτική υπόθεση του έλεγχου Hausman είναι:

H_0 : ο συντελεστής b (fixed effects) είναι συνεπής και ο συντελεστής B (random effects) είναι συνεπής και αποτελεσματικός (έχει δηλαδή τη μικρότερη ασυμπτωτικά διακύμανση)

H_1 : Ο συντελεστής b (fixed effects) είναι συνεπής και ο συντελεστής B (random effects) δεν είναι συνεπής

Από τον πίνακα 11 προκύπτει ότι η μηδενική υπόθεση γίνεται δεκτή στην περίπτωση που το μοντέλο παλινδρόμησης περιλαμβάνει ως εξαρτημένη τη μεταβλητή TECRS και ως εκ τούτου χρησιμοποιείται η μέθοδος των random effects ($p=0,059$), ενώ αντίθετα απορρίπτεται στην περίπτωση που ως εξαρτημένη μεταβλητή τίθεται η TEVRS ($p=0,001$) και το αντίστοιχο μοντέλο εκτιμάται με τη μέθοδο fixed effects.

⁷ Οι μεταβλητές αυτές, αποτυπώνουν όλους τους μη παρατηρούμενους και διαχρονικά σταθερούς παράγοντες που επηρεάζουν την εξαρτημένη μεταβλητή. Οι μεταβλητές αυτές δεν μεταβάλλονται διαχρονικά. Πολλές φορές στη βιβλιογραφία ονομάζονται και απαρατήρητη ετερογένεια. Τα σφάλματα (διαταρακτικοί όροι) αναφέρονται ως σφάλματα ιδιοσυγκρασίας ή χρονικά μεταβαλλόμενα σφάλματα επειδή αντιπροσωπεύουν μη παρατηρούμενους παράγοντες που μεταβάλλονται διαχρονικά και επηρεάζουν την εξαρτημένη μεταβλητή.

Πίνακας 11. Αποτελέσματα ελέγχων Hausman

Εξαρτημένη μεταβλητή μοντέλου	Chi-Sq. Statistic	d.f.	p
TECRS	13,564	7	0,059
TEVRS	23,396	7	0,001

Ακολούθως εφαρμόζονται οι αντίστοιχες παλινδρομήσεις των μοντέλων με τις μεθόδους random και fixed effects αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα που λαμβάνονται είναι τα εξής:

Πίνακας 12. Αποτελέσματα παλινδρόμησης random effects με εξαρτημένη μεταβλητή την TECRS

Dependent Variable: TECRS				
Periods included: 6				
Cross-sections included: 40				
Total panel (unbalanced) observations: 205				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p
ROA	0.018988	0.003585	5.296103	0.0000
ROE	-0.002829	0.000872	-3.242693	0.0014
GROSSPROFIT	-0.000456	0.001126	-0.405326	0.6857
EBITDA	-6.92E-05	0.000155	-0.447273	0.6552
LOANTOEQUITY	0.000174	0.000287	0.606671	0.5448
CURRENTRATIO	-0.010535	0.010951	-0.961997	0.3372
INVENTORYSPEED	0.000155	9.17E-05	1.689089	0.0928
C	0.840210	0.046528	18.05803	0.0000
R-squared	0.151935	Mean dependent var		0.665911
Adjusted R-squared	0.121801	S.D. dependent var		0.199911
S.E. of regression	0.186299	Sum squared resid		6.837332
F-statistic	5.041944	Durbin-Watson stat		1.338201
Prob(F-statistic)	0.000028			

Πίνακας 13. Αποτελέσματα παλινδρόμησης fixed effects με εξαρτημένη μεταβλητή την TEVRS

Dependent Variable: TEVRS				
Cross-sections included: 40				
Total panel (unbalanced) observations: 205				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ROA	0.016800	0.002846	5.903208	0.0000
ROE	-0.003060	0.000729	-4.198988	0.0000
GROSSPROFIT	0.001105	0.000850	1.299024	0.1955
EBITDA	2.58E-05	0.000128	0.202255	0.8399
LOANTOEQUITY	0.000605	0.000225	2.685774	0.0079
CURRENTRATIO	-0.006415	0.008942	-0.717397	0.4740

INVENTORYSPEED	-6.23E-06	8.70E-05	-0.071555	0.9430
C	0.836639	0.036119	23.16346	0.0000
R-squared	0.375039	Mean dependent var		0.874724
Adjusted R-squared	0.335979	S.D. dependent var		0.191937
S.E. of regression	0.156404	Akaike info criterion		-0.811429
Sum squared resid	4.696768	Schwarz criterion		-0.600701
Log likelihood	96.17147	Hannan-Quinn criter.		-0.726195
F-statistic	9.601596	Durbin-Watson stat		0.976380
Prob(F-statistic)	0.000000			

Ερμηνεύοντας τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων και εστιάζοντας σε αυτά όπου σαν εξαρτημένη μεταβλητή τίθεται η τεχνική αποτελεσματικότητα των σταθερών αποδόσεων στην κλίμακα, αρχικά παρατηρείται ότι αυτή επηρεάζεται θετικά από τη μεταβλητή ROA ($\beta_1=0,019$, $p<0,001$) και αρνητικά από τη μεταβλητή ROE ($\beta_2= -0,003$, $p<0,001$). Κατά συνέπεια, η αυξημένη αποδοτικότητα του ενεργητικού επιδρά ευεργετικά στην τεχνική αποτελεσματικότητα των οργανισμών ενώ η αυξημένη αποδοτικότητα των ιδίων κεφαλαίων επιφέρει αντίστροφα αποτελέσματα. Η παλινδρόμηση κρίνεται συνολικά στατιστικά σημαντική ($F=5,042$, $p<0,001$) ενώ ο συντελεστής προσδιορισμού της παλινδρόμησης λαμβάνει σχετικά χαμηλή τιμή (ίστη υποδηλώνοντας ότι η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής εξηγείται από τη μεταβλητότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών σε ποσοστό 15,19%

Όσον αφορά τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης όπου ως εξαρτημένη μεταβλητή τίθεται η τεχνική αποτελεσματικότητα υπό το καθεστώς μεταβλητών αποδόσεων στην κλίμακα παρατηρείται ότι η επίδραση των μεταβλητών ROA και ROE στην τεχνική αποτελεσματικότητα των οργανισμών παραμένει στατιστικά σημαντική με τα πρόσημα των συντελεστών β_1 και β_2 να δείχνουν θετική και αρνητική επιρροή αντίστοιχα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση παρατηρείται επίσης μικρή θετική επίδραση της μεταβλητής LOANTOEQUITY στην εξαρτημένη μεταβλητή TEVRS η οποία όμως βελτιώνει σημαντικά την επεξηγηματικότητα της παλινδρόμησης με τιμή του συντελεστή προσδιορισμού της να ισούται με 0,3750. Φαίνεται ότι υπάρχει μια μικρή και θετική τεχνολογική εξέλιξη στη λειτουργία των επιχειρήσεων, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα του οικονομετρικού υποδείγματος. Έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη βραχυχρόνια περίοδο το γεγονός ότι ο δανεισμός έχει αυξητικά αποτελέσματα στην αποτελεσματικότητα, όταν όμως χρησιμοποιείται για την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών.

Όπως προκύπτει και από τα δυο οικονομετρικά μοντέλα, οι δείκτες ROA και ROE έχουν θετικά και αρνητικά αποτελέσματα στη βαθμολογία της αποτελεσματικότητας. Ο δείκτης ROA έχει και στις δυο περιπτώσεις θετικά αποτελέσματα γεγονός που φανερώνει το ποσό αποτελεσματικά χρησιμοποιεί η επιχείρηση τους πόρους της.

Τέλος η Αποδοτικότητα Ιδίων Κεφαλαίων (ROE) έχει αρνητική επίπτωση στη βαθμολογία της αποτελεσματικότητας. Παρόλο που αρκετές έρευνες έχουν αρνητική θέση σε αυτό το αποτέλεσμα (Radam et al., 2008; Ablanedo-Rosas et al., 2010) στην περίπτωση μας θα μπορούσε να εξηγηθεί από την αδύναμη θέση που έχουν οι επιχειρήσεις στο αντίξοο οικονομικό περιβάλλον.

Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία είχε σαν κύριο σκοπό τη διερεύνηση της τεχνικής αποτελεσματικότητας σε σαράντα ελληνικές επιχειρήσεις του εμποροβιομηχανικού κλάδου στην Ελλάδα. Οι επιχειρήσεις που συμμετείχαν στην ανάλυση είναι εισηγμένες στο ελληνικό χρηματιστήριο. Τα έτη ανάλυσης περιλαμβάνουν την περίοδο της κρίσης, 2008 έως 2013.

Εξετάστηκε η καθαρή, η τεχνική και η αποτελεσματικότητα κλίμακας σε 40 εταιρείες στην Ελλάδα με τη χρήση της μη-παραμετρικής προσέγγισης «Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων-DEA». Η μεθοδολογία DEA εφαρμόστηκε χρησιμοποιώντας τόσο τις σταθερές αποδόσεις (CRS) όσο και τις μεταβλητές αποδόσεις στην κλίμακα (VRS) για την παροχή των τεχνικών μέτρων και της αποτελεσματικότητας κλίμακας.

Για τις μεταβλητές αποδόσεις στην κλίμακα η αποτελεσματικότητα φανερώνει ότι το 2008 το 40% των επιχειρήσεων ήταν αποτελεσματικές, σε σχέση με το 2013 που το ποσοστό έπεσε στο 32,5%. Μόνο δύο επιχειρήσεις από τις σαράντα του δείγματος κατάφεραν να αυξήσουν την αποτελεσματικότητά τους, ενώ όλες οι υπόλοιπες παρουσίασαν μείωση μέσα στην εξαετία με σημαντικότερη πτώση την περίοδο 2012-2013. Οι βελτιώσεις που προτείνει το πρόγραμμα σε κάθε επιχείρηση διαφέρουν, ως προς τις εισροές και τα ποσοστά που θα πρέπει να διορθωθούν, όμως για την πλειονότητα των επιχειρήσεων προκύπτει η αναγκαιότητα μείωσης του αριθμού των εργαζομένων.

Οι σταθερές αποδόσεις στη κλίμακα κατέδειξαν ότι το 22,5% των επιχειρήσεων του δείγματος κατά το έτος 2008 ήταν αποτελεσματικές ενώ στο τελευταίο έτος της έρευνας μόνο το 12,5% ήταν αποτελεσματικές. Τρεις επιχειρήσεις κατάφεραν να αυξήσουν την αποτελεσματικότητά τους σε σχέση με τις σαράντα επιχειρήσεις του δείγματος. Οι βελτιώσεις που προτείνει η μέθοδος έχει παρόμοια αποτελέσματα σε σχέση με τις μεταβλητές αποδόσεις στην κλίμακα, ενώ εκτός από τη μείωση του αριθμού των εργαζομένων, πολλές επιχειρήσεις φανερώνουν και προβλήματα με το ενεργητικό τους.

Η αποτελεσματικότητα κλίμακας αντανακλά το βαθμό στον οποίο οι επιχειρήσεις λειτουργούν με άριστο τρόπο. Πρόκειται για την απόκλιση της τεχνικής με την

καθαρή αποτελεσματικότητα. Το 2008 η αποτελεσματικότητα κλίμακας ήταν άριστη για το 23% των υπό εξέταση επιχειρήσεων, ενώ το 2013 μειώθηκε στο 15%.

Τα αποτελέσματα για την καθαρή τεχνική αποτελεσματικότητα δείχνουν ότι κατά μέσο όρο οι βαθμολογίες της αποτελεσματικότητας είναι υψηλότερες σε σχέση με τα αποτελέσματα που αφορούν τις σταθερές αποδόσεις στην κλίμακα, γεγονός που σημαίνει ότι οι περισσότερες από τις εταιρείες ήταν σε θέση να μετατρέπουν τις εισροές τους σε αποτελεσματικά μέσα παραγωγής, αλλά δεν πρέπει να παραβλεφθεί το γεγονός ότι μπορεί να οφείλεται σε διαφορές που έχουν οι επιχειρήσεις στο μέγεθος τους. Παράλληλα, εντοπίζονται μεγάλες διαφορές για τα υπό εξέταση χρόνια στις βαθμολογίες της τεχνικής αποτελεσματικότητας. Οι αποκλίσεις αυτές οφείλονται κυρίως στο διαφορετικό μέγεθος των επιχειρήσεων.

Επιπλέον, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι για το έτος 2008 το 50% των επιχειρήσεων λειτουργούσαν με σταθερές αποδόσεις της κλίμακας, το 27,5% με αύξουσες και το 22,5% με φθίνουσες αποδόσεις. Στην εξέλιξη των ετών εν μέσω κρίσης, το 2013 τα αποτελέσματα αυτά άλλαξαν εντελώς. Το 2013, το 12,5% λειτουργούσε με σταθερές αποδόσεις, το 37,5% με αύξουσες και το 50% με φθίνουσες. Έτσι, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι εκτός από τις λίγες εταιρείες που είναι σε θέση να διατηρήσουν τις επιδόσεις τους κατά την εξεταζόμενη περίοδο, οι περισσότερες από τις εταιρείες δεν έχουν συνοχή στις επιδόσεις τους σε όλη τη διάρκεια των ετών.

Πολλές από τις μη αποτελεσματικές επιχειρήσεις χρησιμοποιούν με λάθος τρόπο τους εργαζόμενους και τα κεφάλαια τους. Επιπλέον, αρκετές αντιμετωπίζουν προβλήματα και με τα λειτουργικά έξοδά τους. Αυτές οι αναποτελεσματικές εταιρείες είναι υποχρεωμένες να μειώσουν τις εισροές τους, στα προτεινόμενα από την ανάλυση επίπεδα, για να παράγουν το υφιστάμενο επίπεδο της παραγωγής. Εναλλακτικά, μπορούν να επεκτείνουν την παραγωγή τους, έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί η περίσσεια ποσότητα των εισροών με αποτελεσματικό τρόπο.

Η επιπλέον ανάλυση των αποτελεσμάτων που εκτιμήθηκε με οικονομετρικό υπόδειγμα εντόπισε σαν κυρίους παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των επιχειρήσεων τους δείκτες ROA και ROE. Γίνεται φανερό ότι είναι κρίσιμο για τις επιχειρήσεις να ελέγχουν τους συγκεκριμένους δείκτες καθώς

έχουν στενή σχέση με τις αποδόσεις τους στην αποτελεσματικότητα. Τα πρόσημα των δεικτών ακολούθησαν τη θεωρία που συνδέει μια αύξηση του δείκτη ROA με αύξηση της αποτελεσματικότητας και τον δείκτη ROE με μείωση της αποτελεσματικότητας.

Το βασικό συμπέρασμα της παρούσας εργασίας είναι ότι η αλλαγή στα χρηματοοικονομικά αποτελέσματα των επιχειρήσεων επηρεάζει την κερδοφορία και την αποτελεσματικότητά τους και αντίστροφα. Η μελέτη συμβάλλει στην κάλυψη του κενού στην υπάρχουσα γνώση με την παροχή μεγαλύτερης διορατικότητας στα εταιρικά στελέχη που βασίζεται στην ανάλυση της τεχνικής αποτελεσματικότητας μέσα από δεδομένα που προέρχονται από στοιχεία των ισολογισμών. Η εργασία φανερώνει επίσης ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στις επιδόσεις των επιχειρήσεων σύμφωνα με τα δεδομένα των λογιστικών καταστάσεων.

Ωστόσο, η μελέτη έχει σαφείς περιορισμούς και κυρίως το διερευνητικό χαρακτήρα της, καθώς τα αποτελέσματα είναι έγκυρα μόνο για τις επιχειρήσεις του δείγματος και δεν μπορούν να γενικευθούν. Ως εκ τούτου, μελλοντικές μελέτες πρέπει να διεξαχθούν για να διαπιστωθεί αν υπάρχει διαφορά μεταξύ των αποτελεσμάτων και ισολογισμών επίδοσης και άλλων επιχειρήσεων σε άλλους τομείς της οικονομίας.

Στην παρούσα μελέτη οι εταιρείες που χρησιμοποιήθηκαν ανήκουν σε διαφορετικούς κλάδους, αλλά οι περισσότερες είναι κλωστοϋφαντουργικές εταιρείες και εταιρείες τροφίμων που αποτελούν τους δύο από τους μεγαλύτερους κλάδους στην Ελλάδα. Μια πιο αναλυτική εφαρμογή της μεθόδου σε κάθε κλάδο ξεχωριστά θα έδινε αντίστοιχα πιο συγκεκριμένα και στοχευμένα αποτελέσματα που θα σχετίζονταν με τις ιδιαίτερες συνθήκες του κάθε κλάδου.

Τέλος, η μέθοδος DEA αποτελεί ένα πολύ ισχυρό εργαλείο για τις επιχειρήσεις καθώς τους προσφέρει μια σειρά από προτάσεις που μπορούν να αξιοποιήσουν ώστε να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητά τους. Η εφαρμογή της σε επιχειρήσεις αντανακλά κάποια ζητήματα γενικής σημασίας που ίσως παρουσιάζουν ευρύτερο ενδιαφέρον στο οικονομικό σύστημα, ωστόσο τα συμπεράσματα δεν μπορούν να ειδικεύουν περαιτέρω καθώς είναι δύσκολο να συνεκτιμηθούν τα ειδικά περιβάλλοντα όλων των υπό εξέταση επιχειρήσεων.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Γκάσης Π.**, (2011), Η επίδραση των ξένων άμεσων επενδύσεων μέσω της τεχνολογικής-γνωστικής διάχυσης σε βασικούς κλάδους της ελληνικής οικονομίας. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ)
- Ελληνική Στατιστική Αρχή**, (2014), Η Ελλάδα σε Αριθμός, διαθέσιμο στο: http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/BUCKET/General/ELLAS_I_N_NUMBERS_GR.pdf
- Καψής Γεώργιος**, (1995), Χρήση της μεθόδου DEA για μέτρηση αποδοτικότητας διαφόρων μονάδων. Διπλωματική Πολυτεχνείου Κρήτης.
- Χάλκος Γ.**, (2009), Οικονομετρία: Θεωρία και πράξη: Οδηγίες χρήσης σε Eviews, Minitab, SPSS & Excel. Εκδόσεις, Γκιούρδας, Αθήνα.
- Wooldridge J.**, (2006), Εισαγωγή στην Οικονομετρία: Μια Νέα Προσέγγιση, Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα

Ξένη Βιβλιογραφία

- Ablanedo-Rosas, J. H., Gao, H., Zheng X., Alidaee B. and H. Wang**, (2010), A study of the relative efficiency of Chinese ports: a financial ratio-based data envelopment analysis approach, *Expert Systems*, 27(5):349-362.
- Afriat S. N.**, (1972), Efficiency estimation of production functions. *International Economic Review*, 13(3):568-598.
- Ali A. and L. Seiford**, (1993), *The mathematical programming approach to efficiency analysis*. Oxford University Press, New York.
- Ali E. and V. Podinovski**, (2004), *Data Envelopment Analysis and Performance Management*, Warwick Print, Coventry, UK.
- Banker A. and A. Charnes**, (1989), An introduction to DEA, some of its models and their uses. *Research in government and non profit accounting*. Vol.5, p125-163.
- Banker R.D., Gadh V.M. and W.L. Gorr**, (1993) A Monte Carlo comparison of two production frontier estimation methods: Corrected ordinary least squares and data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*. 67, 332-343.
- Barr R. and T. Siems**, (1994), Predicting bank failure using DEA to quantify management quality. Working Paper. Federal Reserve Bank of Dallas.
- Barry P.J., C., Baker B., and L.R. Sanint.**, (1981), Farmers Credit Risks and Liquidity Management. *American Journal of Agricultural Economics*, pp 216-217.
- Batra G. and H. Tan**, (2003). SME Technical Efficiency and Its Correlates: Cross National Evidence and Policy Implications. World Bank Institute Working Paper, available at http://info.worldbank.org/etools/docs/library/86489/ses3.1_smetechefficiency.pdf
- Bauer W. Paul**, (1990), Recent developments in the econometric estimation of frontiers, *Journal of Econometrics*
- Beraha, G.S., Patnaik, B., and S. Mahapatra**, (2011), "Safety Performance Evaluation of Indian Organizations using Data Envelopment Analysis", *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 18, No. 2, pp. 197-220.
- Burcu A., Paradi C. J., P., Simak, and Y. Xiaopeng**, (2014), Valuing Private Companies: A DEA Approach, *International Journal of Business and Management*, Vol. 9(12), DOI: 10.5539/ijbm.v9n12p16
- Celen A.**, (2013), Efficiency and productivity (TFP) of the Turkish electricity distribution companies: An application of two-stage (DEA & Tobit) analysis, *Energy Policy* 63, pp. 300-310.

- Charnes A., Cooper W.W., and E. Rhodes,** (1978), Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research* 2.
- Chavas, J. P., and M. Aliber,** (1993), An Analysis of Economic Efficiency in Agriculture: A Nonparametric Approach. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, pp1-16.
- Coelli T.J., Rao D.S.P., O' Donnell, C.J., and G.E. Battese,**(2005), An introduction to Efficiency and Productivity Analysis, Springer.
- Cooper W., Seiford M., and K. Tone,** (2000), A comprehensive text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software. Kluwer Academic Publishers
- Cooper W., Seiford M., and K. Tone,** (2005), Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses with DEA –Solver Software and References, Springer.
- Dyson R.G., Tapinos E., and M. Meadows,** (2005), Impact of performance measurement in strategic planning.-*International Journal of Productivity and Performance Management* , 370-384.
- Eslami G. R., Mehralizadeh M., and G.R. Jahanshahloo,** (2009), Efficiency Measurement of Multi Component Decision Making Units Using Data Envelopment Analysis. *Applied Mathematical Sciences*, 3(52): 2575-2594.
- Fare R., S. Grosskopf, and C.A.K. Lovell,** (1985), The Measurement of Efficiency of Production, Boston, Kluwer.
- Fare R., S. Grosskopf, and C.A.K. Lovell,** (1994), *Production Frontiers*, Cambridge University Press.
- Farell M.J.,** (1957), The measurement of productive efficiency. *J.Roy.Statist.Soc., Ser.A.*
- Gabrielsen A.,** (1975), On estimating efficient production functions. Chr. Michelsen Institute, Department of Humanities and Social Science, (Working Paper No. A-35).
- Giuffrida A., and H. Gravelle.,** (1999), Measuring Performance in Primary Care: Econometric Analysis and DEA. Discussion Papers in Economics, Department of Economics and Related Studies, University of York.
- Giujarati D. and D. Porter,** (2009), Οικονομετρία: Αρχές και Εφαρμογές, Εκδόσεις Τζιόλας, Θεσσαλονίκη
- Gong B.H. and R.C. Sickles,** (1989), Finite sample evidence on the performance of stochastic frontiers and data envelopment analysis using panel data. *Journal of Productivity Analysis*, 1, 229-261.
- Gong B.H. and R.C. Sickles,** (1992) Finite sample evidence on the performance of stochastic frontiers and data envelopment analysis using panel data. *Journal of Econometrics*, 51, 259-284.
- Greene W. H.,** (1997), Frontier production functions. In Pesaran, M. H. and Schmidt, P., editors, *Handbook of Applied Econometrics*, volume II: Microeconometrics. Blackwell Publishers Ltd.
- Hausman, J.A,** (1978), Specification Tests in Econometrics, *Econometrica*, 46(6):1251-1271
- Joshi R. N., and S.P. Singh,** (2009). Measuring Production Efficiency of Readymade Garment Firms. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 6(2), 1-12.
- Krasachathb, W., Phochathana, S., Kulkanya, N. P., and W. Sanguanwongwanc,** (2009), Efficiency Measurement and Productivity Change in the Thai Banking Industry Before and After the Economic Crisis, (1993-2006), available at: https://editorialexpress.com/cgi-bin/conference/download.cgi?db_name=serc2009&paper_id=242
- Lambert D., and V.B. Volodymyr,** (2005), The Impacts of Farm Financial Structure on Production Efficiency. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, Vol 37:277-289.
- Lansink A.O, Silva E., and S. Stefanou,** (2001). Inter-firm and Intra-firm Efficiency Measures, *Journal of Productivity Analysis*, 15, pp 185-199.
- Land K.C., Lovell C.A., and S. Thore,** (1993), Chance-constrained Data Envelopment Analysis, *Managerial and Decision Economics*, Vol. 14, pp 541-554.

- Lovell C. and P. Schmidt**, (1988), A comparison of alternative approaches to measurement of productive efficiency.
- Maindiratta A**, (1990), Largest size efficient scale and size efficiency of decision making units.
- Meenakumari R, and N. Kamaraj**, (2008). Measurement of Relative Efficiency of State Owned Electric Utilities in INDIA Using Data Envelopment Analysis. *Modern Applied Science*, 2(5), 61-71.
- Mehran A., and M. Izah**, (2011), Relative Efficiency of Manufacturing Companies in Pakistan Using Data Envelopment Analysis, *Asian Society of Business and Commerce Research, International Journal of Business and Commerce* Vol. 1, No. 3
- Mohamad N. H., and F. Said**, (2010), Measuring the performance of 100 largest listed companies in Malaysia. *African Journal of Business Management*, 4(13), 3178-3190.
- Mohammadi A. and H. Ranaei**, (2011), The Application of DEA based Malmquist Productivity Index in Organizational Performance Analysis. *International Journal of Finance and Economics*(62), 68-76.
- Oberholzer M.**, (2012b)., The Efficiency Of South African Mining Companies To Create Shareholder And Stakeholder Value From Environmental Exploitation. *Studia UBB Oeconomica*, 57(2): 70-82.
- Olesen, O.B. and N.C. Petersen**, (1995), Chance constrained Efficiency Evaluation *Management Science*, Vol. 41, pp. 442-457.
- Parkin D. and B. Hollingsworth**, (1997), Measuring production efficiency of acute hospitals in Scotland, 1991-94: validity issues in Data Envelopment Analysis. *Applied Economics*, 29, 1425-1433.
- Porcelli F.**, (2009), Measurement of Technical Efficiency. A brief survey on parametric and non-parametric techniques. Available at:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.232.4843&rep=rep1&type=pdf>
- Radam A., Abu M. L., and A.M. Abdullah**, (2008), Technical Efficiency of Small and Medium Enterprise in Malaysia: A Stochastic Frontier Production Model. *International Journal of Economics and Management* 2 (2): 395-408.
- Ramanathan R.**, (2003), *An Introduction to Data Envelopment Analysis. A Tool for Performance Measurement*, Sage Publications.
- Read L. and E. Thanassoulis**, (1995), A comparison of data envelopment analysis and stochastic frontiers under variation of fit. *Business School, Working Paper 234*, University of Warwick.
- Richmond J.**, (1974), Estimating the efficiency of production. *International Economic Review*, 13(2):515-521.
- Roberta B. Staub, Geraldo Souza, and Benjamin M. Tabak**, (2009), "Evolution of Bank Efficiency in Brazil: A DEA Approach," Working Papers Series 200, Central Bank of Brazil, Research Department.
- Ruggiero J.**, (1998), A new approach for technical efficiency estimation in multiple output production. *European Journal of Operational Research*, 111, 369-380.
- Seiford L, and R. Thrall**, (1990), The mathematical programming approach to frontier analysis. *Journal of Econometrics*, 46, 7-38.
- Shubik M.**, (1978), On Concepts of Efficiency, *Policy Sciences*, 9, pp. 121-126.
- Singh S. P.**, (2006-07), Performance of Sugar Mills in Uttar Pradesh Ownership, Size and Location. *Prajnan, Journal of Social and Management Sciences*, XXXV(4), 333-359.
- Smith P.**, (1997) Model misspecification in Data Envelopment Analysis. *Annals of Operations Research*, 73, 233-252.
- Stevenson R. E.**, (1980), Likelihood functions for generalized stochastic frontier estimations. *Journal of Econometrics*, 13(1):58-66.
- Thore S., Kozmetsky G., and F. Phillips**, (1994), DEA of Financial Statements Data: The U.S. Computer Industry. *The Journal of Productivity Analysis*, 5, 229-248.
- Tziogkidis P. and C. Siroopoulos**, (2009), How do Greek Bank Insitutes react after significant events-A DEA approach, *Omega* 38 (5), p.p.294-308.

- Tyrone T. L., Chia-Chi L., and C. Tsui-Fen**, (2009), Application of DEA in analyzing a bank's operating performance vol. 36 pp.8883–8891.
- Wang, T-F., Cullinane K. and D-W. Song**, (2003), Container Port Production Efficiency :A Comparative Study of DEA and FDH Approaches. *Journal of Eastern Asian Society for Transportation Studies*, 5, pp. 698-713
- Winsten C. B.**, (1957), Discussion on Mr. Farrell's Paper. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*(120):282 – 284.
- Wu C.C., Kao S.C., Wu C.H., and H.H. Cheng**, (2006), Examining Retailing Performance Via Financial Index. *Asia Pacific Management Review*, 11(2), 83-92.
- Wu H.L.**, (2005), A DEA Approach to understanding the Performance of Taiwan's Steel Industries 1970-1996. *Asia Pacific Management Review*, 10(6), 349-356.
- Zhu J.**, (2000), Multi-factor performance measure model with an application to fortune 500 companies. *European Journal of Operational Research*, 123, 105–124.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00096-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00096-X)