



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΑΙΟΥ

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ
ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΩΝ
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (2015-2018)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

Κατούφα Γιώργου

Επιβλέπων: Ιωάννης Τσώλας

Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2021



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΑΙΟΥ

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (2015-2018)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

Κατούφα Γιώργου

Επιβλέπων: Ιωάννης Τσώλας

Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 10 Μαρτίου του 2021.

Ιωάννης Τσώλας
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Κωνσταντίνος Θεολόγου
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Παναγιώτης Μιχαηλίδης
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2021

Περίληψη

Αντικείμενο της διπλωματικής αυτής εργασίας αποτελεί η ανάλυση και η παρουσίαση της μεθόδου της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων που έχει σαν στόχο την μέτρηση της αποδοτικότητας των επιχειρήσεων παραγωγών πετρελαίου για τα έτη 2015-2018. Συγκεκριμένα, στην έρευνα αυτήν μελετήθηκαν τα οικονομικά στοιχεία των επιχειρήσεων παραγωγών πετρελαίου, με βάση τους ισολογισμούς τους, με την βοήθεια της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων.

Αρχικά δίνονται τόσο οι θεωρητικές όσο και οι μαθηματικές έννοιες της μεθόδου της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων που χρησιμοποιούμε για να υπολογίσουμε την αποδοτικότητα των υπό μελέτη επιχειρήσεων. Ακόμη χρησιμοποιήθηκε και ο δείκτης παραγωγικότητας Malmquist έτσι ώστε να εξεταστούν οι επιχειρήσεις καθόλα τα έτη της λειτουργίας τους ως προς τις μεταβολές στην τεχνική αποδοτικότητα, στο επίπεδο τεχνολογίας, στην αποδοτικότητα κλίμακας, στην καθαρή τεχνική αποδοτικότητα, καθώς και στην μεταβολή του Total Productivity Factor. Αυτό συμβαίνει αφού η μέθοδος της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων καθιστά δυνατόν την εφαρμογή μιας ανάλυσης χρονοσειρών, για οικονομικά στοιχεία περισσότερα του ενός έτους.

Τέλος ολοκληρώνοντας την εργασία αυτήν, εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα για την αποδοτικότητα των υπό μελέτη επιχειρήσεων τόσο για το κάθε έτος ξεχωριστά όσο και για τα τέσσερα έτη συνολικά. Επιπλέον παρουσιάζονται και ορισμένες προοπτικές και προεκτάσεις της μεθόδου της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων με σκοπό την χρήση της από όλο και περισσότερους αναλυτές.

Λέξεις κλειδιά:

Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων, Αποδοτικότητα, Οικονομίες Κλίμακας, Εισροές-Εκροές, Σταθερές αποδόσεις κλίμακας, Μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας, Μονάδες Λήψης Αποφάσεων, Δείκτης Παραγωγικότητας Malmquist

Abstract

The cause of this study << Measurement of the efficiency in Greek oil industry (2015-2018)>> is to present and analyze the method of Data Envelopment Analysis (DEA), which has set out to estimate the efficiency of oil productivity companies for the years 2015-2018. Specifically, at our research were studied the economic data of oil productivity companies, according to their balance sheet, with the help of the method of Data Envelopment Analysis.

Firstly, it is being given the theoretical and mathematical concepts of the method of Data Envelopment Analysis which is used to estimate the efficiency of the companies which are being studied. Moreover, in the research is used the index of Malmquist in order to examine the companies for all the years of their operation for their efficiency change, their technological change, their pure efficiency change, their scale efficiency change, and their Total Productivity Factor change. This happens because the method gives the possibility to apply a time series analysis for the economic data of more than one year.

Finally in this research we can extract useful conclusions of the efficiency of the companies which are being studied both for each year separately and for all the years. Moreover, it is being presented some perspectives and extensions of the method of Data Envelopment Analysis in order to be used from more analysts.

Key Words: Data Envelopment Analysis (DEA), Efficiency, Economies of Scale, Inputs-Outputs, CCR, BCC, Decision Making Units (DMU's), Malmquist Productivity Index

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	V
ABSTRACT.....	VII
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	XI
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	XII
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Αντικείμενο της εργασίας	1
1.2 Ο κλάδος του πετρελαίου.....	2
1.3 Διάρθρωση της εργασίας	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	6
Η ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	6
2.1 Διάφορες οικονομικές έρευνες	6
2.2 Αποδοτικότητα	11
2.3 Αποδοτικότητα και παραγωγικότητα	11
2.3.1 Αποδοτικότητα κατά Pareto	12
2.3.2 Τεχνική αποδοτικότητα	13
2.4 Μέθοδοι εκτίμησης της αποδοτικότητας	13
2.5 Η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων	14
2.6 Μορφές της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων	15
2.7 Μαθηματικά μοντέλα της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων	15
2.7.1 Μοντέλο Σταθερών Αποδόσεων Κλίμακας (CCR).....	16
2.7.2 Μοντέλο Μεταβλητών Αποδόσεων Κλίμακας (BCC model)	21
2.8 Δείκτης παραγωγικότητας Malmquist	25
2.9 Πλεονεκτήματα και περιορισμοί της μεθόδου DEA.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	31
ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	31

3.1	Δεδομένα μελέτης	31
3.2	Εισροές - Εκροές.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4		43
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ		43
4.1	Ανάλυση Αποτελεσμάτων	43
4.2	Έτος Μελέτης 2015	45
4.3	Έτος Μελέτης 2016	50
4.4	Έτος Μελέτης 2017	53
4.5	Έτος Μελέτης 2018	57
4.6	Υποαπασχόληση των εισροών	60
4.7	Ανάλυση του δείκτη Malmquist (MPI).....	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5		87
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ		87
5.1	Συμπεράσματα-Προτάσεις.....	87
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....		93

Ευρετήριο γραφημάτων

ΓΡΑΦΗΜΑ 2.1: CRS-DEA ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΜΕΤΡΟ ΤΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ (COELLI ET AL., 2005)	21
ΓΡΑΦΗΜΑ 2.2: ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ DEA (COELLI ET AL., 2005)	23
ΓΡΑΦΗΜΑ 2.3: VRS-DEA ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΜΕΤΡΟ ΤΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ (COELLI ET AL., 2005)	24
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.1: ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2015	47
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.2: ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΥΠΟ VRS ΤΟ 2015	47
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.3: ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2016	52
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.4: ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΥΠΟ VRS ΤΟ 2016	53
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.5: ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2017	56
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.6: ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΥΠΟ VRS ΤΟ 2017	56
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.7: ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2018	59
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.8: ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΥΠΟ VRS ΤΟ 2018	59

Ευρετήριο πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: ΜΕΛΕΤΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ DEA	10
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2: ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ CRS-DEA (COELLI ET AL., 2005).....	19
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ CRS –DEA ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΜΕΤΡΟ ΤΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ	20
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4: ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ VRS-DEA (COELLI ET AL., 2005).....	24
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ VRS –DEA ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΜΕΤΡΟ ΤΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ.....	25
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΤΟΥΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ (2015-2018)	34
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ EMS ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2015	45
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ EMS ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2016	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ EMS ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2017	53
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ EMS ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2018	57
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5: ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ SLACKS ΓΙΑ ΤΑ ΤΕΣΣΕΡΑ ΕΤΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	61
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6 : ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΙΜΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΛΣΤΑΤ	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7: ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΑΛΜQUIST ΓΙΑ ΤΟ 2015	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.8: ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΑΛΜQUIST ΓΙΑ ΤΟ 2016.....	71
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9: ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΑΛΜQUIST ΓΙΑ ΤΟ 2017	72
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.10: ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΑΛΜQUIST ΓΙΑ ΤΟ 2018.....	74
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.11: ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΜΑΛΜQUIST ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΘΕ ΕΤΟΣ 2016-2018	77
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.12: ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΜΑΛΜQUIST ΓΙΑ ΤΑ ΤΕΣΣΕΡΑ ΕΤΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	83
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΙΜΩΝ ΤΟΥ ΜΑΛΜQUIST ΜΕΤΑΞΥ ΕΛΛΑΔΑΣ-ΙΝΔΙΑΣ.....	89

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο της εργασίας

Στην σύγχρονη εποχή όπου υπάρχει ένας διαρκής ανταγωνισμός μεταξύ των επιχειρήσεων, εμφανίζεται επιτακτική η ανάγκη για έλεγχο της απόδοσης τους σαν ένα αναγκαίο μέσο για την επιβίωσή τους. Στην διπλωματική αυτή μελέτη ελέγχεται ένα αρκετά μεγάλο πλήθος επιχειρήσεων που ειδικεύονται στον κλάδο παραγωγών πετρελαίου με οικονομικά στοιχεία-ισολογισμούς που έχουν παρθεί από αυτές τα τελευταία 4 έτη 2015-2018 έτσι ώστε να βρεθεί η αποδοτικότητα και η παραγωγικότητα αυτών των επιχειρήσεων. Με τον όρο αποδοτικότητα εκφράζουμε τις θυσίες-κόστη που πραγματοποιούνται έτσι ώστε μια επιχείρηση να επιτύχει τους στόχους της ενώ με τον όρο αποτελεσματικότητα εννοούμε το κατά πόσο μια επιχείρηση πετυχαίνει τους στόχους της. Ασφαλώς η αποδοτικότητα δεν οδηγεί πάντα στην αποτελεσματικότητα όπως για παράδειγμα σε μια επιχείρηση που μπορεί να έχει υψηλή παραγωγικότητα αλλά η ζήτηση για το παραγόμενο είδος να είναι πολύ χαμηλή.

Το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μέτρηση της αποδοτικότητας των επιχειρήσεων παραγωγών πετρελαίου για την χρονική περίοδο 2015-2018. Για την έρευνα μας χρησιμοποιούμε την μέθοδο της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων και το πρόγραμμα EMS για τη εξαγωγή των αποτελεσμάτων μας. Στην εργασία μελετώνται οι επιχειρήσεις μας μόνο ως προς συγκεκριμένα οικονομικά στοιχεία του ισολογισμού τους και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα άλλοι ερευνητές ή άλλες διπλωματικές εργασίες να εξάγουν άλλα αποτελέσματα αν λάβουν υπό εξέταση διαφορετικά οικονομικά στοιχεία του ισολογισμού τους. Η διπλωματική

αυτή εργασία μπορεί να διατεθεί υπό μελέτη στις υπό εξέταση επιχειρήσεις καθώς και στους διάφορους οικονομικούς τους συνεργάτες έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί για την βελτίωση της αποδοτικότητας και της βιωσιμότητας των επιχειρήσεών τους.

Η μέθοδος της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων αποτελεί μια μη παραμετρική μέθοδος και βασίζεται στις αρχές του γραμμικού προγραμματισμού. Αποτελεί την ιδανική μέθοδο ανάλυσης της αποδοτικότητας καθώς παρέχει την δυνατότητα στους οικονομικούς αναλυτές να εξετάσουν ταυτόχρονα πως μπορούν να επηρεάσουν αρκετοί οικονομικοί παράγοντες την επίδοση μιας επιχείρησης και να έχουν μια γενικότερη και πιο πραγματική εικόνα της επίδοσης των επιχειρήσεών τους.

1.2 Ο κλάδος του πετρελαίου

Έναν από τους θεμέλιους κρίκους της Ελληνικής Οικονομίας αποτελεί ο κλάδος της διύλισης πετρελαίου. Ο κλάδος αυτός αρχικά εισάγει και επεξεργάζεται σαν πρώτη ύλη, το αργό πετρέλαιο, στην συνέχεια παράγει τα ενδιάμεσα και τελικά προϊόντα και τέλος διανέμει αυτά τα προϊόντα προς κατανάλωση τόσο ως προς την εγχώρια ζήτηση όσο και ως προς τις εξαγωγές σε άλλες χώρες. Επακόλουθο αυτού είναι ότι ο κλάδος αυτός είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με όλες τις δραστηριότητες της οικονομικής και κοινωνικής ζωής μιας χώρας.

Στην Ελλάδα τα διυλιστήρια που δραστηριοποιούνται είναι συνολικά 4 εκ των οποίων τα τρία εντοπίζονται στην ευρύτερη περιοχή της Ελευσίνας ενώ το ένα από αυτά βρίσκεται στην Θεσσαλονίκη.

Αξιοσημείωτο είναι η συνεισφορά των ελληνικών επιχειρήσεων του κλάδου αυτού στην εθνική οικονομία, καθώς πέρα των θέσεων εργασίας που προσφέρουν, οι οποίες ανέρχονται γύρω στις 4100, συμβάλλουν άμεσα στην εθνική οικονομία με περισσότερο από 1 δισεκατομμύριο ευρώ ακαθάριστης προστιθέμενης αξίας ακόμη και εμφανίζοντας ισχυρή επενδυτική δραστηριότητα, σύμφωνα με έρευνα του Ιδρύματος Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών (IOBE).

Επιπλέον, ο κλάδος αυτός έχει τεράστια επιρροή τόσο στην πορεία της συνολικής οικονομίας της χώρας μας, όσο και στη διαμόρφωση του επιπέδου διαβίωσης των ελληνικών νοικοκυριών. Το παραπάνω πόρισμα αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα προϊόντα του και οι διαδικασίες που αποτελούν το πετρελαϊκό κλάδο στην ελληνική οικονομία, έχουν αντίκτυπο σε διάφορους τομείς που έχουν σχέση με το συνολικό ισοζύγιο της χώρας μας που αφορά τις εξωτερικές συναλλαγές, καθώς τα προϊόντα του πετρελαϊκού κλάδου συνιστούν ένα από τα θεμέλια στοιχεία του ενεργειακού ισοζυγίου της χώρας, την ομαλή λειτουργία των βιομηχανιών, του κλάδου των μεταφορών, των ενόπλων δυνάμεων και τον επαρκή και σωστό καταμερισμό-διανομή με καύσιμα όλων των περιοχών της χώρας, με έμφαση σε αυτές των νησιών και των ορεινών περιοχών που είναι πιο δύσκολο να εφοδιαστούν, τον σχηματισμό των τιμών της αγοράς, λόγω της εξάρτησης που υπάρχει ανάμεσα στο κόστος των προϊόντων και

των υπηρεσιών που προσφέρονται με τις αυξομειώσεις των τιμών των καυσίμων πετρελαίου και την άμεση οικονομική επιβάρυνση των νοικοκυριών, αφού το χρησιμοποιούν είτε για μετακίνηση με τα αυτοκίνητα τους είτε σαν πετρέλαιο θέρμανσης και φυσικό αέριο για τις οικίες τους.

Ο ρόλος και οι δυνατότητες που έχουν τόσο ο δημόσιος όσο και ο ιδιωτικός τομέας στο να μπορούν να επιδρούν ουσιαστικά στην διαμόρφωση των τιμών, να υλοποιούν σπουδαίες επενδύσεις σημαντικής οικονομικής αξίας, να διασφαλίζουν την απασχόληση αρκετών εργαζομένων, οι οποίοι συνιστούν με την γνώση και την εμπειρία τους στον κλάδο του πετρελαίου ένα βασικό παράγοντα για την ανάπτυξή του, να συμβάλλουν στην σωστή εκμετάλλευση των πλουτοπαραγωγικών πηγών και τέλος να συνεισφέρουν στην επέκταση των δημοσίων εσόδων σχετίζονται με την διεκπεραίωση των παραπάνω αναφερθέντων κοινωνικών και οικονομικών αναγκών στην ελληνική οικονομία.

Εξαιτίας της παγκοσμιοποίησης υπάρχει ολοένα και περισσότερη εξάρτηση μεταξύ των ευρωπαϊκών ενεργειακών πολιτικών, οι οποίες εξάλλου διαμορφώνουν και το πλαίσιο στο οποίο η διεθνής θέση της Ελλάδας υπάγεται στην ενεργειακή αγορά, και των προηγούμενων στόχων και αναγκών που αναφέρθηκαν, ειδικά με την διενέργεια διαδικασιών με σκοπό την ενότητα της ευρωπαϊκής ένωσης και την απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας. Το σύνολο των ενεργειών που εφαρμόζονται από την ευρωπαϊκή ένωση, όπως για παράδειγμα είναι τα διευρωπαϊκά ενεργειακά δίκτυα, οι διάφορες ρυθμίσεις για το περιβάλλον, στα πλαίσια των οποίων υλοποιούνται προγράμματα για την εξοικονόμηση ενέργειας, την ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την ανάπτυξη φιλικών προς το περιβάλλον καυσίμων, συνεισφέρουν στην δημιουργία οικονομικών και περιβαλλοντικών παραγόντων που τροποποιούν την ενεργειακή αγορά. Ορισμένοι από τους παράγοντες που δίνουν καινούργια γνωρίσματα στον ανταγωνισμό μεταξύ των επιχειρήσεων του κλάδου του πετρελαίου αποτελούν η ανάδειξη καινούργιων και καινοτόμων εταιρειών στον ενεργειακό χώρο, οι εξαγορές και οι συγχωνεύσεις οικονομικών πόρων για την πραγματοποίηση επενδύσεων, έτσι ώστε οι ευρωπαϊκές προδιαγραφές να ικανοποιούνται για να αναπτυχθούν καθαρότερα και φιλικά προς το περιβάλλον καύσιμα.

Μερικοί από τους κύριους πυλώνες της αναδιάρθρωσης στον κλάδο του πετρελαίου είναι η ανάπτυξη των δραστηριοτήτων στον συγκεκριμένο κλάδο στην ευρύτερη περιοχή, η συμμετοχή της Ελλάδας στα ενεργειακά τεκταινόμενα και δίκτυα που διαδραματίζονται καθώς και τα όσα έχουν προαναφερθεί, τα οποία βέβαια δεν μπορούν να αφήσουν ανεπηρέαστο και το εργασιακό περιβάλλον.

Ξεκάθαρος είναι ο έλεγχος συγκεκριμένων πολιτικών, κοινωνικών και οικονομικών παραμέτρων, λόγω των αναδιρθρώσεων που υφίστανται στον κλάδο του πετρελαίου καθώς και οι ιδιαιτερότητες του συγκεκριμένου κλάδου, σε τέτοιο βαθμό που οι εξελίξεις στον κλάδο του πετρελαίου επηρεάζουν και επηρεάζονται από τις προαναφερθείσες παραμέτρους. Τα τελευταία χρόνια, η αγορά ενέργειας, η οικονομική σταθερότητα, η περιβαλλοντική προστασία, η οποία είναι ευάλωτη από τις διάφορες

πολιτικές αποφάσεις των χωρών, καθώς και οι συγκρούσεις για την μεταφορά και κατανομή του πετρελαίου και του φυσικού αερίου, επηρεάζουν σε αξιοσημείωτο βαθμό αφενός την ολοένα και αυξανόμενη εξάρτηση μεταξύ των διεθνών οικονομιών και αφετέρου την διασφάλιση καινούργιων ενεργειακών πηγών και δικτύων με σκοπό την ομαλή κατανομή του πετρελαίου μεταξύ των χωρών.

Τέλος, η Ελλάδα εξαιτίας της γεωγραφικής θέσης στην οποία βρίσκεται, αφού αποτελεί την χώρα-κρίκο μεταξύ τριών ηπείρων, δεν μπορεί να μην πάρει θέση τόσο στα ενεργειακά τεκταινόμενα όσο και στην μεταφορά και διανομή πετρελαίου και φυσικού αερίου, με την υπογραφή ορισμένων συμφωνιών με σκοπό την εκμετάλλευση των ξένων πετρελαϊκών πηγών και την διασφάλιση και την δημιουργία αγωγών που μεταφέρουν κυρίως προς την Ευρώπη πετρέλαιο και φυσικό αέριο.

1.3 Διάρθρωση της εργασίας

Η διπλωματική αυτή μελέτη αποτελείται από τα εξής κεφάλαια:

- Στο κεφάλαιο 1 βρίσκεται η εισαγωγή όπου περιγράφεται ο κλάδος του πετρελαίου καθώς και ο αντίκτυπός του στην ελληνική οικονομία, το αντικείμενο της παρούσας μελέτης, καθώς επίσης και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την περάτωση της εργασίας.
- Στο κεφάλαιο 2 παρουσιάζονται παλιές έρευνες πάνω στον κλάδο των παραγώγων πετρελαίου και αναφέρονται ο τρόπος και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την διεκπεραίωση των συγκεκριμένων ερευνών. Επιπλέον αναφέρονται και παρουσιάζονται τόσο οι μαθηματικές έννοιες όσο και οι οικονομικές έννοιες που θα συναντήσουμε στην εργασία αυτήν. Επίσης περιγράφεται η μέθοδος της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων για την εκτίμηση της αποδοτικότητας. Ακόμη ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στα πλεονεκτήματα καθώς και στους περιορισμούς της μεθόδου και γίνεται αναλυτική περιγραφή των μοντέλων της που διακρίνονται σε σταθερών αποδόσεων κλίμακας και μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας. Επιπλέον έμφαση δίνεται και στον υπολογισμό του δείκτη παραγωγικότητας του Malmquist για όλα τα έτη της μελέτης μας.
- Στο κεφάλαιο 3 δίνονται τα δεδομένα που έχουν παρθεί από τους ισολογισμούς των υπό μελέτη επιχειρήσεων καθώς και οι μεταβλητές που έχουν ληφθεί υπόψη για την υλοποίηση της μεθόδου, με την βοήθεια ορισμένων κανόνων που καθορίζουν την επιλογή τους.
- Στο κεφάλαιο 4 επεξεργαζόμαστε τα στοιχεία των ισολογισμών των εταιρειών με τη χρήση του προγράμματος EMS και της DEAP καθώς επίσης γίνεται χρήση του excel με την βοήθεια του οποίου βρέθηκαν οι αποδόσεις κλίμακας

μέσα από την επίλυση ενός προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού για κάθε επιχείρηση ξεχωριστά για τα τέσσερα έτη της μελέτης και μέσα από το οποίο ελέγχθηκαν τα αποτελέσματα του EMS και παρατίθενται τα αντίστοιχα αποτελέσματα του προγράμματος.

- Στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της μελέτης και ορισμένες προτάσεις με στόχο τη βελτίωση αρχικά της αποδοτικότητας των μη αποδοτικών επιχειρήσεων για την δημιουργία ενός πιο ανταγωνιστικού κλάδου του πετρελαίου καθώς επίσης επισημάνθηκαν και άλλες παραλλαγές της μεθόδου για την ευρύτερη χρήση της από τους αναλυτές-ερευνητές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

2.1 Διάφορες οικονομικές έρευνες

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται ορισμένες έρευνες που έχουν υλοποιηθεί με την μέθοδο της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων, οι οποίες βοήθησαν σε μεγάλο βαθμό στην κατανόηση της συγκεκριμένης μεθόδου αλλά και στην συγγραφή της εν λόγω διπλωματικής. Οι περισσότερες από αυτές τις οικονομικές έρευνες, χρησιμοποιούν την μέθοδο DEA υπό VRS, ωστόσο υπάρχουν και έρευνες, όπου γίνονται συγκρίσεις μεταξύ CRS και VRS υποθέσεων. Παράλληλα, οι περισσότερες εξ αυτών υπολογίζουν και τον δείκτη Malmquist, καθώς μας δίνει απαραίτητα στοιχεία για την παραγωγική διαδικασία των επιχειρήσεων. Ένα από τα στοιχεία μας παρέχεται από τον δείκτη Malmquist, το οποίο εμπεριέχεται σχεδόν σε όλες τις έρευνες είναι ο Total Productivity Factor (TFP). Παρακάτω παρουσιάζονται οι εργασίες αυτές:

- **Μελέτη των Hyunjung Lee και Chidi Basil Ike**

Στην συγκεκριμένη εργασία των Chidi Basil Ike και Hyunjung Lee μελετήθηκε η σχετική αποδοτικότητα και παραγωγικότητα 38 εθνικών αλλά και διεθνών επιχειρήσεων πετρελαίου που ανήκουν στις 50 μεγαλύτερες επιχειρήσεις πετρελαίου σε παγκόσμιο επίπεδο. Στην συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της

Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων η οποία επιτρέπει την σύγκριση της απόδοσης μιας εταιρείας με αυτήν των υπόλοιπων εταιρειών. Η χρονική περίοδος κατά την οποία πάρθηκαν τα δεδομένα είναι από το 2003 έως το 2010 έτη όπου είχε παρατηρηθεί μια παγκόσμια οικονομική ύφεση. Τα αποτελέσματα της μεθόδου της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων έδειξε ότι το σύνολο των επιχειρήσεων που ανήκουν στις εθνικές εταιρείες εμφανίζουν χαμηλότερες επιδόσεις από εκείνες που ανήκουν σε διεθνείς εταιρείες.

Στο τέλος αυτής της μελέτης παρουσιάζονται αναλυτικοί πίνακες με τις επιδόσεις των 38 εθνικών και διεθνών επιχειρήσεων και προτείνονται λύσεις έτσι ώστε οι μη αποδοτικές να βελτιωθούν. Ορισμένες από τις προτάσεις που προτάθηκαν είναι η διαφοροποίηση της αγοράς εφοδιασμού αργού πετρελαίου καθώς και φυσικού αερίου και μείωση του επιπέδου παρέμβασης της κυβέρνησης στην οικονομική διαχείριση των επιχειρήσεων.

▪ **Μελέτη των Russel G. Thompson, P.S. Dharmapala, Louis J. Routhenberg και Robert M. Thrall**

Η μελέτη αυτή έγινε για την μέτρηση της αποδοτικότητας και της κερδοφορίας 14 επιχειρήσεων πετρελαίου. Η έρευνα έγινε για το Ηνωμένο Βασίλειο και μελετήθηκαν οι 14 μεγαλύτερες επιχειρήσεις τα έτη 1980 έως 1991.

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε είναι αυτή της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων για την καταγραφή της αποδοτικότητας των συγκεκριμένων εταιρειών. Από την ανάλυση των δεδομένων βρέθηκαν μοναδικά βέλτιστα ζεύγη διπλών πολλαπλασιαστών για όλες σχεδόν τις αναποτελεσματικές εταιρείες. Αυτές οι λύσεις είχαν μοναδικές προβολές στα σύνορα της ΠΑΔ. Ακόμη παρατηρήθηκε ένα επίπεδο μέσης αναποτελεσματικότητας γύρω στο 21% στα ευρήματα των 12 ετών που μελετήθηκαν. Τέλος διαπιστώθηκε δυναμικό κέρδους για ένα μεγάλο ποσοστό των επιχειρήσεων, οι οποίες βρέθηκαν με μόνο μέτριες ενδείξεις μειωμένου κινδύνου.

▪ **Μελέτη των Dr. Sabah M. Al-Najjar και Mustafa A. Al-Jaybaj**

Η συγκεκριμένη οικονομική έρευνα πραγματοποιήθηκε με σκοπό την μελέτη της σχετικής αποδοτικότητας των διυλιστηρίων πετρελαίου του Ιράκ για τα έτη 2009 και 2010. Χρησιμοποιήθηκε για την έρευνα αυτή η μέθοδος DEA γιατί θεωρείται ως το καταλληλότερο εργαλείο για την εύρεση και την διαχείριση της επίδοσης των διυλιστηρίων τα οποία θεωρούνται ζωτικής σημασίας για το Ιράκ. Οι συγγραφείς ακολούθησαν μια μεθοδολογία όπου τα inputs και τα outputs συγκεντρώθηκαν και αναλύθηκαν για τον υπολογισμό της σχετικής αποδοτικότητας. Στην συνέχεια βασιζόμενοι στα αποτελέσματα τους, παρατήρησαν ότι το 50% από αυτά ήταν αποδοτικά το 2009 , ενώ το 58% εξ αυτών ήταν αποδοτικά το 2010, καθώς επίσης η συνολική αποδοτικότητα των υπό μελέτη επιχειρήσεων ήταν περίπου 82% και 87% για τα έτη 2009 και 2010 αντιστοίχως. Επιπλέον τα μη αποδοτικά διυλιστήρια μελετήθηκαν περαιτέρω ώστε να διαπιστωθεί η περιοχή όπου με την κατάλληλη χρήση των διαθέσιμων πόρων θα παρουσιαστούν φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας(returns to

scale). Επίσης στην έρευνα τους διατυπώνουν την μέθοδο που ακολούθησαν καθώς και αναλυτικά τα προγράμματα για την διεξαγωγή των αποτελεσμάτων. Ακόμη επισημαίνεται ότι λόγω της έλλειψης άλλων μελετών και ερευνών για αυτόν τον κλάδο στο Ιράκ μπορούν αυτές οι επιχειρήσεις να την χρησιμοποιήσουν για να γνωρίσουν την αποδοτικότητα τους ή και μερικές να την αυξήσουν. Τέλος τονίζουν το μικρό μέγεθος του δείγματος τους, ευελπιστώντας ότι η μελέτη τους θα αποτελέσει το εναρκτήριο βήμα για την εφαρμογή της DEA από ολόένα και περισσότερες επιχειρήσεις.

▪ **Μελέτη των Yanqiu Wang, Zhiwei Zhu και Zhenbin Liu**

Οι Yanqiu Wang, Zhiwei Zhu και Zhenbin Liu θέλησαν να υπολογίσουν την αποδοτικότητα τεχνολογικής καινοτομίας για λογαριασμό της Danqing Petroleum Company μιας Κινέζικης επιχείρησης πετρελαίου. Για τον υπολογισμό αυτόν χρησιμοποιήθηκε ένας συνδυασμός της μεθόδου BCC και του δείκτη Malmquist με στόχο την ανάλυση της αποδοτικότητας τεχνολογικής καινοτομίας. Για την διεξαγωγή των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ένα δείγμα 10 επιχειρήσεων για τα έτη 2012-2015, καθώς επίσης χρησιμοποιήθηκαν και 3 inputs και 3 outputs. Παράλληλα στην εργασία αυτήν επισημαίνεται τόσο θεωρητικό κομμάτι των δύο μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν όσο και η διαδικασία που υλοποιήθηκε για την διεξαγωγή των αποτελεσμάτων. Επιπλέον παρουσιάζουν τα αποτελέσματα τους σε πίνακες ανάλογα με την μέθοδο που χρησιμοποίησαν. Από τα αποτελέσματα καταλήγουν στα εξής συμπεράσματα:

- Η συγκεκριμένη επιχείρηση από την εφαρμογή της μεθόδου BCC έχει υψηλή αποδοτικότητα τεχνολογικής καινοτομίας. Επίσης η αποδοτικότητα παρουσίαζε ανοδική τάση από την συνολική αποδοτικότητα
- Ακόμη από την εφαρμογή του δείκτη Malmquist για να μια συγκριτική ανάλυση μεταξύ των ετών 2012-2015 παρατηρείτε ότι ο συνολικός δείκτης παραγωγικότητας έπεφτε κάθε χρόνο και η τεχνολογική πρόοδος πήγαινε καλύτερα από συνολική αποδοτικότητα τεχνολογίας.
- Αξιοσημείωτο είναι ότι σημαντική παράμετρος ήταν η πρόσληψη εξιδεικευμένου προσωπικού, το οποίο βοήθούσε στην βελτίωση της αποδοτικότητας της επιχείρησης.

Τέλος η μελέτη αυτή ευελπιστεί ότι όλο και περισσότερες επιχειρήσεις θα χρησιμοποιήσουν την μέθοδο αυτήν έτσι ώστε να παρατηρήσουν την αποδοτικότητα τους εξαιτίας του ότι η Κίνα είναι μια χώρα που αναπτύσσεται συνεχώς οικονομικά και τείνει να γίνει μια από τις κυρίαρχες οικονομίες.

▪ **Μελέτη του Dr. Rohit Bansal**

Ο σκοπός αυτής της μελέτης του Dr. Rohit Bansal, είναι να βρει την τεχνική αποδοτικότητα και τις οικονομίες κλίμακας για 22 επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον ινδικό κλάδο του πετρελαίου. Για την έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκε η μη παραμετρική μέθοδος της ΠΑΔ. Επιπλέον η μελέτη έγινε για τα

έτη 2013-2017 και χρησιμοποιήθηκαν 3 μεταβλητές εισόδου και 2 μεταβλητές εξόδου. Από τα ευρήματα της έρευνας παρατηρήθηκε ότι το 59% των επιχειρήσεων αυτών ήταν αποδοτικές, δηλαδή οι 13 από τις 22, κάτω από το μοντέλο DEA-CCR, ενώ υπό το μοντέλο BCC διαπιστώθηκε ότι 16 από τις 22 ήταν απόλυτα αποδοτικές. Παράλληλα διατυπώθηκε ότι ορισμένες από τις υπό μελέτη επιχειρήσεις πρέπει να προβούν σε ενέργειες για να αναβαθμιστούν, ενώ από την άλλη διαπιστώθηκε καθόλα την διάρκεια της έρευνας 2013-2017 ορισμένες επιχειρήσεις ήταν αποδοτικές, όπως οι Oil India Ltd, Gujarat State Petronet Ltd, Petronet LNG Ltd, IGL Ltd, Mahanagar Gas, Chennai Petroleum Corporation Ltd και η BPCL Ltd. Τέλος επισημάνθηκε ότι η συγκεκριμένη έρευνα μπορεί να βοηθήσει τους έχοντες και τους συμβούλους των επιχειρήσεων έτσι ώστε να αναπτύξουν την αποδοτικότητά τους, με στόχο όχι μόνο να επωφεληθούν οι ίδιοι αλλά και οι μελλοντικοί επενδυτές που θέλουν να επενδύσουν στην ινδική οικονομία.

Πίνακας 2.1: Μελέτες με την χρήση της DEA

Συγγραφέας	Έτος Δημοσίευσης	Χώρα Μελέτης	Κλάδος	Μοντέλο DEA	Δείγμα DMUs	Εισροές	Εκροές
Hyunjung Lee Chidi Basil Ike	2003-2010	Διεθνές Επίπεδο	Πετρελαίου	DEA	38 DMUs	Δεν αναφέρονται	Δεν βρέθηκαν
Russel G. Thompson P.S. Dharmapala Louis J. Routhenberg Robert M. Thrall	1980-1991	Αγγλία	Πετρελαίου	DEA/AR	14 DMUs	Δεν αναφέρονται	Δεν βρέθηκαν
Dr. Sabah M. Al-Najjar Mustafa A. Al-Jaybajy	2009-2010	Ιράκ	Πετρελαίου	DEA-CCR DEA-BCC	12 DMUs	Νέφτι Βενζίνη Κηροζίνη Καύσιμο	Έκταση Εργάτες Ηλεκτρική Ενέργεια Μαζούτ
Yanqiu Wang Zhiwei Zhu Zhenbin Liu	2012-2015	Κίνα	Πετρελαίου	DEA-BCC Malmquist Index	10 DMUs	Καινοτόμα Στοιχεία Εισόδου Καινοτόμες Εισροές Δαπανών Μη Τεχνικά Καινοτόμα Στοιχεία	Τιμή Ευρεσυντεχνίας Προϊόντος Ποσοστό Πωλήσεων Προϊόντος Μερίδιο Αγοράς Προϊόντος
Dr. Rohit Bansai	2013-2017	Ινδία	Πετρελαίου	DEA-CCR DEA-BCC	22 DMUs	Έξοδα κατασκευής και υλικά κατανάλωσης Έξοδα παροχών σε εργαζόμενους Επένδυση Κεφαλαίων	Λειτουργικά Έσοδα Κέρδη μετά από Φόρους

Ως εκ τούτου η παρούσα διπλωματική εργασία έρχεται να καλύψει το κενό που υπάρχει στις ελληνικές μελέτες με επισημοποιημένα στοιχεία ειδικά σε μια πολύ δύσκολη οικονομική περίοδο που η οικονομική δραστηριότητα και η ρευστότητα έχει μειωθεί υπερβολικά και ο ανταγωνισμός για τις εταιρείες που έχουν μείνει ανοιχτές είναι πολύ μεγάλος. Ακόμα λόγω του ότι δεν έχει χρησιμοποιηθεί η συγκεκριμένη μέθοδος στον κλάδο παραγωγών πετρελαίου στην ελληνική οικονομία έρχεται η μελέτη αυτή να συγκρίνει τις μεγαλύτερες επιχειρήσεις του κλάδου αυτού και να διατεθεί προς μελέτη.

2.2 Αποδοτικότητα

Στην σύγχρονη εποχή, μια επιχείρηση, ένας κλάδος καθώς επίσης ακόμα και μια χώρα προκειμένου να παράγει κέρδη και κατά επέκταση να είναι βιώσιμη στον χώρο της θα πρέπει να εργάζεται και να λειτουργεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να είναι αποδοτική.

Με τον όρο αποδοτικότητα (Efficiency), συσχετίζονται το πραγματικό παραχθέν προϊόν-προϊόντα σε σχέση με αυτά που θα μπορούσαν να έχουν παραχθεί σε ιδανικές συνθήκες, χρησιμοποιώντας ακριβώς τους ίδιους πόρους(πχ. εργατικό προσωπικό, εργατοώρες, χρήματα).Με άλλα λόγια είναι ο λόγος των εκροών προς τις εισροές και συνδέεται άμεσα με την παραγωγή και τον τρόπο λειτουργίας μιας επιχείρησης. Δηλαδή είναι το ιδανικότερο αποτέλεσμα που μπορεί να επιτευχθεί, χρησιμοποιώντας τις όσο το δυνατόν λιγότερες εισροές της επιχείρησης και δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$Efficiency = \frac{Actual\ Output}{Standard\ Output}$$

Ο όρος DMU (decision making unit – μονάδα λήψης αποφάσεων) δίνεται με σκοπό να περιλαμβάνονται όλα τα άτομα ή οι διάφορες ομάδες κάτω από ένα κοινό πλαίσιο, με σκοπό την παραγωγή και διανομή προϊόντων. Με αυτόν τον τρόπο μια DMU ορίζεται ως οι οργανισμοί στους οποίους οι ομάδες ανθρώπων που την αποτελούν συνεργάζονται με σκοπό το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα της επιχείρησης τους. Στόχος αυτής της μελέτης είναι η μέτρηση της αποδοτικότητας μιας DMU το οποίο αποτελεί σημαντικό κομμάτι για την εξέλιξη της επιχείρησης και θα πρέπει οι επιχειρήσεις να δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στον τομέα αυτό.

2.3 Αποδοτικότητα και παραγωγικότητα

Μία ακόμη εξίσου σημαντική έννοια με αυτήν της αποδοτικότητας, είναι της παραγωγικότητας (productivity). Με την έννοια αυτή, εννοούμε τον βαθμό κατά τον οποίο οι επιχειρήσεις κατασκευάζουν τα προϊόντα τους ή τον βαθμό κατά τον οποίο οι

διάφορες υπηρεσίες της επιχείρησης παρέχονται. Μπορεί να προσδιοριστεί από τον αριθμό των εκροών που δημιουργήθηκαν, με την αξιοποίηση ενός συγκεκριμένου αριθμού εισροών. Με άλλα λόγια, γνωστοποιεί τον βαθμό κατά τον οποίο συνδυάζονται αποτελεσματικά οι πόροι της επιχείρησης, καθώς επίσης και το πώς χρησιμοποιούνται από την επιχείρηση, για την επίτευξη του καλύτερου δυνατού αποτελέσματος. Είναι μια έννοια άρρηκτα συνδεδεμένη με την έννοια της απόδοσης παραγωγής (yield). Δηλαδή όσο καλύτερη είναι η απόδοση παραγωγής σε μια επιχείρηση, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η παραγωγικότητα της επιχείρησης αυτής. Ανάλογα βέβαια και με την εταιρεία που μελετάται, ορισμένες φορές πιο ζωτικής σημασίας είναι η παραγωγικότητα της εταιρείας, ενώ άλλες φορές κρίνεται πιο σημαντική η αποδοτικότητα. Παρόλα αυτά, υπάρχει μια αναλογία ως προς την έμφαση που δίνεται σε έναν οργανισμό για τις έννοιες αυτές. Ο τύπος που μας δίνει την παραγωγικότητα μιας επιχείρησης είναι ο ακόλουθος:

$$Productivity = \frac{Output\ Obtained}{Input\ Consumed}$$

2.3.1 Αποδοτικότητα κατά Pareto

Ο όρος αποδοτικότητα κατά Pareto ορίζεται ως η κατάσταση κατά την οποία δεν μπορεί κάτι ή κάποιος να επιτευχθεί χωρίς κάτι ή κάποιος άλλος να γίνει χειρότερος. Δηλαδή είναι η κατάσταση κατά την οποία υπάρχει σωστή κατανομή των πόρων έτσι ώστε να λειτουργούν οι παραγωγικές μονάδες με τον πιο αποδοτικό τρόπο.

Για να είναι μια παραγωγική μονάδα αποδοτική κατά Pareto θα πρέπει να μην μπορεί να μειώσει κάποια από τις εισροές που την αποτελούν δίχως ταυτόχρονα να αυξηθεί κάποια άλλη εισροή ή τουλάχιστον να υπάρξει μείωση σε ένα από τα επίπεδα των εκροών της. Από τα παραπάνω προκύπτουν δύο ορισμοί για να μπορεί μια παραγωγική μονάδα να είναι αποδοτική κατά Pareto, ανάλογα με τον προσανατολισμό τους, και αυτοί είναι:

- Προσανατολισμός στις εισροές: Για να μπορεί να θεωρηθεί μια παραγωγική μονάδα κατά Pareto αποδοτική θα πρέπει η μείωση κάποιας από τις τιμές των εισροών της να συνεπάγεται και ταυτόχρονη αύξηση σε κάποια από τις υπόλοιπες τιμές των εισροών ή μείωση σε ένα τουλάχιστον από τα επίπεδα των εκροών της.
- Προσανατολισμός στις εκροές: Για να μπορεί να θεωρηθεί μια παραγωγική μονάδα κατά Pareto αποδοτική θα πρέπει η αύξηση κάποιας από τις τιμές των εκροών της να συνεπάγεται και ταυτόχρονη μείωση σε κάποια από τις υπόλοιπες τιμές των εκροών ή αύξηση σε ένα τουλάχιστον από τα επίπεδα των εισροών της.

2.3.2 Τεχνική αποδοτικότητα

Η Τεχνική Αποδοτικότητα σχετίζεται με το ότι μια επιχείρηση μπορεί να συνδυάσει με τον βέλτιστο τρόπο τις εισροές της για την παραγωγή ενός προϊόντος, δηλαδή χρησιμοποιώντας τις όσο το δυνατόν λιγότερες εισροές να παράγεται η μέγιστη δυνατή εκροή σε μια παραγωγική μονάδα. Η Τεχνική Αποδοτικότητα μπορεί να περιγραφεί από την μεταβολή Καθαρά Τεχνικής Αποδοτικότητας και την μεταβολή της Αποδοτικότητας Κλίμακας (Scale efficiency). Η μεταβολή της Αποδοτικότητας Κλίμακας περιγράφει την δυνατότητα μιας επιχείρησης να δουλέψει στην βέλτιστη κλίμακα της, ενώ η μεταβολή Καθαρά Τεχνικής Αποδοτικότητας περιγράφει την δυνατότητα μιας επιχείρησης να μπορεί να αποφύγει να σπαταλήσει, με την παραγωγή εκροής, τόσης όσης επιτρέπεται από την εισροή.

Πιο αναλυτικά, η αποδοτικότητα διαχωρίζεται σε δύο μέρη με το ένα μέρος να είναι προσανατολισμένο στις εισροές ενώ το άλλο να είναι προσανατολισμένο στις εκροές, έτσι ώστε να εμφανίζονται σαφέστερα αποτελέσματα.

- **Τεχνική Αποδοτικότητα Εκροών:** Η Τεχνική Αποδοτικότητα Εκροών είναι η μέγιστη αναλογία που δύναται να έχει οποιοδήποτε από τα πρώτα επίπεδα των εκροών προς τα τελικά επίπεδα των εκροών μετά από κάποια αύξηση. Αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός ότι αν δύο ή περισσότερες επιχειρήσεις είναι αποδοτικές, δηλαδή επιτυγχάνουν αποδοτικότητα ίση με 100%, αυτό ωστόσο ορισμένες από αυτές μπορεί να το πραγματοποιούν είτε με την κατανάλωση λιγότερων εισροών είτε με την παραγωγή περισσότερων εκροών από τις άλλες αποδοτικές επιχειρήσεις. Επομένως, μια τυχόν ερμηνεία ότι οι επιχειρήσεις είναι ισάξια αποδοτικές μεταξύ τους θα ήταν λανθασμένη.
- **Τεχνική Αποδοτικότητα Εισροών:** Η τεχνική αποδοτικότητα εισροών μιας επιχείρησης κάνει λόγο σαν την μέγιστη αναλογία μεταξύ των αρχικών επιπέδων εισροών που παρατηρήθηκαν με εκείνων των επιπέδων της συγκεκριμένης εισροής που παρατηρήθηκαν.

Ωστόσο πρέπει να επισημανθεί, ότι μπορεί από τις υπό μελέτη παραγωγικές μονάδες δύο ή περισσότερες εξ αυτών να είναι αποδοτικές χωρίς όμως κάποια ή κάποιες από αυτές να επιτυγχάνουν να έχουν 100% αποδοτικότητα είτε παράγοντας περισσότερες εκροές είτε καταναλώνοντας λιγότερες εισροές για την παραγωγή προϊόντων. Η αποδοτικότητα κατά Pareto δίνει αυτήν την λύση διαχωρίζοντας ποιες επιτυγχάνουν την 100% αποδοτικότητά τους είτε παράγοντας περισσότερες εκροές είτε καταναλώνοντας λιγότερες εισροές για την παραγωγή προϊόντων.

2.4 Μέθοδοι εκτίμησης της αποδοτικότητας

Η εκτίμηση της αποδοτικότητας είναι ένα μέτρο που ενστερνίζεται αρκετά συχνά από διάφορους κλάδους της οικονομίας, αφού βρίσκει μεγάλο πεδίο εφαρμογής. Όμως για την μέτρηση της αποδοτικότητας απαραίτητο στοιχείο είναι να ξέρουμε το όριο της τεχνολογίας παραγωγής ως προς το οποίο πραγματοποιούνται οι μετρήσεις αυτές.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί πολλές και διάφοροι μέθοδοι έτσι ώστε να εκτιμήσουμε το όριο των παραγωγικών δυνατοτήτων[15]. Οι δυο πιο βασικές μέθοδοι είναι:

- η παραμετρική προσέγγιση, αποτελείται από την προσέγγιση του στοχαστικού ορίου SFA (stochastic frontier approach), την προσέγγιση της ελεύθερης κατανομής DFA (distribution free approach) και την προσέγγιση του ασαφούς ορίου TFA (thick frontier approach). Αξιοσημείωτο των παραμετρικών προσεγγίσεων είναι ότι πρέπει το υπό μελέτη δείγμα να έχει έναν ικανοποιητικό αριθμό παρατηρήσεων έτσι ώστε να μπορεί να γίνει εφαρμογή των προσεγγίσεων αυτών. Δηλαδή ένας μη επαρκής αριθμός παρατηρήσεων μπορεί να οδηγήσει σε παραπλανητικές πληροφορίες και αποτελέσματα.
- η μη παραμετρική προσέγγιση, αποτελείται από την Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων DEA (Data Envelopment Analysis) και την Ελεύθερη Θήκη Απόθεσης FDH (Free Disposal Hull), οι οποίες είναι και οι δύο κύριες μη παραμετρικές προσεγγίσεις. Στις μη παραμετρικές προσεγγίσεις δεν χρησιμοποιείται κάποια δεδομένη συναρτησιακή μορφή

Και οι δύο προσεγγίσεις και η παραμετρική και η μη παραμετρική προσέγγιση έχουν τόσο τα πλεονεκτήματα τους όσο και τα μειονεκτήματα τους. Η επιλογή της πιο κατάλληλης προσέγγισης για την κατασκευή των συνόρων παραγωγής δεν βασίζεται σε κάποιο συγκεκριμένο κριτήριο. Ωστόσο επισημαίνεται ότι με την χρήση μιας παραμετρικής προσέγγισης δίνεται η δυνατότητα στους αναλυτές να ελέγξουν τις υποθέσεις τους.

2.5 Η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων

Η αποδοτικότητα αρχικά υπολογίστηκε από τον M. Farrell, καθώς ακόμη και το σύνορο της, για τον λόγο αυτό εισήγαγε μία νέα εκτίμηση με την οποία η μέτρηση της αποδοτικότητας μιας επιχείρησης γίνεται με εμπειρικό τρόπο.

Ωστόσο, επειδή το μοντέλο του M. Farrell έπαιρνε μόνο μια εισροή και μια εκροή δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για επιχειρήσεις με πολλές εισροές καθώς και εκροές. Επομένως, στα τέλη της δεκαετίας του '70, δημιουργήθηκε το μοντέλο της DEA από τους Charnes, Cooper και Rhodes (1978). Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι μια μη παραμετρική μέθοδος, η οποία εκτιμάει για επιχειρήσεις που ανήκουν στον ίδιο κλάδο την αποδοτικότητα τους, με την χρήση του γραμμικού προγραμματισμού.

Η μέθοδος της DEA χρησιμοποιείται από πολλούς αναλυτές και ερευνητές καθώς επίσης και από αρκετές επιχειρήσεις. Για τον λόγο αυτό οι Charnes, Cooper και Rhodes εισήγαγαν στην μελέτη τους τον όρο « Μονάδες Λήψεως Αποφάσεων» (DMU - Decision Making Units) ο οποίος παρουσιάζει οικονομικές μονάδες που ανήκουν στον ίδιο κλάδο μετατρέποντας τις διάφορες εισροές και εκροές.

Η μέθοδος της DEA, σύμφωνα με τους Coelli et al. (2005), μετράει την αποδοτικότητα μιας επιχείρησης με τη βοήθεια ενός συνόρου από το σύνολο των παρατηρήσεων.

Μέσω του συνόρου εκτιμάται η αποδοτικότητα και προσδιορίζεται η βέλτιστη ποσότητα των εισροών και των εκροών. Η κύρια ιδέα είναι η δημιουργία μιας υποθετικής μονάδας, η οποία θα συμβάλλει στο να διαχωριστούν οι αποτελεσματικές από τις μη αποτελεσματικές, το οποίο επιτυγχάνεται με την σύγκριση κάθε μη αποτελεσματικής επιχείρησης με εκείνη που είναι αποδοτική.

2.6 Μορφές της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων

Αρχικά έχουν αναπτυχθεί πολλά μοντέλα της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων τα οποία επιλύουν διαφορετικά ζητήματα, τα μοντέλα αυτά έχουν αναπτυχθεί για τον λόγο του ότι τα πρώτα μοντέλα της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων υπέκυπταν σε πολλούς περιορισμούς. Για τον λόγο αυτό οι αναλυτές-ερευνητές πρέπει να πάρουν κάποιες αποφάσεις σχετικά με το πως θέλουν να πραγματοποιήσουν την μελέτη τους.

Η πρώτη απόφαση έγκειται στην επιλογή του είδους των Οικονομικών Κλίμακας. Στην περίπτωση αυτήν έχουμε δύο περιπτώσεις:

- Σταθερές Αποδόσεις Κλίμακας (CRS) : Πιθανή αύξηση ή μείωση στην εισροή κατά ένα σταθερό παράγοντα, τότε υπάρχει πιθανή αύξηση ή μείωση, αντίστοιχη με αυτήν της εισροής, στην εκροή κατά τον ίδιο σταθερό παράγοντα.
- Μεταβλητές Αποδόσεις Κλίμακας (VRS) : Πιθανή αύξηση της παραγωγής μπορεί να έχει αντίκτυπο στο κόστος παραγωγής, δηλαδή πιθανή αύξηση της παραγωγής μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στο κόστος παραγωγής (Αύξουσες αποδόσεις κλίμακας IRS) ή να έχει αρνητικό αντίκτυπο στο κόστος παραγωγής (Φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας DRS).

Ο αναλυτής εκτός από την πρώτη απόφαση πρέπει να λάβει και μια δεύτερη απόφαση αυτήν της επιλογής της προσέγγισης του προβλήματος. Στην περίπτωση αυτήν δύο είναι οι προσεγγίσεις:

- Προσανατολισμός στις εισροές: Στόχος στην προσέγγιση αυτήν είναι η μείωση των εισροών της επιχείρησης κρατώντας τις εκροές σταθερές της συγκεκριμένης επιχείρησης.
- Προσανατολισμός στις εκροές: Στόχος στην προσέγγιση αυτήν είναι η μεγαλύτερη δυνατή αύξηση των εκροών της επιχείρησης διατηρώντας τις εισροές σταθερές της συγκεκριμένης επιχείρησης.

2.7 Μαθηματικά μοντέλα της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων

Η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων είναι μια μέθοδος που υλοποιείται από διάφορα υποδείγματα τα οποία είναι διαφορετικά μεταξύ τους, αλλά εξαιτίας αυτής της διαφορετικότητας μεταξύ των υποδειγμάτων το καθένα συμπληρώνει τη μεθοδολογία

του άλλου και διευρύνει το πεδίο χρησιμότητά της από τους αναλυτές. Τα κυριότερα μοντέλα είναι:

- Το μοντέλο των Charnes, Cooper and Rhodes, (CCR)
- Το μοντέλο των Banker, Cooper and Charnes, (BCC)
- Το Αθροιστικό Μοντέλο (Additive Model)

Στη μελέτη μας χρησιμοποιούμε τα δύο πρώτα μοντέλα της DEA.

2.7.1 Μοντέλο Σταθερών Αποδόσεων Κλίμακας (CCR)

Το πρώτο υπόδειγμα της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων είναι αυτό που μελετήθηκε από τους Charnes, Cooper και Rhodes των σταθερών αποδόσεων κλίμακας, το οποίο είναι επίσης γνωστό και ως υπόδειγμα CCR καθώς πήρε το όνομα από τα αρχικά τους και υπολογίζει μόνο την τεχνική αποδοτικότητα των παραγωγικών μονάδων [3].

Το μοντέλο των σταθερών αποδόσεων κλίμακας έχει κάποιες υποθέσεις πάνω στις οποίες βασίζεται, οι οποίες είναι οι παρακάτω :

- Οι εισροές που χρησιμοποιούνται καθώς και οι εκροές που παράγονται και είναι προς μελέτη θα πρέπει να είναι ακριβώς ίδιες, δηλαδή να μεταβάλλονται μόνο οι ποσότητες των συγκεκριμένων εισροών και εκροών που είναι προς μελέτη.
- Οι ποσότητες τόσο των εισροών όσο και των εκροών δεν είναι δυνατόν να είναι αρνητικές ποσότητες, καθώς μια επιχείρηση δεν μπορεί να δέχεται αρνητικές εισροές και να τις μετατρέπει σε αρνητικές εκροές.
- Δεδομένο του ότι οι εισροές και οι εκροές αποτελούν αγαθά των επιχειρήσεων, τότε οι εισροές είναι αγαθά προς εξοικονόμηση και εκροές αγαθά προς μεγιστοποίηση, έτσι ώστε να αυξηθεί η κερδοφορία των επιχειρήσεων.

Το κύριο χαρακτηριστικό του μοντέλου είναι ότι βασίζεται πάνω στην κλίμακα σταθερών αποδόσεων.

Αρχικά για την μαθηματική μοντελοποίηση του μοντέλου των σταθερών αποδόσεων κλίμακας κάνουμε την εξής παραδοχή ότι οι παραγωγικές μονάδες που είναι προς μελέτη είναι n , καθώς και ότι χρησιμοποιούνται και παράγονται m και s εισροές και εκροές αντίστοιχα για κάθε μία από αυτές τις n παραγωγικές μονάδες. Από αυτές τις n παραγωγικές μονάδες χρησιμοποιείται x_{ij} ποσότητα από την εισροή και παράγεται αντίστοιχα y_{ij} ποσότητα από αυτήν της εκροής, για κάθε μία από τις j υπό μελέτη παραγωγικές μονάδες. Επιπλέον, για να υπολογίσουμε και την σχετική αποδοτικότητα στο συγκεκριμένο μοντέλο, χρησιμοποιούμε για την υλοποίηση τον συντελεστή στάθμισης των εισροών και των εκροών τον οποίο τον συμβολίζουμε με u και v αντίστοιχα για τις εισροές και τις εκροές. Υπό τον εξής περιορισμό ότι η αποδοτικότητα των υπόλοιπων υπό μελέτη παραγωγικών μονάδων είναι μικρότερη από την μονάδα, στόχος του συγκεκριμένου μοντέλου είναι η κάθε j παραγωγική μονάδα να προβεί σε

μεγιστοποίηση της σχετικής της αποδοτικότητας την οποία και συμβολίζουμε με h_0 . Παρακάτω παρουσιάζεται ο μαθηματικός του τύπος:

$$\max h_0(u, v) = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (1)$$

Για την υλοποίηση υπολογισμού των παραπάνω συντελεστών σταθμίσεως τόσο των εισροών όσο και των εκροών εφαρμόζονται μια σειρά από γραμμικά μοντέλα βελτιστοποίησης, εξαιτίας του ότι το μέτρο αποδοτικότητας της κάθε παραγωγικής μονάδας είναι συνδεδεμένο με το σταθμισμένο άθροισμα των εισροών και των εκροών τους. Ο προσδιορισμός της αξίας των συντελεστών σταθμίσεως καθώς και η απόδοση για όλες τις n παραγωγικές μονάδες της ίδιας τιμής αποτελεί ένα από τα βασικά γνωρίσματα του συγκεκριμένου μοντέλου το οποία στην πρώιμη διατύπωσή του δεν ήταν ένα γραμμικό μοντέλο αλλά ένα κλασματικό. Όμως οι Charnes, Cooper και Rhodes (1978) πρότειναν να μετατραπεί αυτή η κλασματική μορφή του μοντέλου που αναφέρθηκε σε γραμμική, δεδομένου του γεγονότος ότι η ύπαρξη πιθανότητας να δοθεί λιγοστής ή μηδενικής βαρύτητας σε κάποιον παράγοντα κάνει δυνατή την ύπαρξη ευελιξίας του μοντέλου ως προς την σχετική σημασία του συντελεστή της κάθε παραγωγικής μονάδας, ούτως ώστε το μοντέλο σταθερών αποδόσεων κλίμακας να μπορεί να υπάγεται στους νόμους του γραμμικού προγραμματισμού. Παρακάτω δίνεται ο μαθηματικός τύπος της γραμμικής μορφής του μοντέλου, εφαρμόζοντας τον ακόλουθο περιορισμό $\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$, έτσι ώστε να μην μπορούν με την επίλυσή του να εμφανιστούν άπειρες λύσεις καθώς επίσης υπάρχει και αλλαγή των συμβολισμών, έτσι ώστε να δίνεται έμφαση ότι υπάρχει ένα διαφορετικό πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού, από u και v σε μ και ν αντίστοιχα:

$$\max z = \sum_{r=1}^s \mu_r y_{r0}$$

$$\sum_{i=1}^m \nu_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$$

$$\mu_r, v_i \geq 0 \quad (2)$$

Μπορούμε να έχουμε την δυνατότητα το πρόβλημα να πάρει την ακόλουθη μορφή, εξαιτίας της ύπαρξης της δυϊκότητας στα πλαίσια του γραμμικού προγραμματισμού, όπου με θ συμβολίζουμε μία καινούργια παράμετρο και λ είναι οι καινούργιες σταθμίσεις:

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

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta x_{i0} \quad \forall i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{r0} \quad \forall r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Η παραπάνω μορφή του γραμμικού προγραμματισμού με τις θ και λ παραμέτρους προτιμάται περισσότερο από τους αναλυτές λόγο του ότι περιλαμβάνει λιγότερους περιορισμούς. Την διαδικασία αυτήν πρέπει να την ακολουθήσουμε n φορές όσες δηλαδή είναι και οι υπό μελέτη παραγωγικές μονάδες. Για την τιμή της παραμέτρου θ έχουμε ότι λαμβάνει τιμές μεταξύ του μηδενός και της μονάδας και δείχνει το κατά πόσο μια παραγωγική μονάδα είναι αποδοτική, δηλαδή τον βαθμό αποδοτικότητας, και εάν το $\theta=1$ τότε η παραγωγική μονάδα βρίσκεται πάνω στο όριο και είναι αποδοτική, ενώ εάν το $\theta < 1$ τότε η παραγωγική μονάδα δεν είναι αποτελεσματική.

Για να υπολογίσουμε την αποδοτικότητα μιας παραγωγικής μονάδας μέσω των εκροών, τότε θα πρέπει να υλοποιηθεί ο παρακάτω μαθηματικός τύπος, με $1 \leq \varphi < \infty$ και δείχνει τι θα μπορούσε η κάθε j παραγωγική μονάδα να επιτύχει με σταθερές τις ποσότητες των εκροών και με την αναλογική αύξηση των εισροών, ενώ ο λόγος $1/\varphi$ μας υπολογίζει μέσω των εκροών τον βαθμό της τεχνικής αποδοτικότητας:

$$\max_{\varphi, \lambda} \varphi$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq \varphi y_{r0} \quad \forall r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{i0} \quad \forall i = 1, 2, \dots, m$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται ένα απλό παράδειγμα 5 παραγωγικών μονάδων με την μέθοδο της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων με το μοντέλο των σταθερών αποδόσεων κλίμακας από τους Coelli et al. (2005), οι οποίες χρησιμοποιούν και παράγουν x_1 και x_2 εισροές και q εκροή. Για να υπολογίσουμε το σύνορο της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων πρέπει να λύσουμε 5 προβλήματα γραμμικού προγραμματισμού, όπως δίνεται από την εξίσωση (3) και παίρνουμε σαν αντικείμενο της μελέτης μας είναι η 3 παραγωγική μονάδα και έχουμε:

Πίνακας 2.2: Δεδομένα για CRS-DEA (Coelli et al., 2005)

DMU	Q	x_1	x_2	x_1/q	x_2/q
1	1	2	5	2	5
2	2	2	4	1	2
3	3	6	6	2	2
4	1	3	2	3	2
5	2	6	2	3	1

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

$$-q_3 + (q_1\lambda_1 + q_2\lambda_2 + q_3\lambda_3 + q_4\lambda_4 + q_5\lambda_5) \geq 0$$

$$\theta x_{13} - (x_{11}\lambda_1 + x_{12}\lambda_2 + x_{13}\lambda_3 + x_{14}\lambda_4 + x_{15}\lambda_5) \geq 0$$

$$\theta x_{13} - (x_{21}\lambda_1 + x_{22}\lambda_2 + x_{23}\lambda_3 + x_{24}\lambda_4 + x_{25}\lambda_5) \geq 0$$

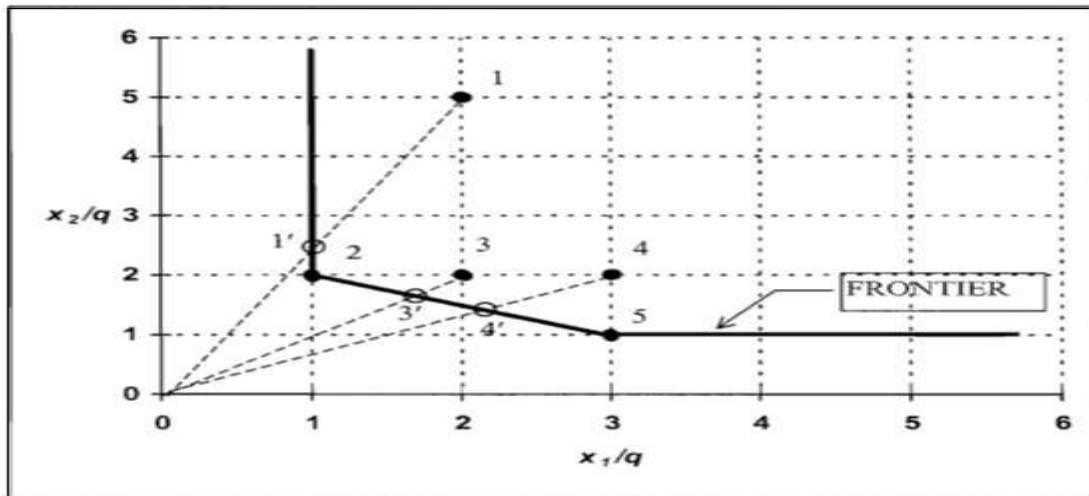
$$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5 \geq 0$$

Πίνακας 2.3: Αποτελέσματα CRS –DEA ως προς το μέτρο των Εισροών

DMU	θ	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5
1	0,5	-	0,5	-	-	-
2	1	-	1	-	-	-
3	0,833	-	1	-	-	0,5
4	0,714	-	0,214	-	-	0,286
5	1	-	-	-	-	1

Στον παραπάνω πίνακα δίνονται οι τιμές των θ και λ όπου μας δείχνει ότι η 3 παραγωγική μονάδα θα μπορούσε να προβεί σε μείωση των εισροών της κατά το 16,7% χωρίς να προβεί σε αντίστοιχη μείωση της εκροής, γεγονός που προκύπτει από το ότι η αποδοτικότητα της συγκεκριμένης μονάδας είναι 0,833. Για τις παραγωγικές μονάδες 2 και 5 παρατηρούμε ότι προσδιορίζουν την αποδοτική παραγωγή της παραγωγικής μονάδας 3 και εμφανίζονται ως ομοειδείς της 3 καθώς επίσης βρίσκονται στο τμήμα του παραγωγικού συνόρου με αποδοτικότητα ίσης της 1. Ομοίως για την 1 και την 4 παραγωγική μονάδα έχουμε ότι είναι αναποτελεσματικές με αποδοτικότητα ίση με 0,714 και 0,5 αντίστοιχα για την 1 και την 4. Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζονται με την χρήση του μοντέλου των σταθερών αποδόσεων κλίμακας η αποδοτικότητα των 5 παραγωγικών μονάδων.

Γράφημα 2.1: CRS-DEA ως προς το μέτρο των εισροών (Coelli et al., 2005)



2.7.2 Μοντέλο Μεταβλητών Αποδόσεων Κλίμακας (BCC model)

Στο προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάστηκε το μοντέλο των σταθερών αποδόσεων κλίμακας, το οποίο μπορεί να επιτευχθεί όταν όλες οι οικονομικές μονάδες των επιχειρήσεων μπορούν να χρησιμοποιούν την βέλτιστη κλίμακα παραγωγής. Παρόλα αυτά κρίνεται ζωτικής σημασίας και η ύπαρξη ενός μοντέλου μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας λόγω της ύπαρξης ενός συνεχούς ανταγωνισμού μεταξύ των επιχειρήσεων, μιας διαρκής μεταβολής των διατάξεων της κάθε κυβέρνησης των χωρών και διάφορων απρόβλεπτων παραγόντων καθιστώντας ανέφικτη την ισορροπία στο βέλτιστο σημείο και κρίνοντας απαραίτητο το μοντέλο αυτό. Επομένως το μοντέλο των σταθερών αποδόσεων κλίμακας μετατρέπεται σε μεταβλητό αποδόσεων κλίμακας (VRS), το οποίο μελετήθηκε από τους Banker, Charnes και Cooper (1984) και είναι ευρέως γνωστό με τα αρχικά τους ως μοντέλο BCC. Το συγκεκριμένο μοντέλο προέρχεται από το σταθερών αποδόσεων κλίμακας αν προσθέσουμε τον ακόλουθο περιορισμό αυτόν της κυρτότητας $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$, στο οποίο μοντέλο μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας μας δίνεται η δυνατότητα να υπολογίσουμε την τεχνική αποδοτικότητα των παραγωγικών μονάδων απομονώνοντας τις επιδράσεις της αποδοτικότητας κλίμακας. Ορισμένες από τις παραγωγικές μονάδες που είναι προς μελέτη κρίνονται μη αποδοτικές θα έχουν παραγωγικές μονάδες ίδιου ή και παρόμοιου μεγέθους σαν σημείο αναφοράς. Από τον μετασχηματισμό της εξίσωσης (3) του προηγούμενου κεφαλαίου έχουμε ότι ο υπολογισμός της τεχνικής αποδοτικότητας μέσω των εισροών προκύπτει από τον ακόλουθο μαθηματικό τύπο:

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

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta x_{i0} \quad \forall i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{r0} \quad \forall r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

Ενώ για να υπολογίσουμε την τεχνική αποδοτικότητα των παραγωγικών μονάδων μέσω των εκροών μετασχηματίζουμε αντίστοιχα τον τύπο (4) του προηγούμενου κεφαλαίου και έχουμε:

$$\max_{\varphi, \lambda} \varphi$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq \varphi y_{r0} \quad \forall r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{i0} \quad \forall i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Από τον παραπάνω μαθηματικό τύπο έχουμε ότι οι τιμές των θ και $1/\varphi$ συνιστούν τους βαθμούς τεχνικής αποδοτικότητας των παραγωγικών μονάδων όπως ακριβώς συμβαίνει και στο μοντέλο των σταθερών αποδόσεων κλίμακας. Στο παρακάτω γράφημα 2 που δείχνει την μέτρηση της αποδοτικότητας με την μέθοδο της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων, παρουσιάζεται ότι η απόσταση μεταξύ του σημείου P και του σημείου P_C μας δίνει ως προς τις εισροές την τεχνική αναποτελεσματικότητα των παραγωγικών μονάδων ως προς τη μέθοδο των σταθερών αποδόσεων κλίμακας, ενώ η απόσταση μεταξύ του P και του P_V μας δίνει την τεχνική αναποτελεσματικότητα που προκύπτει με την μέθοδο των μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας. Παρακάτω δίνονται οι μαθηματικοί τύποι που παρουσιάζονται στο γράφημα 2:

$$TE_{CRS} = AP_C/AP$$

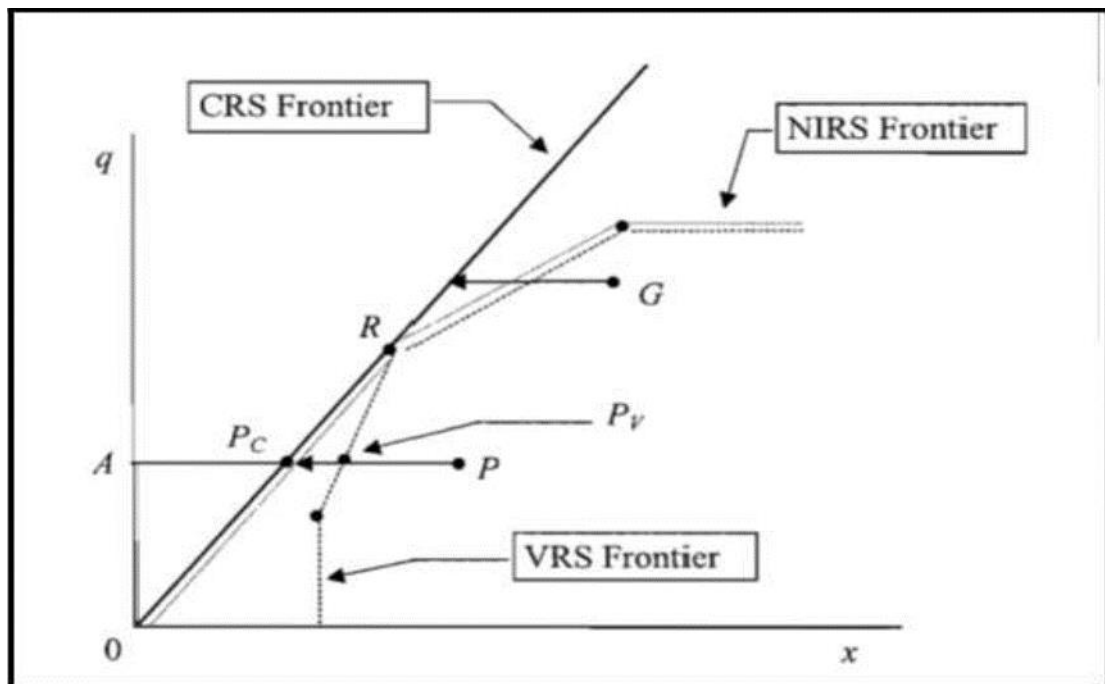
$$TE_{VRS} = AP_V/AP$$

$$SE = TE_{CRS}/TE_{VRS} \Leftrightarrow SE = AP_C/AP_V$$

και εναλλακτικά

$$TE_{CRS} = SE \times TE_{VRS}$$

Γράφημα 2.2: Μέτρηση της αποδοτικότητας κλίμακας με τη μέθοδο της DEA (Coelli et al. , 2005)

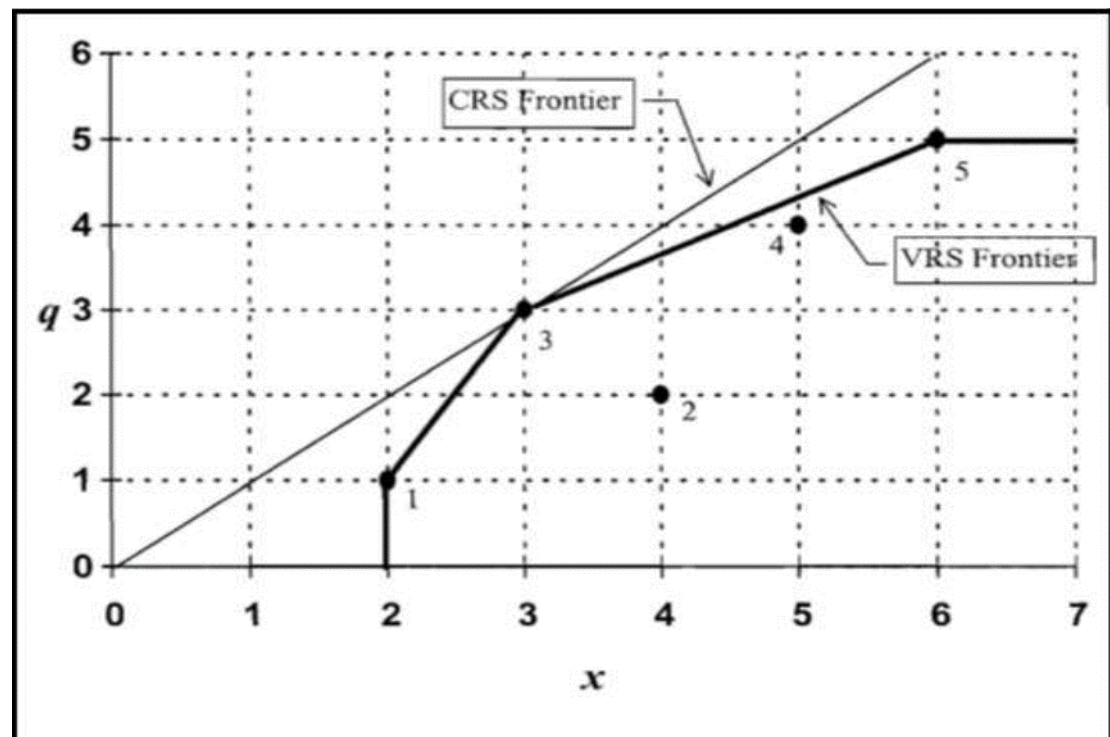


Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται και το αριθμητικό παράδειγμα που υλοποιείται με την μέθοδο των μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας και περιλαμβάνει πέντε παραγωγικές μονάδες, οι οποίες χρησιμοποιούν και παράγουν από μία εισροή και μία εκροή αντίστοιχα. Παρακάτω στον πίνακα 4 δίνονται τα αριθμητικά δεδομένα των παραγωγικών μονάδων που είναι προς μελέτη, ενώ στον πίνακα 5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα με την μέθοδο των μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας καθώς επίσης τα αποτελέσματα απεικονίζονται και στο γράφημα 3. Ως αποδοτικές παραγωγικές μονάδες με την μέθοδο των μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας είναι οι παραγωγικές μονάδες 1, 3 και 5, ενώ αντίστοιχα με την μέθοδο των σταθερών αποδόσεων κλίμακας αποδοτικές είναι η 3 μονάδα. Μη αποδοτική παραγωγική μονάδα τόσο με την μέθοδο των μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας όσο και με αυτήν των σταθερών αποδόσεων κλίμακας είναι η 2 παραγωγική μονάδα.

Πίνακας 2.4: Δεδομένα για VRS-DEA (Coelli et al., 2005)

DMU	Q	X
1	1	2
2	2	4
3	3	3
4	4	5
5	5	6

Γράφημα 2.3: VRS-DEA ως προς το μέτρο των εισροών (Coelli et al., 2005)



Πίνακας 2.5: Αποτελέσματα VRS –DEA ως προς το μέτρο των εισροών

DMU	TE _{CRS}	TE _{VRS}	SE	
1	0.500	1.000	0.500	IRS
2	0.500	0.625	0.800	IRS
3	1.000	1.000	1.000	-
4	0.800	0.900	0.889	DRS
5	0.833	1.000	0.833	DRS
Μέσος	0.727	0.905	0.804	

2.8 Δείκτης παραγωγικότητας Malmquist

Μέχρι στιγμής, έχει διατυπωθεί η μεθοδολογία κατά την οποία βρίσκουμε την αποδοτικότητα ενός συνόλου από DMU's για μια δεδομένη χρονική περίοδο. Αυτή η ανάλυση είναι γνωστή με τον όρο Cross-Sectional Analysis. Μας παρέχετε ωστόσο και η δυνατότητα να αναλυθούν οι αποδοτικότητες με βάση τον χρόνο. Μια τέτοια ανάλυση είναι γνωστή με το όνομα Time-Series Analysis ή αλλιώς Ανάλυση Χρονοσειρών. Πρακτικά, οι DMUs, παρατηρούνται για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και μέσα από την παρατήρησή τους στο χρόνο μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για την λειτουργία τους. Ένας τρόπος να διεξαχθεί η DEA σε ένα μοντέλο ανάλυσης χρονοσειρών είναι με τη βοήθεια του δείκτη παραγωγικότητας Malmquist (Malmquist Productivity Index ή αλλιώς MPI) (Ramanathan, 2003).

Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα της μεθόδου σε συνδυασμό με τον MPI, μπορεί να διεξαχθεί μια ανάλυση χρονοσειρών. Ο δείκτης παραγωγικότητας Malmquist βασισμένος στον προσανατολισμό εκροών δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$M^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}$$

όπου D^t : συνάρτηση απόστασης που μετράει την αποδοτικότητα μετατροπής των εισροών x^t σε εκροές y^t κατά τη διάρκεια της περιόδου t .

Εξαιτίας της μεταβολής στην τεχνική αποδοτικότητα, η ίδια εισροή x^t μπορεί να οδηγήσει στην παραγωγή μεγαλύτερου αριθμού εκροών, εάν εφαρμοστεί το διάστημα $t+1$, σε σχέση με το αν εφαρμοστεί στο χρονικό διάστημα t . Επίσης, η τεχνολογική μεταβολή, δηλαδή η εξέλιξη του τεχνολογικού επιπέδου μπορεί να οδηγήσει στην καλύτερη χρήση και αξιοποίηση των εισροών και σαν αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερο αριθμό εκροών σε μεταγενέστερη χρονική περίοδο.

Ο δείκτης παραγωγικότητας Malmquist, έχει τα στοιχεία εκείνα που χρησιμοποιούνται για την μελέτη της απόδοσης επιχειρήσεων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτών είναι μεταβολές στην τεχνική αποδοτικότητα (αποδοτικότητα που προκύπτει από την

CRS ανάλυση), μεταβολές στις τεχνολογικές αλλαγές, μεταβολές στην καθαρή τεχνική αποδοτικότητα (αποδοτικότητα που προκύπτει από την VRS ανάλυση), μεταβολές στην αποδοτικότητα κλίμακας και επίσης μεταβολές στον λεγόμενο Total Factor Productivity (TFP).

2.9 Πλεονεκτήματα και περιορισμοί της μεθόδου DEA

Το κύριο γνώρισμα της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων είναι το γεγονός πως δεν χρειάζεται να δοθεί αυστηρά μια μαθηματική έκφραση για τη συνάρτηση παραγωγής. Παρόμοια προκύπτει και για την μορφή της συνάρτησης των σφαλμάτων μέτρησης, εφόσον δεν κρίνονται απαραίτητες τέτοιου είδους στατιστικές υποθέσεις όπως ακριβώς γίνεται στις οικονομετρικές μεθόδους. Ακόμα, αντίθετα με τις καθιερωμένες οικονομετρικές τεχνικές όπως η παλινδρόμηση, της οποίας η χρήση γίνεται για την αποτίμηση μιας συνάρτησης παραγωγής, με την Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων, πληθώρα από τα μέτρα εισροής και εκροής είναι δυνατόν να προσδιοριστούν [12], ακόμα και αν τα μέτρα τους δεν είναι ίδια.

Επιπλέον ένα συχνό πρόβλημα που παρουσιάζεται στον προσδιορισμό της αποδοτικότητας έγκειται στην ανεπάρκεια δεδομένων για τον καθορισμό των συντελεστών στάθμισης (weights). Το πρόβλημα αυτό η ΠΑΔ το αντιμετωπίζει δίνοντας τη δυνατότητα στην κάθε DMU ξεχωριστά να διαλέξει τους δικούς της σταθμισμένους συντελεστές βαρύτητας για καθεμία από τις εισροές της και τις εκροές της. Αυτό συμβαίνει έτσι ώστε ο λόγος των σταθμισμένων εκροών να μεγιστοποιείται ως προς τις σταθμισμένες εισροές, δεδομένου ότι ο λόγος που προκύπτει για κάθε μια ξεχωριστά από τις DMUs δεν θα υπερβαίνει την μονάδα. Συνεπώς, κάθε DMU υπολογίζεται ανάλογα με τα κριτήρια που η ίδια έχει επιλέξει ενώ η αποδοτικότητα της κάθε DMU καθορίζεται βάση των υπόλοιπων DMUs [3].

Επιπλέον με την μέθοδο DEA δίνει την δυνατότητα στον χρήστη της να αξιολογεί τα αποτελέσματα που προκύπτουν [22]. Είναι δυνατό με την χρήση της ΠΑΔ, μετά τον διαχωρισμό των αποδοτικών και όχι αποδοτικών DMUs, να εξετασθεί ο λόγος για τον οποίο ορισμένες από τις DMUs κρίνονται ότι δεν είναι αποδοτικές. Δίνεται η δυνατότητα δηλαδή να βρεθούν ποιες είναι οι εισροές ή οι εκροές κατά τις οποίες μια DMU είναι μη αποδοτική και κατά πόσο πρέπει αυτές να αλλαχθούν έτσι ώστε να μετατραπεί σε αποδοτική η DMU. Δηλαδή με την μέθοδο της ΠΑΔ δίνει την δυνατότητα όχι μόνο απλά να ξεχωρίζει ποιες από τις DMUs είναι αποδοτικές ή μη αποδοτικές αλλά να προτείνει λύσεις για την βελτίωση της αποδοτικότητας των μη αποδοτικών DMU.

Ωστόσο ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στο ότι η μέθοδος DEA προϋποθέτει ότι τουλάχιστον μια DMU πρέπει να είναι τεχνικά αποδοτική. Μη αποδοτικές θεωρούνται οι DMUs για τις οποίες η τιμή της αποδοτικότητάς τους είναι μικρότερη από αυτή της μονάδας ενώ αποδοτικές είναι καμία άλλη μονάδα δεν είναι πιο αποδοτική από αυτές. Όμως αυτό δεν σημαίνει πως δεν μπορεί να επιτευχθεί μεγαλύτερη αποδοτικότητα από αυτή που εκτιμάται από το συγκεκριμένο όριο. Αυτό συμβαίνει επειδή πάντα υπολογίζονται οι σχετικές αποδοτικότητες των DMUs και όχι τις απόλυτες τιμές τους από την μέθοδο της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων.

Παρόλα αυτά ένα από τα βασικά ζητήματα με την μέθοδο DEA βρίσκεται στην επιλογή των κατάλληλων εισροών καθώς και των κατάλληλων εκροών. Ακόμη ένα πρόβλημα της μεθόδου είναι οι υποθέσεις σχετικά με την ομοιογένεια και η προσαρμοστικότητα των περιορισμών των συντελεστών στάθμισης [4]. Όσο περισσότερες είναι μεταβλητές (εισροές και εκροές) που συγκαταλέγονται για ανάλυση, τόσο μειώνεται το ενδεχόμενο να επιλεγούν οι κατάλληλες

μεταβλητές. Για το λόγο αυτό για να αποτραπεί το ζήτημα αυτό, έχουν βρεθεί διάφορες προσεγγίσεις οι οποίες παρατίθενται στη βιβλιογραφία [14].

Ωστόσο πολλαπλά μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης έχουν δημιουργηθεί, από διάφορους συγγραφείς όπως για παράδειγμα τον Sun [5], για να ελεγχθεί η συσχέτιση μεταξύ των διάφορων εισροών και των εκροών.

Επίσης για να δικαιολογηθεί η επιλογή των διάφορων εισροών και εκροών χρησιμοποιούνται διάφορες στατιστικές μέθοδοι. Όπως για παράδειγμα η μέθοδος κατά συστάδες που χρησιμοποιείται από τους Serrano, Cínca και Mar Molínero [21], ενώ διάφορες εναλλακτικές μεθοδολογίες με βάση την ανάλυση πολλών μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκε από τους Jenkins και Anderson [13]. Επιπρόσθετα επισημαίνεται ότι κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις μια DMU μπορεί να λάβει μια υψηλή τιμή αποδοτικότητας και ταυτόχρονα να παραμείνει διαφοροποιημένη από τις άλλες DMUs ως προς το μείγμα των εισροών και των εκροών. Αυτό απορρέει από το γεγονός ότι κάθε DMU μπορεί να επιλέξει τα κριτήρια (peers) κατά τα οποία διαλέγει να κριθεί. Ωστόσο δεδομένου ενός μικρού αριθμού DMU υπό εξέταση, μπορεί να μας οδηγήσει σε λάθος συμπεράσματα καθώς DMUs να θεωρηθούν τεχνικά αποδοτικές εξαιτίας του ότι μπορεί να είναι ασυνήθιστες.

Παρόλα αυτά, όπως γίνεται και αναφορά από άλλους συγγραφείς, το ζήτημα μπορεί να βρεθεί και στην έλλειψη διάκρισης μεταξύ των DMUs και όχι μόνο εξαιτίας του περιορισμένου αριθμού των υπό εκτίμηση DMUs. Παράλληλα άλλοι λόγοι είναι ο μικρός αριθμός των εισροών και των εκροών σε συνάρτηση με την ύπαρξη μεγάλου πλήθους DMUs καθώς επίσης ο μεγάλος αριθμός τόσο των εισροών όσο και των εκροών.

Παρόλο τόσο των πλεονεκτημάτων όσο και των μειονεκτημάτων που μπορεί να έχει η μέθοδος της ΠΑΔ, πρέπει να σημειωθούν και κάποιες γενικές αρχές της μεθόδου. Αυτές οι αρχές έχουν να κάνουν τόσο με τον αριθμό των DMUs όσο και με το πλήθος των εισροών και των εκροών των DMUs.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την χρήση της μεθόδου ΠΑΔ είναι να ισχύει μια δεδομένη μαθηματική έκφραση ανάμεσα στον αριθμό των υπό εκτίμηση DMUs και στο πλήθος των εισροών και των εκροών των συγκεκριμένων DMUs.

Δηλαδή θα πρέπει να ισχύει ο ακόλουθος κανόνας: $n \geq \max \{m \times s, 3(m + s)\}$, όπως αναφέρεται και στο βιβλίο των Cooper et al [6], όπου n είναι η υπό εξέταση DMUs, ενώ το m και το s είναι το πλήθος των εισροών και των εκροών αντίστοιχα. Απαραίτητη προϋπόθεση, όχι μόνο για την επίτευξη της εκτέλεσης της ανάλυσης της μεθόδου αλλά και για την αμεροληψία των αποτελεσμάτων.

Επιπροσθέτως ξέρουμε ότι ο βαθμός της τεχνικής αποδοτικότητας γίνεται με βάση τον υπολογισμό των καλύτερων DMUs του υπό εκτίμηση δείγματος. Άρα ενδεχομένως, μπορούμε να οδηγηθούμε σε μία τυχόν μείωση της τεχνικής αποδοτικότητας με την ένταξη μιας ακόμη με υψηλή απόδοση DMU. Επακόλουθο συμπέρασμα είναι ότι μία τυχόν αύξηση του αριθμού των υπό εκτίμηση DMUs δεν συνεπάγεται την βελτίωση της αποδοτικότητας των συγκεκριμένων αυτών DMUs [3].

Παράλληλα αξιοσημείωτο, είναι πως ότι η αποδοτικότητα ως μέτρο συσχετίζεται με το πλήθος των εισροών και εκροών που χρησιμοποιούνται από τις υπό εξέταση DMUs. Δηλαδή περιμένουμε μία ταυτόχρονη αύξηση ή τουλάχιστον να παραμένει σταθερή, όταν αυξάνεται και το πλήθος των εισροών και των εκροών των DMUs [3].

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η μέθοδος της DEA συνίσταται και χρησιμοποιείται από πληθώρα ερευνητών και συγγραφέων επιστημονικών άρθρων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι

η μέθοδος της DEA έχει την πιο απλοϊκή μορφή σε σχέση με παρόμοιες μεθόδους (π.χ. τις οικονομετρικές) και είναι εύκολα κατανοήσιμη και αντιληπτή και δίνει τη δυνατότητα για απλούστερο υπολογισμό των υποδειγμάτων της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

3.1 Δεδομένα μελέτης

Οι υπό εξέταση εταιρείες που χρησιμοποιήθηκαν είναι 29. Το πλήθος των εταιρειών που επιλέχθηκαν ήταν αρκετά περισσότερος αλλά δεδομένου ότι κάποιες από τις εταιρείες αυτές τον τελευταίο χρόνο δράσης (2018) εμφάνιζαν μηδενική οικονομική δραστηριότητα δεν επιλέχθηκαν. Οι περισσότερες εταιρίες παραγωγών πετρελαίου εντοπίζονται στην περιοχή της Αττικής και της Ελευσίνας ενώ οι υπόλοιπες εταιρίες βρίσκονται στην ευρύτερη Ελλάδα. Οι πληροφορίες για τους ισολογισμούς των υπό εξέταση εταιρειών έχουν ληφθεί από την ιστοσελίδα του υπουργείου Οικονομίας και Ανάπτυξης από την ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΝΩΣΗ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΩΝ ΕΛΛΑΔΟΣ που περιλαμβάνει και τον τρόπο δράσης τους. Η επιλογή των εταιρειών έγινε με βάση τα οικονομικά τους μεγέθη καθώς και την δραστηριότητάς τους. Ακόμη όπως έχει ήδη επισημανθεί, υπάρχουν κάποιοι κανόνες που διέπουν την σωστή επιλογή του αριθμού Inputs-Outputs και DMU's. Σε γενικές γραμμές, για την διεξαγωγή της μελέτης θα ακολουθήσαμε τον εξής κανόνα:

Εάν n είναι ο αριθμός των προς μελέτη DMU's, m ο αριθμός των εισροών και s ο αριθμός των εκροών τότε θα ισχύει ότι $n > 3 \cdot (m + s)$.

Δηλαδή ο ελάχιστος αριθμός, των μονάδων που θα επιλεγθούν στο δείγμα θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος από το τριπλάσιο του αθροίσματος των εισροών και εκροών. Εύκολα λοιπόν μπορεί να διαπιστωθεί ότι πληρείται ο κανόνας, οπότε τα αποτελέσματά θα ευσταθούν, καθώς το προς υπό μελέτη δείγμα μας είναι αρκετά μεγάλο. Αυτό βοηθά

την ανάλυση, διότι η μέθοδος κάνει διαχωρισμό μεταξύ αποδοτικών και μη αποδοτικών μονάδων, οπότε φυσικό είναι για να έχει νόημα ένας τέτοιος υπολογισμός, το δείγμα να πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο. Επίσης λόγω του ότι του περιορισμένου αριθμού διαθέσιμων ισολογισμών από την ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΝΩΣΗ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΩΝ ΕΛΛΑΔΟΣ του υπουργείου Οικονομίας και Ανάπτυξης για αυτό το δείγμα δεν είναι τόσο μεγάλο και πλήρες. Αυτό οφείλεται και από το γεγονός ότι πολλές εταιρείες έχουν διακόψει τη λειτουργία τους λόγω της οικονομικής κρίσης που μαστίζει την χώρα μας τα τελευταία χρόνια και την δραματική μείωση στον κλάδο του πετρελαίου. Επίσης υπάρχει έλλειψη άλλης μελέτης πάνω στον κλάδο των παραγώγων πετρελαίου έτσι ώστε να αντλήσουμε άλλα οικονομικά στοιχεία για εταιρείες του χώρου.

3.2 Εισροές - Εκροές

Στο πρόγραμμα χρησιμοποιούμε την ελαχιστοποίηση εισροών:

- με μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας VRS
- και με τον δείκτη του Malmquist

Στην συγκεκριμένη σαν εκροές έχουν παρθεί:

- ο κύκλος εργασιών
- καθώς και τα προ φόρου κέρδη των υπό εξέταση επιχειρήσεων .

Στην συγκεκριμένη μελέτη σαν εισροές έχουν παρθεί :

- τα πάγια,
- τα ίδια κεφάλαια
- το κόστος πωλήσεων
- οι χρηματοοικονομικές δαπάνες

Η μέθοδος της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων δίνει την δυνατότητα στον αναλυτή να επιλέξει τόσο το πλήθος των εισροών και των εκροών μιας παραγωγικής μονάδας, όσο και για το ποιες θα είναι αυτές οι εισροές και εκροές των μονάδων αυτών. Ωστόσο, παρά το γεγονός της ελευθερίας που δίνει στον αναλυτή να επιλέξει τόσο τις εισροές του όσο και τις εκροές του θα πρέπει η επιλογή αυτή να ακολουθεί ορισμένους κανόνες. Ο ένας από αυτούς τους κανόνες είναι να υπάρχουν στην μελέτη όσο το δυνατόν περισσότερες παραγωγικές μονάδες γίνεται, αφού μεγαλύτερο πλήθος παραγωγικών μονάδων οδηγεί και σε μεγαλύτερη πιθανότητα εύρεσης αποδοτικών μονάδων, που θα μας καθορίσουν το αποδοτικό σύνορο καθώς και το ποιες είναι αποδοτικές και ποιες δεν είναι. Ο άλλος κανόνας που αντικρούεται στον πρώτο είναι πως το μεγάλο πλήθος δεδομένων μπορεί να επηρεάσει την ομοιογένεια ενός μεγάλου συνόλου, γεγονός που οδηγεί σε πιθανή επιρροή των αποτελεσμάτων της μελέτης.

Ορισμένοι από αυτούς τους αριθμητικούς κανόνες που επηρεάζουν τον αριθμό των παραγωγικών μονάδων, των εισροών καθώς και των εκροών είναι :

- Των Golany et al. όπου τονίζει πως οι μονάδες θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ο διπλάσιος αριθμός από αυτόν του αθροίσματος των εισροών και των εκροών που έχουν επιλεγεί
- Του Bowlin όπου τονίζει πως οι μονάδες θα πρέπει να είναι τουλάχιστον το τριπλάσιο του αθροίσματος των εισροών και των εκροών που έχουν επιλεγεί για μελέτη
- Των Dyson et al. όπου τονίζει πως οι μονάδες θα πρέπει να είναι τουλάχιστον διπλάσιος του γινομένου των εισροών και των εκροών που έχουν επιλεγεί για την μελέτη

Στην μελέτη μας χρησιμοποιούμε τον εξής κανόνα όπου αναφέρει πως οι μονάδες θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ο τριπλάσιος αριθμός από αυτόν του αθροίσματος των εισροών και των εκροών, δηλαδή του Bowlin. Οι εταιρείες χωρίζονται στις αποδοτικές με επίδοση ίσης της μονάδας και μη αποδοτικές με επίδοση μικρότερης της μονάδας. Η εξέταση των εταιρειών γίνεται ξεχωριστά για κάθε ένα από τα τέσσερα έτη της μελέτης και στη συνέχεια παρατίθενται και σε μορφή γραφήματος τα αποτελέσματα του κάθε έτους ξεχωριστά.

Στη συνέχεια παρατίθενται όλα τα οικονομικά στοιχεία των ισολογισμών των εταιρειών και για τα τέσσερα έτη που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη. Αρνητικές τιμές σημαίνουν ότι οι επιχειρήσεις που βρίσκονται υπό μελέτη εμφανίζουν ζημίες για το συγκεκριμένο έτος.

Πίνακας 3.1: Συγκεντρωτικός πίνακας των εταιρειών και των οικονομικών τους δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη (2015-2018).

		ΠΑΓΙΑ {Ι}	ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ {Ι}	ΚΟΣΤΟΣ ΠΩΛΗΣΕΩΝ {Ι}	ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ {Ι}	ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ {Ο}	ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΦΟΡΟΥ {Ο}
ΒΙΑΚΕΛ	2015	370210,73	1745004,34	2014405,5	4168,32	2499312,89	14490,01
	2016	412150,89	1502678,44	2939146,06	6297,96	3164214,14	-240925,9
	2017	392016,66	1541039,05	3749125,54	1781,49	4234071,93	39760,05
	2018	380105,89	1402267,43	4409861,82	1479,97	4729977,72	-137371,62
ΒΡΥΣΑΝΑΚΗΣ	2015	5774,96	79198,08	933071,95	14787,6	1198851,11	98496,93
	2016	4730,09	57674,62	255667,18	4039,19	267987,32	-91523,46
	2017	3608,34	59538,87	77143,88	1946,09	145060,86	1864,25
	2018	1737,67	80419,1	6601,64	99,6	37380,73	20880,23
ΓΟΥΡΟΓΚΑΖ	2015	5088965,27	548102,39	228179,93	4,80	278990,8	-18754,45
	2016	4934891,34	715342,45	193963,36	31,10	286713,38	167240,06
	2017	4637089,46	682831,06	151973,12	191	266567,81	-32511,39
	2018	4666386,98	584674,65	149204,76	19,18	224986,56	-98156,41

ΔΕΛΤΑ ΟΪΑ	2015	2093541,07	2629889,63	968049,26	1098,62	1486427,06	86061,43
	2016	2101095,11	1717380,43	1173219,63	1405,49	1659998,83	96598,01
	2017	2114526,20	1792942,65	973091,27	879,68	1484514,74	107552,42
	2018	2157453,58	1854199,26	1197649,85	666,64	1772957	96582,09
ΕΛΒΙΓΚΡΟ	2015	5545,98	378389,69	6307749,28	135066,28	6946261,98	347962,47
	2016	4670,32	447518,82	6888635,29	140921,58	7642508,48	436167,13
	2017	6594,48	272762,16	6438855,62	252141,52	7071597,04	163226,31
	2018	3544937,33	301839,44	5167608,57	276154,89	5867720,4	127471,6
ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	2015	3385270000	1790270000	6608357000	201045000	7302939000	38964000
	2016	3302923000	2141635000	5672795000	200780000	6679923000	465671000
	2017	3311893000	2371574000	6907198000	165053000	7994690000	519785000
	2018	3268928000	2394731000	8769769000	145705000	9769155000	368930000
ΕΛΑΝΤΟΣ ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	2015	3068395,23	4280679,08	14224262,58	418690,9	18325474,82	70927,67
	2016	2963198,76	4731442	17038187,69	325599,01	21848215,05	704105,88
	2017	2828773,84	5897091,39	19225000,16	347755,6	23572909,44	1650766,11
	2018	2753219,10	6442559,81	20011255,08	320778,23	24371632,34	1570686,82

ΜΕΛΚΟ ΠΕΤΡΟΛΕΟΥΜ	2015	32128699,11	20114796,56	12905217,06	567635,21	16346516,71	1056951,8
	2016	31965528,85	20017981,26	11539317,27	520999,27	15075174,13	-87474,79
	2017	31739276,19	20428467,87	14508126,36	664837,5	17436811,91	605459,9
	2018	31278133,37	21592852,7	15556381,59	577796,76	18605321,07	566098,16
ΜΟΤΟΡ ΟΪΑ	2015	895803000	510778000	4868089000	56985000	5276468000	291798000
	2016	879867000	706675000	4045921000	64548000	4511920000	392804000
	2017	877636000	881837000	5191218000	53663000	5739354000	422310000
	2018	909391000	958002000	6828142000	28095000	7205541000	316995000
ΜΠΙΤΟΥΛΑΪΝ	2015	1220611,27	1681122,01	1840619,58	18101,84	2469945,62	187146,03
	2016	1092016,97	1634534,82	1319243,4	13674,58	1722634,45	-46587,19
	2017	913820,83	1595491,5	1780396,81	21000,29	2347713,51	-39043,32
	2018	890163,84	1539754,59	2245369,23	50659,16	2713782,84	-55736,91
ΝΗΣΟΓΚΑΖ	2015	1222706,45	1901605,1	5873849,13	22335,30	7329441,13	100526,14
	2016	1186332,35	1851723,05	4655807,56	22241,66	5994231,52	-49838,85
	2017	1222793,58	1779835,67	5262190,65	19610,78	6476329,07	-71887,37
	2018	1213386,40	1880035,65	5021983,39	28906,87	6259188,04	100199,98

ΟΙΚΟΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	2015	4318501,19	6238449,72	4310645,33	17727,97	6194595,05	1712186,92
	2016	4120663,56	7455751,67	3949130,84	2367,20	5874313,71	1750091,18
	2017	4382860,58	7727567,31	5798495,59	2193,49	6971416,12	879761,07
	2018	4982436,36	9542115,07	6721985,22	3510,54	8887812,02	1997767,98
ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ	2015	13598338,73	11213666,83	84283848,64	767178,62	113961136,8	757361,5
	2016	13435394,06	9870024,54	72753764,59	674692,85	97937254,96	-1343642,29
	2017	13052473,79	9268390,5	84185727,95	766833,39	108727979,04	-601634,04
	2018	13432189,59	9324379,01	80985781,29	882172,15	107401973,31	55988,51
ΠΕΤΡΟΛΙΝ	2015	816130,97	590306,59	1142284,14	16477,28	1203469,29	504,62
	2016	831980,89	634066,12	795574,93	15455,24	904536,67	60318,01
	2017	939831,29	761859,55	664919,27	15780,67	703908,81	15830,04
	2018	1042897,07	659637,2	582949,98	17963,25	912616,32	30187,46
ΠΡΙΜΑΓΚΑΖ	2015	3406796,70	514717,95	3447405,9	48651,10	4698427,91	6811,79
	2016	3639311,04	515119,07	2952918,96	32861,51	4179318,15	8289,02
	2017	3710148,28	593506,67	3371120,77	49962,73	4554240,52	7234,26
	2018	3775356,81	610720,62	3440275,28	27590,79	4706231,3	26093,27

ΡΟΔΟΓΚΑΖ	2015	10930096,44	1589025,6	12433042,57	603410,14	14467245,18	60239,8
	2016	10709919,55	1435974,26	17313688,53	182888,23	18954656,64	-145624,31
	2017	10698490,33	1541257,44	20733333,69	165942,22	22997032,25	315361,27
	2018	10561830,12	1719441,61	19604148,44	145612,35	21993989,4	186211,2
ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	2015	3865609,13	10011686,29	8994368,8	181776,2	14075237,36	2952267,39
	2016	4131437,18	10933540,66	4564505,63	123597,7	7440213,74	1719024,77
	2017	3807819,99	12701547,78	4680822,15	217518,88	8767753,05	2523455,89
	2018	3359431,66	14337035,18	6111575,85	201779,92	8864002,62	1459219,54
ΤΟΠ ΓΚΑΖ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	2015	1438362,99	2632722,52	25459991,97	29933,98	28788147,58	485379,04
	2016	1560889,65	2912838,94	24126681,53	39902,78	27403319,11	413322,66
	2017	1811610,09	3188568,1	28300114,88	38698,67	31974120,72	483862,7
	2018	2259718,17	3271445,39	32731024,84	49875,34	36700327,84	211941,37
ΥΓΡΑΕΡΙΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ	2015	1710427,08	2896700,5	5379033,63	34974,98	7077638,16	884124,12
	2016	1745763,47	2060683,56	4701275,86	30497,58	6326767,64	631420,85
	2017	1613178,74	2480666,45	5778252,01	40644,02	7596977,84	670318,05
	2018	1525716,66	2564450,64	6676077,09	35723,29	8662694,60	844983,31

ALFA WOOD	2015	16321680	5550258	5774129	681454	5360678	-2785293
	2016	18692882	3033336	6221083	750792	5633789	-2516923
	2017	19625060	6826620	37698241	724179	47084484	3835777
	2018	18332490	11346568	43396231	538476	52423706	4519948
BITUMIX	2015	1021478,06	1368558,12	1022927,99	12942,96	1749535,57	213842,18
	2016	984507,36	1480383,87	974309,83	8146,98	1601115,38	162322,55
	2017	1144718,08	1465812,37	1154689,8	5876,06	1639000,62	883,2
	2018	1102300,06	1296883,26	1043345,45	12031,22	1396542,29	-146104,53
CAROIL	2015	2578805,86	4858429,86	687323,43	158598,58	804085,18	-293418,37
	2016	2496035,95	4606712,52	673443,42	179249,16	805020,54	-251717,34
	2017	2410782,55	4357126,74	518722,86	214136,60	647768,32	-249585,78
	2018	2344127,42	4099148,93	267175,39	259549,77	360648,81	-257977,81
CORAL GAS	2015	29777258	22976000	96280432	293852	112335000	2395000
	2016	31314325	23723000	89659134	409568	104913000	1349000
	2017	32705000	24195832	107232705	432133	122364965	1107388
	2018	33968000	25020122	111956646	448575	126933934	679147

ENERGAS	2015	384760,76	194299,05	1124273,52	22005,42	1453057,21	86721,58
	2016	284453,43	43991,49	354056,33	18061,56	250081,74	-150307,56
	2017	269952,27	26087,92	14501,16	18488,19	23400	-17903,57
	2018	296453,42	15011,59	356158,33	17930,57	24502,32	-11076,33
S.K.S. OPYKTEΛAIA	2015	46504,71	379753,77	544582,5	2172,20	788092,63	2232,84
	2016	81762,59	383167,52	507590,9	1203,15	713652	9627,13
	2017	377660,63	428632,83	415415,99	1531,87	712340,82	65889,71
	2018	392296,94	465053,9	472043,45	3288,90	655041,51	-1814,81
SLIDER	2015	2309903,10	3467115,43	4456356,95	44890,55	5973107,22	923044,1
	2016	3059859,56	3722965,99	4787468,7	63891,78	6358416,91	797199,82
	2017	3348445,71	3844008,92	5049102,66	90404,30	6417951,03	398929,02
	2018	3212857,28	3995302,12	4551566,21	102541,16	5798403,04	287358,18
ENEL	2015	203573933	70441619	17076816	22860409	51284041	1232691
	2016	195012077	67709320	22145393	26052132	63576539	328794
	2017	201123034	90240851	19764387	24346438	62277568	-2016912
	2018	273540845	189603054	19619272	19246311	71229604	56937975

ENERGEAN	2015	176210000	37018000	25928000	18012000	24747000	-35843000
	2016	488341000	204096000	27967000	26595000	34543000	-35073000
	2017	245536000	17777000	42973000	6486000	48157000	27493000
	2018	302888000	205932000	51371000	16981000	75553000	-5327000
ELPEDISON	2015	332044000	115313000	212318000	18077000	194958000	-26387000
	2016	298295000	97191000	318039000	15826000	322233000	-13193000
	2017	271787000	85130000	395267000	13457000	414299000	-11318000
	2018	246629000	71738000	441292000	10828000	442855000	-16947000

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Σε αυτό το κεφάλαιο εμφανίζουμε και αναλύσουμε τα αποτελέσματα της επεξεργασίας χρησιμοποιώντας το λογισμικό του προγράμματος EMS της μεθόδου DEA και τα ελέγχουμε με την βοήθεια του excel. Ομαδοποιούμε τις επιχειρήσεις με κατά έτος ομοίως και τους αντίστοιχους ισολογισμούς των επιχειρήσεων και εκτιμούμε τις αποδόσεις κλίμακας κάθε επιχείρησης ξεχωριστά. Επίσης για τον υπολογισμό του δείκτη Malmquist χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα της DEAP.

Στην συγκεκριμένη μελέτη σαν μεταβλητές εισόδου έχουν ληφθεί τα πάγια, τα ίδια κεφάλαια, το κόστος πωλήσεων και οι χρηματοοικονομικές δαπάνες των υπό μελέτη επιχειρήσεων. Ενώ αντίστοιχα σαν μεταβλητές εξόδου έχουν ληφθεί ο κύκλος εργασιών και τα προ φόρου κέρδη τους.

Στο πρόγραμμα δεν μπορούμε να εφαρμόσουμε την ελαχιστοποίηση εισροών υπό σταθερές αποδόσεις κλίμακας (δηλαδή CRS) παρά μόνο για μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας (δηλαδή VRS) αφού σε όλα τα έτη μελέτης μας παρουσιάζεται τουλάχιστον μία αρνητική τιμή στα κέρδη προ φόρου. Επιπλέον λόγω του ότι εμφανίζονται αρνητικές τιμές στα Κέρδη Προ Φόρου και επειδή το πρόγραμμα που χρησιμοποιούμε δεν επιδέχεται αρνητικές τιμές θα κάνουμε τον ακόλουθο μετασχηματισμό: παίρνουμε την αρνητική τιμή με την υψηλότερη αριθμητική τιμή ίση με το μιμητικό όριο μετατρέποντας όλες τις τιμές σε θετικούς. Έτσι η αποδοτικότητα που θα υπολογιστεί δεν θα διαφέρει από

την πραγματική της τιμής εξαιτίας της πρόσθεσης αυτού του αριθμού παντού στο διάνυσμα στήλη.

Οι εταιρείες χωρίζονται στις αποδοτικές με επίδοση ίσης του 100% και μη αποδοτικές με επίδοση μικρότερη του 100%, για την καλύτερη όμως επεξεργασία εμφανίζουμε και άλλες κατηγορίες στον τομέα των μη αποδοτικών εταιρειών και φτιάχνουμε γραφικές παραστάσεις που κατατάσσουν τις επιχειρήσεις σε ομάδες.

Η εξέταση των εταιρειών γίνεται κατά έτος ξεχωριστά για όλα τα δυνατά έτη της μελέτης και στη συνέχεια παρατίθενται και σε μορφή γραφήματος τα αποτελέσματα κάθε έτους.

Ιδιαίτερης σημασίας σε μια τέτοια μελέτη αποτελεί η εξέταση κάτω από ποιες οικονομίες κλίμακας μπορεί να λειτουργήσει η κάθε επιχείρηση. Ωστόσο για τον υπολογισμό αυτόν απαιτείται να βρεθεί και η αποδοτικότητα κλίμακας ή αλλιώς Scale Efficiency, η οποία είναι το πηλίκο της CRS αποδοτικότητας προς την VRS αποδοτικότητα. Το πρόβλημα εντοπίζεται από την μέχρι στιγμής μελέτη μας στο ότι εξαιτίας ύπαρξης αρνητικών τιμών στα Κέρδη Προ Φόρου, ακολουθήσαμε τον μετασχηματισμό όπου προστίθεται μια σταθερά, με αποτέλεσμα την μετατροπή όλων των αρνητικών τιμών σε θετικές. Εξαιτίας αυτού του μετασχηματισμού, το μόνο μοντέλο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι αυτό του προσανατολισμού εισροών και μάλιστα για μεταβλητές οικονομίες κλίμακας. Συνεπώς, δεν μπορούμε να υπολογίσουμε την τιμή της CRS απόδοσης και κατά επέκταση ούτε την Scale Efficiency.

Κατά τα τέσσερα έτη, παρατηρούνται αρνητικές τιμές στην μεταβλητή των Κερδών Προ Φόρου. Η ύπαρξη αυτή των αρνητικών τιμών, δημιουργεί πρόβλημα στην υλοποίηση του μοντέλου. Μία λύση θα ήταν να μην ληφθεί υπόψη η μεταβλητή αυτή των Κερδών Προ Φόρου και η μελέτη να υλοποιηθεί υπολογίζοντας τις τιμές για την CRS, την VRS, την NIRS και την scale efficiency και μέσα από τις τιμές αυτές να προκύπτανε οι αποδόσεις κλίμακας. Για αυτά τα τέσσερα έτη όπου παρουσιάζονται αρνητικές τιμές μπορούμε να εφαρμόσουμε το μοντέλο BCC-Input. Με την εφαρμογή του BCC μοντέλου, δηλαδή υπό την υπόθεση μεταβλητών οικονομιών κλίμακας, όχι μόνο μπορεί να ξεπεραστεί το πρόβλημα των αρνητικών τιμών, αλλά μπορούν να υπολογιστούν και οι αποδόσεις κλίμακας, οι οποίες διέπουν την λειτουργία των επιχειρήσεων. Σύμφωνα με τους Banker, et al., 2011, όλες οι μεταβλητές στην αντικειμενική συνάρτηση και στους περιορισμούς του μοντέλου BCC-Input, πρέπει να είναι υποχρεωτικά μη αρνητικοί αριθμοί. Η μόνη μεταβλητή που δεν έχει περιορισμό, είναι η ελεύθερη μεταβλητή w , η οποία μπορεί να παίρνει αρνητικές τιμές, θετικές τιμές ή να είναι και μηδέν. Ως επακόλουθο της μεταβλητής w , αποτελεί, ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι βέλτιστες τιμές της, ούτως ώστε να προσδιοριστούν οι αποδόσεις κλίμακας των μονάδων. Όταν ένα DMU είναι αποδοτικό, η βέλτιστη τιμή της w , μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να χαρακτηρίσει τις αποδόσεις κλίμακας. Η τιμή αυτή, προκύπτει μέσα από την επίλυση ενός προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού, όπως αυτό αναλύθηκε με βάση το μοντέλο BCC-I. Το θεώρημα, με βάση την εργασία των Banker et al., που συνδέει την βέλτιστη τιμή της μεταβλητής w , με τις αποδόσεις κλίμακας της μονάδας αναφέρει τα εξής:

I. Μια μονάδα, λειτουργεί υπό αύξουσες αποδόσεις κλίμακας (Increasing Returns to Scale ή IRS), εάν κατά την επίλυση του προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού, ισχύει για την βέλτιστη τιμή της ελεύθερης μεταβλητής w , $w < 0$.

- II. Μια μονάδα λειτουργεί υπό φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας (Decreasing Returns to Scale ή DRS), εάν ισχύει για την βέλτιστη τιμή της ελεύθερης μεταβλητής w , $w > 0$.
- III. Μια μονάδα λειτουργεί υπό σταθερές αποδόσεις κλίμακας (Constant Returns to Scale ή CRS), εάν ισχύει για την βέλτιστη τιμή της ελεύθερης μεταβλητής w , $w = 0$.

4.2 Έτος Μελέτης 2015

Πίνακας 4.1: Αποτελέσματα EMS για το έτος 2015

	VRS	Returns to Scale
ΒΙΑΚΕΛ	96,18%	DRS
ΒΡΥΣΑΝΑΚΗΣ	100,00%	CRS
ΓΙΟΥΡΟΓΚΑΖ	100,00%	CRS
ΔΕΛΤΑ ΟΪΛ	100,00%	CRS
ΕΛΒΙΓΚΡΟ	100,00%	CRS
ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	100,00%	DRS
ΕΛΑΝΤΟΝΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ	90,31%	DRS
ΜΕΛΚΟ ΠΕΤΡΟΛΕΟΥΜ	81,43%	DRS
ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ	100,00%	DRS
ΜΠΙΤΟΥΛΑΪΝ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	80,48%	DRS
ΝΗΣΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	96,40%	DRS
ΟΙΚΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	100,00%	DRS
ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	100,00%	CRS

ΠΕΤΡΟΛΙΝ	69,85%	CRS
ΠΡΙΜΑΓΚΑΖ	100,00%	CRS
ΡΟΔΟΓΚΑΖ	86,75%	DRS
ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	100,00%	DRS
ΤΟΠ ΓΚΑΖ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	100,00%	CRS
ΥΓΡΑΕΡΙΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ	100,00%	DRS
ALFA WOOD	51,70%	DRS
ΒΙΤΥΜΙΧ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	94,30%	DRS
CAROL LΙΠΑΝΤΙΚΑ	42,83%	IRS
CORAL GAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	100,00%	DRS
ENERGAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	96,33%	CRS
S.K.S ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ	100,00%	CRS
SLIDER ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	93,11%	DRS
ENEL	100,00%	DRS
ENERGEAN	50,10%	DRS
ELPEDISON	72,60%	DRS

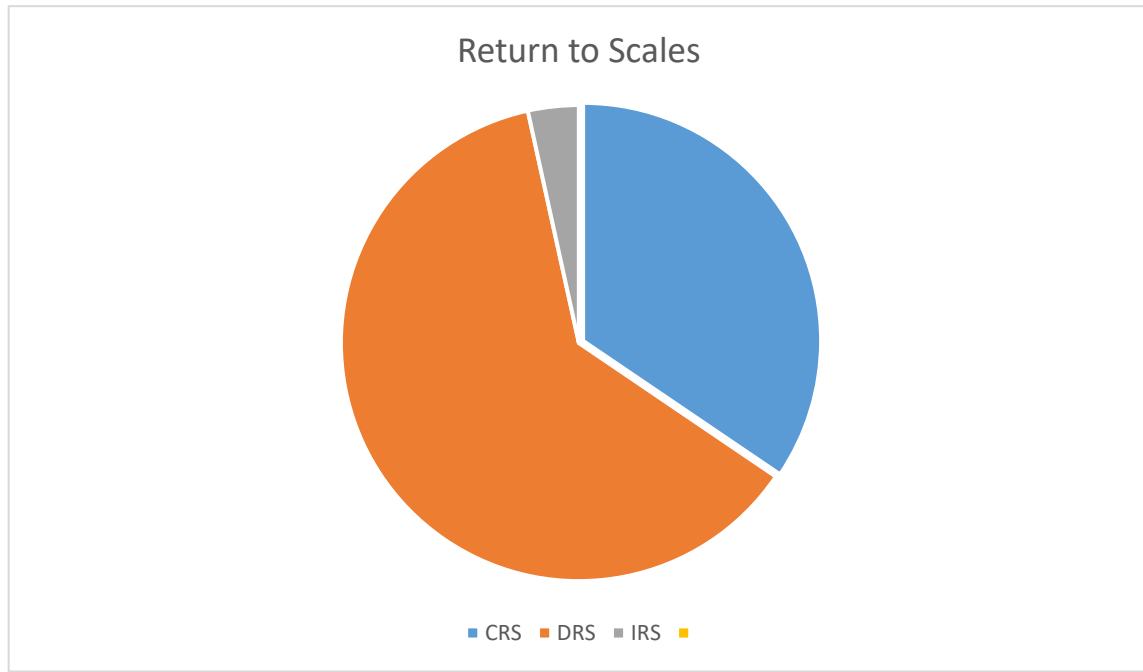
Οι επιχειρήσεις είναι αποδοτικές υπό VRS

▪ **Επιδόσεις υπό μεταβλητές αποδόσεις κλίμακα**

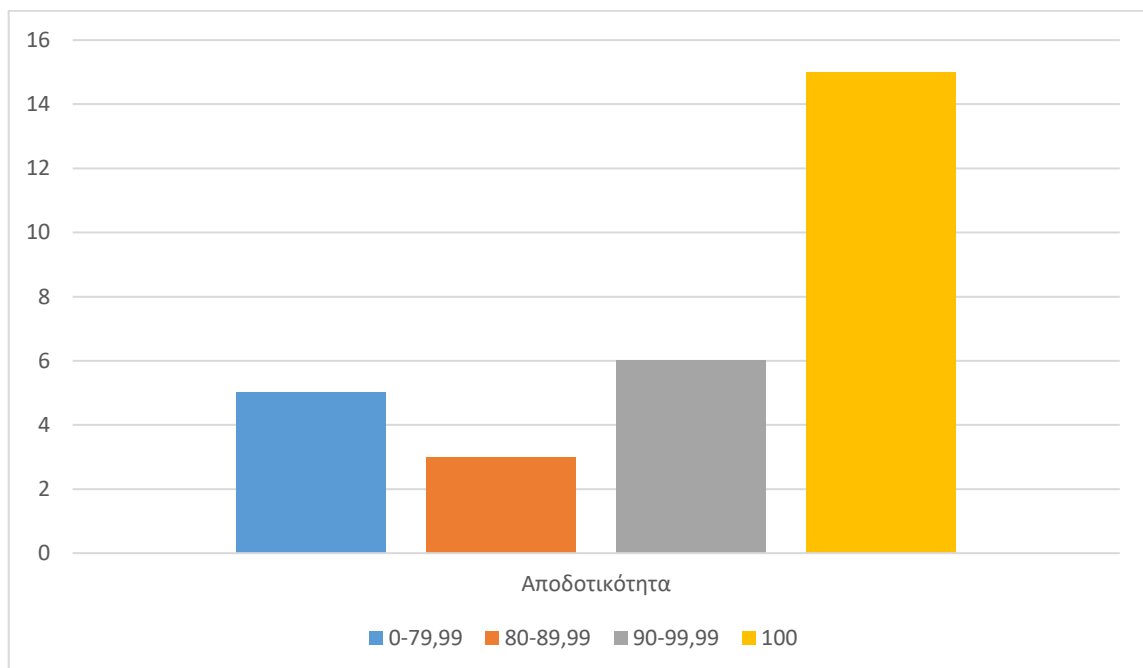
Οι μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας αφορούν τη βραχυχρόνια περίοδο παραγωγής. Από τα δεδομένα παρατηρούμε ότι 15 από τις 29 εταιρείες θεωρούνται αποδοτικές με απόδοση 100%, σχεδόν οι μισές. Επιπλέον παρατηρούμε ότι μεγαλύτερη συγκέντρωση εταιρειών εμφανίζεται στο διάστημα των μη αποδοτικών ενώ την πιο χαμηλή αποδοτικότητα υπό

μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας την έχει η Caroil με 42,83%. Για την καλύτερη μελέτη παραθέτουμε τα ακόλουθα γραφήματα τόσο για την αποδοτικότητα υπό όσο και για τις αποδόσεις κλίμακας.

Γράφημα 4.1: Αποδόσεις κλίμακας για το έτος 2015



Γράφημα 4.2: Αποδοτικότητα υπό VRS το 2015



Για την εύρεση των Αποδόσεων κλίμακας το 2015 καθώς και για τα υπόλοιπα χρόνια της μελέτης μας, όπου εφαρμόστηκε το BCC-Input μοντέλο, απαιτείται η επίλυση ενός προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού για κάθε μία επιχείρηση ξεχωριστά. Μέσα από την επίλυση του προβλήματος, υπολογίζεται η μεταβλητή w και ανάλογα με τις τιμές της είναι εφικτό να διαπιστωθούν οι αποδόσεις κλίμακας της επιχείρησης καθώς επίσης και για να ελεγχθούν τα αποτελέσματα που βγάλαμε με το πρόγραμμα EMS. Ακολουθεί παράδειγμα για την επιχείρηση ΒΙΑΚΕΛ Α.Ε. για το έτος 2015. Η διατύπωση της αντικειμενικής συνάρτησης, καθώς και των περιορισμών, γίνεται με βάση τα δεδομένα όλων των επιχειρήσεων και βασίζεται στον μαθηματικό τύπο που διατυπώθηκε κατά την παρουσίαση του BCC-Input μοντέλου.

$$\text{Maximize } z = 2499312,89x_1 + 35857491,01x_2 - x_7$$

Υπό τους ακόλουθους περιορισμούς:

$$[1].2689215,8x_3 + 1745004,34x_4 + 2014405,5x_5 + 923179,83x_6 = 1$$

$$[2].2499312,89x_1 + 35857491,01x_2 - x_7 \leq 2689215,8x_3 + 1745004,34x_4 + 2014405,5x_5 + 923179,83x_6$$

$$[3].1198851,11x_1 + 35941497,93x_2 - x_7 \leq 738744,74x_3 + 79198,08x_4 + 933071,95x_5 + 659546,66x_6$$

$$[4].278990,8x_1 + 35824246,55x_2 - x_7 \leq 1560028,29x_3 + 548102,39x_4 + 48647,8x_5 + 1011925,9x_6$$

$$[5].1486427,06x_1 + 35957525,23x_2 - x_7 \leq 2641856,8x_3 + 2629889,63x_4 + 60504,09x_5 + 11967,17x_6$$

$$[6].6946261,98x_1 + 36190963,47x_2 - x_7 \leq 2643171,27x_3 + 378389,69x_4 + 6307749,28x_5 + 2230570,71x_6$$

$$[7].7302939x_1 + 35881965x_2 - x_7 \leq 8028583x_3 + 1790270x_4 + 6608357x_5 + 6238313x_6$$

$$[8].18325474,82x_1 + 35913928,67x_2 - x_7 \leq 12941363,94x_3 + 4280679,08x_4 + 14224262,58x_5 + 8660684,86x_6$$

$$[9].16346516,71x_1 + 36899952,8x_2 - x_7 \leq 41707016,34x_3 + 20114796,56x_4 + 12905217,06x_5 + 21592219,79x_6$$

$$[10].5276468x_1 + 36134799x_2 - x_7 \leq 2012241x_3 + 510778x_4 + 4791875x_5 + 1501463x_6$$

- [11]. $2469945,62x^1 + 36030147,03x^2 - x^7$
 $\leq 5786526,51x^3 + 1681122,01x^4 + 1840619,58x^5 + 4041461,26x^6$
- [12]. $7329441,13x^1 + 35943527,14x^2 - x^7$
 $\leq 3183661,47x^3 + 1901605,1x^4 + 5873849,13x^5 + 1211301,77x^6$
- [13]. $6194595,05x^1 + 37555187,92x^2 - x^7$
 $\leq 7225303,34x^3 + 6238449,72x^4 + 4310645,33x^5 + 813885,88x^6$
- [14]. $113961136,8x^1 + 36600362,5x^2 - x^7$
 $\leq 37158132,57x^3 + 11213666,83x^4 + 84283848,64x^5$
 $+ 21005406,53x^6$
- [15]. $1203469,29x^1 + 35843505,62x^2 - x^7$
 $\leq 1323099,06x^3 + 590306,59x^4 + 1142284,14x^5 + 732792,47x^6$
- [16]. $4698427,91x^1 + 35849812,79x^2 - x^7$
 $\leq 2742840,67x^3 + 514717,95x^4 + 3447405,9x^5 + 2228122,72x^6$
- [17]. $14467245,18x^1 + 35903240,8x^2 - x^7$
 $\leq 22337467,88x^3 + 1589025,6x^4 + 12433042,57x^5$
 $+ 20748442,28x^6$
- [18]. $14075237,36x^1 + 38795268,39x^2 - x^7$
 $\leq 13938764,94x^3 + 10011686,29x^4 + 8994368,8x^5$
 $+ 3883813,64x^6$
- [19]. $28788147,58x^1 + 36328380,04x^2 - x^7$
 $\leq 4717693,71x^3 + 2632722,52x^4 + 25459991,97x^5$
 $+ 4717693,71x^6$
- [20]. $7077638,16x^1 + 36727125,12x^2 - x^7$
 $\leq 3204536,28x^3 + 2896700,5x^4 + 5379033,63x^5 + 307835,78x^6$
- [21]. $5360678x^1 + 33057708x^2 - x^7$
 $\leq 20295394x^3 + 5550258x^4 + 5774129x^5 + 14745136x^6$
- [22]. $1749535,57x^1 + 36056843,18x^2 - x^7$
 $\leq 1982433,55x^3 + 1368558,12x^4 + 1022927,99x^5 + 613875,43x^6$
- [23]. $804085,18x^1 + 35549582,63x^2 - x^7$
 $\leq 8540325,76x^3 + 4858429,86x^4 + 687323,43x^5 + 3668989,02x^6$
- [24]. $112335000x^1 + 38238001x^2 - x^7$
 $\leq 45457000x^3 + 22976000x^4 + 96280432x^5 + 23481000x^6$
- [25]. $1453057,21x^1 + 35929722,58x^2 - x^7$
 $\leq 1455143,06x^3 + 194299,05x^4 + 1124273,52x^5 + 1260844,01x^6$
- [26]. $788092,63x^1 + 35845233,84x^2 - x^7$
 $\leq 531741,48x^3 + 379753,77x^4 + 544582,5x^5 + 83642,48x^6$

$$[27].5973107,22x_1 + 36766045,1x_2 - x_7 \\ \leq 4950934,82x_3 + 3467115,43x_4 + 4456356,95x_5 + 1483819,39x_6$$

$$[28].34207225x_1 + 37075692x_2 - x_7 \\ \leq 389402001x_3 + 70441619x_4 + 17076806x_5 + 318960383x_6$$

$$[29].24747000x_1 + 1x_2 - x_7 \\ \leq 229255000x_3 + 37018000x_4 + 25928000x_5 + 192238000x_6$$

$$[30].194958000x_1 + 9456001x_2 - x_7 \\ \leq 490322000x_3 + 115313000x_4 + 212318000x_5 + 375009000x_6$$

$$[31]. x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \geq 0$$

όπου τα x_1, x_2 είναι οι 2 εκροές ο κύκλος εργασιών και τα κέρδη προ φόρου τα x_3, x_4, x_5, x_6 είναι οι 4 εισροές πάγια, ίδια κεφάλαια, κόστος πωλήσεων και δαπάνες αντίστοιχα ενώ το x_7 είναι η μεταβλητή w με την οποία υπολογίζουμε όπως έχουμε αναφέρει τις αποδόσεις κλίμακας. Η μεταβλητή x_7 δεν υπακούει σε κανέναν περιορισμό και μπορεί να παίρνει είτε θετικές, είτε αρνητικές είτε μηδενικές τιμές. Για να εισάγουμε την τιμή αυτήν στο excel θέσαμε την $x_7 = x_7' - x_7''$ όπου για τα x_7', x_7'' θα ισχύει κανονικά ο περιορισμός της μη αρνητικότητας. Με την βοήθεια του Solver επιλύουμε το πρόβλημα και ανάλογα με τις τιμές των x_7', x_7'' θα έχουμε:

- Εάν $x_7' > 0$ και $x_7'' = 0$ τότε έχουμε DRS
- Εάν $x_7'' > 0$ και $x_7' = 0$ τότε έχουμε IRS
- Εάν $x_7' = x_7'' = 0$ τότε έχουμε CRS

Λύνοντας το παραπάνω πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού με την βοήθεια του excel για την ΒΙΑΚΕΛ για το οικονομικό έτος του 2015 έχουμε ότι $x_1=0$, $x_2=2,68228E-08$, $x_3=1,79395E-06$, $x_4=1,32744E-06$, $x_5=0$, $x_6=0,000636288$, $x_7'=0,1467$ και $x_7''=0$ άρα για την ΒΙΑΚΕΛ το 2015 έχουμε DRS αποδόσεις κλίμακας.

4.3 Έτος Μελέτης 2016

Πίνακας 4.2: Αποτελέσματα EMS για το έτος 2016

	VRS	Returns to Scale
ΒΙΑΚΕΛ	87,42%	DRS
ΒΡΥΣΑΝΑΚΗΣ	100,00%	CRS
ΓΙΟΥΡΟΓΚΑΣ	100,00%	CRS

ΔΕΛΤΑ ΟΪΛ	100,00%	CRS
ΕΛΒΙΓΚΡΟ	100,00%	CRS
ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	100,00%	DRS
ΕΛΑΝΤΟΝΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ	98,47%	DRS
ΜΕΛΚΟ ΠΕΤΡΟΛΕΟΥΜ	84,99%	DRS
ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ	100,00%	DRS
ΜΠΙΤΟΥΛΑΪΝ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	70,04%	DRS
ΝΗΣΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	96,05%	DRS
ΟΙΚΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	100,00%	CRS
ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	100,00%	CRS
ΠΕΤΡΟΛΙΝ	82,35%	DRS
ΠΡΙΜΑΓΚΑΖ	100,00%	CRS
ΡΟΔΟΓΚΑΖ	100,00%	CRS
ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	100,00%	DRS
ΤΟΠ ΓΚΑΖ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	100,00%	CRS
ΥΓΡΑΕΡΙΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ	100,00%	DRS
ALFA WOOD	53,86%	DRS
ΒΙΤΥΜΙΧ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	88,38%	DRS
CAROIL ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	30,51%	CRS
CORAL GAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	100,00%	DRS

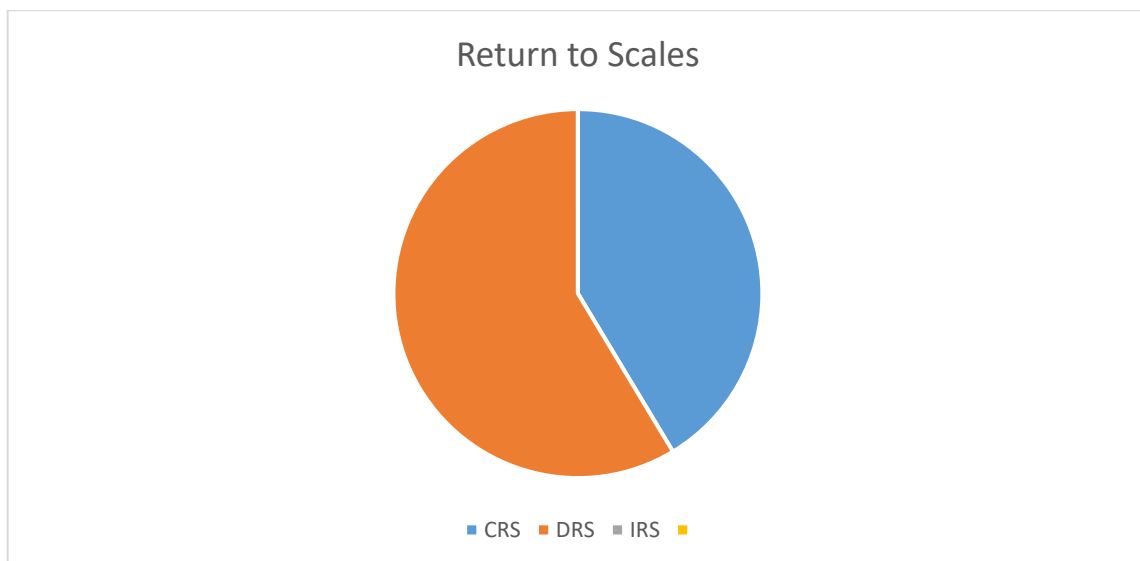
ENERGAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	100,00%	CRS
S.K.S ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ	100,00%	CRS
SLIDER ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	91,45%	DRS
ENEL	100,00%	DRS
ENERGEAN	46,60%	DRS
ELPEDISON	82,30%	DRS

Οι επιχειρήσεις είναι αποδοτικές υπό VRS

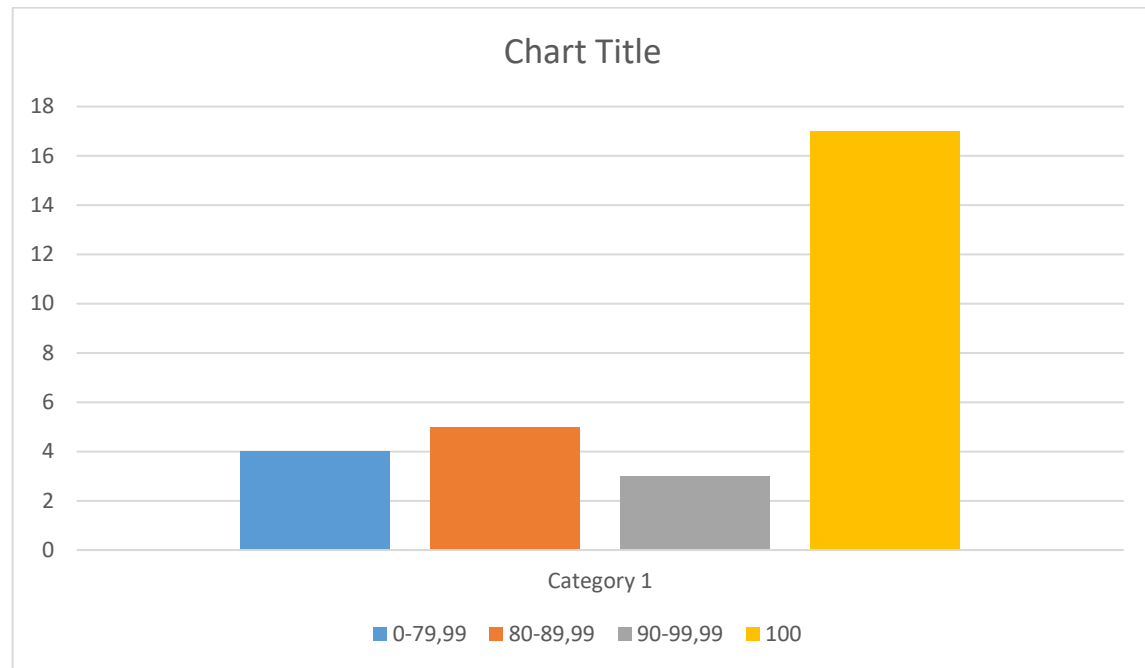
▪ **Επιδόσεις υπό μεταβλητές αποδόσεις κλίμακα**

Οι μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας αφορούν τη βραχυχρόνια περίοδο παραγωγής. Από τα δεδομένα παρατηρούμε ότι 17 εταιρείες θεωρούνται αποδοτικές με απόδοση 100% οι οποίες δεν συμπίπτουν με αυτές του έτους 2015. Αντίθετα αυξάνονται κατά 2 το 2016. Εδώ παρατηρούμε ότι το 2016 η μεγαλύτερη συγκέντρωση εταιρειών εμφανίζεται στο διάστημα των αποδοτικών ενώ την πιο χαμηλή αποδοτικότητα υπό μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας την έχει η Caroil με 30,51%.

Γράφημα 4.3: Αποδόσεις κλίμακας για το έτος 2016



Γράφημα 4.4: Αποδοτικότητα υπό VRS το 2016



4.4 Έτος Μελέτης 2017

Πίνακας 4.3: Αποτελέσματα EMS για το έτος 2017

	VRS	Returns to Scale
ΒΙΑΚΕΛ	100,00%	CRS
ΒΡΥΣΑΝΑΚΗΣ	100,00%	CRS
ΓΙΟΥΡΟΓΚΑΖ	100,00%	CRS
ΔΕΛΤΑ ΟΪΛ	100,00%	CRS
ΕΛΒΙΓΚΡΟ	100,00%	CRS
ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	100,00%	CRS

ΕΛΑΝΤΩΝΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ	100,00%	DRS
ΜΕΛΚΟ ΠΕΤΡΟΛΕΟΥΜ	15,63%	DRS
ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ	100,00%	DRS
ΜΠΙΤΟΥΛΑΪΝ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	22,68%	CRS
ΝΗΣΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	50,36%	CRS
ΟΙΚΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	100,00%	CRS
ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	35,22%	IRS
ΠΕΤΡΟΛΙΝ	20,57%	DRS
ΠΡΙΜΑΓΚΑΖ	30,52%	CRS
ΡΟΔΟΓΚΑΖ	62,08%	DRS
ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	100,00%	DRS
ΤΟΠ ΓΚΑΖ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	100,00%	CRS
ΥΓΡΑΕΡΙΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ	100,00%	DRS
ALFA WOOD	100,00%	DRS
ΒΙΤΥΜΙΧ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	43,63%	CRS
CAROIL ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	13,19%	IRS

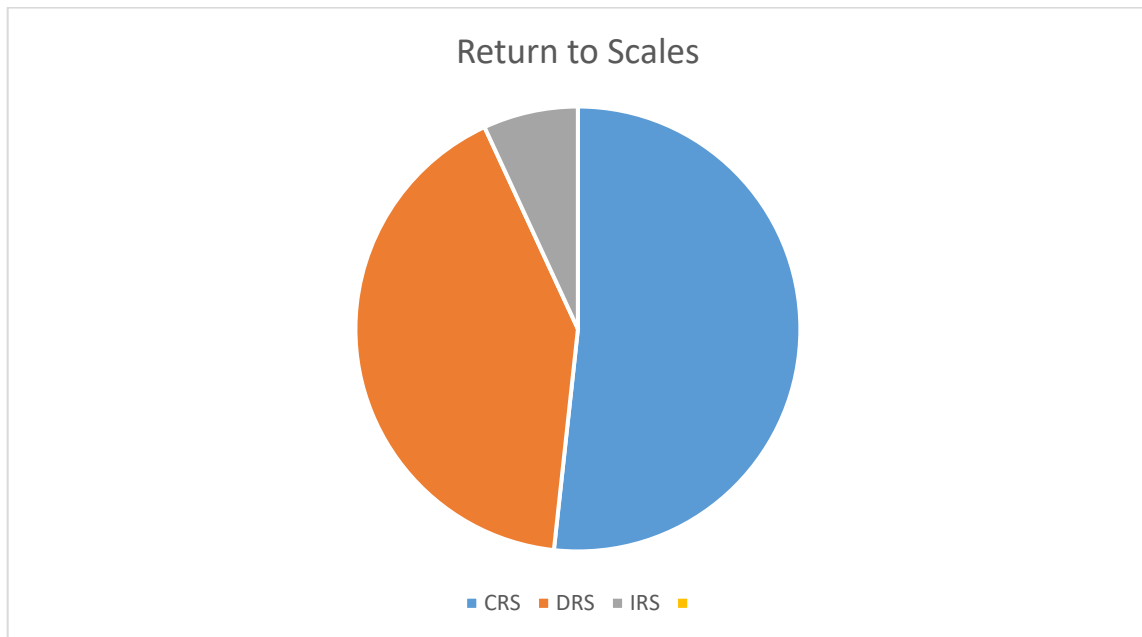
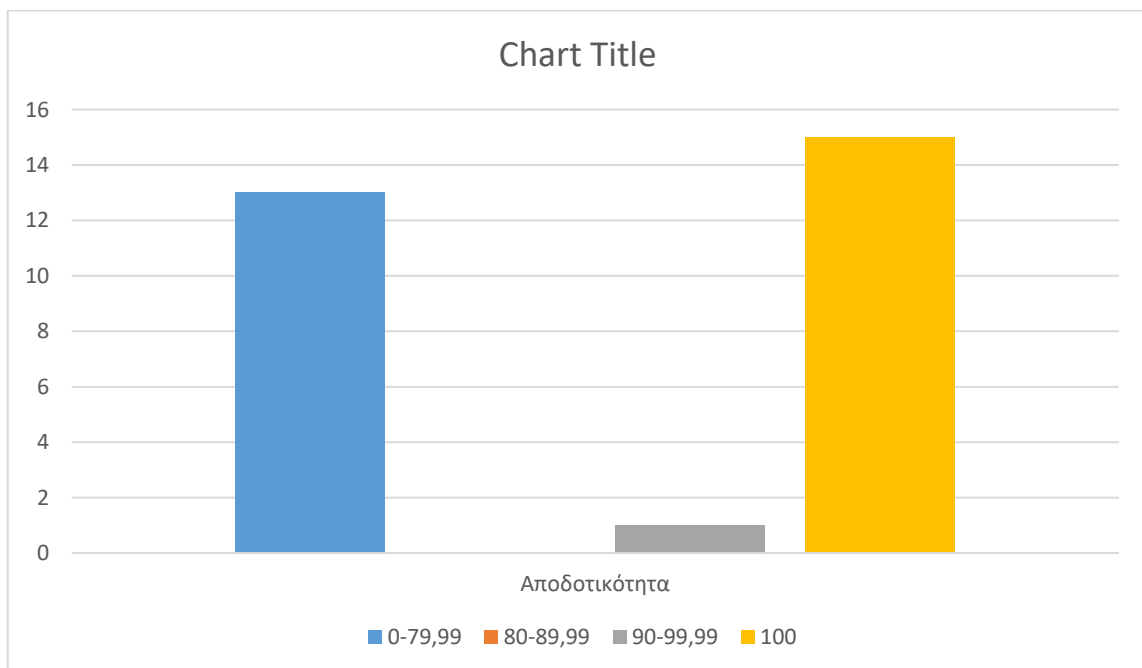
CORAL GAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	52,22%	DRS
ENERGAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	100,00%	CRS
S.K.S ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ	92,83%	DRS
SLIDER ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	41,77%	DRS
ENEL	27,30%	CRS
ENERGEAN	100,00%	DRS
ELPEDISON	14,51%	CRS

Οι επιχειρήσεις είναι αποδοτικές υπό VRS

▪ **Επιδόσεις υπό μεταβλητές αποδόσεις κλίμακα**

Από τα δεδομένα παρατηρούμε ότι 15 εταιρείες θεωρούνται αποδοτικές με απόδοση 100% οι οποίες δεν συμπίπτουν με αυτές του έτους 2016. Αντίθετα μειώνονται κατά 2 το 2017.

Πάλι παρατηρούμε ότι μεγαλύτερη συγκέντρωση εταιρειών εμφανίζεται στο διάστημα των αποδοτικών ενώ την πιο χαμηλή αποδοτικότητα υπό μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας την έχει η Caroil με 13,19%, η οποία είναι η ίδια εταιρεία με αυτήν του 2016 που είναι μη αποδοτική.

Γράφημα 4.5: Αποδόσεις κλίμακας για το έτος 2017**Γράφημα 4.6:** Αποδοτικότητα υπό VRS το 2017

4.5 Έτος Μελέτης 2018

Πίνακας 4.4: Αποτελέσματα EMS για το έτος 2018

	VRS	Returns to Scale
ΒΙΑΚΕΛ	100,00%	CRS
ΒΡΥΣΑΝΑΚΗΣ	100,00%	CRS
ΓΙΟΥΡΟΓΚΑΖ	100,00%	CRS
ΔΕΛΤΑ ΟΪΛ	100,00%	CRS
ΕΛΒΙΓΚΡΟ	100,00%	CRS
ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	100,00%	DRS
ΕΛΑΝΤΟΝΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ	100,00%	DRS
ΜΕΛΚΟ ΠΕΤΡΟΛΕΟΥΜ	79,54%	DRS
ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ	100,00%	DRS
ΜΠΙΤΟΥΛΑΪΝ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	79,42%	DRS
ΝΗΣΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	94,47%	DRS
ΟΙΚΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	100,00%	DRS
ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	100,00%	CRS
ΠΕΤΡΟΛΙΝ	71,84%	CRS
ΠΡΙΜΑΓΚΑΖ	100,00%	CRS

ΡΟΔΟΓΚΑΖ	100,00%	CRS
ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	100,00%	DRS
ΤΟΠ ΓΚΑΖ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	100,00%	CRS
ΥΓΡΑΕΡΙΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ	100,00%	DRS
ALFA WOOD	89,31%	DRS
ΒΙΤΥΜΙΧ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	64,87%	DRS
CAROIL ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	15,46%	DRS
CORAL GAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	100,00%	DRS
ENERGAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	100,00%	CRS
S.K.S ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ	74,14%	DRS
SLIDER ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	72,91%	DRS
ENEL	100,00%	DRS
ENERGEAN	64,78%	DRS
ELPEDISON	89,00%	DRS

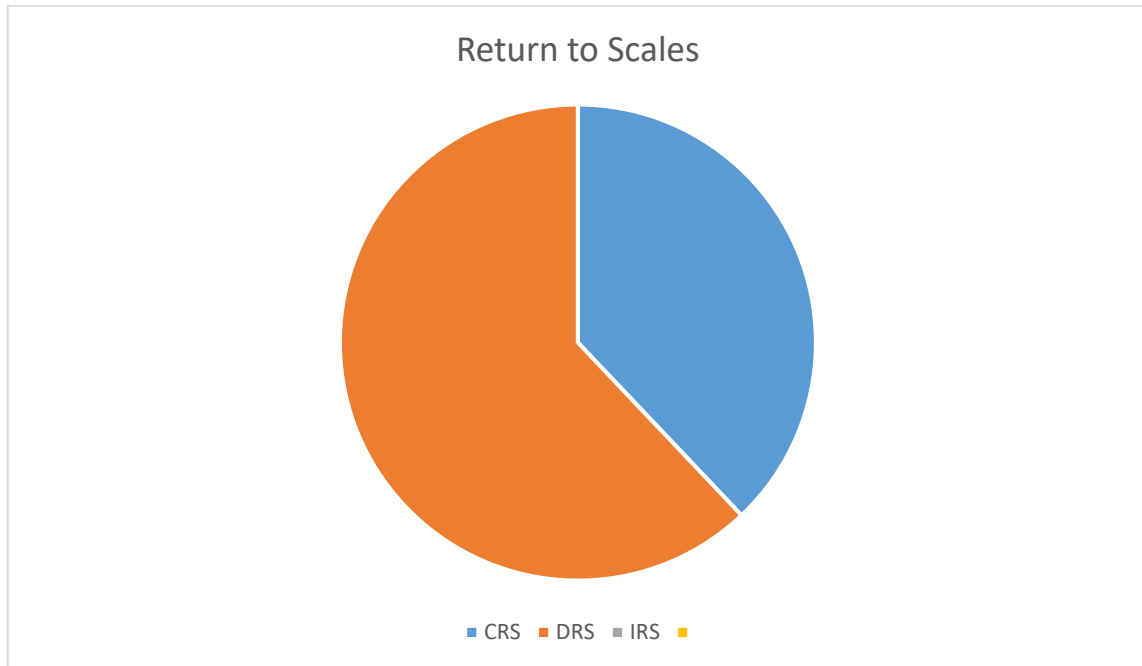
Οι επιχειρήσεις είναι αποδοτικές υπό VRS

▪ **Επιδόσεις υπό μεταβλητές αποδόσεις κλίμακα**

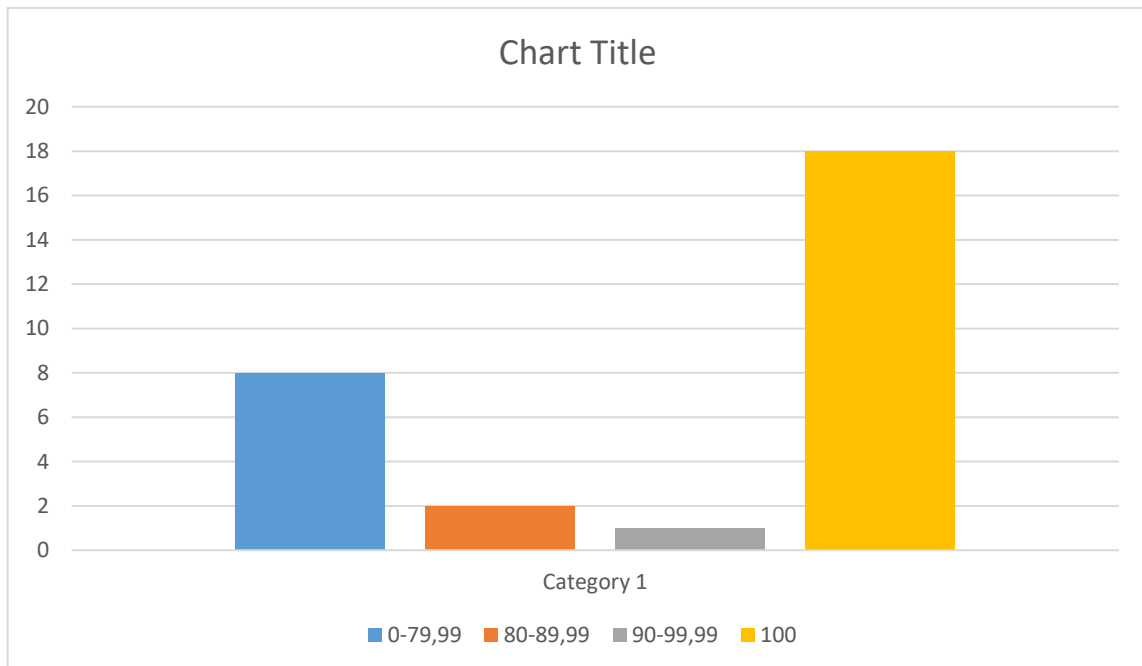
Από τα δεδομένα παρατηρούμε ότι 18 από τις 29 εταιρείες θεωρούνται αποδοτικές με απόδοση 100% οι οποίες δεν συμπίπτουν με αυτές του έτους 2017. Αντίθετα αυξάνονται κατά 3 το 2018.

Πάλι παρατηρούμε ότι μεγαλύτερη συγκέντρωση εταιρειών εμφανίζεται στο διάστημα των αποδοτικών ενώ την πιο χαμηλή αποδοτικότητα υπό μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας την έχει η Caroil με 15,46%, ίδια με αυτήν του 2015, 2016 και 2017. Παρατηρούμε ότι η Caroil καθ' όλα τα έτη της μελέτης έχει την χαμηλότερη απόδοση.

Γράφημα 4.7: Αποδόσεις κλίμακας για το έτος 2018



Γράφημα 4.8: Αποδοτικότητα υπό VRS το 2018



4.6 Υποαπασχόληση των εισροών

Η υποαπασχόληση των εισροών αφορά στο input excess ή στα slacks δηλαδή για ποιες εισροές χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες ποσότητες από αυτές που απαιτούνται από την Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων, έτσι ώστε να βρίσκεται στο αποδοτικό σύνορο. Δηλαδή είναι η ποσότητα των εισροών που μια επιχείρηση ή παραγωγική μονάδα μπορεί να μειώσει έτσι ώστε να βρίσκεται στο αποτελεσματικό όριο παράγοντας την ίδια ποσότητα εκροής. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι τιμές των Slacks των μη αποδοτικών παραγωγικών μονάδων που ωθούν τις συγκεκριμένες επιχειρήσεις στο αποδοτικό σύνορο. Από την ανάλυση των δεδομένων μας με το πρόγραμμα EMS προκύπτουν και τα slacks των επιχειρήσεων που είναι μη αποδοτικές. Οι επιχειρήσεις αυτές μπορούν να πάρουν αυτά τα slacks και ακολουθώντας την ακόλουθη μεθοδολογία μπορούν να εξάγουν χρήσιμα συμπεράσματα έτσι ώστε να γίνουν αποδοτικές. Η μεθοδολογία που απαιτείται με την βοήθεια των slacks προκειμένου να γίνει αποδοτική μια επιχείρηση είναι η ακόλουθη:

- Αν έχω slacks στις εισροές: Αρχική τιμή της εισροής της επιχείρησης * Αποδοτικότητα της επιχείρησης - slack της εισροής
- Αν έχω slacks στις εκροές: Αρχική τιμή της εκροής της επιχείρησης * Αποδοτικότητα της επιχείρησης + slack της εκροής

Παραδείγματος χάρι μπορούμε να πάρουμε την ΒΙΑΚΕΛ για το έτος 2015 που είναι μη αποδοτική με αποδοτικότητα 96,18%. Για την συγκεκριμένη επιχείρηση το πρόγραμμα EMS μας δίνει τα εξής slacks 919703,86 μονάδες στα ίδια κεφάλαια και 24521,51 μονάδες στα κέρδη προ φόρου. Η συγκεκριμένη επιχείρηση έχει αρχικά για το έτος 2015 370210,73 ,1745004,34 ,2014405,5 ,4168,32 ,2499312,89 , 14490,01 μονάδες αντίστοιχα στα πάγια, στα ίδια κεφάλαια, στο κόστος πωλήσεων, στις χρηματικές δαπάνες, στον κύκλο εργασιών και στα κέρδη προ φόρου. Έπειτα από την εφαρμογή των παραπάνω τύπων για τα slacks έχουμε ότι 758641,31 και 38458 πρέπει να φτάσει τις συγκεκριμένες μονάδες στα ίδια κεφάλαια και στα κέρδη προ φόρου αντίστοιχα προκειμένου να γίνει αποδοτική. Δηλαδή θα πρέπει να μειώσει από τις εισροές της και πιο συγκεκριμένα από τα ίδια κεφάλαια 986363,03 μονάδες προκειμένου να γίνει αποδοτική και να προστεθούν στις εκροές της και πιο συγκεκριμένα στα κέρδη προ φόρου 23967,99 , δηλαδή πρέπει να μειωθούν στο 52,70% τα ίδια κεφάλαια. Όμοια την ίδια διαδικασία μπορούν να ακολουθήσουν και οι υπόλοιπες επιχειρήσεις που είναι μη αποδοτικές προκειμένου να γίνουν αποδοτικές. Από τον παρακάτω πίνακα μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι οι περισσότερες μη αποδοτικές επιχειρήσεις καλούνται να μειώσουν τουλάχιστον 2 ή και περισσότερες εισροές προκειμένου να γίνουν αποδοτικές, καθώς επίσης και το γεγονός ότι σχεδόν όλες οι μη αποδοτικές φαίνεται πως πρέπει να μειώσουν τα πάγια τους έτσι ώστε να γίνουν αποδοτικές ενώ αντίθετα το κόστος πωλήσεων εμφανίζεται μόνο 5 φορές πως χρειάζεται μείωση για τα 4 έτη μελέτης, δηλαδή αποτελεί την εισροή με τις λιγότερες μειώσεις της προκειμένου μια μη αποδοτική να γίνει αποδοτική. Παρακάτω διατυπώνονται οι τιμές των slacks των μη αποδοτικών επιχειρήσεων για τα τέσσερα έτη μελέτης μας 2015-2018.

Πίνακας 4.5: Οι τιμές των Slacks για τα τέσσερα έτη μελέτης

		{S}ΠΑΓΙΑ {I}	{S}ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ {I}	{S}ΚΟΣΤΟΣ ΠΩΛΗΣΕΩΝ {I}	{S}ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ {I}	{S}ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ {O}	
ΒΙΑΚΕΛ	2015	0.000	919704,05(52,70%)	0.000	0.000	0.000	245
	2016	0.000	615236,93(40,94%)	0.000	0.000	0.000	288
	2017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
ΒΡΥΣΑΝΑΚΗΣ	2015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
ΓΙΟΥΡΟΓΚΑΖ	2015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
ΔΕΛ ΤΑ ΟΪΛ	2015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0

	2018	16.404.705,99(52,44%)	11.010.575,12(50,99%)	0.000	0.000	0.000	494
ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ	2015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
ΜΠΙΤΟΥΛΑΪΝ	2015	2.788,45(0,22%)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2016	0.000	305.299,06(18,67%)	0.000	3.215,93(23,51%)	0.000	71.
	2017	0.000	95.860,01(6,00%)	0.000	0.000	0.000	60.
	2018	0.000	601.650,47(39,07%)	0.000	20.802,70(41,06%)	0.000	91.
ΝΗΣΟΓΚΑΖ	2015	0.000	189.519,62(9,96%)	0.000	0.000	0.000	12.
	2016	0.000	525.844,93(28,39%)	0.000	0.000	0.000	92.
	2017	242.464,61(19,82%)	0.000	0.000	0.000	0.000	125.
	2018	0.000	682559,69(36,30%)	0.000	0.000	0.000	0.0
ΟΙΚΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	2015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
ΠΕΤ ΡΟΓ ΚΑΖ	2015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0

	2018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ΤΟΠ ΓΚΑΖ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	2015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ΥΓΡΑΕΡΙΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ	2015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ALFA WOOD	2015	5.924.440,15(36,29%)	0.000	0.000	324189,47(47,57%)	0.000	289
	2016	7.129.975,47(38,14%)	0.000	0.000	371.052,50	0.000	253
	2017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2018	7.994.722,79(43,60%)	4.133.468,26(36,42%)	0.000	0.000	0.000	251
BITUMIX	2015	89.138,13(8,72%)	0.000	0.000	1.263,75(9,76%)	0.000	0.000
	2016	0.000	3.913,11(0,26%)	0.000	0.000	0.000	0.000
	2017	0.000	72.346,46(4,93%)	0.000	0.000	0.000	312
	2018	0.000	188.633,57(14,54%)	0.000	412,80(3,43%)	0.000	188
CA ROI L	2015	0.000	538.157,24(11,07%)	0.000	66.311,56(42,00%)	344943(42,9%)	338

	2016	0.000	725.705,95(15,75%)	0.000	52.855,18(29,48%)	0.000	236
	2017	22.149,98(0,91%)	530.048,42(12,16%)	0.000	8.465,44(3,95%)	0.000	235
	2018	0.000	257.131,84(6,27%)	0.000	39.671,09(15,28%)	0.000	291
CORAL GAS	2015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2017	11.469.160,00(35,06%)	6594418,27(27,25%)	20259707,70(18,89%)	0.000	0.000	0.0
	2018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
ENERGAS	2015	62.919,47(16,35%)	0.000	0.000	8.015,13(36,42%)	0.000	4.9
	2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
S.K.S. ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ	2015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2017	236.048,48(62,50%)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2018	0.000	24.825,40(5,33%)	0.000	0.000	0.000	323
SLIDER	2015	561.378,50(24,30%)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2016	0.000	0.000	0.000	22.719,52(35,55%)	0.000	0.0
	2017	179.575,50(5,36%)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0

	2018	0.000	908.665,42(22,74%)	0.000	40.028,05(39,03%)	0.000	0.0
ENEL	2015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2017	52.000.351,88(25,85%)	22.737.547,39(25,19%)	0.000	6.492502,59(26,66%)	0.000	240
	2018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2015	40.440.547,86(22,95%)	0.000	0.000	8.523.942,28(47,32%)	0.000	0.0
ENERGEAN	2016	121489516,61(24,87%)	61.499.674,22(30,13%)	0.000	0.000	0.000	0.0
	2017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
	2018	3.792.180,83(1,25%)	0.000	0.000	3.034.539,80(17,87%)	0.000	44.
	2015	132.532.614,64(39,14%)	38.280.625,76(33,19%)	0.000	0.000	0.000	33.
ELPEDISON	2016	113.018.821,81(37,88%)	0.000	0.000	0.000	0.000	31.
	2017	21.873.986,50(8,04%)	0.000	21361147,97(5,40%)	1.162.765,53(8,64%)	0.000	0.0
	2018	145.728.826,98(59,08%)	0.000	0.000	7.587.687,20(70,07%)	0.000	0.0

4.7 Ανάλυση του δείκτη Malmquist (MPI)

Η μαθηματική διατύπωση του δείκτη αυτού έχει δοθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο της εργασίας. Στο κεφάλαιο αυτό, θα αναλυθούν τα αποτελέσματα του δείκτη αυτού για τις επιχειρήσεις του κλάδου μας το διάστημα από το 2015-2018. Να επισημανθεί ότι 29 επιχειρήσεις λειτουργούσαν καθόλα την διάρκεια των ετών αυτών της μελέτης. Σκοπός είναι να μελετηθεί η μεταβολή στην αποδοτικότητα και παραγωγικότητα των επιχειρήσεων αυτών, πράγμα που μπορεί να επιτευχθεί μέσα από την χρήση του MPI. Ο δείκτης παραγωγικότητας Malmquist, έχει στοιχεία τα οποία χρησιμοποιούνται στην διαδικασία μέτρησης της απόδοσης, όπως είναι:

- Μεταβολές στην τεχνική αποδοτικότητα
- Μεταβολές στην τεχνολογία
- Μεταβολές στην καθαρή τεχνική αποδοτικότητα
- Μεταβολές στην αποδοτικότητα κλίμακας
- Μεταβολές στον Total Factor Productivity (TFP)

Μέσα από την ανάλυση αυτή θα εξακριβωθεί το πόσες και ποιες επιχειρήσεις σημείωσαν βελτίωση στις μεταβολές στα παραπάνω είδη αποδοτικότητας. Παράλληλα, ο TFP, μας δίνει πληροφορίες για όλους τους παράγοντες που αφορούν την διαδικασία παραγωγής. Εξετάζοντας τον για μια μία δεδομένη χρονική περίοδο και αναλύοντας τις μεταβολές που εμφανίζει στο χρόνο, έχει σαν αποτέλεσμα την εξαγωγή σημαντικών και αξιόπιστων αποτελεσμάτων. Ο TFP περιέχει τα δύο βασικά στοιχεία που είναι απαραίτητα έτσι ώστε να παρθούν αποφάσεις σχετικά με την εξέλιξη των επιχειρήσεων. Αυτά είναι οι μεταβολές στην τεχνική αποδοτικότητα και η μεταβολή στο τεχνολογικό επίπεδο.

Παρακάτω ακολουθούν πίνακες που παρουσιάζουν την CRS αποδοτικότητα σε σχέση με το τεχνολογικό επίπεδο για κάθε έτος της μελέτης. Επίσης, αναπαρίσταται και για κάθε έτος η τιμή της VRS αποδοτικότητας για το προς ανάλυση έτος, καθώς και οι μέσοι όροι για τα δεδομένα αυτά. Με την μέθοδο αυτήν, υπολογίζονται οι μεταβολές της αποδοτικότητας λόγω βελτιώσεων της διοίκησης μιας επιχείρησης, αφορά την καθαρή τεχνική αποδοτικότητα (δηλαδή που προκύπτει μέσω της VRS υπόθεσης), ή και σε μεταβολές που αφορούν το μέγεθος της επιχείρησης, που αυτό αφορά βέβαια την αποδοτικότητα κλίμακας.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην μέθοδο αυτήν είναι τα δεδομένα για όλα τα έτη της μελέτης μας από το 2015-2018. Στις εισροές και στις εκροές αυτές όμως εμπεριέχεται η τιμή του πληθωρισμού. Για τον λόγο αυτόν θα πρέπει να αποπληθωριστούν οι τιμές αυτές των εισροών και των εκροών για την ορθότητα της μελέτης μας. Σαν έτος βάσης επιλέχθηκε το 2015 οπότε οι υπόλοιπες τιμές των ετών 2016-2018 μετατράπηκαν με βάση αυτό το έτος.

Για την μετατροπή αυτήν χρησιμοποιήθηκε ο Δείκτης Τιμών Καταναλωτή (ΔTK), ο οποίος δίνεται από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), ο οποίος αποτελεί απαραίτητο εργαλείο για την υλοποίηση του αποπληθωρισμού των τιμών. Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας που μας δίνει τις τιμές του ΔTK για τα τέσσερα έτη τη μελέτης μας 2015-2018.

Πίνακας 4.6 : Δείκτης Τιμών Καταναλωτή σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ

Έτος	Δεδομένα	ΔΤΚ	Προσαρμοσμένος ΔΤΚ	Μεταβολές	Πραγματικές τιμές
2015	NV2015	105,521	100	-	RV2015
2016	NV2016	104,649	99,17	-0,8	RV2016
2017	NV2017	105,823	100,28	1,1	RV2017
2018	NV2018	106,48	100,88	0,6	RV2018

Όπου οι RV (Real Values) είναι οι πραγματικές τιμές δηλαδή οι τιμές χωρίς των πληθωρισμό, ενώ οι NV (Nominal Values) είναι τα δεδομένα μας με πληθωρισμό. Για τον υπολογισμό των πραγματικών τιμών, οι οποίες είναι και αυτές που θα χρησιμοποιηθούν για ανάλυση, δίνεται ο παρακάτω τύπος:

$$Real\ Values = \frac{Nominal\ Values}{\frac{Προσαρμοσμένος\ ΔΤΚ}{100}}$$

Πίνακας 4.7: Δείκτης Malmquist για το 2015

DMUs	CRS for 2015	CRS for 2016	VRS for 2015
ΒΙΑΚΕΛ	0.951	0.930	0.962
ΒΡΥΣΑΝΑΚΗΣ	1.000	1.777	1.000
ΓΙΟΥΡΟΓΚΑΖ	1.000	6.305	1.000
ΔΕΛΤΑ ΟΪΛ	1.000	14.857	1.000
ΕΛΒΙΓΚΡΟ	1.000	1.075	1.000
ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	0.775	0.790	1.000
ΕΛΑΝΤΟΝΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ	0.899	0.934	0.903
ΜΕΛΚΟ ΠΕΤΡΟΛΕΟΥΜ	0.598	0.756	0.814

ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ	0.837	0.888	1.000
ΜΠΙΤΟΥΛΑΪΝ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	0.778	0.886	0.779
ΝΗΣΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.954	0.979	0.964
ΟΙΚΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	0.758	0.941	0.941
ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	1.000	1.032	1.000
ΠΕΤΡΟΛΙΝ	0.676	0.728	0.699
ΠΡΙΜΑΓΚΑΖ	1.000	0.994	1.000
ΡΟΔΟΓΚΑΖ	0.865	0.882	0.868
ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	0.934	1.055	1.000
ΤΟΠ ΓΚΑΖ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	1.000	1.383	1.000
ΥΓΡΑΕΡΙΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ	0.890	0.936	0.927
ALFA WOOD	0.516	0.567	0.517
BITUMIX ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	0.875	1.061	0.876
CAROL ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	0.300	0.623	0.428
CORAL GAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.933	0.956	1.000
ENERGAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.941	0.946	0.963
S.K.S ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ	1.000	1.195	1.000
SLIDER ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	0.818	0.909	0.834
ENEL	0.860	1.046	1.000
ENERGEAN	0.466	0.466	0.501

ELPEDISON	0.583	0.599	0.726
Mean	0.835	1.603	0.866

Πίνακας 4.8: Δείκτης Malmquist για το 2016

DMUs	CRS for 2015	CRS for 2016	CRS for 2017	VRS for 2016
ΒΙΑΚΕΛ	0.837	0.826	0.894	0.888
ΒΡΥΣΑΝΑΚΗΣ	0.800	0.935	1.227	1.000
ΓΙΟΥΡΟΓΚΑΖ	1.054	1.000	2.901	1.000
ΔΕΛΤΑ ΟΪΛ	1.005	0.977	0.958	0.984
ΕΛΒΙΓΚΡΟ	1.307	1.000	1.922	1.000
ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	0.794	0.827	0.770	1.000
ΕΛΑΝΤΟΝΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ	0.920	0.948	0.890	0.961
ΜΕΛΚΟ ΠΕΤΡΟΛΕΟΥΜ	0.591	0.777	0.687	0.870
ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ	0.811	0.823	0.827	1.000
ΜΗΤΟΥΛΑΪΝ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	0.700	0.826	0.739	0.827
ΝΗΣΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.940	0.968	0.952	0.998
ΟΙΚΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	1.882	1.000	1.150	1.000
ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	0.995	1.000	1.029	1.000
ΠΕΤΡΟΛΙΝ	0.665	0.748	0.628	0.782
ΠΡΙΜΑΓΚΑΖ	1.029	1.000	1.049	1.000

ΡΟΛΟΓΚΑΖ	0.890	1.000	0.941	1.000
ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	0.817	1.000	0.866	1.000
ΤΟΠ ΓΚΑΖ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.987	1.000	0.997	1.000
ΥΓΡΑΕΡΙΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ	0.931	0.969	0.947	1.000
ALFA WOOD	0.586	0.581	0.556	0.585
BITUMIX ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	0.823	1.000	0.938	1.000
CAROIL ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	0.309	0.624	0.560	0.709
CORAL GAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.897	0.920	0.910	1.000
ENERGAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.527	0.540	0.542	1.000
S.K.S ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ	1.063	1.000	1.149	1.000
SLIDER ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	0.788	0.891	0.775	0.915
ENEL	0.983	1.000	1.085	1.000
ENERGEAN	0.238	0.469	0.433	0.471
ELPEDISON	0.701	0.705	0.691	0.830
Mean	0.858	0.874	0.966	0.925

Πίνακας 4.9: Δείκτης Malmquist για το 2017

DMUs	CRS for 2016	CRS for 2017	CRS for 2018	VRS for 2017
ΒΙΑΚΕΛ	2.708	1.000	1.016	1.000
ΒΡΥΣΑΝΑΚΗΣ	1.574	1.000	2.232	1.000
ΓΙΟΥΡΟΓΚΑΖ	1.169	1.000	0.965	1.000
ΔΕΛΤΑ ΟΪΛ	1.024	1.000	0.964	1.000

ΕΛΒΙΓΚΡΟ	1.518	1.000	51.226	1.000
ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	0.823	0.772	0.818	1.000
ΕΛΑΝΤΟΝΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ	0.926	0.836	0.906	0.955
ΜΕΛΚΟ ΠΕΤΡΟΛΕΟΥΜ	0.726	0.632	0.665	0.778
ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ	0.830	0.824	0.829	1.000
ΜΠΙΤΟΥΛΑΪΝ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	0.887	0.760	0.817	0.894
ΝΗΣΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.963	0.945	0.974	0.998
ΟΙΚΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	1.275	1.000	1.037	1.000
ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	1.079	1.000	1.018	1.000
ΠΕΤΡΟΛΙΝ	0.665	0.566	0.618	0.607
ΠΡΙΜΑΓΚΑΖ	0.959	1.000	0.988	1.000
ΡΟΔΟΓΚΑΖ	1.190	1.000	1.150	1.000
ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	1.169	0.984	0.824	1.000
ΤΟΠ ΓΚΑΖ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	1.194	1.000	1.097	1.000
ΥΓΡΑΕΡΙΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ	0.947	0.930	0.962	1.000
ALFA WOOD	0.906	0.922	0.920	0.949
BITUMIX ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	0.926	0.822	0.867	0.965
CAROIL ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	0.604	0.546	0.290	0.549
CORAL GAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.919	0.912	0.923	1.000

ENERGAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.722	0.725	0.828	1.000
S.K.S ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ	1.166	1.000	1.136	1.000
SLIDER ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	0.853	0.718	0.810	0.874
ENEL	1.098	1.000	1.073	1.000
ENERGEAN	0.730	0.717	0.772	0.789
ELPEDISON	0.748	0.756	0.763	0.900
Mean	1.045	0.875	2.672	0.940

Πίνακας 4.10: Δείκτης Malmquist για το 2018

DMUs	CRS for 2017	CRS for 2018	VRS for 2018
ΒΙΑΚΕΛ	1.335	1.000	1.000
ΒΡΥΣΑΝΑΚΗΣ	3.353	1.000	1.000
ΓΙΟΥΡΟΓΚΑΖ	3.691	1.000	1.000
ΔΕΛΤΑ ΟΪΛ	1.128	1.000	1.000
ΕΛΒΙΓΚΡΟ	0.993	1.000	1.000
ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	0.775	0.803	1.000
ΕΛΑΝΤΟΝΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ	0.823	0.910	0.961
ΜΕΛΚΟ ΠΕΤΡΟΛΕΟΥΜ	0.632	0.664	0.843
ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ	0.877	0.884	1.000
ΜΠΙΤΟΥΛΑΪΝ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	0.673	0.787	0.872

ΝΗΣΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.918	0.945	0.956
ΟΙΚΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	1.073	1.000	1.000
ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	1.023	1.000	1.000
ΠΕΤΡΟΛΙΝ	0.830	0.916	1.000
ΠΡΙΜΑΓΚΑΖ	1.046	1.000	1.000
ΡΟΔΟΓΚΑΖ	0.971	1.000	1.000
ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	0.768	0.679	1.000
ΤΟΠ ΓΚΑΖ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	1.106	1.000	1.000
ΥΓΡΑΕΡΙΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ	0.959	0.988	1.000
ALFA WOOD	0.850	0.873	0.905
BITUMIX ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	0.754	0.765	0.926
CAROIL ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	0.469	0.238	0.447
CORAL GAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.907	0.918	1.000
ENERGAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.063	0.084	1.000
S.K.S ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ	0.799	0.865	0.962
SLIDER ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	0.685	0.791	0.907
ENEL	1.258	0.762	1.000
ENERGEAN	0.668	0.537	0.705
ELPEDISON	0.750	0.743	0.896
Mean	1.041	0.833	0.944

Από την ανάλυση των δεδομένων μας παρατηρούνται ότι ορισμένες τιμές είναι πολύ μεγάλες. Αυτό σημαίνει ότι η επιχείρηση προβλέπεται να έχει μεγάλη αποδοτικότητα στο μέλλον ή οι τιμές των μεταβλητών της να αυξάνονται καθόλα την διάρκεια μελέτης. Για παράδειγμα παρατηρείται ότι η ΕΛΒΙΓΚΡΟ έχει πολύ υψηλή τιμή CRS και παρατηρούμε ότι στα δεδομένα μας υπάρχει μεγάλη αύξηση στα πάγια καθόλη την διάρκεια της μελέτης, όμοια συμβαίνει και στις υπόλοιπες που παρατηρούνται μεγάλες τιμές. Ωστόσο δεν έχει παρατηρηθεί πουθενά στην βιβλιογραφία μια τέτοια ακραία περίπτωση.

Παρατηρείτε ότι η VRS αποδοτικότητα αυξάνεται από το 2015 που ήταν 86,60% σε 92,50% το 2016, καθώς και το 2017 αυξάνεται σε 94,00% ενώ το 2018 παρατηρείται αύξηση σε 94,40%. Ωστόσο, ο αριθμός των αποδοτικών επιχειρήσεων δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες μεταβολές. Συγκεκριμένα, από τις 29 επιχειρήσεις οι 15 είναι αποδοτικές για το 2015, με βάση την VRS αποδοτικότητα, ενώ τα επόμενα δύο έτη 2016 και 2017, οι αποδοτικές επιχειρήσεις είναι 17 και 15 αντίστοιχα, ενώ το 2018 οι επιχειρήσεις αυξάνονται σε 18 αποδοτικές. Ακολουθεί πίνακας, όπου παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στοιχεία του δείκτη Malmquist για τα έτη 2016-2018. Αν οι τιμές είναι μεγαλύτερες της μονάδας παρουσιάζει βελτίωση στον τομέα αυτόν, αν είναι μικρότερες της μονάδας δεν εμφανίζει βελτίωση ενώ ίσες με την μονάδα παραμένει σταθερή. Πριν την παρουσίαση των πινάκων, προηγείται η επεξήγηση ορισμένων εννοιών του πίνακα:

- effch: Σημαίνει "Efficiency Change" και είναι η μεταβολή της τεχνικής αποδοτικότητας που προκύπτει από το CRS σύνορο.
- techch: Σημαίνει "Technological Change" και είναι η μεταβολή στο επίπεδο της τεχνολογίας.
- pech: Σημαίνει "Pure Efficiency Change" και είναι η μεταβολή της καθαρής τεχνικής αποδοτικότητας που προκύπτει από το VRS σύνορο.
- sech: Σημαίνει "Scale Efficiency Change" και είναι η μεταβολή της αποδοτικότητας κλίμακας.
- tfrch: Σημαίνει "Total Productivity Factor Change" και είναι η μεταβολή του Total Productivity Factor.

Πίνακας 4.11: Τα στοιχεία του δείκτη Malmquist για το κάθε έτος 2016-2018

	DMU	Effch	Techch	Pech	Sech	Tfpch
2016	ΒΙΑΚΕΛ	0.869	1.018	0.923	0.941	0.885
	ΒΡΥΣΑΝΑΚΗΣ	0.935	0.694	1.000	0.935	0.649
	ΓΙΟΥΡΟΓΚΑΖ	1.000	0.409	1.000	1.000	0.409
	ΔΕΛΤΑ ΟΪΛ	0.977	0.263	0.984	0.993	0.257
	ΕΛΒΙΓΚΡΟ	1.000	1.102	1.000	1.000	1.102
	ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	1.067	0.970	1.000	1.067	1.035
	ΕΛΝΤΟΝΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ	1.054	0.967	1.064	0.990	1.019
	ΜΕΛΚΟ ΠΕΤΡΟΛΕΟΥΜ	1.299	0.776	1.069	1.215	1.007
	ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ	0.982	0.964	1.000	0.982	0.947
	ΜΠΙΤΟΥΛΑΪΝ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	1.063	0.863	1.062	1.001	0.917
	ΝΗΣΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	1.015	0.973	1.035	0.980	0.987
	ΟΙΚΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	1.320	1.231	1.062	1.242	1.625
	ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	1.000	0.982	1.000	1.000	0.982
	ΠΕΤΡΟΛΙΝ	1.106	0.909	1.119	0.989	1.006

	ΠΡΙΜΑΓΚΑΖ	1.000	1.017	1.000	1.000	1.017
	ΡΟΔΟΓΚΑΖ	1.156	0.935	1.153	1.003	1.080
	ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	1.071	0.850	1.000	1.071	0.910
	ΤΟΠ ΓΚΑΖ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	1.000	0.845	1.000	1.000	0.845
	ΥΓΡΑΕΡΙΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ	1.089	0.956	1.078	1.010	1.041
	ALFA WOOD	1.125	0.959	1.131	0.995	1.079
	ΒΙΤΥΜΙΧ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	1.143	0.824	1.141	1.001	0.941
	CAROIL ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	2.083	0.488	1.656	1.258	1.016
	CORAL GAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.987	0.975	1.000	0.987	0.962
	ENERGAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.574	0.985	1.038	0.553	0.566
	S.K.S ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ	1.000	0.943	1.000	1.000	0.943
	SLIDER ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	1.090	0.892	1.096	0.995	0.972
	ENEL	1.163	0.899	1.000	1.163	1.045
	ENERGEAN	1.006	0.712	0.939	1.071	0.717
	ELPEDISON	1.208	0.984	1.143	1.056	1.188
	mean	1.061	0.843	1.052	1.009	0.894
2017	ΒΙΑΚΕΛ	1.211	1.581	1.126	1.075	1.915

ΒΡΥΣΑΝΑΚΗΣ	1.070	1.095	1.000	1.070	1.172
ΓΙΟΥΡΟΓΚΑΖ	1.000	0.635	1.000	1.000	0.635
ΔΕΛΤΑ ΟΪΛ	1.024	1.022	1.017	1.007	1.046
ΕΛΒΙΓΚΡΟ	1.000	0.889	1.000	1.000	0.889
ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	0.934	1.070	1.000	0.934	0.999
ΕΛΑΝΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ	0.882	1.086	0.994	0.888	0.958
ΜΕΛΚΟ ΠΕΤΡΟΛΕΟΥΜ	0.814	1.140	0.894	0.910	0.927
ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ	1.002	1.001	1.000	1.002	1.003
ΜΠΙΤΟΥΛΑΪΝ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	0.920	1.142	1.082	0.851	1.051
ΝΗΣΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.976	1.018	1.000	0.977	0.994
ΟΙΚΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	1.000	1.053	1.000	1.000	1.053
ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	1.000	1.024	1.000	1.000	1.024
ΠΕΤΡΟΛΙΝ	0.756	1.184	0.776	0.974	0.895
ΠΡΙΜΑΓΚΑΖ	1.000	0.956	1.000	1.000	0.956
ΡΟΔΟΓΚΑΖ	1.000	1.125	1.000	1.000	1.125
ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	0.984	1.171	1.000	0.984	1.153

	ΤΟΠ ΓΚΑΖ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	1.000	1.094	1.000	1.000	1.094
	ΥΓΡΑΕΡΙΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ	0.960	1.021	1.000	0.960	0.980
	ALFA WOOD	1.587	1.013	1.624	0.978	1.608
	ΒΙΤΥΜΙΧ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	0.822	1.096	0.965	0.852	0.901
	CAROIL ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	0.874	1.111	0.774	1.130	0.970
	CORAL GAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.991	1.010	1.000	0.991	1.000
	ENERGAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	1.343	0.996	1.000	1.343	1.338
	S.K.S ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ	1.000	1.007	1.000	1.000	1.007
	SLIDER ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	0.806	1.169	0.956	0.843	0.942
	ENEL	1.000	1.006	1.000	1.000	1.006
	ENERGEAN	1.530	1.050	1.676	0.913	1.606
	ELPEDISON	1.074	1.004	1.084	0.990	1.078
	mean	1.005	1.051	1.020	0.985	1.056
2018	ΒΙΑΚΕΛ	1.000	1.146	1.000	1.000	1.146

ΒΡΥΣΑΝΑΚΗΣ	1.000	1.226	1.000	1.000	1.226
ΓΙΟΥΡΟΓΚΑΖ	1.000	1.956	1.000	1.000	1.956
ΔΕΛΤΑ ΟΪΛ	1.000	1.082	1.000	1.000	1.082
ΕΛΒΙΓΚΡΟ	1.000	0.139	1.000	1.000	0.139
ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	1.040	0.954	1.000	1.040	0.993
ΕΛΑΝΤΟΝΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ	1.088	0.914	1.006	1.082	0.994
ΜΕΛΚΟ ΠΕΤΡΟΛΕΟΥΜ	1.051	0.951	1.084	0.970	0.999
ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ	1.073	0.993	1.000	1.073	1.065
ΜΠΙΤΟΥΛΑΪΝ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	1.035	0.892	0.975	1.062	0.923
ΝΗΣΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	1.000	0.971	0.958	1.043	0.971
ΟΙΚΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	1.000	1.017	1.000	1.000	1.017
ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	1.000	1.003	1.000	1.000	1.003
ΠΕΤΡΟΛΙΝ	1.619	0.911	1.648	0.982	1.475
ΠΡΙΜΑΓΚΑΖ	1.000	1.029	1.000	1.000	1.029
ΡΟΔΟΓΚΑΖ	1.000	0.919	1.000	1.000	0.919
ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	0.690	1.162	1.000	0.690	0.802
ΤΟΠ ΓΚΑΖ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	1.000	1.004	1.000	1.000	1.004

ΥΓΡΑΕΡΙΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ	1.062	0.969	1.000	1.062	1.029
ALFA WOOD	0.947	0.988	0.953	0.993	0.935
ΒΙΤΥΜΙΧ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	0.930	0.967	0.959	0.970	0.899
CAROIL ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	0.437	1.925	0.814	0.537	0.841
CORAL GAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	1.007	0.988	1.000	1.007	0.995
ENERGAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.116	0.810	1.000	0.116	0.094
S.K.S ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ	0.865	0.902	0.962	0.899	0.780
SLIDER ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	1.101	0.876	1.038	1.061	0.965
ENEL	0.762	1.240	1.000	0.762	0.946
ENERGEAN	0.749	1.075	0.893	0.838	0.805
ELPEDISON	0.982	1.000	0.996	0.986	0.982
mean	0.893	0.973	1.004	0.890	0.869

Πίνακας 4.12: Συνολικά τα στοιχεία του Malmquist για τα τέσσερα έτη μελέτης

	DMU	Effch	Techch	Pech	Sech	Tfpch
2016-2018 Συνολικά	ΒΙΑΚΕΛ	1.017	1.227	1.013	1.004	1.248
	ΒΡΥΣΑΝΑΚΗΣ	1.000	0.977	1.000	1.000	0.977
	ΓΙΟΥΡΟΓΚΑΖ	1.000	0.798	1.000	1.000	0.798
	ΔΕΛΤΑ ΟΪΛ	1.000	0.663	1.000	1.000	0.663
	ΕΛΒΙΓΚΡΟ	1.000	0.515	1.000	1.000	0.515
	ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	1.012	0.997	1.000	1.012	1.009
	ΕΛΑΝΤΟΝΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ	1.004	0.986	1.021	0.983	0.990
	ΜΕΛΚΟ ΠΕΤΡΟΛΕΟΥΜ	1.035	0.944	1.012	1.024	0.977
	ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ	1.018	0.986	1.000	1.018	1.004
	ΜΠΙΤΟΥΛΑΪΝ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	1.004	0.958	1.038	0.967	0.962
	ΝΗΣΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.997	0.987	0.997	1.000	0.984
	ΟΙΚΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	1.097	1.097	1.020	1.075	1.203
	ΠΕΤΡΟΓΚΑΖ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ	1.000	1.003	1.000	1.000	1.003

ΠΕΤΡΟΛΙΝ	1.106	0.993	1.127	0.982	1.099
ΠΡΙΜΑΓΚΑΖ	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
ΡΟΔΟΓΚΑΖ	1.049	0.989	1.049	1.001	1.037
ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	0.899	1.050	1.000	0.899	0.944
ΤΟΠ ΓΚΑΖ ΥΓΡΑΕΡΙΑ	1.000	0.975	1.000	1.000	0.975
ΥΓΡΑΕΡΙΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ	1.036	0.981	1.026	1.010	1.016
ALFA WOOD	1.191	0.986	1.205	0.988	1.175
ΒΙΤΥΜΙΧ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	0.956	0.956	1.018	0.939	0.914
CAROIL ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	0.927	1.014	1.014	0.914	0.939
CORAL GAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.995	0.991	1.000	0.995	0.986
ENERGAS ΥΓΡΑΕΡΙΑ	0.447	0.927	1.013	0.441	0.414
S.K.S ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ	0.953	0.950	0.987	0.965	0.905
SLIDER ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	0.989	0.970	1.028	0.962	0.959
ENEL	0.961	1.039	1.000	0.961	0.998
ENERGEAN	1.048	0.930	1.120	0.936	0.975
ELPEDISON	1.084	0.996	1.073	1.010	1.080
mean	0.984	0.952	1.025	0.960	0.936

Στους παραπάνω πίνακες διατυπώνονται οι μεταβολές της τεχνικής αποδοτικότητας, της τεχνολογίας, της καθαρής τεχνικής αποδοτικότητας, της αποδοτικότητας κλίμακας και του Total Productivity Factor. Ο $MPI = tprch = effch * techch = pech * sech * techch$. Από αυτόν τον τύπο έχουμε ότι αν $MPI > 1$ έχουμε αύξηση στην παραγωγικότητα, αν $MPI < 1$ έχουμε μείωση ενώ αν $MPI = 0$ παραμένει σταθερή και για $Effch > 1$ $Techch > 1$ έχουμε βελτίωση στην τεχνική αποδοτικότητα και στην τεχνολογία $Effch < 1$ $Techch < 1$ επιδείνωση αντίστοιχα στην τεχνική αποδοτικότητα και στην τεχνολογία ενώ αν $Effch = 1$ $Techch = 1$ παραμένει η ίδια. Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούμαι ότι από τις 29 επιχειρήσεις οι 13 εμφανίζουν βελτιώσεις στην τεχνική αποδοτικότητα, 9 εμφανίζουν πτώση και 7 δεν παρουσιάζουν καμία μεταβολή, σε επίπεδο τεχνολογίας 6 εμφανίζουν βελτιώσεις, 22 εμφανίζουν πτώση και 1 παραμένει ίδια, στην μεταβολή της καθαρής τεχνικής αποδοτικότητας οι 15 εμφανίζουν βελτιώσεις, 2 πτώση και 12 παραμένουν σταθερούς, στην μεταβολή της αποδοτικότητας κλίμακας 8 βελτιώνονται 13 εμφανίζουν πτώση και 8 παραμένουν σταθερές και τέλος για τον Total Productivity Factor οι 10 βελτιώνονται 1 εμφανίζει πτώση και 18 παραμένουν σταθερές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

5.1 Συμπεράσματα-Προτάσεις

Στο τελευταίο αυτό κεφάλαιο της μελέτης διατυπώνουμε τα συμπεράσματα που έχουμε εξάγει από την επεξεργασία μας από την ΠΑΔ και κάνουμε κάποιες προτάσεις για την βελτίωση της λειτουργίας των υπό μελέτη επιχειρήσεων.

Είναι σημαντικό για τις επιχειρήσεις στην εποχή μας να ελέγχουν ανά τακτά χρονικά διαστήματα τις επιδόσεις τους με έρευνες σαν τη συγκεκριμένη λόγω του ότι ο ανταγωνισμός έχει αυξηθεί και της μείωσης της αγοραστικής δύναμης των επιχειρήσεων. Η επίτευξη κέρδους έρχεται μέσα από την όσο δυνατόν καλύτερη αξιοποίηση των διάφορων πόρων που είναι προς διάθεση και την καλύτερη λειτουργία της παραγωγής. Συνεπώς, η αύξηση της αποδοτικότητας συνδέεται και με την επίτευξη του μεγαλύτερου κέρδους σε μια επιχείρηση. Υπάρχουν ωστόσο και άλλοι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη στην επίτευξη του κέρδους. Βέβαια, πολλές είναι και οι διαφορετικές προσεγγίσεις σχετικά με την αποδοτικότητα. Υπάρχουν προσεγγίσεις κερδοφορίας, προσεγγίσεις σχετικές με την παραγωγική διαδικασία, προσεγγίσεις σχετικά με το φυσικό περιβάλλον κ.α..

Στη συγκεκριμένη εργασία έχει χρησιμοποιηθεί ένα μεγάλο πλήθος τόσο εισροών όσο και εκροών στο μοντέλο της ΠΑΔ ανάλογα πάντα με τους επιθυμητούς προς μελέτη δείκτες του ισολογισμού. Κατά την ανάλυση των δεδομένων προέκυψαν ορισμένα προβλήματα τα οποία έχουν αναφερθεί μέσα στην εργασία αλλά τα αναφέρουμε συγκεντρωτικά εδώ εκ νέου. Αρχικά, μία από τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν, τα Κέρδη προ Φόρου, περιείχαν

αρνητικές τιμές, το οποίο μας περιόριζε και τις δυνατότητες της ανάλυσης. Έτσι, προστέθηκε ένας σταθερός θετικός αριθμός στην στήλη των Κερδών προ Φόρου, σαν στόχο όλες οι αρνητικές τιμές να γίνουν αυστηρά θετικές. Το μόνο μοντέλο που μπορούσε να εφαρμοστεί ήταν εκείνο του προσανατολισμού εισροών για Μεταβλητές Οικονομίες Κλίμακας, το VRS. Μετά βρέθηκαν οι Αποδόσεις Κλίμακας των επιχειρήσεων. Για τα έτη μελέτης μας 2015-2018, η διαδικασία έγινε με την εφαρμογή του BCC μοντέλου, δηλαδή για μεταβλητές οικονομίες κλίμακας, μιας και το μοντέλο αυτό επιτρέπει την εύρεση των αποδόσεων κλίμακας, ακόμη και για αρνητικές τιμές στις μεταβλητές, με την χρήση του excel και του BCC-Input μοντέλου το οποίο έχει δοθεί σε άλλο κεφάλαιο για την εταιρεία ΒΙΑΚΕΛ. Παράλληλα, υπολογίστηκε και η αποδοτικότητα κλίμακας. Τέλος, υπολογίστηκε και ο δείκτης παραγωγικότητας του Malmquist. Εκεί, υπολογίστηκαν διάφορα στοιχεία που αφορούν την διαδικασία παραγωγής και σχετίζονται με την εξέλιξη των επιχειρήσεων μέσα στο χρόνο. Τα στοιχεία αυτά οδηγούν σε χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τις αποφάσεις που μπορεί να κάνει ένας Manager ή το κατάλληλο τμήμα της επιχείρησης, με στόχο την βελτίωση των είδη υπάρχων συνθηκών.

Ένα από τα κύρια προβλήματα που παρατηρήθηκε στην μελέτη αυτή, είναι ότι εξαιτίας της ιδιαιτερότητας των δεδομένων αυτών καθ' αυτών, εμφανίζονται μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ των αποδοτικών επιχειρήσεων και εκείνων που είναι μη αποδοτικές, καθώς κάθε χρόνο υπάρχει τουλάχιστον μία επιχείρηση με αποδοτικότητα μικρότερης αυτής του 20%, όπως για παράδειγμα συμβαίνει με την Energean το 2015 με 1,95%. Μέσα από την μελέτη άλλων σχετικών βιβλιογραφικών ερευνών και εργασιών που υλοποιήθηκαν πάνω σε αυτό το θέμα, το φαινόμενο οφείλεται στα αρχικά δεδομένα τα οποία δίνονται από τις επιχειρήσεις. Όσες προσπάθειες και να έγιναν για τον περιορισμό των τόσο χαμηλών τιμών αποδοτικότητας, πάντα εμφανιζόταν κάποιες εταιρείες με πολύ χαμηλές τιμές. Ακόμη δηλαδή και με τον αποκλεισμό των επιχειρήσεων οι οποίες εμφάνιζαν πολύ χαμηλές τιμές εισροών, δεν βελτιώθηκαν οι αποδοτικότητες των "προβληματικών" μονάδων, οι οποίες διατήρησαν πολύ χαμηλές τιμές περίπου της τάξης του 20% και του 30%, σύμφωνα με παρόμοιες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν με την μέθοδο αυτήν. Για το λόγο αυτό έγινε ανάλυση ολόκληρου του κλάδου χωρίς να γίνει αφαίρεση καμίας επιχείρησης και τα αποτελέσματα ήταν αυτά που παρουσιάστηκαν για κάθε ένα ξεχωριστά τα έτη.

Η συγκεκριμένη μελέτη, έχει σαν σκοπό να οδηγήσει σε κάποια αποτελέσματα τα οποία θα μπορούν στη συνέχεια να δοθούν σε κάποιον υπεύθυνο manager ή στα κατάλληλα τμήματα και να οδηγήσουν στην λήψη αποφάσεων οι οποίες θα έχουν στόχο την βελτίωση της κατάστασης της επιχείρησης. Παράλληλα, μπορούν να εξαχθούν και ωφέλιμα συμπεράσματα για ολόκληρο τον κλάδο του πετρελαίου στην Ελλάδα.

Τα αποτελέσματα της μελέτης, έδειξαν ότι καθόλα την διάρκεια της τετραετίας, η πλειοψηφία των επιχειρήσεων ακολουθούσε Φθίνουσες Αποδόσεις Κλίμακας. Από τις 29 επιχειρήσεις του κλάδου δηλαδή, που λειτουργούσαν και τα τέσσερα χρόνια της μελέτης, οι περισσότερες επιχειρήσεις λειτουργούσαν με βάση DRS. Φθίνουσες Αποδόσεις Κλίμακας ακολουθεί μια επιχείρηση όταν αυξάνονται οι εισροές, τότε προκύπτει τελικά μία μικρότερη αναλογικά αύξηση στις εκροές. Δηλαδή, εάν μια επιχείρηση του κλάδου παραδείγματος χάρη αυξήσει τις εισροές της κατά 20%, τότε σε περίπτωση που οι εκροές της αυξηθούν σε ποσοστό μικρότερο του 20%, αυτό σημαίνει ότι θα λειτουργεί με βάση τις Φθίνουσες Αποδόσεις Κλίμακας. Οι Φθίνουσες Αποδόσεις Κλίμακας είναι άμεσα συνδεδεμένες και με το βέλτιστο δυνατό ύψος

της παραγωγής (Most Productive Scale Size). Συγκεκριμένα, το βέλτιστο δυνατό ύψος της παραγωγής, είναι μια μονάδα με την οποία μεγιστοποιείται η μέση παραγωγικότητα, για συγκεκριμένες εισροές και εκροές, και αμέσως μετά είναι που εμφανίζονται οι Φθίνουσες Αποδόσεις Κλίμακας. Συχνά, για να αιτιολογήσουμε την εμφάνιση των DRS περιλαμβάνονται παράγοντες που οφείλονται στην οργάνωση σε μεγάλες επιχειρήσεις. Καθώς όσο υπάρχει αύξηση στο μέγεθος της επιχείρησης, τόσο εμφανίζονται όλο και περισσότερες δυσκολίες για τον συντονισμό και την παρακολούθηση τόσο του ανθρώπινου δυναμικού όσο και της παραγωγικής διαδικασίας. Σε μία μεγάλη επιχείρηση, υπάρχουν όλα και περισσότερα έξοδα συντονισμού και ελέγχου της οργάνωσης και της παραγωγής. Συνεπώς, για να αυξηθούν οι εκροές, είναι απαραίτητο μια αναλογικά μεγαλύτερη αύξηση στις εκροές της επιχείρησης.

Συγκεντρώνοντας τα αποτελέσματα της μελέτης για κάθε μία επιχείρηση, χρήσιμα είναι και τα συμπεράσματα που προκύπτουν για ολόκληρο τον κλάδο των πετρελαίων της Ελλάδας. Ο κλάδος της χώρας, αποτελεί έναν από τους πιο αξιόλογους, σε παγκόσμιο επίπεδο και οι επιχειρήσεις που απασχολούνται στον τομέα αυτό, θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικές. Από την στιγμή που ο κλάδος αυτός, αποτελεί έναν από τους βασικούς πυλώνες της ελληνικής οικονομίας, η διατήρησή του σε υψηλό επίπεδο, αλλά και η αντιμετώπιση των προβλημάτων που αντιμετωπίζει, θα πρέπει να αποτελούν βασικό μέλημα όλων στην επιχείρηση. Τόσο μέσω των εξαγωγών στο εξωτερικό, όσο και μέσα από την παροχή βασικών πόρων σε όλη τη χώρα, ο κλάδος των πετρελαίων συμβάλει σημαντική στην οικονομική ανάπτυξη της Ελλάδας.

Ακόμα χρήσιμα συμπεράσματα βγάζουμε συγκρίνοντας τα αποτελέσματά μας με τα αντίστοιχα άλλων μελετών όπως για παράδειγμα την μελέτη του Dr. Rohit Bansai, ο οποίος μελέτησε τον κλάδο του πετρελαίου για την Ινδία με την μέθοδο Malmquist, η οποία έχει αναφερθεί και στην βιβλιογραφική ανασκόπηση. Από την ανάλυση που ακολουθήσαμε με την βοήθεια του προγράμματος της DEAP βλέπουμε ότι η Ελλάδα έχει το 2016 καλύτερη μεταβολή στον Total Productivity Factor και καλύτερη καθαρή τεχνική αποδοτικότητα και έχει καλύτερη μεταβολή της αποδοτικότητας, ενώ δεν έχει καλύτερη μεταβολή σε επίπεδο τεχνολογίας, ωστόσο και το 2017 παρατηρείται ότι η Ελλάδα ξεπερνά την Ινδία σε όλα τα παραπάνω επίπεδα. Ακολουθεί συνοπτικός πίνακας με τα όσα αναφέρθηκαν:

Πίνακας 5.1: Σύγκριση τιμών του Malmquist μεταξύ Ελλάδας-Ινδίας

Έτος	Χώρα	techh	pech	sech	tfpch
2016	Ελλάδα	0,843	1,052	1,009	0,894
	Ινδία	0,880	0,902	0,970	0,770
2017	Ελλάδα	1,051	1,020	0,985	1,056
	Ινδία	0,905	0,936	0,967	0,819

Οι παραπάνω λόγοι, πρέπει να ληφθούν υπόψη, ώστε να παρθούν οι κατάλληλες αποφάσεις από έναν διευθυντή, ούτως ώστε να διατηρείται η αποδοτικότητα σε όσο το δυνατόν υψηλότερα επίπεδα. Βασικό μέλημα ενός μάνατζερ μιας επιχείρησης είναι η όσο το δυνατό η καλύτερη οργάνωση και διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού και των λειτουργιών που λαμβάνουν χώρα στην διαδικασία παραγωγής στη εκάστοτε επιχείρηση.

Τέλος κατά την ανάλυση των δεδομένων, θα γίνει μια αναφορά σχετικά με τα αποτελέσματα κάποιων στοιχείων που αφορούν την παραγωγική διαδικασία και προέκυψαν από το δείκτη Malmquist. Οι 29 επιχειρήσεις που πήραν μέρος στην μελέτη του δείκτη Malmquist, δεν παρουσίασαν για την τετραετία 2015-2018, πρόοδο σε όλα τα στοιχεία που σχετίζονται με την παραγωγική διαδικασία. Συγκεκριμένα, οι μέσοι όροι στις τιμές της τεχνικής αποδοτικότητας (CRS), της καθαρά τεχνικής αποδοτικότητας (VRS) και της αποδοτικότητας κλίμακας, ήταν μικρότεροι της μονάδας, πράγμα που σημαίνει ότι δεν υπήρξε πρόοδος στην διαδικασία παραγωγής των επιχειρήσεων αυτών. Βέβαια, δεν σημαίνει ότι όλες οι επιχειρήσεις δεν εμφάνισαν πρόοδο, ωστόσο η πλειοψηφία αυτών δεν αναπτύσσονταν με το πέρασμα του χρόνου. Υπήρχαν επίσης και επιχειρήσεις που εμφάνισαν βελτίωση στην παραγωγικότητα. Το μόνα στοιχεία, που εμφάνισαν τιμή μέσου όρου χαμηλότερη της μονάδας ήταν οι μεταβολές στην καθαρή τεχνική αποδοτικότητα και οι μεταβολές στο επίπεδο τεχνολογίας. Με μια πιο προσεκτική ματιά ωστόσο, φαίνεται ότι οι ορισμένες επιχειρήσεις βελτίωσαν το τεχνολογικό τους επίπεδο κατά την διάρκεια της τετραετίας.

Τελευταίο στοιχείο που αναλύσαμε στην μελέτη αυτήν, είναι ο Total Factor Productivity. Ο παράγοντας αυτός, ο οποίος υπολογίζεται από τον λόγο των συνολικών εκροών προς τις συνολικές εισροές, εξαρτάται κυρίως από το τεχνολογικό επίπεδο αλλά και από την τεχνική αποδοτικότητα των επιχειρήσεων. Εάν τα δύο αυτά στοιχεία έχουν υψηλές τιμές, τότε και ο TFP θα έχει υψηλή τιμή. Στην περίπτωση του κλάδου των πετρελαίων, η μέση τιμή του TFP είναι τέτοια ώστε να υποδηλώνει υψηλή αποδοτικότητα, όσον αφορά την παραγωγή των επιχειρήσεων της μελέτης.

Τέλος αξιοσημείωτο είναι ότι λόγω της χρησιμότητας της DEA, υπάρχουν πολλές προοπτικές για τις διάφορες εφαρμογές και έρευνες που βασίζονται στην μέθοδο αυτή και οι οποίες επεκτείνουν όλο και περισσότερο την βιβλιογραφία της DEA. Αυτό οφείλεται κυρίως στο μεγάλο αριθμό των ερευνητών και των αναλυτών οι οποίοι ασχολούνται με την μέθοδο αυτή.

Μια αρκετά γνωστή τροποποίηση της μεθόδου αυτής, συνιστά η Κατανεμητική Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων, όπως αυτή παρουσιάζεται στην μελέτη των (Hartman, et al., 2001). Η συγκεκριμένη παραλλαγή αφορά τις μεταβλητές που δίνονται και χρησιμοποιεί η μέθοδος. Υλοποιώντας την μέθοδο αυτή, εκτός από την πιο αποδοτική επιχείρηση εκτιμάται μια ακόμα τιμή, αυτή της κατανεμητικής αποδοτικότητας. Σε αυτή την περίπτωση η συνολική αποδοτικότητα υπολογίζεται από το γινόμενο της κατανεμητικής αποδοτικότητας με την τεχνική αποδοτικότητα.

Μια άλλη πολύ δημοφιλής περίπτωση είναι αυτή που περιλαμβάνει τα Cone Ratio ή Assurance Region μοντέλα. Σύμφωνα με τα μοντέλα αυτά, των Brockett, et al., 1997, είναι δυνατόν να οριστούν περιορισμοί στη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, δηλαδή να τεθούν άνω και κάτω φράγματα, που μπορούν να πάρουν οι συντελεστές βαρύτητας στα βασικά μοντέλα της DEA.

Άλλες παραλλαγές της μεθόδου συνιστούν τα bounded models, όπου κρίνεται απαραίτητο να οριστούν συγκεκριμένοι περιορισμοί στις μεταβλητές, αλλά να τεθούν και ορισμένα προβλήματα κατά τα οποία κάποια από τις μεταβλητές της μελέτης είναι αρκετά δύσκολο να ελεγχθεί, όσον αφορά την μείωση ή αύξησή της που απαιτείται. Το τελευταίο ενδεχόμενο είναι αυτό των Non-Controllable και Non-Discretionaire models. Η πρακτικότητα τους εντοπίζεται

στο γεγονός ότι κάποια μεταβλητή, μπορεί να μην είναι δυνατόν να επαληθευθεί άμεσα από τις μονάδες απόφασης του δείγματος.

Από την άλλη υπάρχουν και μέθοδοι με τις οποίες μπορεί να προκύψει λύση, όταν οι μονάδες απόφασης δεν ανήκουν στην ίδια κατηγορία. Αυτά είναι τα ονομαζόμενα Categorical DEA models.

Ολοκληρώνοντας, ένα ακόμη μοντέλο της DEA είναι αυτό των ονομαζόμενων προσθετικών μοντέλων ή αλλιώς Additive Models, όπως των Haag, et al., 1992, όπου η αποδοτικότητα εκτιμάται με εντελώς διαφορετικό τρόπο και συνεπώς οι τιμές της είναι διαφοροποιημένες από τα συνηθισμένα score αποδοτικότητας.

Όλα αυτά τα μοντέλα αποτελούν προεκτάσεις της ίδιας μεθόδου που προτείνονται για περαιτέρω έρευνα από τους ερευνητές και τους αναλυτές. Για κάθε περιορισμό και δυσκολία που μπορεί να επέρχεται σε ένα μοντέλο, αναπτύσσεται και δημιουργείται κάποιο άλλο μοντέλο που είναι ικανό να φέρει εις πέρας αυτό το πρόβλημα. Έτσι, καλύπτονται όλα τα θέματα που αφορούν την μελέτη της αποδοτικότητας των επιχειρήσεων, για οποιαδήποτε περίπτωση, όλα όμως, βασίζονται στην μέθοδο της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1]. Fielding G.J., (1987), “Managing Public Transit Strategically”, a joint publication in The Jossey-Bass Public Administration Series and The Jossey -Bass Management Series, chapter4.
- [2]. Coelli T. J. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program, CEPA Working Paper 96/08, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.
- [3]. Coelli T. J., Prasada Rao, D.S. and G.E. Battese. An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. Springer 2nd edition, 2005.
- [4]. Dyson, R.G., Allen, R., Camanho, A.S., Podinovski, V.V., Sarrico, C.S., Shale, E.A., Pitfalls and protocols in DEA, European Journal of Forest Research 132 (2001) 245–259.
- [5]. Sun, S., Measuring the relative efficiency of police precincts using data envelopment analysis. Socio-Economic Planning Sciences 36 (2002) 51– 71.
- [6]. William W. Cooper , Lawrence M. Seiford, Kaoru Tone, Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software with Cdrom, Springer 2nd edition, 2000.
- [7]. Fare R., Grosskopf, S., and C.A.K Lovell. Production Frontiers, CambridgeUniv. Press, Cambridge, 1994.
- [8]. Κων. Δ. Τσεκούρας, Σημειώσεις μαθήματος: Οικονομικά της Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Ακαδ. Έτος 2005-06.
- [9]. A. Charnes, W.W. Cooper, E. Rhodes, Measuring the efficiency of decision making units, European Journal of Operational Research 2 (1978), pp 429
- [10]. S. Thore and G. Rich, Prioritizing a portfolio of R&D activities, employing data envelopment analysis. In: Sten Thore, Editor, Technology Commercialization: DEA and

Related Analytical Methods for Evaluating the Use and Implementation of Technical Innovation, Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London (2002), pp. 53–74.

[11]. S. Thore and L. Lapao, Prioritizing R&D projects in the face of technological and market uncertainty: Combining Scenario analysis and DEA. In: Sten Thore, Editor, Technology Commercialization: DEA and Related Analytical Methods for Evaluating the Use and Implementation of Technical Innovation, Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London (2002), pp. 87–104.

[12]. Chung-Jen Chena,T, Hsueh-Liang Wua, Bou-Wen Lin, Evaluating the development of high-tech industries: Taiwan’s science park, Technological Forecasting & Social Change 73 (2006) 452–465.

[13]. Jenkins, L., Anderson, M., A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis, European Journal of Operational Research 147 (2003) 51– 61.

[14]. Luis Diaz-Balteiro, A. Casimiro Herruzo, Margarita Martinez, Jacinto Gonzá’lez-Pachó’n. An analysis of productive efficiency and innovation activity using DEA: An application to Spain’s wood-based industry, Forest Policy and Economics 8 (2006) 762– 773.

[15]. Κων. Δ. Τσεκούρας, Αποτελεσματικότητα: Έννοιες και Μέτρηση, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, ΠΜΣ στην Οικονομική Επιστήμη, Μικροοικονομική, Ακαδ. Έτος 2005-06.

[16]. Λογισμικό: Holger Scheel, EMS: Efficiency Measurement System, User’s Manual, Version 1.3 2000-08-15, <http://www.holger-scheel.de/ems/>

[17]. Emmanuel Thanassoulis (2003). Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: A foundation text with integrated software, Kluwer Academic Publishers

[18]. Μελέτη του Dr.Rohit Bansai
https://www.researchgate.net/publication/329548899_Efficiency_evaluation_of_Indian_oil_and_gas_sector_data_envelopment_analysis

[19]. Μελέτη των Yanqiu Wang, Zhiwei Zhu, Zhenbin Liu
<https://www.link.springer.com/article/10.1007/s13202-019-0618-9>

- [20]. Μελέτη των Dr.Sabah M. Al-Najjar και Mustafa A. Al-Jaybajy
<https://ideas.repec.org/a/jfr/ijba11/v3y2012i5p64-77.html>
- [21]. Serrano Cinca, C., Mar Molinero, C., Selecting DEA specifications and ranking units via PCA, Journal of the Operational Research Society 55 (2004) 521–528.
- [22]. Mario Coccia, Measuring scientific performance of public research units for strategic change, Journal of Informetrics 2 (2008) 183–194
- [23]. Yun Zhang and Robert Bartels, The Effect of Sample Size on the Mean Efficiency in DEA with an Application to Electricity Distribution in Australia, Sweden and New Zealand, Journal of Productivity Analysis, 9 (1998) 187-204.
- [24]. Δεδομένα μελέτης: ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΝΩΣΗ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΩΝ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
<http://www.businessregistry.gr/publicity/index>
- [25]. DEA/AR efficiency and profitability of 14 major oil companies in U.S. exploration and production Russel G. Thompson, P.S. Dharmapala, Louis J. Routhenberg, Robert M. Thrall
- [26]. Measurement of the efficiency and productivity of national oil companies and its determinants Chidi Basil Ike and Hyunjung Lee
- [27]. Russell G.Thompson, P.S.Dharmapala, Louis J.Rothenberg, Robert M.Thrall: DEA/AR efficiency and profitability of 14 major oil companies in U.S. exploration and production <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0305054895000445>