



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Του

ΚΑΡΑΤΖΙΟΥ Γ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

ΘΕΜΑ

ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΤΕΨΥΓΜΕΝΩΝ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ DATA ENVELOPMENT ANALYSIS
(DEA): ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ ΜΠΑΡΜΠΑ ΣΤΑΘΗΣ Α.Β.Ε.Ε.

EFFICIENCY STUDY OVER TIME IN THE FROZEN FOOD INDUSTRY USING DATA
ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA): A CASE STUDY IN BARBA STATHIS S.A.

Επιβλέπων:

Ανδρέας Γεωργίου

Εξεταστές:

Κωνσταντίνος Καπάρης, Αικατερίνη Γκοτζαμάνη

Σεπτέμβριος 2022

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης στην Διοίκηση Επιχειρήσεων.

Η παρούσα διπλωματική εργασία
αφιερώνεται στους γονείς μου,
Γρηγόριο και Θεοδότη.

(Αυτή η σελίδα έμεινε σκόπιμα κενή)

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους επιβλέποντες της παρούσας εργασίας κ. Ανδρέα Γεωργίου καθηγητή του Πανεπιστημίου Μακεδονίας και διευθυντή του μεταπτυχιακού προγράμματος και τον κ. Κωνσταντίνο Καπάρη, Επίκουρο Καθηγητή του Πανεπιστημίου Μακεδονίας για την συνεχή καθοδήγηση, βοήθεια και άμεση ανταπόκριση που μου παρείχαν καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ανδρέα Γεωργίου ο οποίος με την άρτια και οργανωμένη μεθοδολογία διδασκαλίας του κατά την διάρκεια των μεταπτυχιακών μαθημάτων μου κίνησε το ενδιαφέρον για την επιστήμη της Επιχειρησιακής Έρευνας.

Ευχαριστώ επίσης την κα. Γκοτζαμάνη Αικατερίνη, Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Μακεδονίας για την συμμετοχή της στην τριμελή επιτροπή αξιολόγησης της παρούσας εργασίας.

Επίσης, οφείλω ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στον κ. Μιχαλόπουλο Αλέξανδρο, διευθυντή Ποιοτικού Ελέγχου & Σχεδιασμού Λειτουργιών της εταιρίας Μπάρμπα Στάθης Α.Β.Ε.Ε, ο οποίος αποτέλεσε πηγή έμπνευσης από την πρώτη μέρα της επαγγελματικής μου σταδιοδρομίας ως και σήμερα.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω τους συναδέλφους μου στο τμήμα Ποιοτικού Ελέγχου & Σχεδιασμού Λειτουργιών της εταιρίας Μπάρμπα Στάθης, οι οποίοι με την συνεχή υποστήριξη και βοήθεια τους έπαιξαν καταλυτικό ρόλο στην ολοκλήρωση της παρούσας Διπλωματικής εργασίας.

(Αυτή η σελίδα έμεινε σκόπιμα κενή)

Περίληψη

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία πραγματοποιήθηκε διαχρονική μελέτη αποδοτικότητας της εταιρίας Μπάρμπα Στάθης Α.Β.Ε.Ε με χρήση της μεθόδου Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων – Data Envelopment Analysis (DEA). Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε γενικότερη οικονομική σκοπιά αξιολογώντας δυο σενάρια τα οποία διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν. Το πρώτο σενάριο ονομάστηκε Μοντέλο Περιουσιακών Στοιχείων (Asset Model), ενώ το δεύτερο Μοντέλο Κόστους (Cost Model). Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στο πρώτο σενάριο ως εισροές αποτέλεσαν τα πάγια περιουσιακά στοιχεία και τα κυκλοφορούντα στοιχεία, ενώ ως εκροές χρησιμοποιήθηκαν τα επίπεδα πωλήσεων και μικτών κερδών. Στο δεύτερο σενάριο ως εισροές χρησιμοποιήθηκαν το κόστος πωληθέντων και τα έξοδα διοίκησης – διάθεσης, ενώ ως εκροές οι πωλήσεις και τα μικτά κέρδη. Αντικειμενικός σκοπός στην πρώτη περίπτωση αποτέλεσε ο υπολογισμός της αποδοτικότητας που αντικατοπτρίζει την ικανότητα της επιχείρησης για την παραγωγή εσόδων σε σχέση με τα περιουσιακά της στοιχεία, ενώ στην δεύτερη περίπτωση την ικανότητα παραγωγής εσόδων ανάλογα με τις βασικές πηγές κόστους. Τα λογιστικά μεγέθη αντλήθηκαν από τις δημοσιευμένες οικονομικές καταστάσεις της επιχείρησης. Τα μοντέλα επιλύθηκαν υπό σταθερές (CRS) και μεταβλητές (VRS) αποδόσεις κλίμακας με προσανατολισμό στις εκροές, δεδομένου ότι ο αντικειμενικός σκοπός των επιχειρήσεων αποτελεί η μεγιστοποίηση του επιπέδου των επιθυμητών τους εκροών. Υπολογίστηκε η Συνολική Τεχνική Αποδοτικότητα (OTE), η Καθαρά Τεχνική Αποδοτικότητα (PTE), η Αποδοτικότητα Κλίμακας (SE). Επίσης, προσδιορίστηκε το είδος των αποδόσεων κλίμακας (RTS). Ακολούθως, αναλύθηκαν οι μεταβλητές περιθωρίου (Slacks) και υπολογίστηκαν οι τιμές των στόχων (Projections) για κάθε μη αποδοτική μονάδα, καθώς και οι ενέργειες που θα μπορούσαν να υιοθετηθούν έτσι ώστε να μετατραπούν σε αποδοτικές. Στην συνέχεια προσδιορίστηκαν για κάθε μια μη αποδοτική μονάδα, οι αποδοτικές μονάδες προς μίμηση (Efficient peers) από τις οποίες δύναται να υιοθετηθούν κατάλληλες διοικητικές πρακτικές με σκοπό την βελτίωση της αποδοτικότητας. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο σεναρίων της παρούσας μελέτης (Asset Model, Cost Model). Τέλος, υπολογίστηκε η συνιστώσα του δείκτη Malmquist η οποία αφορά την μετατόπιση του παραγωγικού συνόρου (Frontier Shift) και αντικατοπτρίζει τεχνολογικές μεταβολές. Βασικά συμπεράσματα τα οποία προέκυψαν από την παρούσα μελέτη είναι η ύπαρξη αυξητικής τάσης της τεχνικής αποδοτικότητας και στα δύο σενάρια, προσφέροντας μια θετική εικόνα για την εξέλιξη της απόδοσης της επιχείρησης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα φάνηκε ότι το έτος 2017 εμφάνισε την χαμηλότερη αποδοτικότητα λόγω του αναλογικά χαμηλού επιπέδου πωλήσεων, ενώ ταυτόχρονα παρουσίασε υψηλά επίπεδα κυκλοφορούντων στοιχείων λόγω απαιτήσεων από μακροπρόθεσμα δάνεια και πελάτες. Το έτος 2018, αποτέλεσε έτος ανάπτυξης για την εταιρία. Έπειτα από αύξηση των πωλήσεων και μικτών κερδών, μέσω βελτίωσης τεχνολογίας παραγωγής και των συντονισμένων ενεργειών μάρκετινγκ, η τιμή της τεχνικής αποδοτικότητας επηρεάστηκε θετικά. Κατά το έτος 2019 υπήρξε ανάπτυξη των πωλήσεων. Παρόλα αυτά τα κόστη της επιχείρησης αυξήθηκαν και έτσι η τεχνική αποδοτικότητα που υπολογίστηκε από τα μοντέλα ελαττώθηκε. Με την υιοθέτηση κατάλληλων διοικητικών πρακτικών, καθώς και με την απόδοση του πολυετούς επενδυτικού πλάνου, σε συνδυασμό με την κατακόρυφη αύξηση των πωλήσεων λόγω της επίδρασης της πανδημίας του COVID 19, το έτος 2020 αποτέλεσε τεχνικά αποδοτικό έτος και ισχυρό πρότυπο μίμησης για την υιοθέτηση κατάλληλων διοικητικών πρακτικών στο μέλλον. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι το μοντέλο περιουσιακών στοιχείων κρίθηκε καταλληλότερο για την

εξαγωγή αντιπροσωπευτικότερων αποτελεσμάτων διότι περιλαμβάνει περισσότερες διαστάσεις οι οποίες ορίζουν την τεχνική αποδοτικότητα της επιχείρησης.

Abstract

In the current thesis, a long-term efficiency study of the company Barba Stathis S.A was carried out using the Data Envelopment Analysis (DEA) method. The study was carried out from a general economic point of view, evaluating two scenarios which were formed based on the variables used. The first scenario was named Asset Model, while the second one Cost Model. The variables which were used in the first scenario as inputs were the fixed and the current assets of the company, while sales and gross profit levels were used as outputs. In the second scenario, the cost of goods sold and the sales, general & administrative expenses were used as inputs, while sales and gross profit levels were used as outputs. The objective in the first case was the calculation of the efficiency that reflects the ability of the company to generate income in relation to its assets, while in the second case its ability to generate income according to the main sources of costs. The accounting figures were drawn from the company's published financial statements. The models were solved under constant (CRS) and variable returns to scale (VRS) with an output orientation given that the main purpose of firms is to maximize the level of their desired outputs. Overall Technical Efficiency (OTE), Pure Technical Efficiency (PTE) and Scale Efficiency (SE) were calculated. Moreover, the type of Returns to Scale (RTS) was determined. Also, the slack variables and target values for each inefficient unit were analyzed, as well as the actions that could be adopted in order for them to be efficient. Then, the efficient peer units were determined for each inefficient one and the appropriate management practices were highlighted that could be adopted in order to improve their efficiency. Then, a comparison was made between the above two scenarios (Asset Model, Cost Model) used in the analysis. Also, the component of the Malmquist index was calculated, which concerns the production frontier shift (Frontier Shift), reflecting the technological change. The main conclusions that emerged from the study were the existence of an increasing trend of technical efficiency in both scenarios, offering a positive picture for the evolution of the company's performance. According to the results, it appeared that the year 2017 showed the lowest efficiency due to the proportionally low level of sales, while at the same time it presented high levels of current assets due to claims from long-term loans and customers. The year 2018 was a year of growth for the company. After a growth in sales and gross profits, through improved production technology and coordinated marketing actions, the price of technical efficiency was positively affected. In the year 2019 there was a growth in sales, nevertheless the costs of business increased and thus the technical efficiency calculated by the models was decreased. With the adoption of appropriate administrative practices, as well as the performance of the multi-year investment plan, combined with the sharp increase in sales due to the impact of the COVID 19 pandemic, the year 2020 was a technically efficient year and a strong role model for the adoption of appropriate administrative practices in the future. Finally, it is worth noting that the asset model was deemed more suitable for deriving more representative results because it includes more dimensions that define the technical efficiency of the company.

(Αυτή η σελίδα έμεινε σκόπιμα κενή)

Περιεχόμενα

Συνοτομογραφίες	12
Ευρετήριο Σχημάτων	13
Ευρετήριο Πινάκων	14
1. Εισαγωγή	16
2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	17
3. Επιχειρησιακή Απόδοση - Performance.....	23
3.1 Η Έννοια της Απόδοσης στις Επιχειρήσεις.....	23
3.2 Μέτρηση της Απόδοσης.....	24
3.3 Μέθοδοι Μέτρησης Απόδοσης.....	26
4. Η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων - Data Envelopment Analysis (DEA)	28
4.1 Παραγωγικότητα, Αποδοτικότητα και Παραγωγικό Σύνορο	28
4.2 Ανάλυση της Μεθόδου DEA.....	31
4.2.1 Μονάδες Λήψης Απόφασης - Decision Making Units.....	32
4.2.2 Επιλογή Εισροών - Εκροών.....	33
4.2.3 Προσανατολισμός Μοντέλων	34
4.2.4 Τεχνική Αποδοτικότητα	34
4.2.5 Αποδοτικότητα Κατανομής Πόρων & Ολική Αποδοτικότητα	36
4.2.6 Βασικά Αποτελέσματα της Μεθόδου	36
4.2.7 Μαθηματικά Μοντέλα της DEA	38
4.2.8 Τεχνική Αποδοτικότητα και Αποδοτικότητα Κλίμακας.....	45
4.2.9 Διαχρονική Ανάλυση Αποδοτικότητας – Δείκτης Malmquist	47
4.2.10 Σύνομη Ανασκόπηση - Βασικοί Στόχοι και Φάσεις της Μεθόδου DEA.....	50
4.2.11 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα της Μεθόδου DEA	51
4.3 Λογισμικό Επίλυσης DEA Solver LV version 8.0	51
5. Ανάλυση Περίπτωσης: Διαχρονική Μελέτη Αποδοτικότητας στον Κλάδο των Καταψυγμένων Λαχανικών, Η Περίπτωση της Μπάρμπα Στάθης Α.Β.Ε.Ε	55
5.1 Η Βιομηχανία Τροφίμων & Ποτών στην Ελλάδα	55
5.2. Η Μπάρμπα Στάθης Α.Β.Ε.Ε	56
5.2.1 Περιγραφή της Εταιρίας.....	56
5.2.2 Δράσεις και αποτελέσματα εν μέσω υγειονομικής κρίσης	56
5.2.3 Επιχειρηματικό Μοντέλο	57
5.2.4 Ποιότητα και Ασφάλεια Τροφίμων	59
5.2.5 Περιβαλλοντική Πολιτική	59
5.2.6 Σημαντικά Γεγονότα	59
5.3 Ερευνητικό Μέρος.....	62

5.3.1 Καθορισμός και Επιλογή DMUs	62
5.3.2 Επιλογή Μεταβλητών – Σενάρια Αξιολόγησης	62
5.3.3 Επιλογή Προσανατολισμού και Αποδόσεων Κλίμακας	66
5.3.4 Συγκέντρωση Δεδομένων και Ανάλυση Δεδομένων.....	67
5.3.5 Σχολιασμός & Ερμηνεία Εξέλιξης Λογιστικών Μεγεθών	71
5.3.6 Αποτελέσματα - Μοντέλο Ενεργητικού (Asset Model).....	72
5.3.7 Αποτελέσματα - Μοντέλο Κόστους (Cost Model).....	85
5.3.8 Σύγκριση μοντέλων	94
5.3.9 Δείκτης Malmquist	96
6. Συμπεράσματα - Συζήτηση.....	98
6.1 Αποδοτικότητα Μοντέλου Περιουσιακών Στοιχείων (Asset Model).....	98
6.2 Αποδοτικότητα Μοντέλου Κόστους (Cost Model)	99
6.3 Σύγκριση Μοντέλων	99
6.4 Δείκτης Malmquist	100
6.5 Βασικοί Παράγοντες Μεταβολής της Αποδοτικότητας	100
6.6 Προοπτικές Χρήσης για το Έτος 2021	101
7. Περιορισμοί - Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα.....	102
7.1 Περιορισμοί.....	102
7.2 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα.....	102
8. Βιβλιογραφία.....	104

Συντομογραφίες

ROA	Return on Assets
ROE	Return on Equity
TFP	Total Factor Productivity
DEA	Data Envelopment Analysis
CRS	Constant Returns of Scale
IRS	Increasing Returns of Scale
DRS	Decreasing Returns of Scale
VRS	Variable Returns of Scale
DMU	Decision Making Unit
SBM	Slack Based Models
CCR	Charnes, Cooper & Rhodes
BCC	Banker, Charnes & Cooper
OTE	Overall Technical Efficiency
PTE	Pure Technical Efficiency
SE	Scale Efficiency
RTS	Returns to Scale
MPSS	Most Productive Scale Size
SEC	Scale Efficiency Change
PTEC	Pure Technical Efficiency Change
MI	Malmquist index
EBITDA	Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization
CoGS	Cost of Goods Sold
SG&A	Selling, General, and Administrative Expenses
LP	Linear Programming

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 4.1: Παραγωγικό Σύνορο διαδικασίας παραγωγής εκροής (y) με χρήση της εισροής (x) (Coelli et al., 2005).....	29
Σχήμα 4.2: Σχέση παραγωγικότητας και αποδοτικότητας υπό την εκμετάλλευση οικονομικών κλίμακας (Coelli et al., 2005).....	29
Σχήμα 4.3: Οικονομίες κλίμακας τριών διαφορετικών μονάδων παραγωγής (https://euretirio.com/oikonomies-klimakas/).....	31
Σχήμα 4.4: Διαδικασία μετατροπής εισροών σε εκροές από μια μονάδα λήψης απόφασης (Thanassoulis, 2001).....	33
Σχήμα 4.5: Το παραγωγικό σύνορο με την μέθοδο DEA (Thanassoulis, 2001).....	37
Σχήμα 4.6: Παραγωγικά όρια σταθερών CRS και μεταβλητών VRS αποδόσεων κλίμακας (Benpeyan et al., 2008).	47
Σχήμα 5.1: Εξέλιξη πωλήσεων (Revenue), Κόστους Πωληθέντων (CoGS) και Μικτού κέρδους (Gross Profit) 2017-2020.	70
Σχήμα 5.2: Μεταβολή περιουσιακών στοιχείων και πωλήσεων 2017-2020.....	71
Σχήμα 5.3: Μεταβολή τεχνικής αποδοτικότητας εκροών υπό σταθερές αποδόσεις κλίμακας.	74
Σχήμα 5.4: Μεταβολή τεχνικής αποδοτικότητας εκροών ανά έτος υπό μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας.....	80
Σχήμα 5.5: Μεταβολή τεχνικής αποδοτικότητας υπό σταθερές και μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας.....	84
Σχήμα 5.6: Μεταβολή αποδοτικότητας κλίμακας της εταιρίας ανά έτος.	85
Σχήμα 5.7: Μεταβολή τεχνικής αποδοτικότητας εκροών ανά έτος υπό σταθερές αποδόσεις κλίμακας.....	86
Σχήμα 5.8: Μεταβολή τεχνικής αποδοτικότητας εκροών ανά έτος υπό μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας.....	90
Σχήμα 5.9: Μεταβολή τεχνικής αποδοτικότητας υπό σταθερές και μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας.....	93
Σχήμα 5.10: Μεταβολή αποδοτικότητας κλίμακας της εταιρίας ανά έτος.	93
Σχήμα 5.11: Σύγκριση μοντέλου περιουσιακών στοιχείων με μοντέλο κόστους υπό σταθερές αποδόσεις.	94
Σχήμα 5.12: Σύγκριση μοντέλου περιουσιακών στοιχείων με μοντέλο κόστους υπό μεταβλητές αποδόσεις.....	94
Σχήμα 5.13: Σύγκριση αποδοτικότητας κλίμακας μοντέλου περιουσιακών στοιχείων και αποδοτικότητας μοντέλου κόστους.....	95
Σχήμα 5.14: Μεταβολή παραγωγικού συνόρου (Frontier shift) μοντέλου περιουσιακών στοιχείων.....	96
Σχήμα 5.15: Μεταβολή παραγωγικού συνόρου (Frontier shift) μοντέλου κόστους.....	97

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 2.1: Συγκεντρωτική παρουσίαση βασικών στοιχείων βιβλιογραφικής ανασκόπησης.	22
Πίνακας 4.1: Παράδειγμα οργάνωσης δεδομένων σε φύλλο εργασίας Excel (Cooper et al., 2007). 52	
Πίνακας 4.2: Μορφοποίηση δεδομένων κατάλληλη για ανάλυση μεταβολής παραγωγικότητας με χρήση του δείκτη Malmquist (Cooper et al., 2007).	53
Πίνακας 5.1: Τιμές βασικών χρηματοοικονομικών μεγεθών της εταιρίας Μπάρμπα Στάθης για τα έτη 2017-2020. 67	
Πίνακας 5.2: Περιγραφική στατιστική μεταβλητών.	68
Πίνακας 5.3: Συντελεστές συσχέτισης μεταβλητών.	68
Πίνακας 5.4: Τεχνική αποδοτικότητα εκρών υπό σταθερές αποδόσεις κλίμακας CCR(CRS).	73
Πίνακας 5.5: Αποτελέσματα τιμών στόχων (Projections) και χαλαρών μεταβλητών (Slacks) για κάθε μεταβλητή ανά έτος.	75
Πίνακας 5.6: Μονάδες προς μίμηση (Efficient peer units) και συντελεστές λ.	77
Πίνακας 5.7: Συχνότητα και σχετική συχνότητα αποδοτικής μονάδας ως πρότυπο προς μίμηση.	79
Πίνακας 5.8: Ποσοστό συμμετοχής της αποδοτικής μονάδας στην μεταβολή των τιμών των στόχων για κάθε μεταβλητή.	79
Πίνακας 5.9: Τεχνική αποδοτικότητα εκρών υπό μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας BCC(VRS).	80
Πίνακας 5.10: Αποτελέσματα τιμών στόχων (Projections) και χαλαρών μεταβλητών (Slacks) για κάθε μεταβλητή ανά έτος.	81
Πίνακας 5.11: Μονάδες προς μίμηση (Efficient peer units) και συντελεστές λ.	82
Πίνακας 5.12: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες χρήσης αποδοτικών μονάδων ως πρότυπα προς μίμηση.	83
Πίνακας 5.13: Ποσοστό συμμετοχής των αποδοτικών μονάδων στην μεταβολή των τιμών των στόχων για κάθε μεταβλητή.	83
Πίνακας 5.14: Αποδοτικότητα υπό CCR, BCC και αποδοτικότητα κλίμακας.	83
Πίνακας 5.15: Τεχνική αποδοτικότητα εκρών υπό σταθερές αποδόσεις κλίμακας CCR(CRS).	85
Πίνακας 5.16: Αποτελέσματα τιμών στόχων (Projections) και χαλαρών μεταβλητών (Slacks) για κάθε μεταβλητή ανά έτος.	87
Πίνακας 5.17: Μονάδες προς μίμηση (Efficient peer units) και συντελεστές λ.	88
Πίνακας 5.18: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες χρήσης αποδοτικών μονάδων ως πρότυπα προς μίμηση.	88
Πίνακας 5.19: Ποσοστό συμμετοχής των αποδοτικών μονάδων στην μεταβολή των τιμών των στόχων για κάθε μεταβλητή.	89
Πίνακας 5.20: Τεχνική αποδοτικότητα εκρών υπό μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας BCC(VRS).	89
Πίνακας 5.21: Αποτελέσματα τιμών στόχων (Projections) και χαλαρών μεταβλητών (Slacks) για κάθε μεταβλητή ανά έτος.	90
Πίνακας 5.22: Μονάδες προς μίμηση (Efficient peer units) και συντελεστές λ.	91
Πίνακας 5.23: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες χρήσης αποδοτικών μονάδων ως πρότυπα προς μίμηση.	91

Πίνακας 5.24: Ποσοστό συμμετοχής των αποδοτικών μονάδων στην μεταβολή των τιμών των στόχων για κάθε μεταβλητή.	92
Πίνακας 5.25: Αποδοτικότητα υπό CCR, BCC και αποδοτικότητα κλίμακας.	92

1. Εισαγωγή

Η αποδοτική λειτουργία μιας επιχείρησης αποτελεί προϋπόθεση για την ανάπτυξη του ανταγωνιστικού της πλεονεκτήματος στην αγορά (Lemonakis, 2015). Μια επιχείρηση η οποία λειτουργεί αποδοτικά χαρακτηρίζεται από ισορροπία μεταξύ οικονομικών, κοινωνικών και ανθρώπινων παραγόντων (Slack et al., 2013). Η αποδοτικότητα αντικατοπτρίζει τον βαθμό επιτυχούς αξιοποίησης των πόρων που χρησιμοποιεί μια επιχειρηματική οντότητα για την παραγωγή αγαθών ή/και υπηρεσιών. Η μέτρηση της απόδοσης στις επιχειρήσεις έχει ως στόχο την διερεύνηση των παραγόντων που την επηρεάζουν με σκοπό την υιοθέτηση κατάλληλων διοικητικών πρακτικών για την βελτίωση της. Αξίζει να σημειωθεί ότι η μέτρηση της αποδοτικότητας πραγματοποιείται σε όλες τις διαστάσεις μιας επιχείρησης και ειδικότερα σε αποφάσεις στρατηγικής φύσεως καθώς και λειτουργιών (Wheelen & Hunger, 2012). Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι οι οποίες χρησιμοποιούνται για την μελέτη της αποδοτικότητας επιχειρήσεων. Βασικά παραδείγματα αποτελούν η ανάλυση απόδοσης μέσω χρηματοοικονομικών δεικτών, η εξισορροπημένη αξιολόγηση, η συγκριτική αξιολόγηση καθώς και οι μαθηματικές μέθοδοι μοντελοποίησης της παραγωγικής διαδικασίας (Joo et al., 2011; Halkos & Tzeremes, 2012; Wheelen & Hunger, 2012). Στην κατηγορία των μαθηματικών μεθόδων, μεταξύ άλλων ανήκει και η μέθοδος της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων – Data Envelopment Analysis (DEA) (Thanassoulis, 2001).

Η μέθοδος DEA αποτελεί μια μέθοδο αξιολόγησης αποδοτικότητας που προτάθηκε από τους Charnes et al., 1978. Πραγματοποιεί μέτρηση Σχετικής - Τεχνικής Αποδοτικότητας οντοτήτων οι οποίες ανήκουν σε συγκεκριμένο περιβάλλον μελέτης, προσδιορίζοντας την καμπύλη παραγωγικών δυνατοτήτων και βασίζεται στις αρχές του γραμμικού προγραμματισμού (Cook et al., 2014; Amirteimoori et al., 2022). Αποτελεί μια από τις δημοφιλέστερες μεθόδους μέτρησης αποδοτικότητας χωρίς την απαίτηση πολλών παραδοχών κατά την εκτέλεση της, ενώ αποτελεί ιδανική μέθοδο σε περιπτώσεις ύπαρξης σύνθετων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται (Cooper et al., 2011). Τα τελευταία χρόνια αποτελεί βασικό εργαλείο της Διοικητικής Επιστήμης και Συγκριτικής Αξιολόγησης – Benchmarking (Cook et al., 2014; Amirteimoori et al., 2022).

Η Βιομηχανία Τροφίμων και Ποτών στην Ελλάδα αποτελεί έναν συνεχώς εξελισσόμενο και δυναμικό κλάδο επιχειρηματικής δραστηριότητας. Βασικά του χαρακτηριστικά αποτελούν ο έντονος ανταγωνισμός, η παροχή υψηλής ποιότητας προϊόντων, η έντονη επενδυτική δραστηριότητα καθώς και το υψηλό επίπεδο ανθρωπίνου κεφαλαίου. Εν μέσω υγειονομικής και ενεργειακής κρίσης ο κλάδος έχει έλθει αντιμέτωπος με διάφορες προκλήσεις όπως αλλαγές καταναλωτικών συνηθειών, μεταβολές στις τιμές των προϊόντων, περιορισμένη διαθεσιμότητα πρώτων υλών καθώς και προβλήματα ρευστότητας. Οι παραπάνω προκλήσεις δυσχεραίνουν τις συνθήκες περιβάλλοντος στις οποίες λειτουργούν οι επιχειρήσεις του κλάδου (IOBE, 2022). Σύμφωνα με τα παραπάνω κρίνεται απαραίτητη η υιοθέτηση κατάλληλων διοικητικών πρακτικών με στόχο την βελτίωση της αποδοτικότητας των επιχειρήσεων έτσι ώστε να μπορούν ανταπεξέλθουν στο απαιτητικό επιχειρησιακό περιβάλλον.

Η Μπάρμπα Στάθης Α.Β.Ε.Ε αποτελεί Ελληνική εταιρία παραγωγής και πώλησης καταψυγμένων λαχανικών, ζυμών και φρέσκων συσκευασμένων σαλατών, η οποία δραστηριοποιείται σε Ελλάδα και εξωτερικό. Όπως όλες οι επιχειρήσεις του κλάδου τροφίμων και ποτών, έτσι και η Μπάρμπα Στάθης έρχεται συνεχώς αντιμέτωπη με τις αυξημένες απαιτήσεις του σύγχρονου οικονομικού περιβάλλοντος. Η εταιρία προσπαθεί

συνεχώς να ανταπεξέλθει στις αυξημένες ανάγκες του καταναλωτή παρέχοντας ασφαλή προϊόντα υψηλής διατροφικής αξίας και ποιότητας με ταυτόχρονη προστασία του περιβάλλοντος (Μπάρμπα Στάθης, 2020). Σύμφωνα με τα παραπάνω, κρίνεται απαραίτητη η αποδοτική λειτουργία της εταιρίας, η οποία αντικατοπτρίζει την επιτυχή αξιοποίηση των πόρων που χρησιμοποιεί η επιχείρηση για την παραγωγή αγαθών.

Στόχος της παρούσας εργασίας αποτελεί η μελέτη της τεχνικής αποδοτικότητας της Μπάρμπα Στάθης Α.Β.Ε.Ε κατά την χρονική περίοδο 2017-2020, καθώς και της διερεύνησης των παραγόντων που την επηρεάζουν.

Αρχικά, στο Κεφάλαιο 2 πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση επιστημονικών δημοσιεύσεων με σκοπό την άντληση ιδεών για την εκτέλεση της παρούσας εργασίας, όσον αφορά την επιλογή των DMUs, των εισροών/εκροών και των μαθηματικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση αποδοτικότητας στον κλάδο της βιομηχανίας τροφίμων. Στην συνέχεια, (Κεφάλαιο 3) περιγράφεται η έννοια της Αποδοτικότητας και η εφαρμογή της στον χώρο των επιχειρήσεων. Επίσης, γίνεται αναφορά των βασικών μεθόδων που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση της. Το Κεφάλαιο 4 περιλαμβάνει την αναλυτική περιγραφή της μεθόδου DEA όπου αναλύονται τα βασικά μαθηματικά μοντέλα (CCR, BCC) για τον υπολογισμό της τεχνικής αποδοτικότητας. Επίσης πραγματοποιείται ανάλυση του δείκτη Malmquist με τον οποίο μελετάται η μεταβολή παραγωγικότητας των μονάδων στον χρόνο. Στο Κεφάλαιο 5 το οποίο αποτελεί την Ανάλυση Περίπτωσης, αρχικά πραγματοποιείται μια σύντομη περιγραφή του κλάδου της Βιομηχανίας Τροφίμων και Ποτών στην Ελλάδα, ενώ στην συνέχεια περιγράφεται η Μπάρμπα Στάθης Α.Β.Ε.Ε. Το ερευνητικό μέρος που ακολουθεί στο ίδιο κεφάλαιο περιλαμβάνει ανάλυση των DMUs, των μεταβλητών καθώς και των μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη. Ακολουθεί η ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν έπειτα από την επίλυση των μοντέλων. Στο Κεφάλαιο 6 πραγματοποιείται αναλυτική παρουσίαση των συμπερασμάτων της μελέτης, ενώ στο Κεφάλαιο 7 αναφέρονται διάφοροι περιορισμοί που προέκυψαν κατά την ανάλυση καθώς και προτάσεις οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν προς μελλοντική έρευνα.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Οι πιο δημοφιλείς τομείς εφαρμογής της μεθόδου DEA αποτελούν ο τραπεζικός τομέας, ο τομέας υγείας, ενέργειας και εκπαίδευσης, καθώς επίσης και στον τομέα ρυθμιστικών αρχών. Σε γενικές γραμμές η βιβλιογραφία είναι περιορισμένη στον τομέα της βιομηχανίας τροφίμων και ειδικότερα στον τομέα της βιομηχανίας κατεψυγμένων λαχανικών. Για τον λόγο αυτό παρακάτω πραγματοποιείται μια αναλυτική βιβλιογραφική ανασκόπηση 10 επιστημονικών άρθρων στα οποία έγινε εφαρμογή της μεθόδου DEA στον κλάδο της βιομηχανίας τροφίμων. Στόχος της παρακάτω βιβλιογραφικής ανασκόπησης αποτελεί η άντληση ιδεών με αντικειμενικό σκοπό την δημιουργία της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας. Οι πληροφορίες που θα αναλυθούν αφορούν την επιλογή των DMUs, των χρησιμοποιούμενων μεταβλητών και των μαθηματικών μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση αποδοτικότητας στον κλάδο της βιομηχανίας τροφίμων.

Ο Pervan, 2020 μελέτησε την αποδοτικότητα 64 επιχειρήσεων του τομέα της βιομηχανίας τροφίμων στην Κροατία. Ως εισροές χρησιμοποιήθηκαν ο Αριθμός Εργαζομένων, τα Κόστη Υλικών (Material Costs), και τα Συνολικά Περιουσιακά Στοιχεία (Total Assets), ενώ ως εκροές χρησιμοποιήθηκαν τα Κέρδη (Profit) και τα Λειτουργικά Έσοδα (Operating Revenue). Με την λογική ότι ο αντικειμενικός σκοπός των ιδιοκτητών και των μετόχων των επιχειρήσεων είναι η μεγιστοποίηση του κέρδους, ενώ στόχος των managers είναι η μεγιστοποίηση των εσόδων,

τα μοντέλα ήταν προσανατολισμένα στις εκροές (output orientation). Τα μοντέλα επιλύθηκαν με CRS και VRS αποδόσεις κλίμακας και υπολογίστηκαν η Pure Technical Efficiency, η Overall Technical Efficiency και η Scale Efficiency με σκοπό την κατάταξη των επιχειρήσεων με βάση την αποδοτικότητα τους (Pervan, 2020).

Ο Ali, 2007 στο συγκεκριμένο άρθρο αξιολογεί την αποδοτικότητα των βιομηχανιών παραγωγής κρεατοσκευασμάτων στην Ινδία την χρονική περίοδο 1980-2003. Μέσω της μεθόδου DEA υπολογίζει τον δείκτη Malmquist (Total Factor Productivity) με αντικειμενικό σκοπό τον υπολογισμό της μεταβολής παραγωγικότητας κατά την διάρκεια των ετών. Ως μεταβλητές εισόδου χρησιμοποιήθηκαν το Κόστος Κεφαλαίου (Capital Cost), τα Εργατικά Κόστη (Labor Cost), τα Κόστη Πρώτων υλών (Raw Material Cost) και το Ενεργειακό Κόστος (Energy Cost), ενώ ως μεταβλητή εξόδου χρησιμοποιήθηκε το Μικτό Αποτέλεσμα (Gross Output). Χρησιμοποιήθηκαν Input Oriented CRS και VRS μοντέλα με αντικειμενικό σκοπό την ελαχιστοποίηση των χρησιμοποιούμενων πόρων και τον υπολογισμό της Τεχνικής (PTE & OTE) και της Αποδοτικότητας Κλίμακας (SE). Μετά την επίλυση των μοντέλων αναλύονται παράγοντες μη αποδοτικής λειτουργίας (inefficiency) οι οποίοι προέρχονται από την εκτεταμένη χρήση παραγωγικών πόρων ενώ ταυτόχρονα προτείνονται πρακτικές βελτίωσης. Επίσης, η μελέτη έδειξε ότι η συνολική παραγωγικότητα του τομέα της παραγωγής κρεατοσκευασμάτων έχει ανοδική τάση γεγονός που οφείλεται σε βελτιώσεις στη τεχνολογία καθώς και στην ανάπτυξη επενδυτικής δραστηριότητας και κατανάλωσης πόρων παραγωγής (Ali, 2007).

Οι Viontzos & Theodoridis, 2013, πραγματοποίησαν αξιολόγηση αποδοτικότητας και εξέλιξης παραγωγικότητας στις 29 μεγαλύτερες εταιρίες του κλάδου της βιομηχανίας γάλακτος στην Ελλάδα. Η τεχνική αποδοτικότητα των εταιριών υπολογίστηκε με την μέθοδο DEA, ενώ η εξέλιξη της παραγωγικότητας με χρήση του δείκτη Malmquist. Η ανάλυση βασίστηκε σε δεδομένα τα οποία αντλήθηκαν από τους δημοσιοποιημένους ισολογισμούς των εταιριών. Οι τιμές των τεχνικών αποδοτικότητας που υπολογίστηκαν αφορούν την περίοδο 2006-2007, ενώ για την εξέλιξη αποδοτικότητας χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από 2003-2007. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν επηρεάζουν άμεσα την οικονομική απόδοση της κάθε εταιρίας και είχαν ως στόχο την επαρκής περιγραφή της αποδοτικότητας, της δομής και της παραγωγικότητας του τομέα της γαλακτοβιομηχανίας. Ως μεταβλητές εισόδου χρησιμοποιήθηκαν: Overall Depreciation, Cost of Sold Products, Shared Capital, Value of Stock, Short Term Liabilities, ενώ ως μεταβλητές εξόδου: Revenue και Mixed Profit. Τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν προσανατολισμένα στις εισροές και επιλύθηκαν με CRS και VRS αποδόσεις κλίμακας. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης μελέτης αποτελεί η χρήση ενός μοντέλου προέκτασης DEA (extension model), το οποίο ονομάζεται Context Depended DEA. Με την υπόθεση ότι οι περισσότερες εταιρίες γάλακτος λειτουργούν κάτω από τοπικό επίπεδο και υιοθετούν στρατηγικές μάρκετινγκ συγκεντρωμένης αγοράς (niche marketing), είναι ορθότερο η αξιολόγηση των DMUs να πραγματοποιηθεί όχι μόνο σε σχέση με το σύνολο καλής πρακτικής (Best Practice Frontier) αλλά και με την προσέγγιση της Σχετικής Ελκυστικότητας (Relative Attractiveness). Για τον λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο Context Depended DEA, όπου πραγματοποιείται αφαίρεση του αρχικού συνόρου καλής πρακτικής με αποτέλεσμα να παραμείνουν στο δείγμα οι υπόλοιπες μη αποδοτικές μονάδες οι οποίες με την σειρά τους σχηματίζουν ένα νέο παραγωγικό σύνολο. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται τόσες φορές μέχρι να μην μείνουν άλλες μονάδες. Με τον τρόπο αυτό οι μονάδες διαχωρίζονται σε διάφορα επίπεδα «καλής πρακτικής» και το κάθε επίπεδο παρέχει ένα πλαίσιο αξιολόγησης για την μέτρηση της σχετικής ελκυστικότητας των μονάδων. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι υπάρχουν ευκαιρίες ανάπτυξης και βελτίωσης της

αποδοτικότητας των εταιριών του κλάδου με την σωστή κατανομή των πόρων παραγωγής (Resource Allocation). Η έρευνα έδειξε επίσης ότι οι μη αποδοτικές επιχειρήσεις οι οποίες είναι εκτεθειμένες σε μεγάλο ρίσκου λειτουργικές δραστηριότητες και είναι επιβαρυνμένες από μεγάλα ποσά επενδύσεων θα πρέπει να υιοθετήσουν στρατηγικές ελαχιστοποίησης σπατάλης πόρων (Vlontzos & Theodoridis, 2013).

Οι Wang et al., 2020 με σκοπό την μέτρηση καθώς και την πρόβλεψη της αποδοτικότητας των κλάδων της βιομηχανίας τροφίμων και ποτών μεταξύ των χωρών του Βιετνάμ και της Ταϊλάνδης, εφάρμοσαν μια προέκταση της μεθόδου DEA η οποία ονομάζεται Resampling DEA Model (Past-Present-Future Model). Με την μέθοδο αυτή υπολογίζεται η αποδοτικότητα των DMUs και παρέχεται η δυνατότητα πρόβλεψης των μελλοντικών τιμών εισροών και εκροών. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την Resampling DEA μπορεί κανείς να ανατρέξει στους Wang et al., 2020. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε 40 βιομηχανίες τροφίμων και ποτών σε Ταϊλάνδη και Βιετνάμ τα έτη 2016-2019, ενώ οι προβλέψεις υπολογίστηκαν για τα έτη 2020-2023. Επιπρόσθετα, για τον υπολογισμό της μεταβολής παραγωγικότητας εφαρμόστηκε ο δείκτης Malmquist στο χρονικό εύρος 2016-2023. Οι μεταβλητές εισόδου που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: Total Assets, Total Operating Expenses, Owner's Equity, ενώ ως μεταβλητές εξόδου: Net Revenue και Gross Profit. Η μελέτη παρέχει μια ολοκληρωμένη εικόνα της οικονομικής αποδοτικότητας του κλάδου και σύγκριση της μεταξύ των δύο χωρών (Wang et al., 2020).

Ο Lemonakis, 2015 στην συγκεκριμένη εργασία πραγματοποίησε μελέτη αποδοτικότητας του κλάδου της πρωτογενούς παραγωγής στην Ελλάδα. Ο κλάδος χωρίστηκε σε τρεις κατηγορίες: Παραγωγή φρούτων λαχανικών & δημητριακών, κτηνοτροφία και ιχθυοκαλλιέργεια. Βασικός στόχος της εργασίας ήταν ο καθορισμός των παραγόντων που επηρεάζουν την ανταγωνιστικότητα των συγκεκριμένων επιχειρήσεων καθώς και παραγόντων που οδηγούν σε μεταβολή της παραγωγικότητας. Επίσης, η έρευνα είχε ως στόχο την αποτύπωση της μεταβολής της αποδοτικότητας των επιχειρήσεων πριν και μετά την οικονομική ύφεση στην Ελλάδα. Με σκοπό τον καθορισμό των παραγόντων που επηρεάζουν την ανταγωνιστικότητα, οι αποδοτικότητες που υπολογίστηκαν με την μέθοδο DEA συσχετίστηκαν με την Αύξηση Μεριδίου Αγοράς (εξαρτημένη μεταβλητή) μέσω της οικονομετρικής μεθόδου EGLS Regression. Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 251 μονάδες παραγωγής και η ανάλυση έγινε ξεχωριστά για τα έτη 2004-2008 και 2009-2011 για την κάλυψη των περιόδων πριν και μετά την οικονομική κρίση. Υιοθετήθηκαν μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας (VRS), ενώ ως μεταβλητές εισόδου χρησιμοποιήθηκαν Leverage, Capital και Fixed Assets. Ως μεταβλητές εξόδου: Total Sales και Gross Profit. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι το μερίδιο αγοράς έχει θετική σχέση με την τεχνική αποδοτικότητα DEA. Ο κλάδος παραγωγής φρούτων και λαχανικών κατείχε την πρώτη θέση όσον αφορά την τεχνική αποδοτικότητα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ανταγωνιστικότητα αποτέλεσε βασικό παράγοντα βιωσιμότητας των επιχειρήσεων κατά την περίοδο της οικονομικής κρίσης. Επίσης, η έλλειψη χρηματοδότησης και η χαμηλή ζήτηση χαρακτηρίστηκε από χαμηλή ολική αποδοτικότητα (Overall Efficiency) (Lemonakis, 2015).

Οι Rezitits & Kalantzi, 2015 πραγματοποίησαν μελέτη αποδοτικότητας του κλάδου της παραγωγής τροφίμων και ποτών στην Ελλάδα. Η εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος πραγματοποιείται καθορισμός της τεχνικής αποδοτικότητας των 9 βασικών υποκλάδων της βιομηχανίας τροφίμων και ποτών στην Ελλάδα με την μέθοδο DEA για την περίοδο 1984-2007. Τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν προσανατολισμένα στις εκροές ενώ υιοθετήθηκαν μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας οι οποίες χαρακτηρίζουν τον τομέα της

βιομηχανίας τροφίμων και ποτών στην Ελλάδα. Ως μεταβλητή εξόδου χρησιμοποιήθηκε η προστιθέμενη αξία σε σταθερές τιμές (value added at constant prices) η οποία υπολογίζεται από το πηλίκο της προστιθέμενης αξίας δια τον δείκτη τιμών του παραγωγού, ενώ ως μεταβλητές εξόδου χρησιμοποιήθηκαν τα εργατικά (labor) τα οποία προέκυψαν από το γινόμενο μεταξύ του αριθμού εργαζομένων και του αριθμού ωρών εργασίας και το κεφάλαιο (capital stock). Στο δεύτερο μέρος διερευνώνται οι παράγοντες που καθορίζουν την τεχνική αποδοτικότητα μέσω TOBIT Regressions και OLS Regressions με εξαρτημένες μεταβλητές τις τιμές τεχνικής αποδοτικότητας που υπολογίστηκαν στο πρώτο μέρος της εργασίας. Οι παράγοντες οι οποίοι υποτέθηκαν ότι επηρεάζουν την τεχνική αποδοτικότητα και ορίστηκαν ως ανεξάρτητες μεταβλητές στα οικονομετρικά μοντέλα περιλαμβάνουν το μέγεθος του τομέα (sector size), την παραγωγικότητα κεφαλαίου (capital productivity), την παραγωγικότητα εργαζομένων (labor productivity), την ένταση εργασίας (labor intensity), την ένταση κεφαλαίου (capital intensity) & την ανάπτυξη (growth). Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι τα επίπεδα παραγωγής θα μπορούσαν να είναι υψηλότερα με αποδοτικότερη αξιοποίηση των χρησιμοποιούμενων εισροών. Επίσης, η έρευνα δείχνει ότι η τεχνική αποδοτικότητα συνολικά στον τομέα έχει τάση μείωσης λόγω της έλλειψης κεφαλαίου η οποία επηρεάζει τις επενδύσεις και κατ' επέκταση την τεχνολογία παραγωγής. Σύμφωνα με τις δοκιμές συσχέτισης φαίνεται πως οι μεταβλητές Sector Size, Capital Productivity, Labor Productivity, Labor Intensity επηρεάζουν θετικά την τεχνική αποδοτικότητα (Rezitis & Kalantzi, 2015).

Οι Joo et al., 2011 πραγματοποίησαν μελέτη αποδοτικότητας εταιριών λιανικής πώλησης στην Αμερική, χρησιμοποιώντας ως μεταβλητές εισόδου και εξόδου τα συστατικά στοιχεία του δείκτη ROA (Return on Assets). Η μελέτη πραγματοποιήθηκε κάτω από τρία σενάρια συνδυασμού μεταβλητών. Στο πρώτο σενάριο το οποίο ονομάστηκε Total Asset Model ως μεταβλητές εισόδου χρησιμοποιήθηκαν Current Assets, Fixed Assets, Other Assets και ως μεταβλητές εξόδου διάφορες πηγές εισοδήματος. Το δεύτερο σενάριο ονομάστηκε Current Asset Model και ως μεταβλητές εισόδου είχε Cash & Cash Equivalent, Accounts Receivable και Inventory ενώ ως μεταβλητές εξόδου διάφορες πηγές εισοδήματος. Το τρίτο και τελευταίο σενάριο ονομάστηκε Expense Model με μεταβλητές εισόδου Cost of Goods Sold, Selling, General & Administrative Expenses, Depreciation & Amortization και μεταβλητές εξόδου επίσης διάφορες πηγές εισοδήματος. Όλα τα μοντέλα ήταν προσανατολισμένα στις εισροές και επιλύθηκαν υπό σταθερές και μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας. Επίσης, πραγματοποιήθηκε και επίλυση Slack – Based Measured μοντέλων. Με την επίλυση προκύπτει η κατάταξη των μελετώμενων μονάδων με βάση την αποδοτικότητα τους (Joo et al., 2011).

Στο άρθρο των Lukač & Gardijan, 2017 αξιολογείται η ανταγωνιστικότητα του τομέα τροφίμων και ποτών 13 χωρών της δυτικής και ανατολικής Ευρώπης από το 2005 ως το 2013 μέσω μέτρησης αποδοτικότητας των βασικών κλάδων του τομέα με την μέθοδο DEA. Στην έρευνα εντάσσονται οι μεγαλύτερες βιομηχανίες που απαρτίζουν κάθε κλάδο της βιομηχανίας τροφίμων και ποτών. Ο δείκτης ROA (Return on Assets) και το περιθώριο κέρδους (Profit Margin) χρησιμοποιήθηκαν ως δείκτες κερδοφορίας των επιχειρήσεων. Ο ROA υπολογίστηκε από το πηλίκο του κέρδους προ φόρων προς τα συνολικά περιουσιακά στοιχεία. Ως δείκτης παραγωγικότητας κεφαλαίου χρησιμοποιήθηκε το πηλίκο κεφαλαίου προς τα λειτουργικά έξοδα. Εν τέλη σαν μεταβλητή εισόδου χρησιμοποιήθηκε η παραγωγικότητα κεφαλαίου στην αντίστροφη της μορφή (Revenue/Capital), ενώ σαν μεταβλητές εξόδου χρησιμοποιήθηκαν ο δείκτης ROA και το περιθώριο κέρδους. Το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε είναι το BCC. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας για την

περίοδο μελέτης οι χώρες με την υψηλότερη αποδοτικότητα στον τομέα τροφίμων και ποτών ήταν η Βουλγαρία, η Πολωνία, η Τσεχία και η Ουγγαρία (Lukač & Gardijan, 2017).

Στην δημοσίευση των Kumar & Basu, 2008 πραγματοποιήθηκε μελέτη αποδοτικότητας του κλάδου τροφίμων και ποτών με σκοπό τον καθορισμό της μεταβολής παραγωγικότητας στον χρονικό ορίζοντα 1988-2005. Για τον προσδιορισμό της μεταβολής παραγωγικότητας συναρτήσεως του χρόνου υπολογίστηκε ο δείκτης Malmquist σύμφωνα με τον οποίο διερευνήθηκαν οι επιδράσεις τεχνικών, τεχνολογικών και μεταβολών αποδοτικότητας κλίμακας. Η μέθοδος DEA χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των συναρτήσεων απόστασης που απαρτίζουν τον δείκτη Malmquist υπό CRS και VRS αποδόσεις κλίμακας. Ως μεταβλητή εξόδου χρησιμοποιήθηκε η Μικτή Προστιθέμενη Αξία (Gross Value Added), ενώ ως μεταβλητές εισόδου χρησιμοποιήθηκαν τα Εργατικά (Labor) και το Κεφάλαιο (Capital). Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ανάπτυξη της παραγωγικότητας του κλάδου κατά την διάρκεια των ετών. Η έρευνα έδειξε ότι οι περισσότερες βιομηχανίες του κλάδου βελτίωσαν την παραγωγικότητα τους αξιοποιώντας την ιδανική κλίμακα λειτουργίας (Most Productive Scale). Ως προτάσεις, τέθηκαν η ανάπτυξη εισαγωγών, η βελτίωση των λειτουργιών έρευνας και ανάπτυξης των επιχειρήσεων καθώς και νέα πλαίσια διοίκησης με σκοπό την περαιτέρω ανάπτυξη της παραγωγικότητας τα επόμενα χρόνια (Kumar & Basu, 2008).

Οι Flegl et al., 2022 πραγματοποίησαν μελέτη αποδοτικότητας παραγωγής του κλάδου της βιομηχανίας τροφίμων ανά δήμο στο Μεξικό για την χρονική περίοδο 2014-2019 με την χρήση της DEA. Εφαρμόστηκε μια επέκταση της μεθόδου που ονομάζεται Network DEA. Η Network DEA βρίσκει εφαρμογή σε παραγωγικές διαδικασίες οι οποίες αποτελούνται από πολλαπλά στάδια παραγωγής, όπου οι εκροές ενός σταδίου αποτελούν τις εισροές του επομένου. Στο συγκεκριμένο άρθρο γίνεται εφαρμογή ενός Two stage DEA μοντέλου όπου πραγματοποιείται ανάλυση της αποδοτικότητας παραγωγής καθώς και της αποδοτικότητας επενδύσεων στον τομέα. Το πρώτο στάδιο της μεθόδου μετράει την αποδοτικότητα παραγωγής των επιχειρήσεων ανά δήμο χρησιμοποιώντας ως μεταβλητές εισόδου το απασχολούμενο προσωπικό, τις πρώτες ύλες και τον εξοπλισμό καθώς και διάφορα έξοδα παραγωγής, ενώ ως εκροές χρησιμοποιούνται τα έσοδα και τα επίπεδα παραγωγής αξιολογώντας έτσι τα οικονομικά αποτελέσματα υπό νομισματική και ποσοτική σκοπιά. Οι εκροές του πρώτου σταδίου χρησιμοποιήθηκαν ως εισροές για το δεύτερο στάδιο όπου αξιολογήθηκε η επενδυτική αποδοτικότητα ανά δήμο. Ως εκροή του δεύτερου σταδίου χρησιμοποιήθηκαν τα επίπεδα επενδύσεων ανά δήμο για τον κλάδο. Ο προσανατολισμός του μοντέλου ήταν στις εκροές, ενώ υιοθετήθηκαν σταθερές αποδόσεις κλίμακας (Flegl et al., 2022).

Στον Πίνακα 2.1 φαίνονται συνοπτικά οι βασικότερες πληροφορίες οι οποίες προέκυψαν από την βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε.

Πίνακας 2.1: Συγκεντρωτική παρουσίαση βασικών στοιχείων βιβλιογραφικής ανασκόπησης.

<i>Συγγραφείς</i>	<i>Τίτλος</i>	<i>Μεταβλητές Εισόδου</i>	<i>Μεταβλητές Εξόδου</i>	<i>Μοντέλα</i>	<i>Παρατηρήσεις</i>
Pervan, 2020	Efficiency of large firms operating in the Croatian food industry: Data envelopment analysis	Material Costs, Total Assets, Number of Employees	Profit, Operating Revenue	CCR, BCC, Output Oriented	Αξιολόγηση αποδοτικότητας βιομηχανίας τροφίμων μέσω υπολογισμού ΟΤΕ, ΡΤΕ, ΣΕ
Ali, 2007	Productivity and Efficiency in Indian Meat Processing Industry: A DEA Approach	Capital Cost, Labor Cost, Raw Material Cost, Energy Cost	Gross Profit	CCR, BCC, Malmquist, Input Oriented	Αξιολόγηση αποδοτικότητας βιομηχανίας κρέατος μέσω υπολογισμού ΟΤΕ, ΡΤΕ, ΣΕ
Vlontzos & Theodoridis, 2013	Efficiency and Productivity Change in the Greek Dairy Industry	Overall Depreciation, Cost of Sold Products, Shared Capital, Value of Stock, Short Term Liabilities	Revenue, Mixed Profit	CCR, BCC, Malmquist, Context Depended DEA, Input Oriented	Αξιολόγηση αποδοτικότητας βιομηχανίας γάλακτος μέσω υπολογισμού ΟΤΕ, ΡΤΕ, ΣΕ & Relative Attractiveness
Wang et al., 2020	A DEA Resampling Past-Present-Future Comparative Analysis of the Food and Beverage Industry: The Case Study on Thailand vs. Vietnam	Total Assets, Total Operating Expenses, Owner's Equity	Net Revenue και Gross Profit	Resampling DEA Model, Malmquist	Εξέλιξη παραγωγικότητας και πρόβλεψη μελλοντικών τιμών εισροών και εκροών βιομηχανίας τροφίμων
Lemonakis, 2015	Application of Data Envelopment Analysis and Financial Indicators of Greek agro-firms	Leverage, Capital και Fixed Assets	Total Sales και Gross Profit	BCC DEA, EGLS Regression	Συσχέτιση τεχνικής αποδοτικότητας με το μερίδιο αγοράς αγροτικών επιχειρήσεων
Rezitis & Kalantzi, 2015	Investigating technical efficiency and its determinants by data envelopment analysis: An application in the Greek food and beverages manufacturing industry	Labor, Capital stock	Value Added (constant prices)	BCC Output Oriented, TOBIT & OLS Regression	Διερεύνηση παραγόντων μεταβολής τεχνικής αποδοτικότητας
Joo et al., 2011	Benchmarking with data envelopment analysis: a return on asset perspective	1) Total assets, 2) Current assets 3) CoGS, SG&A, D&A	Revenue, Gross Profit	CCR, BCC, SBM, Input Oriented	Συγκριτική αξιολόγηση μέσω επιχειρήσεων λιανεμπορίου με υπολογισμό ΟΤΕ, ΡΤΕ, ΣΕ
Lukač & Gardijan, 2017	Measuring the Efficiency of the Food Industry in Central and East European Countries by using the DEA Approach	Capital Productivity	ROA, Profit Margin	BCC	Ανταγωνιστικότητα επιχειρήσεων κλάδου τροφίμων και ποτών
Kumar & Basu, 2008	Perspectives of productivity growth in Indian food industry:a data envelopment analysis	Labor, Capital	Gross Value Added	CCR, BCC, Malmquist	Μεταβολή παραγωγικότητας κλάδου τροφίμων και ποτών
Flegl et al., 2022	Analysis of production and investment efficiency in the Mexican food industry: Application of two-stage DEA	Labor, Raw material, Equipment, Production Costs	Revenue, Level of Production, Level of Investment (2nd stage)	Network DEA, CCR Output Oriented	Αποδοτικότητα παραγωγής κλάδου της βιομηχανίας τροφίμων ανά δημοτική ενότητα

Σύμφωνα με την ανασκόπηση που προηγήθηκε και με τον Πίνακα 2.1, οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται ως εκροές κατά την μελέτη αποδοτικότητας επιχειρήσεων του κλάδου της βιομηχανίας τροφίμων αποτελούν βασικά λογιστικά μεγέθη τα οποία προέρχονται από τις δημοσιευμένες οικονομικές καταστάσεις των επιχειρήσεων και αφορούν μετρήσιμα επιθυμητά αποτελέσματα τα οποία καθορίζουν την αποδοτική τους λειτουργία. Βασικά παραδείγματα αποτελούν συνήθως τα επίπεδα πωλήσεων και μικτού κέρδους. Οι εισροές συνήθως αποτελούν διάφορους πόρους που χρησιμοποιούν οι επιχειρήσεις για την παραγωγή. Παραδείγματα εισροών περιλαμβάνουν περιουσιακά στοιχεία της επιχείρησης, βασικές πηγές εξόδων και κόστους και γενικότερα οποιαδήποτε μεταβλητή έχει την ικανότητα να χρησιμοποιηθεί ως πόρος στην παραγωγή αγαθών.

Τα βασικά μαθηματικά μοντέλα της DEA τα οποία χρησιμοποιούνται είναι το CCR και το BCC, δηλαδή πραγματοποιείται υπολογισμός της τεχνικής αποδοτικότητας υπό σταθερές και μεταβλητές αποδόσεις αντίστοιχα με σκοπό τον υπολογισμό της Καθαρής Τεχνικής Αποδοτικότητας, της Ολικής Αποδοτικότητας καθώς και της Αποδοτικότητας κλίμακας. Επιπρόσθετα, προσδιορίζεται το είδος των αποδόσεων κλίμακας με τις οποίες λειτουργεί η εκάστοτε μονάδα. Η μεταβολή της παραγωγικότητας σε συνάρτηση με τον χρόνο προσδιορίζεται με υπολογισμό του δείκτη Malmquist. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε περιπτώσεις όπου ο αντικειμενικός σκοπός είναι η εύρεση παραγόντων οι οποίοι μεταβάλουν την τεχνική αποδοτικότητα μιας μονάδας δύναται να χρησιμοποιηθούν και οικονομετρικές τεχνικές.

3. Επιχειρησιακή Απόδοση - Performance

3.1 Η Έννοια της Απόδοσης στις Επιχειρήσεις

Η αποδοτική λειτουργία μιας επιχείρησης αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη και διατήρηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος και κατ' επέκταση για την βιωσιμότητα της. Ως ανταγωνιστικό πλεονέκτημα αναφέρεται η τάση που διαθέτει μια επιχείρηση να κερδίσει και να διατηρήσει μια θέση στο επιχειρησιακό περιβάλλον αυξάνοντας το μερίδιο αγοράς και τα κέρδη της (Lemonakis, 2015). Μια επιχείρηση θεωρείται αποδοτική όταν παράγει κέρδος, αλλά ταυτόχρονα ελαχιστοποιεί τις επιπτώσεις προς το περιβάλλον και βελτιώνει την αλληλεπίδραση με τους ανθρώπους. Συνεπώς, σε μια αποδοτική και βιώσιμη επιχείρηση υπάρχει ισορροπία μεταξύ οικονομικών, κοινωνικών και ανθρώπινων παραγόντων (Slack et al., 2013). Η επιχειρησιακή απόδοση διέπεται από πέντε βασικές αρχές:

- Μειωμένο κόστος παραγόμενων προϊόντων ή υπηρεσιών
- Ικανοποίηση του πελάτη μέσω βελτίωσης της ποιότητας
- Μειωμένος κίνδυνος εταιρικής αποτυχίας
- Ελάχιστο κόστος επενδύσεων
- Δημιουργία πλαισίου εξέλιξης και συνεχούς βελτίωσης (Continuous Improvement)

Για την επίτευξη αποδοτικής λειτουργίας απαιτείται συνεχής προσπάθεια και αφοσίωση στο σύνολο της επιχείρησης η οποία επιτυγχάνεται με την εκπλήρωση των παρακάτω αντικειμενικών στόχων:

- Παραγωγή ποιοτικών προϊόντων συμμορφούμενων στις προδιαγραφές και ελαχιστοποίηση ελαττωματικών με σκοπό την ικανοποίηση του πελάτη
- Οι λειτουργίες της επιχείρησης χαρακτηριζόμενες από ταχύτητα και ευελιξία με σκοπό την συνεχή διαθεσιμότητα αγαθών και υπηρεσιών προς τον πελάτη
- Έγκαιρη παροχή προϊόντων με σκοπό την επίτευξη αξιοπιστίας προς τον πελάτη

- Ευελιξία λειτουργιών
- Χαμηλό κόστος παραγωγής

Σύμφωνα με τα παραπάνω φαίνεται πως για την επίτευξη αποδοτικής λειτουργίας όλες οι εταιρικές δραστηριότητες πρέπει να έχουν ως στόχο την ελαχιστοποίηση του κόστους με ταυτόχρονη διατήρηση υψηλών επιπέδων ποιότητας, ταχύτητας, ευελιξίας και αξιοπιστίας. Συνήθως, ως ένδειξη επιτυχούς λειτουργίας μιας δραστηριότητας χρησιμοποιείται η έννοια της παραγωγικότητας, η οποία ορίζεται από το πηλίκο των παραγόμενων εκρών προς τις χρησιμοποιούμενες εισροές που χρησιμοποιεί μια επιχείρηση. Ένας εύκολος τρόπος βελτίωσης της παραγωγικότητας αποτελεί η μείωση του κόστους των χρησιμοποιούμενων εισροών για την παραγωγή δεδομένων ποσοτήτων παραγόμενων εκρών. Για παράδειγμα, μια τράπεζα για να αυξήσει την παραγωγικότητα της δύναται να μεταβάλει την τοποθεσία εγκατάστασης της σε μια νέα τοποθεσία με χαμηλότερο κόστος ενοικίασης. Επίσης, ένας κατασκευαστής υπολογιστών μπορεί να ανασχεδιάσει τα προϊόντα του και να χρησιμοποιήσει υλικά χαμηλότερου κόστους με σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας. Όλες οι λειτουργίες έχουν ως στόχο την ελαχιστοποίηση της «σπατάλης» είτε αυτή αφορά υλικά, χρόνο ή μη αποδοτική εκμετάλλευση των πόρων παραγωγής (Slack et al., 2013).

3.2 Μέτρηση της Απόδοσης

«Η Απόδοση (Performance) αντικατοπτρίζει τον βαθμό επιτυχούς αξιοποίησης των πόρων που χρησιμοποιεί μια επιχειρηματική οντότητα για την παραγωγή αγαθών ή/και υπηρεσιών». Βασικός σκοπός της μέτρησης της απόδοσης αποτελεί η διερεύνηση των παραγόντων που την επηρεάζουν. Η μέτρηση της απόδοσης αποτελεί βασικό αντικείμενο της Στρατηγικής Διοίκησης και της Διοίκησης Λειτουργιών με σκοπό τον σχεδιασμό και τον έλεγχο στρατηγικών και λειτουργιών που έχουν ως στόχο την βελτίωση της αποδοτικότητας και ανταγωνιστικότητας της επιχείρησης (Wheelen & Hunger, 2012; Vlontzos & Theodoridis, 2013; Rezitis & Kalantzi, 2015).

Η μέτρηση της απόδοσης αποτελεί ζωτικό κομμάτι σε όλα τα στάδια εφαρμογής και υιοθέτησης στρατηγικών σε μια επιχείρηση. Παρακάτω αναφέρονται συνοπτικά τα τέσσερα βασικά στάδια εφαρμογής στρατηγικών:

- Ανάλυση εξωτερικού και εσωτερικού περιβάλλοντος
- Δημιουργία στρατηγικών
- Εφαρμογή στρατηγικών
- Έλεγχος, παρακολούθηση και αξιολόγηση στρατηγικών

(Wheelen & Hunger, 2012)

Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την συλλογή πληροφοριών όσον αφορά το εσωτερικό και το εξωτερικό περιβάλλον μιας επιχείρησης. Στην συνέχεια πραγματοποιούνται όλες οι δράσεις με τις οποίες σχεδιάζεται η στρατηγική που δύναται να εφαρμοστεί. Έπειτα, η υιοθετούμενη στρατηγική τίθεται σε εφαρμογή. Το τελευταίο στάδιο αποτελεί τον έλεγχο, την παρακολούθηση και αξιολόγηση των υιοθετούμενων στρατηγικών μέσω μέτρησης της απόδοσης τους (Wheelen & Hunger, 2012).

Οι στόχοι των στρατηγικών που υιοθετούνται από μια επιχείρηση ορίζονται από την Αποστολή της (Mission). Η εκπλήρωση των αντικειμενικών σκοπών και στόχων καθορίζεται μέσω συγκεκριμένων δεικτών μέτρησης απόδοσης για τους οποίους δύναται τα τεθούν διάφοροι στόχοι ανάλογα με τις προτεραιότητες της επιχείρησης. Μέσω της μέτρησης

απόδοσης πραγματοποιείται ανατροφοδότηση της πληροφορίας στα αρμόδια τμήματα της επιχείρησης έτσι ώστε να καθοριστούν οι ενέργειες που πρέπει να πραγματοποιηθούν με σκοπό την βελτίωση της απόδοσης (Thanassoulis, 2001).

Τα πέντε βασικά στάδια Ελέγχου και Αξιολόγησης της Απόδοσης αναφέρονται παρακάτω:

- Καθορισμός μετρούμενων μεγεθών – δείκτες μέτρησης απόδοσης
- Καθορισμός προτύπων – προδιαγραφών για τους δείκτες μέτρησης τα οποία ορίζονται από τους αντικειμενικούς σκοπούς της διοίκησης
- Μέτρηση των δεικτών απόδοσης ανά τακτά χρονικά διαστήματα
- Σύγκριση προτύπων με τους πραγματικούς μετρούμενους δείκτες απόδοσης
- Υιοθέτηση μέτρων – διορθωτικών ενεργειών με σκοπό την βελτίωση της απόδοσης

Τα αποτελέσματα μέτρησης της απόδοσης παρακολουθούνται με σκοπό την σύγκριση της πραγματικής μετρούμενης απόδοσης με την απόδοση που έχει τεθεί ως στόχος από την διοικητική ομάδα της επιχείρησης. Η μέτρηση της απόδοσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μεθοδολογία σε οποιαδήποτε στάδιο της εφαρμογής στρατηγικής καθώς και καθημερινά στην διοίκηση των επιχειρησιακών λειτουργιών. Η απόδοση αποτελεί το τελικό αποτέλεσμα μιας δραστηριότητας. Βασική προϋπόθεση για την αποτελεσματική λειτουργία του σταδίου ελέγχου και αξιολόγησης μιας λειτουργίας ή στρατηγικής αποτελεί η σωστή και αμερόληπτη ροή πληροφορίας από τα κατώτερα στα ανώτερα διοικητικά επίπεδα της επιχείρησης (Wheelen & Hunger, 2012).

Η απόδοση μπορεί να μετρηθεί σε μια μεγάλη ποικιλία οντοτήτων όπως στον ιδιωτικό τομέα και δημόσιο τομέα, στην παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών, σε σχολεία και νοσοκομεία και γενικώς σε όλες τις οντότητες που αξιοποιούν εισροές με σκοπό την παραγωγή εκροών. Εκτός από την μικροοικονομική κλίμακα, η μέτρηση της αποδοτικότητας μπορεί να εφαρμοστεί και σε μακροοικονομικό επίπεδο όπως για παράδειγμα σε πόλεις και κράτη (Coelli et al., 2005).

Συνήθως κατά την μέτρηση αποδοτικότητας πραγματοποιείται σύγκριση της απόδοσης των αποδοτικότερων μονάδων παραγωγής με τις λιγότερο αποδοτικές. Η σύγκριση αυτή έχει ως στόχο την κατανόηση των αιτιών που οδηγούν στην αποδοτική ή την μη αποδοτική λειτουργία όπως επίσης και την διερεύνηση των μεθόδων - τεχνικών με τις οποίες μπορεί να βελτιωθεί η αποδοτικότητα. Οι πληροφορίες που προκύπτουν από την αξιολόγηση της απόδοσης εξαρτώνται από τον σκοπό της αξιολόγησης καθώς και από την μέθοδο την ανάλυσης. Παρακάτω αναφέρονται διάφορα συμπεράσματα τα οποία μπορεί να προκύψουν από μια ανάλυση αποδοτικότητας:

- Διερεύνηση ιδανικών πρακτικών διοίκησης - λειτουργίας
- Καθορισμός αποτελεσματικότερης κλίμακας λειτουργίας
- Διερεύνηση μείωσης κατανάλωσης εισροών παραγωγής με ταυτόχρονη αύξηση των εκροών
- Μελέτη της μεταβολής παραγωγικότητας σε σχέση με τον χρόνο

(Thanassoulis, 2001)

3.3 Μέθοδοι Μέτρησης Απόδοσης

Μέτρηση απόδοσης με χρηματοοικονομικούς δείκτες

Μια από τις απλούστερες μεθόδους αξιολόγησης οικονομικής αποδοτικότητας επιχειρήσεων αποτελεί η μελέτη και σύγκριση διάφορων χρηματοοικονομικών δεικτών καθώς και μεγεθών που προκύπτουν από τις λογιστικές καταστάσεις. Οι δείκτες αυτοί συνήθως αξιολογούν την δυνατότητα της επιχείρησης να παράγει έσοδα και κέρδος σε σχέση με τους χρησιμοποιούμενους πόρους. Διάφοροι δείκτες χρηματοοικονομικής επίδοσης αποτελούν:

- Αποδοτικότητα Ενεργητικού - Return on Assets (ROA)
- Αποδοτικότητα Ιδίων Κεφαλαίων - Return on Equity (ROE)
- Μικτό Περιθώριο Κέρδους

Βασικό μειονέκτημα της προσέγγισης αξιολόγησης αποδοτικότητας με χρηματοοικονομικούς δείκτες αποτελεί το γεγονός ότι η χρήση μεμονωμένων δεικτών δεν περιγράφει πλήρως όλες τις διαστάσεις αποδοτικότητας της μονάδας. Επίσης, όταν πραγματοποιείται οικονομική αξιολόγηση με την χρήση ενός συγκεκριμένου χρηματοοικονομικού δείκτη, υιοθετείται η υπόθεση ότι όλοι οι υπόλοιποι δείκτες παραμένουν σταθεροί γεγονός που αποτελεί απλούστευση της πραγματικότητας. Τέλος, υπάρχουν περιπτώσεις όπου συγκεκριμένοι δείκτες παρουσιάζουν μια επιχείρηση ως πλήρως αποδοτική σε σχέση με άλλες, ενώ άλλοι δείκτες παρουσιάζουν διαφορετική εικόνα (Halkos & Tzeremes, 2012).

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων που απορρέουν από την χρήση χρηματοοικονομικών δεικτών, προτείνεται η συγκέντρωση (aggregation) τους σε έναν ενοποιημένο δείκτη. Βασικοί περιορισμοί της μεθόδου συγκέντρωσης αποτελεί η αντικειμενικότητα του ερευνητή κατά την διαδικασία στάθμισης των μεγεθών, καθώς και οι συνεχώς μεταβαλλόμενες οικονομικές συνθήκες (Halkos & Tzeremes, 2012).

Συγκριτική αξιολόγηση – Benchmarking

Η συγκριτική αξιολόγηση (Benchmarking) αποτελεί ένα βασικό εργαλείο του management το οποίο εστιάζει την υιοθέτηση των καλύτερων πρακτικών (best practices) από άλλες επιχειρήσεις του τομέα ή διαφορετικού τομέα με στόχο την βελτίωση της απόδοσης της υπό μελέτη επιχείρησης. Αποτελεί μια συνεχή και συστημική διαδικασία σύγκρισης και συνεχούς βελτίωσης εντοπίζοντας και εφαρμόζοντας προσεγγίσεις βέλτιστων πρακτικών. Το Benchmarking εφαρμόστηκε για πρώτη φορά από την Xerox το 1979 για την αντιμετώπιση του Ιαπωνικού ανταγωνισμού της εποχής. Τα βασικά στάδια εφαρμογής του Benchmarking είναι:

- Καθορισμός των βασικών δεικτών μέτρησης για κάθε εταιρική λειτουργία
- Μέτρηση δεικτών για την εταιρία και για τους βασικούς ανταγωνιστές
- Σύγκριση των μετρήσεων απόδοσης με τον ανταγωνισμό και αναγνώριση βασικών πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων
- Εφαρμογή στρατηγικών για την ελαχιστοποίηση του χάσματος μεταξύ των συγκρινόμενων μονάδων

Το Benchmarking αποτελεί βασικό εργαλείο απόκτησης ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος στην αγορά. Σε γενικές γραμμές μέσω του Benchmarking καθορίζονται οι δυνάμεις και αδυναμίες της εταιρίας, οι καλές και αποδοτικότερες πρακτικές και τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα. Επίσης, καθορίζονται οι στρατηγικές με τις οποίες μια μονάδα δύναται να βελτιώσει την απόδοσή της (Joo et al., 2011).

Εξισορροπημένη αξιολόγηση – Balanced Scorecard

Η εξισορροπημένη αξιολόγηση αποτελεί μια σύγχρονη μεθοδολογία διοίκησης μέσω της οποίας πραγματοποιείται μέτρηση και βελτίωση της επιχειρηματικής απόδοσης. Στην συγκεκριμένη μεθοδολογία αναπτύσσονται στόχοι σε τέσσερις περιοχές – διαστάσεις ενός οργανισμού οι οποίες είναι:

- Χρηματοοικονομικά
- Πελάτες
- Εσωτερική αποδοτικότητα – αποτελεσματικότητα λειτουργιών & διαδικασιών
- Καινοτομία και μάθηση

Για κάθε μια από τις παραπάνω περιοχές πραγματοποιείται ανάθεση συγκεκριμένων δεικτών μέτρησης, όπως επίσης στόχοι και πρωτοβουλίες εκπλήρωσης τους. Με τον τρόπο αυτό αξιολογούνται συνδυαστικά δείκτες που προέρχονται από όλες τις διαστάσεις οι οποίες καθορίζουν την αποδοτική λειτουργία ενός οργανισμού (Wheelen & Hunger, 2012).

Μαθηματικές μέθοδοι μοντελοποίησης

Για την μέτρηση αποδοτικότητας και ειδικά για την πραγματοποίηση συγκριτικής μελέτης αποδοτικότητας μονάδων λόγω της περίπλοκης φύσης του προβλήματος είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθούν ποσοτικές μέθοδοι μοντελοποίησης της διαδικασίας παραγωγής. Οι μαθηματικές μέθοδοι μοντελοποίησης που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση αποδοτικότητας μονάδων παραγωγής βασίζονται στον τομέα της Διοικητικής Επιστήμης – Επιχειρησιακής έρευνας και των Οικονομικών Παραγωγής (Production Economics). Παρακάτω αναφέρονται τέσσερις βασικές μέθοδοι:

- Οικονομετρικά μοντέλα παραγωγής ελαχίστων τετραγώνων
- Δείκτες μέτρησης συνολικής παραγωγικότητας - Total Factor Productivity Indices (TFP)
- Περιβάλλουσα ανάλυση δεδομένων - Data Envelopment Analysis (DEA)
- Στοχαστική ανάλυση συνόρων - Stochastic Frontier Analysis

Οι πρώτες δύο μέθοδοι λειτουργούν με την υπόθεση ότι όλες οι μελετώμενες μονάδες είναι τεχνικά αποδοτικές και χρησιμοποιούν συνήθως δεδομένα σε συνάρτηση με τον χρόνο, παρέχοντας υπολογισμό τεχνικών μεταβολών. Αντιθέτως, η μέθοδος DEA και τα Stochastic frontiers δεν λειτουργούν με την υπόθεση ότι οι μονάδες είναι τεχνικά αποδοτικές και χρησιμοποιούνται συνήθως σε ένα δείγμα μονάδων σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή παρέχοντας πληροφορίες όσον αφορά την σχετική αποδοτικότητα τους. Η DEA μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση τεχνικής μεταβολής καθώς και μεταβολής της απόδοσης με την προϋπόθεση ότι υπάρχουν διαχρονικά δεδομένα. Οι παραπάνω μέθοδοι ουσιαστικά αποτελούν μέσα αναγνώρισης και μέτρησης της αποδοτικότητας (Thanassoulis, 2001).

Οι παραπάνω μέθοδοι μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο βασικές κατηγορίες, τις παραμετρικές και μη παραμετρικές μεθόδους:

- Παραμετρικές μέθοδοι: Οικονομετρικά μοντέλα παραγωγής ελαχίστων τετραγώνων, Stochastic Frontiers
- Μη Παραμετρικές μέθοδοι: Total Factor Productivity (TFP) Indices, Data Envelopment Analysis (DEA)

(Thanassoulis, 2001; Coelli et al., 2005)

4. Η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων - Data Envelopment Analysis (DEA)

4.1 Παραγωγικότητα, Αποδοτικότητα και Παραγωγικό Σύνορο

Πριν πραγματοποιηθεί η περιγραφή της μεθόδου DEA είναι πολύ σημαντικό να ορισθούν και να αναλυθούν οι έννοιες της Παραγωγικότητας, Αποδοτικότητας και του Παραγωγικού Συνόρου διότι αποτελούν θεμελιώδεις έννοιες στις οποίες είναι βασισμένη η μέθοδος καθώς και βασικά συστατικά στοιχεία για την κατανόηση της.

Παραγωγικότητα (Productivity): Ορίζεται η αναλογία των παραγόμενων εκροών προς τις χρησιμοποιούμενες εισροές που χρησιμοποιεί μια μονάδα παραγωγής. Όταν η παραγωγή απαιτεί έναν πόρο ή εισροή για την παραγωγή του προϊόντος, ο υπολογισμός της παραγωγικότητας είναι απλός. Αντίθετα, όταν γίνεται χρήση δύο ή και περισσότερων εισροών τότε για τον υπολογισμό της παραγωγικότητας απαιτείται η χρήση κάποιας μεθόδου συγκέντρωσης (Aggregation) των εισροών σε έναν συνολικό δείκτη παραγωγικότητας. Η παραγωγικότητα μπορεί να χωριστεί σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- *Ολική παραγωγικότητα (Total Factor Productivity):* Η ολική παραγωγικότητα συμπεριλαμβάνει στον υπολογισμό της όλες τις εισροές που χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγή του προϊόντος. Η ολική παραγωγικότητα υπολογίζεται σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$\text{Ολική παραγωγικότητα} = \frac{\text{Παραγόμενες εκροές}}{\text{Χρησιμοποιούμενες εισροές}} \quad (4.1)$$

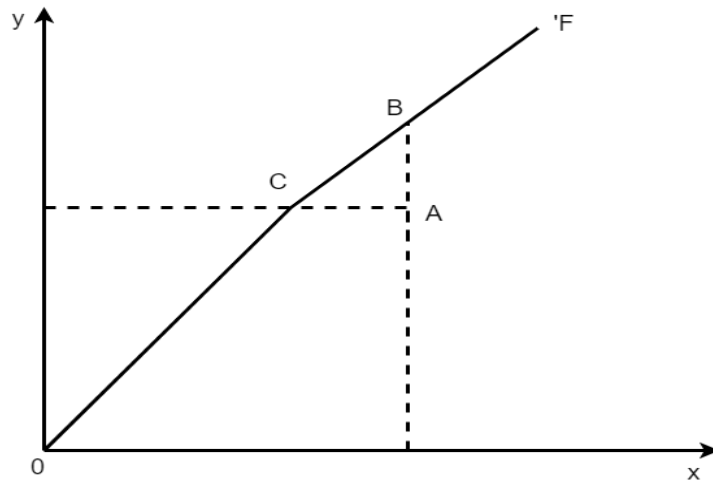
- *Μερική παραγωγικότητα (Partial Productivity):* Λαμβάνει υπ' όψη ένα πόρο ή εισροή κατά τον υπολογισμό της. Για παράδειγμα η παραγωγικότητα εργασίας σε μια βιομηχανική μονάδα και η παραγωγικότητα εδάφους στην γεωργία αποτελούν δείκτες μερικής παραγωγικότητας. Η μερική παραγωγικότητα δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\text{Μερική παραγωγικότητα} = \frac{\text{Παραγόμενες εκροές}}{\text{Συγκεκριμένη εισροή}} \quad (4.2)$$

(Slack et al., 2013)

Αποδοτικότητα (Efficiency): Η αποδοτικότητα εκφράζει το επίπεδο εκροών τον οποίο θα μπορούσε να παραχθεί σε σχέση με αυτό που τελικά παράχθηκε με την χρήση των ίδιων ποσοτήτων εισροών. Ουσιαστικά αφορά την παραγωγή του μέγιστου βαθμού εκροών με την χρήση του ελάχιστου επιπέδου εισροών αλλά και τον όσο το δυνατόν περιορισμό των απωλειών. Με λίγα λόγια η αποδοτικότητα περιγράφει το πόσο αποδοτικά χρησιμοποιούνται οι πόροι κατά την διαδικασία παραγωγής (Slack et al., 2013).

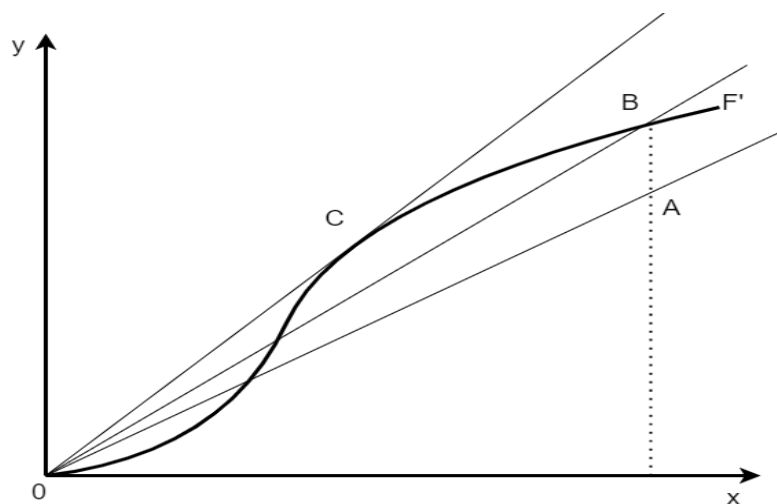
Συχνά, ο όρος της αποδοτικότητας συγχέεται λανθασμένα με αυτόν της παραγωγικότητας. Για να γίνει ξεκάθαρη η διαφορά μεταξύ των όρων δίνεται ως παράδειγμα μια παραγωγική διαδικασία η οποία χρησιμοποιεί μια μοναδική εισροή (x) για την παραγωγή μιας εκροής (y). Στο Σχήμα 4.1 η καμπύλη OF' αντιπροσωπεύει το λεγόμενο *Παραγωγικό Σύνορο (Production Frontier)*. Το παραγωγικό σύνορο καθορίζει την σχέση μεταξύ των χρησιμοποιούμενων εισροών και των παραγόμενων εκροών και αντιπροσωπεύει το μέγιστο επίπεδο εκροής που αντιστοιχεί σε κάθε επίπεδο εισροής. Συγκεκριμένα αντιπροσωπεύει την φύση της τεχνολογίας που διαθέτει η συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής (Coelli et al., 2005).



Σχήμα 4.1: Παραγωγικό Σύνορο διαδικασίας παραγωγής εκροής (y) με χρήση της εισροής (x) (Coelli et al., 2005).

Οι μονάδες οι οποίες λειτουργούν πάνω στην καμπύλη OF' καλούνται *Τεχνικά Αποδοτικές*, ενώ οι μονάδες οι οποίες λειτουργούν κάτω από την καμπύλη θεωρούνται *Τεχνικά Μη Αποδοτικές*. Στο Σχήμα 4.1 το σημείο A αποτελεί ένα μη τεχνικά αποδοτικό σημείο, ενώ τα σημεία B και C αποτελούν τεχνικά αποδοτικά σημεία. Ο λόγος για τον οποίο η μονάδα A θεωρείται μη αποδοτική είναι ότι υπάρχει η δυνατότητα αύξησης του επιπέδου εκροής που σχετίζεται με το σημείο B χωρίς την επιπλέον απαίτηση εισροής διότι όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4.1 η μονάδα B παράγει υψηλότερα επίπεδα εκροής με το ίδιο επίπεδο εισροής.

Χρησιμοποιώντας το ίδιο σχήμα μπορεί εύκολα να ορισθεί η έννοια του *Εφικτού Συνόλου Παραγωγής (Feasible Production Set)*. Το εφικτό σύνολο παραγωγής αποτελεί ένα σύνολο συνδυασμών διαφόρων επιπέδων εισροών και εκροών οι οποίες είναι εφικτές. Το σύνολο αυτό στο Σχήμα 4.1 αντιπροσωπεύεται από την περιοχή κάτω από την καμπύλη OF' μέχρι τον άξονα των x, συμπεριλαμβανομένων των ορίων. Τα σημεία κατά μήκος της καμπύλης αποτελούν το αποδοτικό υποσύνολο της εφικτής περιοχής παραγωγής (Coelli et al., 2005). Για την διαφοροποίηση μεταξύ των όρων παραγωγικότητας και αποδοτικότητας χρησιμοποιείται το Σχήμα 4.2.



Σχήμα 4.2: Σχέση παραγωγικότητας και αποδοτικότητας υπό την εκμετάλλευση οικονομικών κλίμακας (Coelli et al., 2005).

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.2, πραγματοποιείται εγχάραξη μια ευθείας γραμμής για τον υπολογισμό της αποδοτικότητας σε διάφορα σημεία του παραγωγικού συνόρου. Η κλίση αυτής της ευθείας ορίζεται με το κλάσμα y/x , η οποία δίνει πληροφορίες όσον αφορά την παραγωγικότητα σε ένα συγκεκριμένο σημείο. Αν μια μονάδα παραγωγής λειτουργεί στο σημείο A και μετακινηθεί στο σημείο B, η κλίση της ευθείας αυξάνεται και κατ' επέκταση η παραγωγικότητα στο συγκεκριμένο σημείο. Η περαιτέρω αύξηση της κλίσης της ευθείας οδηγεί στο σημείο C όπου παρατηρείται ότι η ευθεία πλέον αποτελεί εφαπτομένη του παραγωγικού συνόρου. Το σημείο C αποτελεί σημείο μεγιστοποίησης της παραγωγικότητας. Η μεταβολής της κλίσης της ευθείας αποτελεί ουσιαστικά εκμετάλλευση οικονομικών κλίμακας. Το σημείο C αποτελεί σημείο τεχνικά ιδανικής κλίμακας και είναι φανερό πως η λειτουργία της μονάδας σε οποιοδήποτε άλλο σημείο θα έχει ως αποτέλεσμα την χαμηλότερη παραγωγικότητα. Σύμφωνα με τα παραπάνω, μια μονάδα μπορεί να είναι τεχνικά αποδοτική με δυνατότητα περαιτέρω βελτίωσης της παραγωγικότητας εκμεταλλευόμενη της οικονομίες κλίμακας (Coelli et al., 2005).

Όταν πραγματοποιείται σύγκριση της παραγωγικότητας σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές τότε εισέρχεται μια ακόμη μεταβολή της παραγωγικότητας η οποία ονομάζεται *Τεχνική Μεταβολή (Technical Change)*, η οποία περιγράφει την εξέλιξη ή την επιδείνωση της τεχνολογίας παραγωγής και παρίσταται ως μετακίνηση του παραγωγικού συνόρου προς τα επάνω ή προς τα κάτω. Έπειτα από μετακίνηση του παραγωγικού συνόρου προς τα επάνω, οι μονάδες παραγωγής μπορούν με την χρήση των ίδιων επιπέδων εισροών να παράγουν μεγαλύτερα επίπεδα εκροών. Το αντίθετο συμβαίνει κατά την επιδείνωση της φύσης της τεχνολογίας παραγωγής.

Συνεπώς, η αύξηση της παραγωγικότητας μπορεί να οφείλεται συνολικά σε τέσσερις παράγοντες:

- Βελτίωση της αποδοτικότητας
- Τεχνική μεταβολή
- Εκμετάλλευση οικονομικών κλίμακας
- Συνδυασμός των παραπάνω

(Coelli et al., 2005)

Οι οικονομίες – αποδόσεις κλίμακας αποτελούν ένα σημαντικό κεφάλαιο στα οικονομικά και ιδιαίτερα στον τομέα των Οικονομικών Παραγωγής (Production Economics), πεδίο στο οποίο έχει τα θεμέλια της η μέθοδος DEA (Coelli et al., 2005).

Οι οικονομίες κλίμακας αποτελούν την τάση του μέσου συνολικού κόστους να μειώνεται με την αύξηση της ποσότητας παραγωγής μακροπρόθεσμα. Ουσιαστικά, όταν μια μονάδα παραγωγής λειτουργεί σε οικονομίες κλίμακας τότε με την αύξηση των επιπέδων των χρησιμοποιούμενων συντελεστών παραγωγής αυξάνεται η ποσότητα του παραγόμενου προϊόντος. Υπάρχουν τρεις περιπτώσεις οικονομικών κλίμακας:

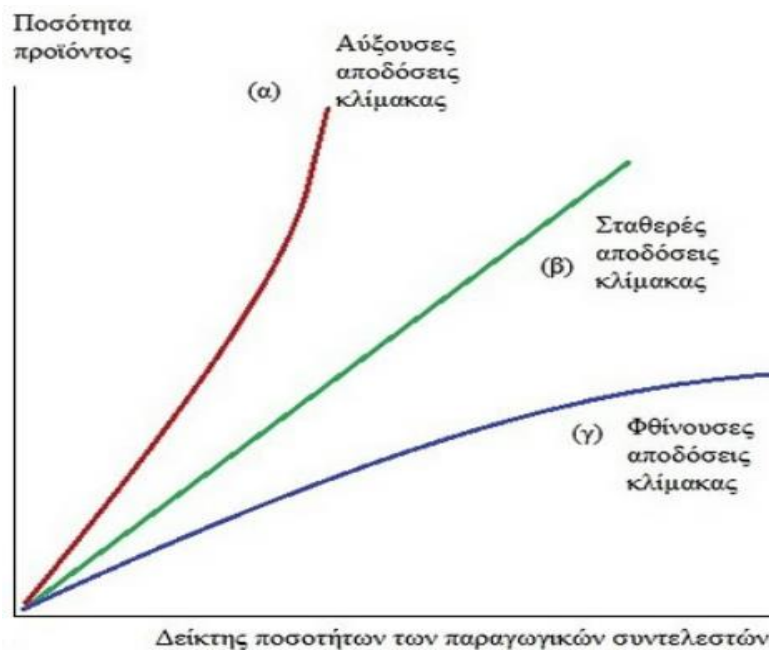
- *Σταθερές Αποδόσεις (Constant Returns of Scale – CRS)*: Μια συγκεκριμένη αύξηση των συντελεστών παραγωγής οδηγεί στην αύξηση του παραγόμενου προϊόντος κατά το ίδιο ποσό.
- *Αύξουσες Αποδόσεις (Increasing Returns of Scale – IRS)*: Μια αύξηση των συντελεστών παραγωγής οδηγεί στην αύξηση του παραγόμενου προϊόντος κατά μεγαλύτερο ποσό.

- *Φθίνουσες Αποδόσεις (Decreasing Returns of Scale – DRS)*: Μια αύξηση των συντελεστών παραγωγής οδηγεί στην αύξηση του παραγόμενου προϊόντος κατά μικρότερο ποσό.

Οι περιπτώσεις των IRS και DRS ανήκουν στην ευρύτερη κατηγορία των *Μεταβλητών Αποδόσεων Κλίμακας (Variable Returns of Scale – VRS)*.

(<https://euretirio.com/oikonomies-klimakas/>)

Οι τρεις παραπάνω περιπτώσεις οικονομιών κλίμακας απεικονίζονται στο Σχήμα 4.3 όπου φαίνεται καθαρά η μεταβολή του παραγόμενου προϊόντος σε συνάρτηση με αυτή των παραγωγικών συντελεστών.



Σχήμα 4.3: Οικονομίες κλίμακας τριών διαφορετικών μονάδων παραγωγής
(<https://euretirio.com/oikonomies-klimakas/>).

4.2 Ανάλυση της Μεθόδου DEA

Η μέθοδος της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων – Data Envelopment Analysis (DEA), αποτελεί μια μεθοδολογία μελέτης αποδοτικότητας που οι Charnes et al., 1978 εισήγαγαν ως μια *Ντετερμινιστική (Deterministic)*, μη παραμετρική μέθοδο βασιζόμενη στην έρευνα του Farrell, 1957. Αποτελεί μια μεθοδολογία βελτιστοποίησης με βάση τον Γραμμικό Προγραμματισμό η οποία πραγματοποιεί μέτρηση συγκριτικής ή *Σχετικής Αποδοτικότητας (Relative Efficiency)* μονάδων παραγωγής, προσδιορίζοντας την καμπύλη παραγωγικών δυνατοτήτων ή παραγωγικό σύνορο (Cook et al., 2014; Amirteimoori et al., 2022). Η αναφορά στον όρο «Σχετική Αποδοτικότητα» γίνεται διότι η μέτρηση της πραγματοποιείται σε συγκεκριμένο περιβάλλον μελέτης στο οποίο ανήκουν συγκεκριμένες μονάδες (Thanassoulis, 2001). Η DEA αποτελεί μια από τις δημοφιλέστερες μεθόδους μέτρησης αποδοτικότητας διότι δεν απαιτεί πολλές παραδοχές κατά την εκτέλεση της, ενώ αποτελεί ιδανική μέθοδο σε περιπτώσεις ύπαρξης σύνθετων αλληλεπιδράσεων μεταξύ εισροών και εκροών (Cooper et al., 2011). Τα τελευταία χρόνια αποτελεί βασικό εργαλείο της Διοικητικής Επιστήμης (Management Science) και βασικό εργαλείο *Συγκριτικής Αξιολόγησης - Benchmarking* με πληθώρα εφαρμογών (Cook et al., 2014; Amirteimoori et al., 2022). Αξίζει να σημειωθεί ότι η

ικανότητα μέτρησης της *Απόλυτης Αποδοτικότητας (Absolute Efficiency)* περιορίζεται με την χρήση της DEA, εκτός και αν γίνει η υπόθεση ότι στο σύνολο των μελετώμενων μονάδων παραγωγής υπάρχει ένας επαρκής αριθμός μονάδων οι οποίες είναι αποδοτικές σε απόλυτο βαθμό. (Thanassoulis, 2001).

4.2.1 Μονάδες Λήψης Απόφασης - Decision Making Units

Βασική προϋπόθεση για την πραγματοποίηση συγκριτικής μελέτης αποδοτικότητας, αποτελεί ο καθορισμός της *Μονάδας Αξιολόγησης (Unit of Assessment)*. Η μονάδα αξιολόγησης αποτελεί την μονάδα παραγωγής για την οποία θα πραγματοποιηθεί η μέτρηση της αποδοτικότητας καθώς και η σύγκριση της με αυτές των υπόλοιπων μονάδων. Στην μέθοδο DEA οι μονάδες αξιολόγησης ονομάζονται *Μονάδες Λήψης Απόφασης – Decision Making Units*. Ο όρος Decision Making Unit (DMU) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τους Charnes et al., 1978 (Thanassoulis, 2001). Ως μονάδα λήψης απόφασης (DMU) θεωρείται οποιαδήποτε ομογενής μονάδα η οποία λειτουργεί στο ίδιο πλαίσιο και χρησιμοποιεί συγκεκριμένες εισροές (inputs) ή πόρους έτσι ώστε να παράγει συγκεκριμένες εκροές (outputs) ή προϊόντα ή υπηρεσίες. Μια μονάδα λήψης απόφασης έχει τον πλήρη έλεγχο της διαδικασίας μετατροπής των εισροών σε εκροές, δηλαδή της διαδικασίας παραγωγής προϊόντων ή υπηρεσιών (Thanassoulis, 2001). Μονάδες λήψης απόφασης μπορεί για παράδειγμα να αποτελούν σχολεία, νοσοκομεία, εμπορικά κέντρα, τράπεζες, κράτη, πόλεις και επιχειρήσεις (Boussofiane et al., 1991; Cooper et al., 2011). Κατά την επιλογή των DMU για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας τους, αρχικά επιλέγονται ομογενής μονάδες για τις οποίες η οποιαδήποτε σύγκριση έχει νόημα και ταυτόχρονα δίνεται έμφαση στον εντοπισμό πιθανών διαφορών που δύναται να προκύψουν (Golany & Roll, 1989).

Γενικά, οι DMUs θεωρούνται ομογενής όταν:

- Εκτελούν παρόμοιες δραστηριότητες με ίδιους αντικειμενικούς σκοπούς
- Λειτουργούν κάτω από τις ίδιες συνθήκες «αγοράς» ή «περιβάλλοντος»
- Οι παράγοντες που καθορίζουν την απόδοση τους είναι ίδιοι

(Golany & Roll, 1989)

Όσον αφορά το μέγεθος του δείγματος, δηλαδή το πλήθος των DMUs υπάρχουν δύο προσεγγίσεις. Όσο μεγαλύτερο είναι το δειγματοληπτικό μέγεθος, τόσο μεγαλύτερη είναι και η πιθανότητα να αναγνωριστούν μονάδες με υψηλή αποδοτικότητα οι οποίες θα δημιουργήσουν το παραγωγικό σύνορο. Επίσης, ενισχύεται η ικανότητα τυπικών σχέσεων μεταξύ εισροών και εκροών. Από την άλλη, όσο μεγαλύτερο είναι το δείγμα τόσο περισσότερες εισροές και εκροές μπορούν να συμπεριληφθούν. Η δεύτερη προσέγγιση δηλώνει πως όσο αυξάνεται ο αριθμός των DMUs μειώνεται η ομοιογένεια του πληθυσμού και αυξάνεται η πιθανότητα τα αποτελέσματα να επηρεαστούν από εξωγενείς παράγοντες για τους οποίους δεν υπάρχει ικανότητα ελέγχου (Golany & Roll, 1989).

Στο Σχήμα 4.4, φαίνεται διαγραμματικά η διαδικασία μετατροπής των εισροών σε εκροές από μια DMU.



Σχήμα 4.4: Διαδικασία μετατροπής εισροών σε εκροές από μια μονάδα λήψης απόφασης (Thanassoulis, 2001).

Στις απλούστερες περιπτώσεις, όπου χρησιμοποιείται μια εισροή και παράγεται μια εκροή, η αποδοτικότητα μιας DMU υπολογίζεται εύκολα σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$\text{Αποδοτικότητα DMU} = \frac{\text{Εκροή (Output)}}{\text{Εισροή (Input)}} \quad (4.3)$$

Συνήθως, στις περισσότερες περιπτώσεις μελέτης αποδοτικότητας χρησιμοποιούνται πολλαπλές εισροές και εκροές οπότε η αποδοτικότητα μιας DMU υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Αποδοτικότητα} = \frac{\text{Σταθμισμένο Άθροισμα Εκροών}}{\text{Σταθμισμένο Άθροισμα Εισροών}} \quad (4.4)$$

(Boussofiane et al., 1991)

Ο παραπάνω ορισμός προϋποθέτει τον καθορισμό βαρών σημαντικότητας – συντελεστών βαρύτητας για τις χρησιμοποιούμενες εισροές καθώς και για τις παραγόμενες εκροές. Ο καθορισμός των βαρών σημαντικότητας στην DEA δεν πραγματοποιείται υποκειμενικά, αλλά σύμφωνα με την μεθοδολογία του Γραμμικού Προγραμματισμού (Linear Programming). Το μαθηματικό μοντέλο που επιλύεται υπολογίζει τιμές συντελεστών βαρύτητας μέσω των οποίων πραγματοποιείται μεγιστοποίηση του κλάσματος της αποδοτικότητας. Ουσιαστικά υπολογίζεται ένα σύνολο ιδανικών συντελεστών για κάθε DMU το οποίο μεγιστοποιεί το κλάσμα που ορίζει την αποδοτικότητα της μονάδας. Ως περιορισμός πρέπει να τεθεί ότι δεν θα συμπεριληφθούν τιμές βαρών οι οποίες θα αυξήσουν την τιμή της αποδοτικότητας πάνω από 100% ή 1 (Boussofiane et al., 1991; Thanassoulis & Silva, 2018).

4.2.2 Επιλογή Εισροών - Εκροών

Βασική προϋπόθεση σε οποιαδήποτε μελέτη αποδοτικότητας αποτελεί η πλήρης κατανόηση της διαδικασίας μετατροπής εισροών σε εκροές ή αλλιώς της παραγωγικής διαδικασίας. Ο καθορισμός των κατάλληλων εισροών και εκροών αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα μέρη αξιολόγησης μιας DMU. Για την σωστή επιλογή μεταβλητών θα πρέπει να καθοριστεί επαρκώς η λειτουργία προς μελέτη καθώς και οι μεταβλητές που την διέπουν. Οι επιλεγμένες μεταβλητές θα πρέπει να αντικατοπτρίζουν επαρκώς την παραγωγική διαδικασία (Cook et al., 2014).

Οι εισροές θα πρέπει να περιλαμβάνουν όλους τους πόρους οι οποίοι χρησιμοποιούνται στην παραγωγή και επηρεάζουν τις παραγόμενες εκροές. Αντίστοιχα, οι εκροές θα πρέπει να αποτελούν αντιπροσωπευτικά μέτρα αξιολόγησης των DMUs (Thanassoulis, 2001). Οι μεταβλητές μπορεί να είναι πλήρως κάτω από τον έλεγχο των μονάδων ή να είναι εξωγενής παράγοντες οι οποίοι και αυτοί με την σειρά τους να μεταβάλουν την αποδοτικότητα των μονάδων. Προτείνεται να επιλέγονται συνετά οι μεταβλητές εκείνες οι οποίες δύναται να προσδώσουν διαφοροποιήσεις ανάμεσα στις DMUs. Τυπικά οι πόροι οι οποίοι

χρησιμοποιούνται από τις DMUs ή οι διάφορες συνθήκες που επηρεάζουν την λειτουργία τους αποτελούν τις εισροές , ενώ τα μετρήσιμα αποτελέσματα που προκύπτουν ή παράγονται από την διαδικασία μετατροπής αποτελούν τις εκροές (Golany & Roll, 1989). Κλασικά παραδείγματα μεταβλητών αποτελούν ο αριθμός εργαζομένων και τα κέρδη μιας επιχείρησης ως εισροές και εκροές αντίστοιχα (Cook et al., 2014).

Είναι γνωστό από την βιβλιογραφία ότι όσο αυξάνεται το πλήθος των μεταβλητών, τόσο μειώνεται η διακριτική ικανότητα της μεθόδου. Αυτό που συμβαίνει είναι η αύξηση του πλήθους των μονάδων οι οποίες καθίστανται αποδοτικές. Υπάρχει ένας βασικός κανόνας όσον αφορά το πλήθος των μεταβλητών καθώς και των DMUs που χρησιμοποιούνται στην μέθοδο DEA. Ο κανόνας υποστηρίζει ότι ο αριθμός των DMUs θα πρέπει να είναι τουλάχιστον διπλάσιος από τον αριθμό των εισροών και εκροών μαζί. Μια διαφορετική προσέγγιση δηλώνει ότι ο αριθμός των DMUs θα πρέπει να είναι τουλάχιστον τριπλάσιος από το άθροισμα εισροών-εκροών. Παρόλα αυτά ο συγκεκριμένος κανόνας δεν είναι υποχρεωτικός ούτε και βασίζεται σε κάποια στατιστική μεθοδολογία (Cook et al., 2014).

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι οι τιμές αποδοτικότητας που υπολογίζονται με την μέθοδο DEA μπορούν εύκολα να παρερμηνευθούν όταν οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται έχουν την μορφή ποσοστών ή και αναλογιών οπότε συνίσταται η αποφυγή τους (Cook et al., 2014).

4.2.3 Προσανατολισμός Μοντέλων

Στην μέθοδο DEA, τα μαθηματικά μοντέλα δύναται να προσανατολισθούν στις εισροές ή τις εκροές ανάλογα με το είδος και την φύση των μονάδων λήψης απόφασης. Ο προσανατολισμός εξαρτάται από τον βαθμό με τον οποίο η κάθε μονάδα ασκεί τον έλεγχο είτε στις εισροές είτε στις εκροές. Για παράδειγμα ένα νοσοκομείο ως μονάδα λήψης απόφασης ασκεί μεγαλύτερο έλεγχο στις εκροές σε σχέση με τις εισροές του (Thanassoulis, 2001). Βασική προϋπόθεση για την επιλογή προσανατολισμού αποτελεί ο αντικειμενικός σκοπός της μελέτης. Αν ο σκοπός είναι η αναγνώριση των μονάδων εκείνων που αναλώνουν υψηλά επίπεδα εισροών τότε είναι προφανές ότι πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα μοντέλο το οποίο είναι προσανατολισμένο στις εισροές, δηλαδή έχει ως αντικειμενικό σκοπό την ελαχιστοποίηση τους. Από την άλλη, αν ο σκοπός είναι η ανάδειξη των μονάδων οι οποίες μεγιστοποιούν τις παραγόμενες εκροές, τότε προτείνεται η υιοθέτηση μοντέλου με προσανατολισμό στις εκροές και με αντικειμενικό σκοπό την μεγιστοποίηση τους (Cook et al., 2014). Παρόλα αυτά, και οι δύο προσανατολισμοί δίνουν το ίδιο αποτέλεσμα αποδοτικότητας, πάντα κάτω από την υπόθεση σταθερών αποδόσεων κλίμακας. Στην περίπτωση που υιοθετηθούν μεταβλητές αποδόσεις, τα αποτελέσματα των δύο προσανατολισμών θα μπορούσαν να είναι διαφορετικά (Golany & Roll 1989; Cook et al., 2014). Αξίζει να σημειωθεί ότι μέσω της DEA υπάρχει δυνατότητα διαχείρισης μη επιθυμητών εκροών, όπως για παράδειγμα απόβλητα από μια παραγωγική διαδικασία όπου στην συγκεκριμένη περίπτωση αντικειμενικός σκοπός είναι η ελαχιστοποίηση τους (Cook et al., 2014). Σε περιπτώσεις που είναι επιθυμητή η ταυτόχρονη μεγιστοποίηση εκροών και η ελαχιστοποίηση εισροών τότε δύναται να χρησιμοποιηθούν διάφορες επεκτάσεις (extensions) της DEA. Ένα παράδειγμα αποτελούν τα μοντέλα Slack Based Measured Models – SBM (Tone, 1999).

4.2.4 Τεχνική Αποδοτικότητα

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η αποδοτικότητα εκφράζεται στον βαθμό με τον οποίο μια DMU θα παρήγαγε υψηλότερα επίπεδα εκροών με τα ίδια επίπεδα εισροών ή

παράγοντας τα ίδια επίπεδα εκρών με χαμηλότερα επίπεδα εισροών. Σύμφωνα με τους Pareto - Koormans η αποδοτικότητα μιας DMU ορίζεται αναλόγως προσανατολισμού ως:

Προσανατολισμός στις εκροές (Output orientation)

Μια DMU θεωρείται αποδοτική κατά Pareto όταν δεν είναι δυνατόν να αυξηθεί περαιτέρω το επίπεδο εκρών της, χωρίς την μείωση του επιπέδου μιας εκ των εκρών ή/και χωρίς την αύξηση τουλάχιστον μιας εισροής.

Προσανατολισμός στις εισροές (Input orientation)

Μια DMU θεωρείται αποδοτική κατά Pareto όταν δεν είναι δυνατόν να μειωθεί περαιτέρω το επίπεδο εισροών, χωρίς την αύξηση του επιπέδου μιας εκ των εισροών ή/και χωρίς την μείωση τουλάχιστον μιας εκροής.

(Thanassoulis, 2001; Cooper et al., 2011)

Στην πραγματικότητα το θεωρητικά βέλτιστο επίπεδο αποδοτικότητας δεν είναι δυνατόν να υπολογιστεί και έτσι η αποδοτικότητα υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψιν μόνο τα δεδομένα τα οποία διέπουν το υπό μελέτη περιβάλλον στο οποίο λειτουργούν οι μονάδες λήψης απόφασης. Συνεπώς οι παραπάνω ορισμοί τροποποιούνται ως εξής:

Τεχνική αποδοτικότητα εκρών (Technical Output Efficiency)

«Αποτελεί την μέγιστη αναλογία, του επιπέδου που λαμβάνει μια εκροή, που οποιοδήποτε επίπεδο εκροής μπορεί να αντιπροσωπεύει όταν όλες οι εκροές αυξηθούν ακτινικά όσο είναι εφικτό περισσότερο χωρίς την μεταβολή των επιπέδων εισροών» (Thanassoulis, 2001).

Τεχνική αποδοτικότητα εισροών (Technical Input Efficiency)

«Αν όλες οι εισροές μιας DMU μειωθούν ακτινικά όσο είναι εφικτό, χωρίς την μεταβολή των επιπέδων εκρών, τότε η τεχνική αποδοτικότητα εισροών μιας DMU είναι η μέγιστη αναλογία του παρατηρούμενου επιπέδου που λαμβάνει μια εκροή που οποιοδήποτε επίπεδο εισροής μπορεί να αντιπροσωπεύει» (Thanassoulis, 2001).

Οι παραπάνω ορισμοί μπορούν να διατυπωθούν μαθηματικά ως εξής:

Αρχικά, ας θεωρηθεί ότι μια DMU j παράγει y_{rj} ($r = 1 \dots s$) επίπεδα εκρών χρησιμοποιώντας x_{ij} ($i = 1 \dots m$) επίπεδα εισροών. Αν $L(x)$ αποτελεί το σύνολο εκρών που αποτελείται από τα διανύσματα εκρών \underline{y} τα οποία εξασφαλίζονται από το διάνυσμα εισροών \underline{x} ,

ή $L(x) = \{\underline{y}: \underline{y}$ μπορεί να εξασφαλισθεί χρησιμοποιώντας εισροές $\underline{x}\}$.

Τότε, αν θεωρηθεί ότι το σύνολο $L(x)$ είναι κλειστό και κυρτό τότε η τεχνική αποδοτικότητα εκρών μιας DMU με τιμές εκρών-εισροών $(\underline{y}, \underline{x})$ είναι $1/\theta^*$ όπου:

$$\theta^* = \text{Max}\{\theta: (\theta \underline{y}) \in L(x), \theta > 0\} \quad (4.5)$$

(Thanassoulis, 2001)

Αν $L(y)$ αποτελεί το σύνολο απαιτούμενων εισροών που αποτελείται από τα διανύσματα εισροών \underline{x} τα οποία μπορούν να εξασφαλίσουν το διάνυσμα εκρών \underline{y} ,

ή $L(y) = \{x: x \text{ μπορεί να παράξει } y\}$

Τότε, παρομοίως αν το σύνολο θεωρηθεί κλειστό και κυρτό η τεχνική αποδοτικότητα εισροών του (y, \underline{x}) είναι $1/\theta^*$ όπου:

$$\theta^* = \text{Max}\{\theta: (\underline{x}/\theta) \in L(y), \theta > 0\} \quad (4.6)$$

(Thanassoulis, 2001)

Οι αποδοτικότητες καλούνται «τεχνικές» επειδή δεν εμπεριέχουν στον υπολογισμό τους τιμές κόστους εισροών. Όταν μια DMU θεωρείται τεχνικά αποδοτική σε σχετικά με τις υπόλοιπες μονάδες του υπό μελέτη πληθυσμού, σημαίνει ότι χρησιμοποιεί την ελάχιστη ποσότητα εισροών για την παραγωγή του μέγιστου επιπέδου εκροών (Cooper et al., 2011).

4.2.5 Αποδοτικότητα Κατανομής Πόρων & Ολική Αποδοτικότητα

Σε πολλές περιπτώσεις το κόστος των εισροών που χρησιμοποιεί μια τεχνικά αποδοτική DMU για την παραγωγή των εκροών της δύναται να είναι αναλογικά πολύ υψηλό. Σε αυτή την περίπτωση η DMU λειτουργεί τεχνικά αποδοτικά αλλά με υψηλό κόστος. Όταν είναι γνωστές οι τιμές κόστους εισροών, υπάρχει η δυνατότητα υπολογισμού της *Αποδοτικότητας Κατανομής Πόρων (Allocative Efficiency)* ή αλλιώς σύμφωνα με τον Farrel, 1957, *Αποδοτικότητα Τιμών (Price Efficiency)*. Η αποδοτικότητα κατανομής πόρων εκφράζει την απόκλιση του συνόλου εισροών που χρησιμοποιεί την συγκεκριμένη στιγμή μια DMU, από το ιδανικό σύνολο εισροών το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιεί με στόχο την ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής εκροών, συναρτήσει του κόστους εισροών. Η αποδοτικότητα κατανομής πόρων συμπληρώνει την έννοια της τεχνικής αποδοτικότητας και μέσω του συνδυασμού των δύο εννοιών υπολογίζεται η *Ολική Αποδοτικότητα – Overall Efficiency* σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

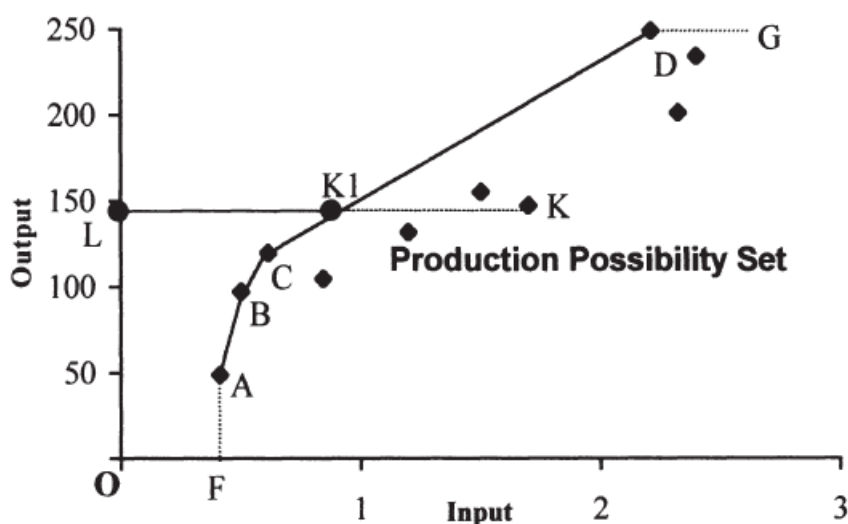
$$\text{Input Overall Efficiency} = \text{Technical Input Efficiency} * \text{Input Allocative Efficiency} \quad (4.7)$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω, είναι εμφανές ότι για μια DMU είναι σημαντικότερο να είναι *Πλήρως Αποδοτική – Overall Efficient* από το να είναι απλά *Τεχνικά Αποδοτική - Technical Efficient*. Αξίζει να σημειωθεί ότι για να είναι μια DMU πλήρως αποδοτική θα πρέπει αρχικά να είναι τεχνικά αποδοτική. Σε πολλές περιπτώσεις η αποδοτικότητα κατανομής πόρων δεν υπάρχει δυνατότητα να υπολογισθεί διότι δεν υπάρχουν κατάλληλα δεδομένα κόστους εισροών και πολλές φορές δεν υπάρχει ανάγκη διότι η μελέτη μπορεί να πραγματοποιηθεί επαρκώς με τον υπολογισμό της απλής τεχνικής αποδοτικότητας. Είναι προφανές ότι στην περίπτωση ύπαρξης τιμών κέρδους εκροών τότε η Αποδοτικότητα Κατανομής Πόρων και κατ'επέκταση η Ολική Αποδοτικότητα μπορούν να υπολογισθούν με στόχο την μεγιστοποίηση των εσόδων από την παραγωγή εκροών (Thanassoulis, 2001).

4.2.6 Βασικά Αποτελέσματα της Μεθόδου

Με την μέθοδο DEA προσδιορίζεται το *Εφικτό Σύνολο Παραγωγής (Feasible Production Set)* ή *Σύνολο Παραγωγικών Δυνατοτήτων* μέσω της αντιστοιχίας επιπέδων εισροών με επίπεδα εκροών για την κάθε DMU της μελέτης. Το σύνολο παραγωγικών δυνατοτήτων που δημιουργείται περιέχει όλες τις αντιστοιχίες εισροών – εκροών οι οποίες κατά κανόνα είναι εφικτές. Διαγραμματικά, σχηματίζεται μια καμπύλη, καλούμενη *Καμπύλη Παραγωγικών Δυνατοτήτων ή Παραγωγικό Σύνορο (Production Possibility Set – Production Frontier)*, η οποία αποτελείται από τις αποδοτικότερες DMUs. Πολλές φορές το σύνορο αυτό καλείται και Σύνορο Βέλτιστης Πρακτικής (Best Practice Frontier) λόγω του ότι αποτελείται από τις

μονάδες οι οποίες λειτουργούν με βέλτιστο τρόπο. Αποδοτικότερες DMUs, καλούνται οι μονάδες οι οποίες χρησιμοποιούν την διαδικασία μετατροπής εισροών σε εκροές με αποδοτικότερο τρόπο συγκριτικά με τις υπόλοιπες παρουσιάζοντας τιμές σχετικής – τεχνικής αποδοτικότητας 100% ή 1. Οι υπόλοιπες μονάδες, οι οποίες καλούνται μη αποδοτικές βρίσκονται κάτω από το παραγωγικό σύνορο με τιμές τεχνικής αποδοτικότητας μικρότερες του 100% ή 1. Στην ουσία η καμπύλη αυτή περιβάλλει (envelopes) όλες τις μη αποδοτικές DMUs. Τα παραπάνω γίνονται κατανοητά με την χρήση του Σχήματος 4.5 όπου χρησιμοποιείται μια απλή τεχνολογία παραγωγής μιας εισροής και μιας εκροής.



Σχήμα 4.5: Το παραγωγικό σύνορο με την μέθοδο DEA (Thanassoulis, 2001).

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4.5, η καμπύλη ABCD αποτελεί το παραγωγικό σύνορο. Όλες οι DMUs που βρίσκονται πάνω στην καμπύλη είναι τεχνικά αποδοτικές. Οι DMUs που βρίσκονται κάτω από την καμπύλη όπως για παράδειγμα η K, αποτελεί μια μη αποδοτική DMU. Η τιμή της τεχνικής αποδοτικότητας των μη αποδοτικών μονάδων, (όπως της K στο Σχήμα 5.5) αντιπροσωπεύει την ακτινική (radial) απόσταση από το παραγωγικό σύνορο. Σε μοντέλα προσανατολισμού εισροών η διαφορά στην τεχνική αποδοτικότητα, υποδεικνύει το ποσό εκείνο που πρέπει να μειώσει η προς μελέτη DMU τα επίπεδα εισροών της για να πετύχει 100% τεχνική αποδοτικότητα. Αντίστοιχα, στα μοντέλα προσανατολισμού εκροών, η διαφορά αυτή αντιπροσωπεύει το ποσό εκείνο που πρέπει η προς μελέτη DMU να αυξήσει τα επίπεδα εισροών της για να πετύχει 100% τεχνική αποδοτικότητα. Στην μέθοδο DEA, για κάθε μια μη αποδοτική DMU εντοπίζεται η προς μίμηση (peer unit) αποδοτική η οποία συνήθως εμφανίζει παρόμοια χαρακτηριστικά. Οι αποδοτικές μονάδες λαμβάνονται ως benchmarks – πρότυπα από τις μη αποδοτικές οι οποίες έχουν ως στόχο την βελτίωση της αποδοτικότητας τους εφαρμόζοντας πρακτικές διοίκησης των αποδοτικών μονάδων (Thanassoulis, 2001; Coelli et al., 2005).

4.2.7 Μαθηματικά Μοντέλα της DEA

Είναι χρήσιμο πριν την ανάλυση των βασικών μοντέλων της DEA, να ορισθεί μαθηματικά το σύνολο παραγωγικών δυνατοτήτων μιας τεχνολογίας παραγωγής. Έστω λοιπόν ότι η DMU_j χρησιμοποιεί εισροές x_j και εκροές y_j οι οποίες είναι μη αρνητικές και τουλάχιστον μια από τις εισροές ή τις εκροές είναι θετικές τότε το σύνολο παραγωγικών δυνατοτήτων ορίζεται ως εξής:

$$P = \{(x, y): x \in R^+, y \in R^+, H \text{ εκροή } y \text{ παράγεται απο την εισροή } x\} \quad (4.8)$$

(Amirteimoori et al., 2022)

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η αποδοτικότητα μιας DMU υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Αποδοτικότητα} = \frac{\text{Σταθμισμένο Άθροισμα Εκροών}}{\text{Σταθμισμένο Άθροισμα Εισροών}} \quad (4.9)$$

Έστω ότι υπάρχουν n μονάδες λήψης απόφασης (DMUs), οι οποίες χρησιμοποιούν (m) εισροές και (s) εκροές, τότε η αποδοτικότητα (h_0) της μονάδας (DMU_0) υπολογίζεται σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}} \quad (4.10)$$

h_0 : Αποδοτικότητας της DMU_0

DMU_0 : Η μονάδα (0) προς αξιολόγηση

DMU_j : $j = 1, 2, \dots, n$

x_{ij} : Τιμή της εισροής για την μονάδα j , $i = 1, \dots, m$

y_{rj} : Τιμή της εκροής για την μονάδα j , $r = 1, \dots, s$

v_i : Συντελεστής βαρύτητας εισροής, $i = 1, \dots, m$

u_r : Συντελεστής βαρύτητας εκροής, $r = 1, \dots, s$

(Boussofiane et al., 1991)

Αντικειμενικός σκοπός της μεθόδου αποτελεί η μεγιστοποίηση του κλάσματος αποδοτικότητας. Αυτό θα επιτευχθεί με την εκχώρηση των κατάλληλων τιμών στους συντελεστές βαρύτητας για την κάθε εισροή και εκροή ξεχωριστά. Η εκχώρηση τιμών για τους συντελεστές βαρύτητας πραγματοποιείται με την μεθοδολογία του Γραμμικού Προγραμματισμού σύμφωνα με τους Charnes et al., 1978. Το μαθηματικό μοντέλο - πρόγραμμα που διαμορφώνεται είναι το παρακάτω σε κλασματική μορφή (fractional form):

$$\text{Max } h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}} \quad (4.11)$$

Με περιορισμούς (μ.π):

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

$$v_i, u_r \geq \varepsilon, \quad i = 1, \dots, m, \quad r = 1, \dots, s$$

(Charnes et al., 1978)

Η σχέση 4.11 αποτελεί την αντικειμενική συνάρτηση του προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού, ενώ οι υπόλοιπες σχέσεις αποτελούν τους περιορισμούς του προβλήματος. Ο αριθμός ε ή αλλιώς *Infinitesimal*, αποτελεί έναν απειροελάχιστο αριθμό κοντά στο μηδέν, της τάξεως του 10^{-6} , εξασφαλίζοντας ότι κανένας συντελεστής βαρύτητας δεν πρόκειται να μηδενιστεί. Για λόγους υπολογιστικής ευκολίας το κλασματικό μαθηματικό μοντέλο μετατρέπεται σε γραμμικό (linear) το οποίο θα αναλυθεί παρακάτω. Το πρόβλημα επιλύεται (n) φορές, όσα και τα DMUs της μελέτης σύμφωνα με τον αλγόριθμο simplex. Με την επίλυση προσδιορίζονται οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας v_i, u_r οι οποίοι θα μεγιστοποιούν το πηλίκο της σχέσης (4.11), δηλαδή την τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης, με περιορισμούς ότι τόσο το πηλίκο αυτό δεν θα ξεπερνά την μονάδα, αλλά ταυτόχρονα και οι αποδοτικότητες των υπόλοιπων μονάδων δεν θα ξεπερνούν την μονάδα. Ουσιαστικά, οι άγνωστες μεταβλητές του μοντέλου αποτελούν τα βάρη σημαντικότητας των εισροών και εκροών αντίστοιχα. Οι αποδοτικές μονάδες με τιμή αποδοτικότητας 100% ή 1 ονομάζονται *Μονάδες Αναφοράς* ή *Reference Units* και αποτελούν *Πρότυπα - Benchmarks* για τις υπόλοιπες μη αποδοτικές. Ο χαρακτηρισμός 100% αποδοτική πολλές φορές είναι ασαφής διότι η συγκεκριμένη μονάδα μπορεί να είναι τεχνικά αποδοτική στο συγκεκριμένο περιβάλλον μελέτης και πάντα συγκριτικά με τις υπόλοιπες μονάδες, γεγονός το οποίο σε ένα διαφορετικό περιβάλλον λειτουργίας να μην είναι αληθές (Boussofiane et al., 1991; Thanassoulis, 2001; Cooper et al., 2011).

Η μέθοδος DEA μπορεί να εφαρμοστεί κάτω από δύο υποθέσεις. Η πρώτη υποθέτει ότι οι DMUs λειτουργούν κάτω από *Σταθερές Αποδόσεις Κλίμακας* (*Constant Returns of Scale – CRS* ή *Charnes, Cooper & Rhodes - CCR*), μοντέλο το οποίο προτάθηκε από τους Charnes et al., 1978. Η δεύτερη περίπτωση υποθέτει ότι οι DMUs λειτουργούν κάτω από *Μεταβλητές Αποδόσεις Κλίμακας* (*Variable Returns of Scale – VRS* ή *Banker, Charnes & Cooper – BCC*), υπόθεση η οποία προτάθηκε από τους Banker et al., 1984. Παρακάτω παρουσιάζονται τα βασικά μοντέλα CCR και BCC της DEA προσανατολισμένα στις εκροές και εισροές αντίστοιχα.

Σταθερές Αποδόσεις Κλίμακας – CCR

Το *Πρωτεύον (Primal)* μοντέλο καλούμενο και *Multiplier form (Μορφή Πολλαπλασιαστών)* αποτελεί την μετατροπή του προβλήματος κλασματικής μορφής σε γραμμική με σκοπό την ευκολότερη διαδικασία επίλυσης του. Ανάλογα με τον αντικειμενικό σκοπό του προβλήματος, το μοντέλο στοχεύει είτε στην μεγιστοποίηση των παραγόμενων εκροών διατηρώντας σταθερές τις εισροές (Output Orientation), είτε στην ελαχιστοποίηση των εισροών διατηρώντας σταθερές τις εκροές (Input Orientation) (Cooper et al., 2011).

- CCR Προσανατολισμός στις εκροές - Output Orientation

$$\text{Min } q = \sum_{i=1}^m v_i x_{ij0} \quad (4.12)$$

μ.π

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj0} = 1$$

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

$$v_i, u_r \geq \varepsilon, \quad i = 1, \dots, m, \quad r = 1, \dots, s$$

$$q = \frac{1}{h_0}$$

➤ CCR Προσανατολισμός στις εισροές - Input Orientation

$$\mathbf{Max} \mathbf{h}_0 = \sum_{r=1}^s \mathbf{u}_r \mathbf{y}_{rj_0} \quad (4.13)$$

μ.π

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} = 1$$

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

$$v_i, u_r \geq \varepsilon, \quad i = 1, \dots, m, \quad r = 1, \dots, s$$

(Cooper et al., 2011; Κούρογλου, 2019; Amirteimoori et al., 2022)

Μεταβλητές Αποδόσεις Κλίμακας - BCC

Η μελέτη τεχνικής αποδοτικότητας μονάδων όταν αυτές λειτουργούν κάτω από μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας δεν είναι εφικτή με το μοντέλο CCR, διότι η υπόθεση σταθερών αποδόσεων επεκτείνει το σύνολο αποδοτικότητας απεριόριστα, με αποτέλεσμα αυτό να θεωρείται βέλτιστο και για μονάδες οι οποίες λειτουργούν σε μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας. Το μοντέλο CCR υποθέτει ότι είναι εφικτές όλες οι εν δυνάμει μονάδες που προκύπτουν από οποιοδήποτε συνδυασμό τους. Έτσι στην περίπτωση των μεταβλητών αποδόσεων οι επιτρεπτοί γραμμικοί συνδυασμοί περιορίζονται μόνο σε αυτούς που το άθροισμα των συντελεστών είναι ίσο με 1. Συνεπώς, για την μελέτη μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας, εισέρχεται ο όρος w στα μοντέλα BCC, ο οποίος αποτελεί μια ελεύθερη μεταβλητή η οποία επιτρέπει τις μονάδες λήψης απόφασης να λειτουργούν υπό μεταβλητές αποδόσεις και ταυτόχρονα προσδιορίζει το είδος των αποδόσεων. Μπορεί να πάρει θετικές, αρνητικές τιμές ή και μηδέν (Φλώκου, 2017). Η τιμή το όρου w θα προσδιορίσει τελικά το είδος των αποδόσεων κλίμακας. Σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτει ότι:

- Αν και μόνο αν $w=0$ για μια τουλάχιστον βέλτιστη λύση τότε ισχύουν σταθερές αποδόσεις (CRS).
- Αν και μόνο αν $w<0$ για κάθε βέλτιστη λύση τότε ισχύουν αύξουσες αποδόσεις (IRS).
- Αν και μόνο αν $w>0$ για κάθε βέλτιστη λύση ισχύουν φθίνουσες αποδόσεις (DRS).

Τα μαθηματικά μοντέλα BCC είναι ακριβώς ίδια με αυτά των CCR, με την διαφορά ότι προστίθεται η ελεύθερη μεταβλητή w (Κούρογλου, 2019).

➤ BCC Προσανατολισμός στις εκροές - Output Orientation

$$\mathbf{Min} \mathbf{q} = \sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} - w \quad (4.14)$$

μ.π

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0} = 1$$

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

$$v_i, u_r \geq \varepsilon, \quad i = 1, \dots, m, \quad r = 1, \dots, s$$

$$q = \frac{1}{h_0}$$

➤ BCC Προσανατολισμός στις εισροές - Input Orientation

$$\mathbf{Max} \mathbf{h_0} = \sum_{r=1}^s \mathbf{u_r y_{rj0}} - \mathbf{w} \quad (4.15)$$

μ.π

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0} = 1$$

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

$$v_i, u_r \geq \varepsilon, \quad i = 1, \dots, m, \quad r = 1, \dots, s$$

(Cooper et al., 2011; Κούρογλου, 2019; Amirteimoori et al., 2022)

Δυική Μορφή Μοντέλων

Για κάθε μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού υπάρχει μια ισοδύναμη εναλλακτική μορφή διατύπωσης. Η αρχική μορφή των προβλημάτων ονομάζεται *Πρωτεύουσα (Primal)* και η εναλλακτική ονομάζεται *Δυική (Dual)*. Στην δυική μορφή χρησιμοποιείται διαφορετική αντικειμενική συνάρτηση και άλλοι περιορισμοί οι οποίοι μεταβάλουν την ερμηνεία του προβλήματος. Στην δυική διατύπωση του μοντέλου διερευνάται η πιθανότητα ύπαρξης μιας μονάδας η οποία χρησιμοποιεί χαμηλότερα επίπεδα εισροών για την παραγωγή συγκεκριμένης ποσότητας εκροών. Η ύπαρξη μιας τέτοιας μονάδας σημαίνει ότι η υπό εξέταση μονάδα δεν είναι αποδοτική και ο εντοπισμός του γραμμικού συνδυασμού που αναλώνει μικρότερες ποσότητες εισροών για την παραγωγή των ίδιων επιπέδων εκροών οδηγεί στον προσδιορισμό της σχετικής αποδοτικότητας. Η δυική μορφή του μοντέλου αναφέρεται στην βιβλιογραφία ως «*Farrel model*», διότι χρησιμοποιήθηκε στην εργασία του Farrel, 1957 ή εναλλακτικά ως *Περιβάλλουσα μορφή - Envelopment form*. Αξίζει να σημειωθεί ότι η δυική μορφή των προβλημάτων προσφέρει μεγαλύτερη υπολογιστική δύναμη και ταυτόχρονα ευκολότερη κατανόηση των αποτελεσμάτων (Cooper et al., 2011; Φλώκου, 2017). Σε αντίθεση με την πρωτεύουσα (primal) μορφή όπου προσδιορίζονται οι εικονικοί συντελεστές των εισροών και εκροών του μοντέλου, στην δυική μορφή δίνεται έμφαση στις σχέσεις – διαφορές μεταξύ των DMUs (Golany & Roll, 1989). Στο σημείο αυτό είναι βασικό να τονισθεί ότι το μοντέλο του Farrel αγνοεί την ύπαρξη μεταβλητών περιθωρίου και για αυτόν τον λόγο η αποδοτικότητα που υπολογίζεται ονομάζεται *Ασθενής Αποδοτικότητα – Weak Efficiency* (Cooper et al., 2011). Στην επόμενη ενότητα γίνεται αναφορά στην ολοκληρωμένη μορφή των μοντέλων όπου γίνεται προσθήκη των μεταβλητών περιθωρίου. Παρακάτω αναλύονται τα μαθηματικά μοντέλα στην δυική τους μορφή:

- CCR Προσανατολισμός στις εκροές – Output Orientation

$$\mathbf{Max} \theta \quad (4.16)$$

μ.π

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

$$\theta y_{r0} \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}, \quad r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0$$

(Cooper et al., 2011; Κούρογλου, 2019; Amirteimoori et al., 2022)

Όπου θ , η σχετική αποδοτικότητα της υπό μελέτη μονάδας. Ο όρος λ_j αποτελεί γραμμικούς συνδυασμούς συντελεστών βαρύτητας εισροών-εκροών για κάθε μονάδα j .

(Φλώκου, 2017)

- CCR Προσανατολισμός στις εισροές – Input Orientation

$$\mathbf{Min} \theta \quad (4.17)$$

μ.π

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

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

$$\lambda_j \geq 0$$

(Cooper et al., 2011; Κούρογλου, 2019; Amirteimoori et al., 2022)

Στα δυικά μοντέλα τα οποία λειτουργούν κάτω από μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας (BCC) προστίθεται επιπλέον ο παρακάτω περιορισμός:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (4.18)$$

Ο συγκεκριμένος περιορισμός ονομάζεται *Συνθήκη Κυρτότητας (Convexity Condition)* και εξασφαλίζει την λειτουργία των μονάδων κάτω από μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας. Ουσιαστικά εξασφαλίζει ότι το άθροισμα των συντελεστών λ να ισούται με την μονάδα (Φλώκου, 2017).

- BCC Προσανατολισμός στις εκροές – Output Orientation

$$\mathbf{Max} \theta \quad (4.19)$$

μ.π

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

$$\theta y_{r0} \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}, \quad r = 1, \dots, s$$

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

$$\lambda_j \geq 0$$

(Cooper et al., 2011; Κούρογλου, 2019; Amirteimoori et al., 2022)

- BCC Προσανατολισμός στις εισροές – Input Orientation

$$\mathbf{Min} \theta \quad (4.20)$$

μ.π

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

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

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

$$\lambda_j \geq 0$$

(Cooper et al., 2011; Κούρογλου, 2019; Amirteimoori et al., 2022)

Μεταβλητές Περιθωρίου (Slacks)

Η διατύπωση των μοντέλων με την δυική μορφή όπως αναφέρθηκε και παραπάνω οδηγεί στον υπολογισμό της «Ασθενούς Αποδοτικότητας – *Weak Efficiency*», όπου αγνοείται η ύπαρξη μεταβλητών περιθωρίου ή αλλιώς χαλαρών μεταβλητών (Slacks). Οι μεταβλητές περιθωρίου αποτελούν ποσότητες εισροών ή εκροών των οποίων η μεταβολή θα οδηγήσει στην αύξηση της αποδοτικότητας της μελετώμενης μονάδας. Στην πραγματικότητα αποτελούν ενδείξεις πλεονάσματος στην χρήση εισροών ή ελλείμματος επιπέδων εκροών στην παραγωγική διαδικασία. Τα μοντέλα που προκύπτουν έπειτα από την προσθήκη των μεταβλητών περιθωρίου, έχουν ως αντικειμενική συνάρτηση την μεγιστοποίηση των εκροών ή την ελαχιστοποίηση των εισροών ανάλογα με τον προσανατολισμό, και ταυτόχρονα την μεγιστοποίηση του αθροίσματος πλεονασμάτων εισροών (s_i^-) και των ελλειμμάτων εκροών (s_r^+) (Cooper et al., 2011; Φλώκου, 2017).

Μετά την επίλυση των μοντέλων με την προσθήκη των μεταβλητών περιθωρίου, αν η τεχνική αποδοτικότητα της μονάδας ισούται με την μονάδα ($\phi=1$) και οι μεταβλητές περιθωρίου ισούνται με το μηδέν ($s_i^- = 0$ για $i = 1, \dots, m$ και $s_r^+ = 0$ για $r = 1, \dots, s$), τότε η μονάδα χαρακτηρίζεται *Ισχυρά Αποδοτική* ή *Αποδοτική κατά Pareto* (Thanassoulis, 2001).

Στην περίπτωση που μια μονάδα είναι 100% αποδοτική, δηλαδή η τιμή της τεχνικής αποδοτικότητας ισούται με την μονάδα αλλά μια ή και οι δύο μεταβλητές περιθωρίου είναι θετικές, τότε η αποδοτικότητα που υπολογίζεται ονομάζεται *Ασθενής Αποδοτικότητα* (Cooper et al., 2011).

- CCR Προσανατολισμός στις εκροές - Output Orientation

$$\mathbf{Max} \varphi + \varepsilon(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+) \quad (4.21)$$

μ.π

$$x_{ij0} - s_i^- = \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}, \quad i = 1, \dots, m$$

$$\varphi y_{rj0} + s_r^+ = \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}, \quad r = 1, \dots, s$$

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

$$\varphi = \frac{1}{h_0}$$

(Cooper et al., 2011; Κούρογλου, 2019; Amirteimoori et al., 2022)

- CCR Προσανατολισμός στις εισροές - Input Orientation

$$\mathbf{Min} h_0 - \varepsilon(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+) \quad (4.22)$$

μ.π

$$h_0 x_{ij0} - s_i^- = \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}, \quad i = 1, \dots, m$$

$$y_{rj0} + s_r^+ = \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}, \quad r = 1, \dots, s$$

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

(Cooper et al., 2011; Κούρογλου, 2019; Amirteimoori et al., 2022)

- BCC Προσανατολισμός στις εκροές - Output Orientation

$$\mathbf{Max} \varphi + \varepsilon(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+) \quad (4.23)$$

μ.π

$$x_{ij0} - s_i^- = \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}, \quad i = 1, \dots, m$$

$$\begin{aligned} \varphi y_{rj0} + s_r^+ &= \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}, \quad r = 1, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\ \lambda_j &\geq 0, \quad j = 1, \dots, n \\ \varphi &= \frac{1}{h_0} \end{aligned}$$

(Cooper et al., 2011; Κούρογλου, 2019; Amirteimoori et al., 2022)

➤ BCC Προσανατολισμός στις εισροές - Input Orientation

$$\mathbf{Min} \mathbf{h}_0 - \varepsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+) \quad (4.24)$$

μ.π

$$\begin{aligned} h_0 x_{ij0} - s_i^- &= \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}, \quad i = 1, \dots, m \\ y_{rj0} + s_r^+ &= \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}, \quad r = 1, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\ \lambda_j &\geq 0, \quad j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

(Cooper et al., 2011; Κούρογλου, 2019; Amirteimoori et al., 2022)

Αξίζει να σημειωθεί ότι η επίλυση των παραπάνω μοντέλων πραγματοποιείται σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση πραγματοποιείται μεγιστοποίηση ή ελαχιστοποίηση της αντικειμενικής συνάρτησης ανάλογα με τον προσανατολισμό του μοντέλου, με σκοπό τον υπολογισμό της βέλτιστης τιμής τεχνικής αποδοτικότητας για κάθε DMU (φ ή h_0), αγνοώντας τις μεταβλητές περιθωρίου. Στην συνέχεια σύμφωνα με την υπολογισθείσα τιμή τεχνικής αποδοτικότητας πραγματοποιείται μεγιστοποίηση των μεταβλητών περιθωρίου, χωρίς την μεταβολή της τεχνικής αποδοτικότητας (Thanassoulis, 2001; Cooper et al., 2011).

4.2.8 Τεχνική Αποδοτικότητα και Αποδοτικότητα Κλίμακας

Το μοντέλο CCR υπολογίζει την *Συνολική Τεχνική Αποδοτικότητα (Overall Technical Efficiency – OTE)* η οποία αποτελείται από την *Καθαρά Τεχνική Αποδοτικότητα (Pure Technical Efficiency – PTE)* και την *Αποδοτικότητα Κλίμακας (Scale Efficiency – SE)* και περιλαμβάνει μεταβολές της παραγωγικότητας λόγω του μεγέθους της κλίμακας λειτουργίας.

Το μοντέλο BCC δεν λαμβάνει υπόψιν την μεταβολή της παραγωγικότητας ανάλογα με την κλίμακα λειτουργίας και το μέγεθος της μονάδας και έτσι υπολογίζει την Καθαρά Τεχνική Αποδοτικότητα η οποία είναι πάντα μεγαλύτερη ή ίση από την Συνολική Τεχνική Αποδοτικότητα που υπολογίζεται από το μοντέλο CCR (Thanassoulis, 2001).

Η αποδοτικότητα κλίμακας μετρά την επίδραση του μεγέθους κλίμακας στην παραγωγικότητα μιας DMU. Η σχέση με την οποία συνδέεται η συνολικά τεχνική αποδοτικότητα με την αποδοτικότητα κλίμακας και την καθαρά τεχνική αποδοτικότητα είναι η παρακάτω:

$$SE = \frac{OTE_{CCR(CRS)}}{PTE_{BCC(VRS)}}, SE \leq 1, PTE_{BCC(VRS)} \geq OTE_{CCR(CRS)} \quad (4.25)$$

(Thanassoulis, 2001)

Ουσιαστικά η διαφορά της τεχνικής αποδοτικότητας υπό μεταβλητές αποδόσεις με την τεχνική αποδοτικότητα υπό σταθερές αποδόσεις ορίζει την αποδοτικότητα κλίμακας. Η SE αποτελεί μέτρο βέλτιστου μεγέθους για την μονάδα λήψης απόφασης. Το πηλίκο που ορίζει την αποδοτικότητα κλίμακας αποτελεί την απόσταση μεταξύ των σημείων που ορίζουν τις VRS και CRS αποδόσεις (Thanassoulis, 2001).

- Όσο μεγαλύτερη είναι η αποδοτικότητα κλίμακας, το μέγεθος κλίμακας επηρεάζει ευνοϊκά την παραγωγικότητα της DMU
- Όταν η αποδοτικότητα κλίμακας είναι ίση με την μονάδα (SE=1), το μέγεθος της κλίμακας λειτουργίας δεν επηρεάζει αρνητικά την παραγωγικότητα και η μονάδα παραμένει τεχνικά αποδοτική
- Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ της αποδοτικότητας υπό VRS και της αποδοτικότητας υπό CRS, τόσο μικρότερη θα είναι και η τιμή της SE. Συνεπώς, στην συγκεκριμένη περίπτωση η επίδραση του μεγέθους κλίμακας θα επηρεάζει αρνητικά την παραγωγικότητα της μονάδας (Thanassoulis, 2001).

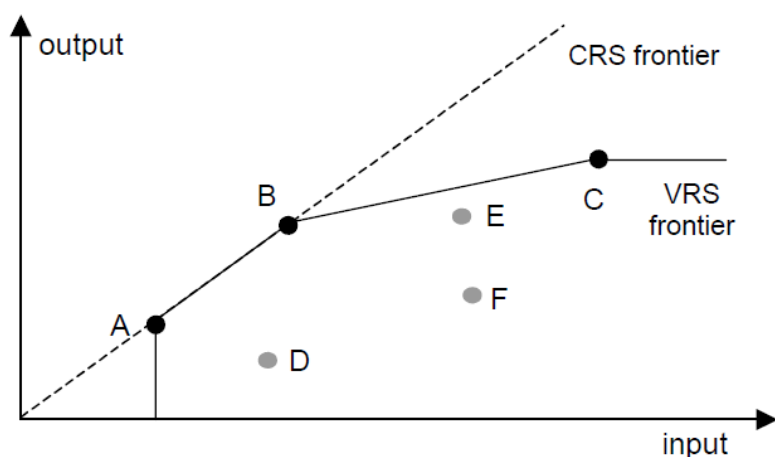
Ιδανική κλίμακα λειτουργίας - Most Productive Scale Size (MPSS)

Η ιδανική κλίμακα λειτουργίας για μια μονάδα αποτελεί το σημείο που λειτουργεί υπό σταθερές αποδόσεις κλίμακας (CRS). Όταν μια μονάδα λειτουργεί υπό αύξουσες αποδόσεις (IRS) τότε υπάρχει η δυνατότητα αύξησης της κλίμακας λειτουργίας με σκοπό την βελτίωση της παραγωγικότητας της. Από την άλλη, όταν ισχύουν φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας (DRS) τότε η μονάδα για την αύξηση της παραγωγικότητας θα μπορούσε να μειώσει την κλίμακα λειτουργίας της (Thanassoulis, 2001).

Ο καθορισμός του είδους των αποδόσεων κλίμακας πραγματοποιείται με την επίλυση του δυϊκού μοντέλου έτσι ώστε να καθοριστεί η τιμή του αθροίσματος του συνόλου των συντελεστών λ:

- $\sum_{j=1}^n \lambda_j > 1$: Ισχύουν φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας (DRS)
- $\sum_{j=1}^n \lambda_j < 1$: Ισχύουν αύξουσες αποδόσεις κλίμακας (IRS)
- $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$: Ισχύουν σταθερές αποδόσεις κλίμακας (CRS) (Φλώκου, 2017).

Στο Σχήμα 4.6 διακρίνεται η διαφορά μεταξύ των παραγωγικών συνόρων που σχηματίζονται από την υιοθέτηση σταθερών και μεταβλητών αποδόσεων αντίστοιχα.



Σχήμα 4.6: Παραγωγικά όρια σταθερών CRS και μεταβλητών VRS αποδόσεων κλίμακας (Benneyan et al., 2008).

Παρατηρείται ότι στην περίπτωση των σταθερών αποδόσεων, η οποιαδήποτε μεταβολή στις εισροές, επιφέρει την ίδια μεταβολή στις εκροές γεγονός που μεταφράζεται από την σταθερή κλίση του παραγωγικού συνόρου. Η έννοια της οικονομίας κλίμακας λόγω μεγέθους δεν ισχύει στο μοντέλο CCR διότι μονάδες μικρού μεγέθους δύναται να συμπεριφερθούν όπως και οι μεγαλύτερες. Στην περίπτωση των μεταβλητών αποδόσεων, το παραπάνω δεν ισχύει διότι η οποιαδήποτε μεταβολή στα επίπεδα εισροών δεν επιφέρει την ίδια ποσοστιαία μεταβολή στα επίπεδα εκροών και το οποίο φαίνεται από την μεταβλητή κλίση του συνόρου παραγωγής στο Σχήμα 4.6. Αν είναι διαπιστωμένη η μορφή των αποδόσεων κλίμακας τότε η υπόθεση μεταβλητών αποδόσεων, δηλαδή η χρήση του μοντέλου BCC για την αξιολόγηση αποδοτικότητας αποτελεί καταλληλότερη επιλογή (Τσαλιάνης, 2015; Φλώκου, 2017).

4.2.9 Διαχρονική Ανάλυση Αποδοτικότητας – Δείκτης Malmquist

Ο προσδιορισμός της συνολικής μεταβολής παραγωγικότητας με την πάροδο του χρόνου καθώς και η ανάλυση της σε επιμέρους παράγοντες αποτυπώνονται στον δείκτη Malmquist. Ο δείκτης Malmquist ή TFP (Total Factor Productivity) προτάθηκε για πρώτη φορά από τους Caves et al., 1982, οι οποίοι βασίστηκαν στην θεωρία του Malmquist, 1953, ο οποίος πρότεινε την χρήση ποσοτικών δεικτών οι οποίοι είχαν την μορφή αναλογιών συναρτήσεων απόστασης. Οι *Συναρτήσεις Απόστασης (Distance Functions)* αποτελούν αναπαραστάσεις συνάρτησης τεχνολογίας πολλαπλών εισροών-εκροών που απαιτούν δεδομένα μόνο στις ποσότητες εισροών-εκροών. Ο δείκτης Malmquist που προτάθηκε από τους Färe et al., 1994 αποτελεί έναν δείκτη μεταβολής παραγωγικότητας που σε αντίθεση με άλλους δείκτες όπως ο Tornqvist, δεν απαιτεί δεδομένα κόστους ή κέρδους για τις εισροές-εκροές. Ο δείκτης έχει την δυνατότητα μέτρησης της Συνολικής Μεταβολής Παραγωγικότητας σε περιβάλλοντα με πολλαπλές εκροές (Färe et al., 1994).

Γενικότερα, η διαφοροποίηση της παραγωγικότητας μιας μονάδας με την πάροδο του χρόνου οφείλεται συνήθως σε δύο είδη μεταβολών:

- Μεταβολές της Τεχνικής Αποδοτικότητας
- Μεταβολές στην τεχνολογία παραγωγής (Μετατόπιση παραγωγικού συνόρου)

Επιπλέον, οι μεταβολές της τεχνικής αποδοτικότητας δύναται να επεξηγηθούν από έναν συνδυασμό μεταβολών στην Καθαρά Τεχνική Αποδοτικότητα (PTE) καθώς και στην Αποδοτικότητα Κλίμακας (SE) (Thanassoulis, 2001).

Ο δείκτης Malmquist μπορεί να υπολογισθεί σε προσανατολισμό εισροών υπό σταθερές εκροές όταν ο αντικειμενικός σκοπός της μελέτης είναι μέτρηση μεταβολών στις εισροές ή με προσανατολισμό εκροών όταν σκοπός είναι η μέτρηση μεταβολών στις εκροές. Οι αποδοτικότητες που θα υπολογισθούν θα πρέπει να υιοθετούν την υπόθεση σταθερών αποδόσεων κλίμακας (CRS), ανεξάρτητα από τις πραγματικές αποδόσεις που χαρακτηρίζουν την υπό μελέτη τεχνολογία παραγωγής. Με τον τρόπο αυτό, όλες οι μεταβολές παραγωγικότητας συμπεριλαμβανομένων και αυτών που οφείλονται στο μέγεθος της κλίμακας λειτουργίας θα εμπεριέχονται στον δείκτη. Αξίζει να σημειωθεί ότι το αποτέλεσμα του δείκτη είναι ίδιο ανεξαρτήτως προσανατολισμού (εισροών ή εκροών). Το πλεονέκτημα της μεθόδου έγκειται στην αναγνώριση της συμβολής της τεχνολογικής καινοτομίας αλλά και της διαδικασίας «μάθησης» στην μεταβολή της παραγωγικότητας. Τα παραπάνω μπορούν να αποτυπωθούν είτε μέσω μετατοπίσεων του παραγωγικού συνόρου σε περιπτώσεις τεχνολογικών μεταβολών, είτε σε μετακινήσεις των DMUs προς το παραγωγικό σύνορο όταν αυξάνεται η τεχνική αποδοτικότητα τους (Färe et al., 1994).

Ο δείκτης Malmquist που προτάθηκε από τους Färe et al., 1994, με προσανατολισμό στις εκροές (output oriented) και με την υπόθεση σταθερών αποδόσεων κλίμακας (CRS) αναλύεται παρακάτω:

Η μεταβολή της παραγωγικότητας από μια χρονική στιγμή t σε μια χρονική στιγμή $t+1$ μπορεί να υπολογισθεί σύμφωνα με το παρακάτω κλάσμα:

$$\frac{\text{Τεχνική αποδοτικότητα την στιγμή } t+1}{\text{Τεχνική αποδοτικότητα την στιγμή } t} \quad (4.26)$$

Για την χρονική στιγμή αναφοράς t ο δείκτης ορίζεται ως εξής:

$$M^t = \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \quad (4.27)$$

Ενώ για την χρονική στιγμή αναφοράς $t+1$ ο δείκτης διαμορφώνεται ως εξής:

$$M^{t+1} = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (4.28)$$

(Färe et al., 1994)

Όπου,

(x^t, y^t) : Επίπεδα εισροών-εκροών την χρονική περίοδο t .

(x^{t+1}, y^{t+1}) : Επίπεδα εισροών-εκροών την χρονική περίοδο $t+1$.

$D_0^t(x^t, y^t)$: Αποτελεί την συνάρτηση απόστασης του σημείου παραγωγής (x^t, y^t) από το σύνορο της τεχνολογίας την περίοδο t .

$D_0^{t+1}(x^t, y^t)$: Αποτελεί την συνάρτηση απόστασης του σημείου παραγωγής (x^t, y^t) από το σύνορο της τεχνολογίας την περίοδο $t+1$.

$D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})$: Αποτελεί την συνάρτηση απόστασης του σημείου παραγωγής (x^{t+1}, y^{t+1}) από το σύνορο τεχνολογίας την περίοδο t .

$D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$: Αποτελεί την συνάρτηση απόστασης του σημείου παραγωγής (x^{t+1}, y^{t+1}) από το σύνορο τεχνολογίας την περίοδο $t+1$ (Φλώκου, 2017).

Οι τιμές των παραπάνω συναρτήσεων απόστασης που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του δείκτη Malmquist ταυτίζονται με τις αντίστροφες τιμές των τεχνικών αποδοτικότητας κατά Farrel, οι οποίες με την σειρά τους υπολογίζονται από μοντέλα γραμμικού προγραμματισμού DEA υιοθετώντας CRS ή/και VRS αποδόσεις κλίμακας. Για περισσότερες πληροφορίες όσον αφορά την μεθοδολογία υπολογισμού των τιμών των συναρτήσεων απόστασης ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στο άρθρο των Färe et al., 1994.

Με σκοπό την αποφυγή αυθαίρετης επιλογής του χρονικού σημείου αναφοράς χρησιμοποιείται ο γεωμετρικός μέσος των δύο παραπάνω σχέσεων και προκύπτει τελικά ο δείκτης ως εξής:

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (4.29)$$

Σύμφωνα με τους Färe et al., 1994 ο δείκτης μπορεί να εκφραστεί ισοδύναμα και με την παρακάτω μορφή:

$$MI = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} * \left[\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (4.30)$$

Το πρώτο μέλος του γινομένου της παραπάνω Σχέσης 4.30 αποτελεί την μεταβολή της τεχνικής αποδοτικότητας από την χρονική στιγμή t στην χρονική στιγμή t+1, ενώ το δεύτερο μέλος του γινομένου αποτελεί την τεχνολογική μεταβολή από την χρονική στιγμή t στην χρονική στιγμή t+1. Συνεπώς, οι μεταβολές της τεχνικής αποδοτικότητας και της τεχνολογίας παραγωγής οι οποίες προκύπτουν από την διαίρεση του δείκτη Malmquist ορίζονται ως εξής:

$$Technical\ Efficiency\ Change = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \quad (4.31)$$

$$Technological\ Change = \left[\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (4.32)$$

Άρα,

$$MI = Technical\ Efficiency\ Change * Technological\ Change \quad (4.33)$$

(Färe et al., 1994)

Όταν η τιμή του δείκτη Malmquist είναι ίση με την μονάδα δεν υπάρχει μεταβολή της παραγωγικότητας. Αν η τιμή είναι μεγαλύτερη της μονάδας υπάρχει αύξηση της παραγωγικότητας, ενώ για τιμές μικρότερες της μονάδας, μείωση της παραγωγικότητας (Thanassoulis, 2001).

Ο πρώτος όρος της Σχέσης 4.33 δείχνει κατά πόσο η DMU έχει μετακινηθεί προς το παραγωγικό σύνορο από την χρονική στιγμή t στην χρονική στιγμή t +1, δηλαδή αν υπάρχει μεταβολή της Τεχνικής Αποδοτικότητας της. Μεταβολή Τεχνικής Αποδοτικότητας παρατηρείται συνήθως σε μονάδες οι οποίες βελτίωσαν την αποδοτικότητα τους σε σχέση με την προηγούμενη περίοδο μέτρησης συνήθως εφαρμόζοντας πρακτικές βελτίωσης που υιοθέτησαν από τις ομότιμες (peers) αποδοτικές μονάδες. Η μεταβολή τεχνικής αποδοτικότητας μιας DMU ανάμεσα σε δύο χρονικές στιγμές ονομάζεται και *Γεφύρωση Χάσματος - Catch-up Effect* και οφείλεται σε διεργασίες «Μάθησης». Ο δεύτερος όρος δείχνει την μεταβολή-μετατόπιση του ίδιου του παραγωγικού συνόρου μεταξύ των περιόδων t και t+1 και αποτελεί μέτρο έκφρασης της μεταβολής της τεχνολογίας παραγωγής σε συνάρτηση

με τον χρόνο και συμβαίνει σε περιπτώσεις βελτίωσης της τεχνολογίας παραγωγής (Tai et al., 2010).

Με σκοπό την περαιτέρω διερεύνηση της διαχρονικής μεταβολής της Τεχνικής Αποδοτικότητας και ανάλυση αυτής σε μεταβολή Καθαρής Τεχνικής Αποδοτικότητας (PTE) και Αποδοτικότητας Κλίμακας (SE), είναι απαραίτητη η υιοθέτηση μεταβλητών αποδόσεων (VRS) κατά τον υπολογισμό των τιμών των συναρτήσεων απόστασης που απαρτίζουν τον δείκτη Malmquist. Σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα των CRS αποδόσεων καθορίζονται οι παρακάτω όροι:

$$\text{Pure Technical Efficiency Change (PTEC)} = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})_{VRS}}{D_0^t(x^t, y^t)_{VRS}} \quad (4.34)$$

$$\text{Scale Efficiency Change (SEC)} = \left(\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})_{CRS}}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})_{VRS}} \right) * \left(\frac{D_0^t(x^t, y^t)_{VRS}}{D_0^t(x^t, y^t)_{CRS}} \right) \quad (4.35)$$

Άρα,

$$\text{Technical Efficiency Change} = \text{PTEC} * \text{SEC} \quad (4.36)$$

(Tai et al., 2010)

Η μεταβολή της Αποδοτικότητας Κλίμακας (SEC) περιγράφει την μεταβολή της κλίμακας λειτουργίας από μια χρονική περίοδο σε μια άλλη, ενώ η μεταβολή της Καθαρής Τεχνικής Αποδοτικότητας (PTEC) μετράει την μεταβολή της τεχνικής αποδοτικότητας σε συνάρτηση με τον χρόνο λαμβάνοντας υπόψιν τις οικονομίες κλίμακας (Tai et al., 2010).

4.2.10 Σύνομη Ανασκόπηση - Βασικοί Στόχοι και Φάσεις της Μεθόδου DEA

Έχοντας πραγματοποιήσει την περιγραφή της μεθόδου DEA όπου αναλύθηκε η φιλοσοφία, οι βασικές αρχές και τα μαθηματικά μοντέλα, ακολουθεί μια σύνομη ανακεφαλαίωση των βασικών στόχων και φάσεων εκτέλεσης της σε μια μελέτη αποδοτικότητας επιχειρήσεων με σκοπό το ομαλό κλείσιμο του παρόντος κεφαλαίου της εργασίας.

Συνοπτικά, οι βασικές φάσεις - βήματα εκτέλεσης μιας μελέτης αποδοτικότητας με την μεθόδου DEA είναι:

- Καθορισμός και επιλογή των DMUs προς μελέτη
- Καθορισμός των μεταβλητών του μοντέλου (εισροές και εκροές) οι οποίες είναι κατάλληλες για την εν λόγω μελέτη
- Επιλογή προσανατολισμού (Input – Output Orientation) ανάλογα με τον αντικειμενικό σκοπό την μελέτης
- Υιοθέτηση συγκεκριμένων αποδόσεων κλίμακας (CRS ή/και VRS)
- Επίλυση των μαθηματικών μοντέλων και ανάλυση των αποτελεσμάτων

Βασικοί στόχοι της μεθόδου αποτελούν:

- Καθορισμός πηγών επιδείνωσης της αποδοτικότητας (Inefficiency) για κάθε DMU
- Κατάταξη των DMUs ανάλογα με τις τιμές αποδοτικότητας τους
- Αξιολόγηση και ανάλυση των πρακτικών διαχείρισης – διοίκησης των DMUs
- Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας προγραμμάτων ή πολιτικών οι οποίες είναι εκτός ελέγχου των DMUs

- Ποσοτικοποίηση πλεονασμάτων ή ελλειμμάτων εισροών – εκροών των DMUs κατά την παραγωγική διαδικασία
- Μελέτη της μεταβολής παραγωγικότητας των DMUs σε συνάρτηση με τον χρόνο
- Προσδιορισμός μονάδων προς μίμηση (benchmarks)
- Καθορισμός στόχων (targets) σύμφωνα με τους οποίους θα βελτιωθεί η αποδοτικότητα των μη αποδοτικών μονάδων

4.2.11 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα της Μεθόδου DEA

Η μέθοδος DEA αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο μέτρησης αποδοτικότητας Μονάδων Λήψης Απόφασης με εκτεταμένη εφαρμογή σε πληθώρα οργανισμών. Παρακάτω αναφέρονται επιγραμματικά διάφορα πλεονεκτήματα τα οποία καθιστούν ισχυρή την μέθοδο DEA σε σχέση με άλλες μεθόδους μέτρησης απόδοσης καθώς και διάφορα μειονεκτήματα της.

Πλεονεκτήματα

- Δεν απαιτούνται περιορισμοί καθώς και καμία υπόθεση ως προς την συναρτησιακή σχέση μεταξύ των εισροών και εκροών των μονάδων
- Παρέχει την δυνατότητα μελέτης μονάδων με πολλαπλές εισροές και εκροές
- Η τεχνική αποδοτικότητα των μονάδων υπολογίζεται με ένα απλό ποσοστό
- Συγκρίνει τις μονάδες λήψης απόφασης μεταξύ τους προσδιορίζοντας τις αποδοτικές και μη αποδοτικές μονάδες και ταυτόχρονα προσδιορίζει σημεία αναφοράς για τις μη αποδοτικές
- Παρέχει εναλλακτικές έτσι ώστε οι μη αποδοτικές μονάδες να βελτιώσουν την αποδοτικότητά τους

Μειονεκτήματα

- Τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τον υπό μελέτη πληθυσμό και δεν μπορούν να γενικευθούν
- Επειδή η DEA αποτελεί μια τεχνική «ακραίου σημείου», επηρεάζεται αρνητικά από παράγοντες όπως ο θόρυβος μέτρησης, outliers και σφάλματα μετρήσεων
- Η μέθοδος δεν είναι κατάλληλη για τον υπολογισμό της Απόλυτης Αποδοτικότητας. Ενώ παρέχει πληροφορίες ως προς την αποδοτικότητα της κάθε DMU σε σχέση με τις υπόλοιπες δεν δίνει πληροφορίες σε σχέση με την θεωρητικά άριστη αποδοτικότητα
- Δεν υπάρχει η δυνατότητα περαιτέρω κατάταξης των 100% αποδοτικών DMUs, εκτός αν χρησιμοποιηθεί η μέθοδος διασταυρούμενης αποδοτικότητας (Cross Efficiency)
- Η μέθοδος αδυνατεί να συναθροίσει διαφορετικές πτυχές της αποδοτικότητας όπως στην περίπτωση μονάδων που χρησιμοποιούν ένα πλήθος από διαφορετικές τεχνολογίες παραγωγής και ιδίως όταν οι μονάδες επιτελούν διαφορετικές δραστηριότητες (Φλώκου, 2017).

4.3 Λογισμικό Επίλυσης DEA Solver LV version 8.0

Το DEA Solver αποτελεί λογισμικό επίλυσης όλων των βασικών μοντέλων DEA. Δημιουργήθηκε από τον Kaoru Tone. Είναι διαθέσιμες δύο εκδόσεις, η έκδοση «Learning» DEA Solver LV, η οποία εμπεριέχεται στο βιβλίο των (Cooper et al., 2007) και η έκδοση «Professional – DEA Solver PRO, διαθέσιμη στην ιστοσελίδα: <http://www.saitech-inc.com/>.

Η έκδοση Learning εμπεριέχει όλα τα μαθηματικά μοντέλα εκτός από Hybrid, Malmquist, Scale Elasticity, Congestion and Undesirable Outputs και έχει την δυνατότητα διαχείρισης

δειγμάτων έως 50 DMUs, ενώ η έκδοση Professional εμπεριέχει όλα τα μοντέλα χωρίς κάποιον περιορισμό στον αριθμό των DMUs.

Πριν την επίλυση των μοντέλων είναι απαραίτητη η προετοιμασία των δεδομένων. Τα δεδομένα πρέπει να συγκεντρωθούν σε ένα αρχείο Excel όπου η κάθε στήλη θα αντιπροσωπεύει την κάθε μεταβλητή του μοντέλου. Είναι απαραίτητο μπροστά από τον τίτλο κάθε στήλης να προστεθεί η έκφραση (I) ή (O) αν πρόκειται για εισροή (Input) ή εκροή (Output). Η πρώτη αριστερά στήλη εμπεριέχει τις DMUs και τα ονόματά τους. Η ονομασία του φύλλου εργασίας δεν πρέπει να περιλαμβάνει ονόματα όπως Score, Rank, Projection, Weight, Weighted Data, Slack, RTS, Window, Decomposition, Graph 1 και Graph 2 διότι χρησιμοποιούνται από το λογισμικό. Προτεινόμενο όνομα για το φύλλο εργασίας είναι: «DAT». Στον Πίνακα 4.1 απεικονίζεται ένα παράδειγμα οργάνωσης δεδομένων σε φύλλο εργασίας Excel για την επίλυση με το λογισμικό DEA Solver. Η στήλη A εμπεριέχει όλες της μελετώμενες DMUs, οι στήλες B και C αποτελούν τις εισροές, ενώ οι στήλες D και E αποτελούν τις εκροές του μοντέλου (Cooper et al., 2007).


Πίνακας 4.1: Παράδειγμα οργάνωσης δεδομένων σε φύλλο εργασίας Excel (Cooper et al., 2007).

	A	B	C	D	E	F
1	Hospital	(I)Doctor	(I)Nurse	(O)Outpatient	(O)Inpatient	
2	A	20	151	100	90	
3	B	19	131	150	50	
4	C	25	160	160	55	
5	D	27	168	180	72	
6	E	22	158	94	66	
7	F	55	255	230	90	
8	G	33	235	220	88	
9	H	31	206	152	80	
10	I	30	244	190	100	
11	J	50	268	250	100	
12	K	53	306	260	147	
13	L	38	284	250	120	
14						

Όταν είναι επιθυμητός ο υπολογισμός του δείκτη Malmquist είναι απαραίτητη η μορφοποίηση των δεδομένων σύμφωνα με την παρακάτω μορφή (Πίνακας 4.2).

Πίνακας 4.2: Μορφοποίηση δεδομένων κατάλληλη για ανάλυση μεταβολής παραγωγικότητας με χρήση του δείκτη Malmquist (Cooper et al., 2007).

A	B	C	D	E	F	G
Car	89		90		91	
DMU	(I)Sales	(O)Profit	Sales	Profit	Sales	Profit
Toyota	719	400	800	539	850	339
Nissan	358	92	401	139	418	120
Honda	264	74	275	100	280	65
Mitsubishi	190	44	203	49	231	66



H	I	J	K
92		93	
Sales	Profit	Sales	Profit
894	125	903	103
427	34	390	0
291	54	269	33
255	56	262	57

Σύμφωνα με τον Πίνακα 4.2, φαίνεται πως για κάθε DMU αντιστοιχεί ένας συνδυασμός εισροής και εκροής για κάθε χρονική περίοδο της μελέτης. Οι χρονικές περιόδους φαίνονται στην πρώτη σειρά του πίνακα (89, 90, 91, 92 και 93). Προϋπόθεση αποτελεί η σήμανση των μεταβλητών με την έκφραση (I) ή (O) αν πρόκειται για εισροή (Input) ή εκροή (Output). Η σήμανση δεν είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί για κάθε περίοδο, παρά μόνο για την πρώτη.

Μετά την ολοκλήρωση της προετοιμασίας των δεδομένων, πραγματοποιείται έναρξη του λογισμικού, επιλέγεται το αρχείο Excel με τα δεδομένα, γίνεται επιλογή του επιθυμητού μαθηματικού μοντέλου προς επίλυση από την διαθέσιμη λίστα όπως και ο προσανατολισμός και πραγματοποιείται η επίλυση του μοντέλου με την εντολή «RUN».

Έπειτα από την επίλυση του μαθηματικού μοντέλου, στο ίδιο αρχείο Excel των δεδομένων, δημιουργούνται αυτόματα νέα φύλλα εργασίας τα οποία περιέχουν τα αποτελέσματα της επίλυσης.

Περιγραφή φύλλων αποτελεσμάτων

- *Summary*: Περιλαμβάνει αποτελέσματα περιγραφικής στατιστικής των δεδομένων, τα βασικά χαρακτηριστικά και τις υποθέσεις του μοντέλου καθώς και στοιχεία περιγραφικής στατιστικής και συσχέτισης μεταβλητών.

- *Score*: Περιλαμβάνει τα σκορ αποδοτικότητας που υπολογίστηκαν από την επίλυση καθώς και τους συντελεστές (λ) για κάθε DMU, μέσω των οποίων για κάθε μη αποδοτική μονάδα αναδεικνύονται οι μονάδες προς μίμηση (efficient peer units).
- *Rank*: Το συγκεκριμένο φύλλο περιλαμβάνει την κατάταξη των DMUs σύμφωνα με τις τιμές αποδοτικότητας τους.
- *Projection*: Περιλαμβάνει την «προβολή», δηλαδή την απόσταση της κάθε μονάδας από το παραγωγικό σύνορο.
- *Weight*: Περιλαμβάνει τα ιδανικά βάρη σημαντικότητας για κάθε μεταβλητή, για την μεγιστοποίηση της τιμής αποδοτικότητας.
- *Weighted Data*: Περιλαμβάνει το γινόμενο των υπολογιζόμενων βαρών με την κάθε μεταβλητή.
- *Slack*: Για κάθε DMU εμφανίζει πλεονάσματα ποσοτήτων εισροών ή/και ελλείματα ποσοτήτων εκροών.
- *RTS*: Χαρακτηρίζει το είδος των οικονομιών κλίμακας (Returns to Scale - RTS) για κάθε DMU.
- *Graph 1 & 2*: Σχηματική κατάταξη των DMUs σύμφωνα με τα σκορ αποδοτικότητας. Οπτικοποίηση με ραβδογράμματα.
- *Malmquist*: Περιλαμβάνει τα αποτελέσματα του δείκτη Malmquist για ορισμένο χρονικό διάστημα (k) περιόδων. Μετά την επίλυση, το αρχείο αποτελεσμάτων περιλαμβάνει τρεις δείκτες: Τον δείκτη γεφύρωσης χάσματος (Catch – up effect) ή Technical Efficiency Change, την μετατόπιση του παραγωγικού συνόρου ή Technological Change και τον συνολικό δείκτη Malmquist για τις περιόδους μελέτης. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι παραπάνω δείκτες απεικονίζονται και διαγραμματικά (Cooper et al., 2007).

5. Ανάλυση Περίπτωσης: Διαχρονική Μελέτη Αποδοτικότητας στον Κλάδο των Καταψυγμένων Λαχανικών, Η Περίπτωση της Μπάρμπα Στάθης Α.Β.Ε.Ε

5.1 Η Βιομηχανία Τροφίμων & Ποτών στην Ελλάδα

Η Ελληνική Βιομηχανία Τροφίμων και Ποτών αποτελεί έναν από τους βασικότερους κλάδους του δευτερογενή τομέα της Ελληνικής οικονομίας και βασικό τομέα ανάπτυξης της παραγωγικής δραστηριότητας της χώρας. Αποτελεί έναν δυναμικό και ανταγωνιστικό κλάδο ο οποίος χαρακτηρίζεται από υψηλή επενδυτική δραστηριότητα, εξωστρέφεια και ισχυρή επιχειρηματική δραστηριότητα σε Ελλάδα και εξωτερικό. Η άμεση σχέση της βιομηχανίας τροφίμων με την πρωτογενή παραγωγή και με τον τομέα των υπηρεσιών όπως εστιατόρια, ξενοδοχεία και γενικά με τον τουρισμό, καθιστά θεμελιώδη τον ρόλο του κλάδου σε όλους τους τομείς της οικονομίας (IOBE, 2022).

Παρόλες τις αντίξοες συνθήκες που επέφεραν η οικονομική και η υγειονομική κρίση των τελευταίων ετών, η βιομηχανία τροφίμων κατάφερε να διατηρήσει την θέση της στην αγορά αποτελώντας βασικό μοχλό ανάπτυξης για την οικονομία. Βασικά χαρακτηριστικά που αναδεικνύουν τη σημασία της Ελληνικής βιομηχανίας τροφίμων και ποτών παγκοσμίως αποτελούν η υψηλή ποιότητα προϊόντων, το ελληνικό brand name, καθώς και η σημαντική παρουσία των εγχώριων προϊόντων στις διεθνείς αγορές. Η προβολή του ελληνικού προϊόντος, μέσα από τα κατάλληλα σχεδιασμένα κανάλια διανομής, η υψηλή ποιότητα, αποτέλεσμα διαδικασιών Έρευνας και Ανάπτυξης (E&A) και βιοτεχνολογίας, καθώς και η διαφοροποίηση των εγχώριων προϊόντων τροφίμων στα πρότυπα της ελληνικής ή μεσογειακής κουζίνας συμβάλλουν στη δημιουργία προστιθέμενης αξίας και την ενίσχυση της εξωστρέφειας του κλάδου. Η βιομηχανία επενδύει συνεχώς τα τελευταία χρόνια στην Έρευνα και την Καινοτομία, αναπτύσσοντας νέα, βελτιωμένα προϊόντα με πιο βιώσιμες μεθόδους, σύμφωνα με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας, και προσφέροντας στους καταναλωτές καινοτόμες διατροφικές επιλογές με μειωμένο περιβαλλοντικό αποτύπωμα (IOBE, 2022).

Η ανταγωνιστικότητα των προϊόντων που παράγεται από τον κλάδο σχετίζεται άμεσα και με το υψηλό επίπεδο ανθρώπινου κεφαλαίου. Ο κλάδος τροφίμων διακρίνεται για την υψηλή εξειδίκευση απασχόλησης διαθέτοντας μια μεγάλη ποικιλία ειδικοτήτων. Η συνεχής επιμόρφωση και επιστημονική κατάρτιση καθώς και η διάχυση γνώσης του ανθρώπινου δυναμικού αποτελούν παράγοντες άμεσης και αποτελεσματικής ανταπόκρισης στις σύγχρονες προκλήσεις του διεθνούς ανταγωνισμού (IOBE, 2022).

Η υγειονομική κρίση ανέδειξε νέες προκλήσεις για τη βιομηχανία τροφίμων και ποτών, με αλλαγές στις καταναλωτικές συνήθειες, αύξηση της κατανάλωσης τροφίμων και ποτών στο σπίτι, αύξηση της ζήτησης για υπηρεσίες παράδοσης κατ' οίκων, αλλά και με μεταβολές στις τιμές των προϊόντων. Επιπλέον, μέσω της εξέλιξης της τεχνολογίας, της αύξησης των διαδικτυακών παραγγελιών και των καινοτόμων πρακτικών μάρκετινγκ, αυξήθηκαν οι απαιτήσεις του επιχειρησιακού περιβάλλοντος (IOBE, 2022).

Η Βιομηχανία Τροφίμων και Ποτών καλείται να αντιμετωπίσει σε παγκόσμιο, ευρωπαϊκό και τοπικό επίπεδο σύγχρονες προκλήσεις απέναντι σε πρωτόγνωρες καταστάσεις με πολυδιάστατο αντίκτυπο τόσο στην παραγωγή της όσο και στη ζήτηση των προϊόντων της. Η εγχώρια βιομηχανία τροφίμων και ποτών ανταποκρίνεται με επιτυχία στις αυξημένες και ποικιλόμορφες ανάγκες των καταναλωτών και στα νέα δεδομένα της αγοράς, ξεπερνώντας

εμπόδια σε εθνικές και διεθνείς μεταφορές, στην προμήθεια των πρώτων υλών, των υλικών συσκευασίας, αλλά και τις δυσκολίες στη ρευστότητα των επιχειρήσεων, στις εξαγωγές και τις πωλήσεις που επηρεάστηκαν αρνητικά από τη διακοπή λειτουργίας σε δραστηριότητες και υπηρεσίες όπως ξενοδοχεία, εστιατόρια και καφετέριες (IOBE, 2022).

Για το 2019, ο κλάδος τροφίμων και ποτών κατατάχθηκε στην πρώτη θέση όσον αφορά τον αριθμό των επιχειρήσεων του κλάδου μεταποίησης με 28,5%. Επίσης, βρέθηκε στην πρώτη θέση με τον μεγαλύτερο αριθμό απασχολούμενων, απασχολώντας το 35,1% του συνόλου απασχολούμενων του κλάδου μεταποίησης. Όσον αφορά την αξία παραγωγής διαθέτει το 25,3% του συνόλου μεταποίησης, 28,6% της ακαθάριστης προστιθέμενης αξίας και το 26,3% του κύκλου εργασιών. Το 2020 εν μέσω της υγειονομικής κρίσης του COVID 19, παρατηρήθηκε μείωση των παραπάνω μεγεθών λόγω του περιορισμού των μετακινήσεων και του τουρισμού καθώς και της λειτουργίας των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων (IOBE, 2022).

5.2. Η Μπάρμπα Στάθης Α.Β.Ε.Ε

5.2.1 Περιγραφή της Εταιρείας

Η ΜΠΑΡΜΠΑ ΣΤΑΘΗΣ αποτελεί Ελληνική εταιρία παραγωγής και πώλησης τροφίμων που δραστηριοποιείται σε Ελλάδα και εξωτερικό πρωτοπορώντας στην αγορά καταψυγμένων λαχανικών, ζυμών και φρέσκων συσκευασμένων σαλατών η οποία ιδρύθηκε το 1969. Αποτελεί μονοπρόσωπη ανώνυμη βιομηχανική και εμπορική εταιρεία και μέλος του Ομίλου εταιρειών Vivartia. Η έδρα της Εταιρείας, βρίσκεται στην Δημοτική Κοινότητα Σίνδου, της Δημοτικής Ενότητας Εχεδώρου, του Δήμου Δέλτα και συγκεκριμένα, στον ΔΡΟΜΟ Α5 – Βιομηχανική Περιοχή Θεσσαλονίκης. Μέσω των εμπορικών σημάτων «Μπάρμπα Στάθης», «Χρυσή Ζύμη», καθώς και αυτού της «Froza», το οποίο διανέμεται στα μικρά σημεία πώλησης, η εταιρεία προσφέρει στους καταναλωτές ασφαλή και ποιοτικά προϊόντα προστιθέμενης αξίας.

Διαθέτει δύο μονάδες παραγωγής λαχανικών στην Σίνδο Θεσσαλονίκης και τέσσερα κέντρα διανομής (Θεσσαλονίκη, Λάρισα, Αθήνα, Βουλγαρία), απασχολώντας συνολικά 642 εργαζομένους. Η συνολική παραγωγή προϊόντων ανέρχεται σε 21.279 τόνους με περισσότερα από 160 προϊόντα. Μέσω της συμβολαιακής γεωργίας συνάπτει συμφωνίες με 735 Έλληνες παραγωγούς καλλιεργώντας πάνω από 30.000 στρέμματα γης. Διαθέτει ένα από τα μεγαλύτερα δίκτυα διανομής αποτελούμενο από 124 φορτηγά αυτοκίνητα.

Αναπτύσσεται δυναμικά και στο εξωτερικό, στις αγορές της Ευρώπης, της Αμερικής, της Μέσης Ανατολής και της Αυστραλίας. Οι εξαγωγές το 2020 αυξήθηκαν κατά 4,9% σε σχέση με το 2019, μια αύξηση που οφείλεται στην έμφαση που δόθηκε στην περαιτέρω ανάπτυξη της συνεργασίας τη εταιρείας με υφιστάμενους πελάτες.

(Μπάρμπα Στάθης, 2020)

5.2.2 Δράσεις και αποτελέσματα εν μέσω υγειονομικής κρίσης

Με την εμφάνιση της πανδημίας του COVID 19 τον Μάρτιο του 2020 και σε συνδυασμό με τα μέτρα για την αντιμετώπιση της, δημιουργήθηκε έντονο κλίμα οικονομικής αβεβαιότητας το οποίο είχε αρνητικό αντίκτυπο για παγκόσμια οικονομία και κατ' επέκταση για το σύνολο των Ελληνικών επιχειρήσεων. Για την αντιμετώπιση της πανδημίας η εταιρία προέβη σε ένα σύνολο συντονισμένων δράσεων με γνώμονα την προστασία του ανθρωπίνου δυναμικού, διασφαλίζοντας έτσι την αδιάκοπη λειτουργία των παραγωγικών δραστηριοτήτων και της εφοδιαστικής της αλυσίδας με αντικειμενικό σκοπό την κάλυψη της αυξανόμενης ζήτησης.

Έτσι, η εταιρία εν μέσω της πανδημίας κατάφερε να αυξήσει τις πωλήσεις της και να βελτιώσει την χρηματοοικονομική της απόδοση.

Ο κύκλος εργασιών της εταιρίας το 2020 ανέρχεται σε 97 εκ. €, αυξημένος κατά 6,6% σε σχέση με το 2019. Σε επίπεδο κερδοφορίας, τα κέρδη προ φόρων ανήλθαν σε €9.5 εκ. για το έτος 2020, αυξημένα κατά 69,6% σε σχέση με το 2019, ενώ τα αποτελέσματα προ φόρων, τόκων, αποσβέσεων και χρηματοοικονομικών αποτελεσμάτων (EBITDA) ανήλθαν σε €12.4 εκατ. έναντι €10,8 εκατ. το 2019 παρουσιάζοντας αύξηση 14,8%.

Το 2020 η Μπάρμπα Στάθης διεύρυνε περαιτέρω την ηγετική της θέση στο σύνολο της αγοράς των καταψυγμένων λαχανικών, διαμορφώνοντας το μερίδιό της σε όγκο πωλήσεων στο 50,5%, και στο 62,5% σε αξία. Όσον αφορά την αγορά των φρέσκων – συσκευασμένων σαλατών η Μπάρμπα Στάθης διαθέτει μερίδιο αγοράς 12,4%. Τέλος, όσον αφορά το κλάδο της καταψυγμένης ζύμης, το εμπορικό σήμα της Χρυσής Ζύμης διατήρησε την ηγετική της θέση στην αγορά σε αξία, με μερίδιο 24,4%.

(Μπάρμπα Στάθης, 2020)

5.2.3 Επιχειρηματικό Μοντέλο

Βασικά συστατικά στοιχεία του επιχειρηματικού μοντέλου της Μπάρμπα Στάθης αποτελούν η αποδοτική συνεργασία με παραγωγούς και προμηθευτές, η υιοθέτηση τεχνολογικών καινοτομιών, οι συνεχείς επενδύσεις στην Έρευνα και στην Ανάπτυξη και ο προσανατολισμός στην ποιότητα και στην καινοτομία με σκοπό την ανταπόκριση στις διαρκώς μεταβαλλόμενες ανάγκες των καταναλωτών και των σύγχρονων τάσεων της αγοράς με ταυτόχρονη στήριξη του πρωτογενή τομέα και της Ελληνικής επιχειρηματικότητας. Με το επιχειρηματικό μοντέλο που ακολουθεί, η Μπάρμπα Στάθης καθορίζει τη στρατηγική της και υλοποιεί το εταιρικό της όραμα, συμβάλλοντας ενεργά στην Ελληνική οικονομία με οδηγό τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης.

Όραμα: Προσφορά στους καταναλωτές ασφαλών και ποιοτικών προϊόντων προστιθέμενης αξίας, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση διατροφικών προτύπων με οδηγό τη βιώσιμη ανάπτυξη και με έμπνευση την ελληνική διατροφική σοφία, προτάσσοντας παράλληλα έναν υγιεινό τρόπο ζωής. Με οδηγό το όραμά της, η εταιρεία παραμένει πιστή στις αξίες της και λειτουργεί με διαφάνεια και ακεραιότητα.

Οι πέντε βασικές αξίες της Μπάρμπα Στάθης είναι:

- Βέλτιστη ποιότητα
- Μέγιστη ασφάλεια
- Καινοτομία
- Ελληνικότητα
- Σεβασμός στον άνθρωπο και στο περιβάλλον

Παρακάτω περιγράφονται συνοπτικά τα συστατικά στοιχεία του επιχειρηματικού μοντέλου της Μπάρμπα Στάθης:

Κύριες Δραστηριότητες

- Επεξεργασία και διάθεση καταψυγμένων λαχανικών συμβατικής και βιολογικής γεωργίας, μείγματα λαχανικών απλών και με ρύζι ή ζυμαρικά, καθώς και προϊόντα ντομάτας και φρέσκες σαλάτες

- Παραγωγή και συσκευασία καταψυγμένων ζυμών όπως καταψυγμένα φύλλα, πίτες, πιτάκια, pizza, croissants αλλά και ποικιλία φύλλων στην κατηγορία φρέσκια ζύμη ψυγείου.

Βασικοί Πόροι

- 2 παραγωγικές μονάδες
- 3 κέντρα διανομής
- 2 συγκροτήματα αποθηκών κατάψυξης
- Πρώτες ύλες από περισσότερα από 30.000 στρέμματα ελληνικής γης
- Ιδιόκτητος στόλος φορτηγών αυτοκινήτων

Κρίσιμες Συνεργασίες

- Αγρότες παραγωγοί
- Εξωτερικοί συνεργάτες - Γεωπόνοι
- Επιστημονική Κοινότητα

Κατηγορίες Πελατών

- Μεγάλες αλυσίδες υπεραγορών
- Χονδρέμποροι
- Τελικοί καταναλωτές

Κανάλια

- Υπεραγορές και καταστήματα
- Κλαδικές εκθέσεις
- Ενημερωτικές ημερίδες/εκδηλώσεις
- Έρευνες ικανοποίησης
- Προγράμματα ενημέρωσης και εκπαίδευσης πελατών
- Διαρκής επικοινωνία μέσω της Δ/νσης Marketing & της Δ/νσης Πωλήσεων

Σχέσεις με Καταναλωτές

- Υψηλό επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών μέσω διαθεσιμότητας, προσήλωσης και άμεσης ανταπόκρισης
- Άμεση διαχείριση παραπόνων των πελατών και καταναλωτών
- Υλοποίηση ερευνών ικανοποίησης πελατών

Παραγωγή Αξίας και Χρησιμότητα

- Υψηλής ποιότητας και ασφαλή προϊόντα
- Ενημέρωση σχετικά με τη διατροφική αξία των λαχανικών
- Υποστήριξη της συμβολιακής γεωργίας

Διάρθρωση Κόστους

Πρώτες ύλες, αμοιβές και λοιπές παροχές εργαζομένων, κόστη μεταφοράς προϊόντων, αμοιβές συνεργατών, αναβαθμίσεις εξοπλισμού.

Διάρθρωση Εσόδων

Τα επίπεδα πωλήσεων προϊόντων της εταιρείας (Μπάρμπα Στάθης, 2020).

5.2.4 Ποιότητα και Ασφάλεια Τροφίμων

Βασικός στόχος της Μπάρμπα Στάθης αποτελεί η προσφορά προϊόντων υψηλού επιπέδου ποιότητας, ασφάλειας και προστιθέμενης διατροφικής αξίας των προϊόντων της, καθώς και να ανταποκρίνεται με συνέπεια, ευθύνη και διαφάνεια στις απαιτήσεις της αγοράς. Το σύνολο των προϊόντων της εταιρείας παράγεται και συσκευάζεται με διεργασίες πιστοποιημένες με τα παρακάτω διεθνώς αναγνωρισμένα συστήματα και πρωτόκολλα ποιότητας:

- EN ISO 9001/2015
- EN ISO 22000/2015
- EN ISO 14001/2015
- International Food Standard (I.F.S.)
- British Retail Consortium (B.R.C.)
- Global Standard for Food Safety
- RSPO
- ΔΗΩ ORGANIC CERT

(Μπάρμπα Στάθης, 2020)

5.2.5 Περιβαλλοντική Πολιτική

Η προστασία του περιβάλλοντος από τις επιπτώσεις που επιφέρουν ή ενδέχεται να επιφέρουν οι δραστηριότητές της κατέχει πρωταρχική θέση στην επιχειρηματική στρατηγική της εταιρείας.

Δεσμεύσεις συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης:

- Πλήρη κάλυψη των απαιτήσεων του ISO 14001:2015
- Συμμόρφωση με τις περιβαλλοντικές νομοθετικές απαιτήσεις
- Αποφυγή της ρύπανσης λόγω των δραστηριοτήτων της
- Συνεχή βελτίωση της περιβαλλοντικής της επίδοσης, μέσω της επίτευξης σκοπών και στόχων που θέτει, με συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα

(Μπάρμπα Στάθης, 2020)

5.2.6 Σημαντικά Γεγονότα

1969: Ιδρύθηκε η πρώτη γραμμή παραγωγής καταψυγμένων φρούτων και λαχανικών, από την ΕΒΙΕ ΜΙΧΑΗΛΙΔΗΣ Α.Ε η οποία δραστηριοποιούταν από το 1967. Την πρώτη δεκαετία πραγματοποιήθηκε ταχεία ανάπτυξη και δημιουργία υπερσύγχρονων εγκαταστάσεων παραγωγής και αποθήκευσης.

1980-1990: Ανάπτυξη και παραγωγή καινοτόμων προϊόντων στην Ελληνική αγορά. Χαρακτηριστικά παραδείγματα των νέων προϊόντων αποτέλεσαν τα μείγματα λαχανικών και οι καταψυγμένες πατάτες. Η εταιρία «ΜΠΑΡΜΠΑ ΣΤΑΘΗΣ – ΓΕΝΙΚΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ Α.Ε.» ιδρύθηκε τον Νοέμβριο του 1990 με απόσχιση του κλάδου καταψυγμένων τροφίμων της μητρικής εταιρείας «ΕΒΙΕ Α. ΜΙΧΑΗΛΙΔΗΣ Α.Ε.». Το 1991 εγκρίθηκε η εισαγωγή της εταιρείας στο Χρηματιστήριο Αθηνών.

1995: Συγχωνεύτηκε δι' απορροφήσεως η «ΦΡΟΖΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΤΑΨΥΞΗΣ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ Α.Ε.» (θυγατρική της «ΔΕΛΤΑ ΠΡΟΤΥΠΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ Α.Ε.») και δημιουργήθηκε μια περισσότερο δυναμική μονάδα, με ευελιξία στην αγορά των κατεψυγμένων τροφίμων γενικότερα, ικανή να καλύψει τις ανάγκες του καταναλωτή και να σταθεί ανταγωνιστικά στην Ευρωπαϊκή Αγορά.

1995-2005: Η εταιρία πέτυχε να εδραιώσει τη θέση της ως ο πλέον σημαντικός παράγων στην αγορά των κατεψυγμένων λαχανικών, αναπτύσσοντας ταυτόχρονα την αγορά των κατεψυγμένων γευμάτων, με σειρά καινοτόμων προϊόντων. Παράλληλα, η συμμετοχή σε από κοινού ελεγχόμενες εταιρείες, συνεισέφερε αποφασιστικά στην ανάπτυξη του νεότερου κλάδου προϊόντων κατεψυγμένης ζύμης. Έτσι δημιουργήθηκε μια εύρωστη μονάδα παραγωγής και εμπορίας προϊόντων κατεψυγμένης ζύμης, με ηγετική θέση στην αγορά, η οποία ανέλαβε την ταχύτερη εξέλιξη του κλάδου με πρωτοποριακά προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας. Επίσης, το 2001 πραγματοποιήθηκε επένδυση στην παραγωγή φρέσκων συσκευασμένων σαλατών με συμμετοχή στην ίδρυση της εταιρείας ΓΚΡΗΝΦΟΥΝΤ Α.Ε (GREENFOOD S.A).

2006: Απορροφήθηκε από την εταιρεία «ΔΕΛΤΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΩΝ Α.Ε.», η οποία στη συνέχεια, μετονομάστηκε σε «VIVARTIA Α.Β.Ε.Ε.». Μετά την ανωτέρω συγχώνευση, η πρώην εταιρεία «ΓΕΝΙΚΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ Α.Ε.», αποτελούσε τον «Κλάδο παραγωγής και εμπορίας κατεψυγμένων τροφίμων» της «VIVARTIA Α.Β.Ε.Ε.». Επίσης, λανσαρίστηκε η νέα σειρά προϊόντων «Βιολογικές Καλλιέργειες», οι οποίες γνώρισαν γρήγορα αποδοχή από το καταναλωτικό κοινό διαμορφώνοντας ένα νέο τοπίο στην αγορά. Τέλος εισήχθησαν τα πρώτα προϊόντα ραφιού με το προϊόν «Ντομάτα στον τρίφτη».

Ιούνιος 2010: Η τακτική Γενική Συνέλευση της «VIVARTIA Α.Β.Ε.Ε.» αποφάσισε την απόσχιση του «Κλάδου παραγωγής και εμπορίας κατεψυγμένων τροφίμων», σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν.2166/93 και την εισφορά του στην θυγατρική εταιρεία «ΚΑΦΕ ΑΛΚΥΟΝΗ Α.Ε.», η οποία μετονομάστηκε σε «ΜΠΑΡΜΠΑ ΣΤΑΘΗΣ Α.Β.Ε.Ε.». Η πρώην εταιρεία «ΚΑΦΕ ΑΛΚΥΟΝΗ Α.Ε.» θα αποτελούσε πλέον τον «Κλάδο Εστίασης» της νέας εταιρείας.

Δεκέμβριος 2010: Εγκρίθηκε η απόσχιση του «Κλάδου εστίασης» της νέας εταιρείας «ΜΠΑΡΜΠΑ ΣΤΑΘΗΣ Α.Β.Ε.Ε.» και η εισφορά του στην εταιρεία «GOODY'S ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΕΣΤΙΑΣΗΣ», σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν.2166/93. Ο βασικός σκοπός της εταιρείας είναι η παραγωγή και εμπορία ειδών διατροφής, εδεσμάτων, ποτών, ετοιμών φαγητών, νωπών, διατηρημένων και κατεψυγμένων, φυτικής ή και ζωικής προελεύσεως, καθώς και πρώτων υλών τους.

2012: Ολοκληρώθηκε πενταετές επενδυτικό πλάνο που είχε ως στόχο την αναβάθμιση της παραγωγικής μονάδας στη Σίνδο Θεσσαλονίκης και την αύξηση της παραγωγικότητάς της. Η καμπάνια, που ξεκίνησε το 2012, προωθούσε τη φρεσκάδα και τη διατροφική αξία των λαχανικών Μπάρμπα Στάθης με κεντρικό μήνυμα «Λαχανικά από την ελληνική γη, τόσο

φρέσκα όσο τη στιγμή που κόπηκαν» και βασίστηκε στο γεγονός ότι τα καταψυγμένα λαχανικά αποτελούν μια διατροφική επιλογή ισάξια με τα φρέσκα, έχοντας ως αποτέλεσμα την ανατροπή παγιωμένων αντιλήψεων αλλά και τη δημιουργία νέων τάσεων στους καταναλωτές.

2014: Αποτέλεσε μια πολύ σημαντική χρονιά για την εταιρία, καθώς πραγματοποιήθηκε κορυφαία διάκριση στον τομέα του μάρκετινγκ και της επικοινωνίας, κερδίζοντας το βραβείο Grand Effie 2014 για την πρωτοποριακή και ανατρεπτική καμπάνια «Φρεσκάδα Μπάρμπα Στάθης».

2017: Πραγματοποιήθηκε απορρόφηση της θυγατρικής GREENFOOD S.A (100%).

2018: Πραγματοποιήθηκε επένδυση σε νέα γραμμή παραγωγής καταψυγμένου ρυζιού. Επίσης επανακυκλοφόρησε η σειρά «Ρύζι με Λαχανικά» με ελληνικό καταψυγμένο ρύζι. Έναν χρόνο αργότερα ακολούθησε η πρωτοποριακή σειρά «Ζυμαρικά με Λαχανικά», με ζυμαρικά που προέρχονται από Έλληνες παραγωγούς ζυμαρικών και τα οποία καταψύχονται με μία καινοτόμο διαδικασία στο εργοστάσιό της Σίνδου.

2019: Αποτέλεσε ιστορική χρονιά για την εταιρία διότι συμπληρώθηκαν 50 χρόνια συνεχούς λειτουργίας.

2020: Ολοκληρώνεται η κατασκευή υπερσύγχρονου αυτοματοποιημένου ψυκτικού θαλάμου βαθιάς κατάψυξης, δυναμικότητας 10.500 παλετοθέσεων με τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ στην οροφή του και χαρακτηριστικά φιλικότερα προς το περιβάλλον αυξάνοντας την ενεργειακή του βιωσιμότητα. Αποτελεί ένα πρωτοποριακό έργο αιχμής για την εταιρεία και τη χώρα.

(Μπάρμπα Στάθης, 2020)

5.3 Ερευνητικό Μέρος

Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 4, για την πραγματοποίηση ανάλυσης αποδοτικότητας με την μέθοδο DEA, είναι απαραίτητο να ακολουθηθούν κάποια βασικά βήματα με σκοπό την εξαγωγή αντιπροσωπευτικών και ασφαλών συμπερασμάτων. Παρακάτω συνοψίζονται οι βασικές φάσεις μιας ανάλυσης αποδοτικότητας με την μέθοδο DEA:

- Καθορισμός και επιλογή των DMUs προς μελέτη
- Επιλογή των μεταβλητών του μοντέλου (εισροές και εκροές) οι οποίες εξυπηρετούν τους αντικειμενικούς σκοπούς της μελέτης
- Επιλογή προσανατολισμού (Input – Output Orientation) ανάλογα με τον αντικειμενικό σκοπό την μελέτης
- Υιοθέτηση συγκεκριμένων αποδόσεων κλίμακας (CRS ή/και VRS)
- Επίλυση των μαθηματικών μοντέλων και ανάλυση των αποτελεσμάτων

5.3.1 Καθορισμός και Επιλογή DMUs

Σκοπός της παρούσας εργασίας αποτελεί η ανάλυση αποδοτικότητας και μεταβολής παραγωγικότητας της εταιρίας Μπάρμπα Στάθης Α.Β.Ε.Ε την χρονική περίοδο 2017 έως 2020 με την μέθοδο DEA.

Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσε η ίδια η εταιρία σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Συνεπώς, το δείγμα αποτελείται από 4 DMUs και αναφέρεται στην χρονική περίοδο 2017 έως και 2020, δηλαδή το κάθε έτος αποτελεί μια μονάδα λήψης απόφασης (DMU).

5.3.2 Επιλογή Μεταβλητών – Σενάρια Αξιολόγησης

Ένα από τα σημαντικότερα βήματα της μελέτης αποδοτικότητας με την μέθοδο DEA αποτελεί η επιλογή των μεταβλητών του μοντέλου, δηλαδή των εισροών και εκροών που θα χρησιμοποιηθούν. Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 4, η επιλογή των μεταβλητών προϋποθέτει πλήρη κατανόηση της διαδικασίας μετατροπής εισροών σε εκροές όπως επίσης να εξυπηρετεί τους αντικειμενικούς σκοπούς της μελέτης. Οι εισροές θα πρέπει να περιλαμβάνουν όλους τους πιθανούς πόρους οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την παραγωγή εκροών, ενώ οι εκροές θα πρέπει να αποτελούν αντιπροσωπευτικά μέτρα αξιολόγησης των DMUs.

Η αξιολόγηση αποδοτικότητας της εταιρίας Μπάρμπα Στάθης Α.Β.Ε.Ε πραγματοποιήθηκε από μια γενικότερη οικονομική σκοπιά και όχι σε επίπεδο λειτουργίας όπως για παράδειγμα αποδοτικότητας παραγωγικής διαδικασίας ή εφοδιαστικής αλυσίδας. Συνεπώς, η διαδικασία επιλογής μεταβλητών σε γενικές γραμμές βασίστηκε στην άντληση ιδεών από τα άρθρα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και ειδικότερα από το άρθρο των Joo et al., 2011, οι οποίοι χρησιμοποίησαν τα συστατικά στοιχεία του δείκτη ROA – Return on Assets ως μεταβλητές των μοντέλων DEA.

Αναλυτικότερα, ο δείκτης Αποδοτικότητας Ενεργητικού - ROA (Return on Assets) αποτελεί έναν βασικό δείκτη κερδοφορίας επιχειρήσεων και ορίζεται από το παρακάτω κλάσμα:

$$ROA = \frac{\text{Καθαρά Κέρδη Χρήσεως}}{\text{Σύνολο Ενεργητικού}} \quad (5.1)$$

Με τον συγκεκριμένο δείκτη υπολογίζεται η απόδοση των συνολικών περιουσιακών στοιχείων μιας επιχείρησης μέσω της οποίας προσδιορίζεται η αποτελεσματικότητα λειτουργίας της. Ο δείκτης αποτελεί μέτρο οικονομικής βιωσιμότητας της επιχείρησης καθώς και μέτρο προσέλκυσης επενδυτικών κεφαλαίων. Αντανακλά την ικανότητα της διοίκησης να

χρησιμοποιεί τους οικονομικούς πόρους της επιχείρησης με σκοπό την δημιουργία καθαρών κερδών, ενώ μετρά την αποδοτικότητα όλων των επενδυόμενων κεφαλαίων. Ουσιαστικά αποτελεί ένα μέτρο αξιοποίησης των πόρων της επιχείρησης (Joo et al., 2011). Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 4, συνίσταται η αποφυγή της χρήσης ποσοστών ή/και αναλογιών ως μεταβλητές στην μέθοδο DEA παρόλο που σε πολλά επιστημονικά άρθρα πραγματοποιείται χρήση οικονομικών δεικτών με την παραπάνω μορφή (Cook et al., 2014). Για περισσότερες πληροφορίες όσον αφορά την χρήση οικονομικών δεικτών στην μέθοδο DEA ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στο άρθρο των Halkos & Tzeremes, 2012.

Με σκοπό την αποφυγή της χρήσης του δείκτη ROA με την αρχική του κλασματική μορφή, οι Joo et al., 2011 χρησιμοποίησαν τα λογιστικά μεγέθη από τα οποία συντίθεται ο δείκτης ROA. Έτσι, όπως αναφέρθηκε και στην βιβλιογραφική ανασκόπηση προέκυψαν τρία μοντέλα τα οποία χαρακτηρίστηκαν ανάλογα με τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στο καθένα. Στο πρώτο σενάριο το οποίο ονομάστηκε Total Asset Model ως μεταβλητές εισόδου χρησιμοποιήθηκαν το Κυκλοφορούν Ενεργητικό (Current Assets), το Πάγιο Ενεργητικό (Fixed Assets), και τα Διάφορα Πάγια (Other Assets) και ως μεταβλητές εξόδου διάφορες πηγές εσόδων. Το δεύτερο σενάριο ονομάστηκε Current Asset Model και ως μεταβλητές εισόδου είχε τα Ταμειακά Διαθέσιμα & Ισοδύναμα (Cash & Cash Equivalent), τους Εισπρακτέους Λογαριασμούς (Accounts Receivable) και το Απόθεμα (Inventory) ενώ ως μεταβλητές εξόδου διάφορες πηγές εισοδήματος. Το τρίτο και τελευταίο σενάριο ονομάστηκε Expense Model με μεταβλητές εισόδου το Κόστος Πωληθέντων Αγαθών (Cost of Goods Sold - CoGS), τα Έξοδα Διοίκησης - Διάθεσης (Selling, General & Administrative Expenses – SG&A) και τις Αποσβέσεις (Depreciation & Amortization) και μεταβλητές εξόδου επίσης διάφορες πηγές εισοδήματος (Joo et al., 2011).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε ανάλυση αποδοτικότητας της εταιρίας Μπάρμπα Στάθης χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικά σενάρια τα οποία χαρακτηρίζονται από τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν:

- **Μοντέλο Ενεργητικού (Asset Model):** Ως μεταβλητές εισόδου χρησιμοποιήθηκαν το Πάγιο Ενεργητικό (Fixed Assets) και το Κυκλοφορούν Ενεργητικό (Current Assets), ενώ ως μεταβλητές εξόδου ο Κύκλος Εργασιών (Revenue) και το Μικτό Κέρδος (Gross Profit). Σκοπός του συγκεκριμένου μοντέλου αποτελεί η ανάδειξη της ικανότητας της επιχείρησης να παράγει έσοδα και κέρδος ανάλογα με τα περιουσιακά της στοιχεία.
- **Μοντέλο Κόστους (Cost Model):** Στο συγκεκριμένο μοντέλο ως μεταβλητές εισόδου χρησιμοποιήθηκαν οι βασικές πηγές παραγωγής κόστους της επιχείρησης, δηλαδή το Κόστος Πωληθέντων Αγαθών (Cost of Goods Sold - CoGS) και τα Έξοδα Διοίκησης, Διάθεσης (Selling, General, and Administrative Expenses – SG&A), ενώ ως μεταβλητές εξόδου χρησιμοποιήθηκαν ο Κύκλος Εργασιών (Revenue) και το Μικτό Κέρδος (Gross Profit). Σκοπός του συγκεκριμένου μοντέλου αποτελεί η ένδειξη της ικανότητας της επιχείρησης να παράγει έσοδα και κέρδος ανάλογα με τα βασικά έξοδα της.

Στο συγκεκριμένο σημείο, για την αποφυγή οποιασδήποτε σύγχυσης, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το ονομαζόμενο σενάριο ως Μοντέλο Κόστους (Cost Model), δεν υπολογίζει οποιαδήποτε μορφή Αποδοτικότητας Κατανομής Πόρων (Allocative Efficiency).

Συνεπώς, και στα δύο μοντέλα αντικειμενικός σκοπός αποτελεί ο υπολογισμός της αποδοτικότητας ως ικανότητας παραγωγής εσόδων ανάλογα με τους πόρους που

χρησιμοποιεί η επιχείρηση είτε αυτοί αποτελούν περιουσιακά της στοιχεία είτε τα βασικά της έξοδα. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη αντλήθηκαν από τους δημοσιοποιημένους ισολογισμούς μέσω της ιστοσελίδας της εταιρίας.

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να τονιστεί ένας περιορισμός που προέκυψε. Λόγω διαφόρων χρηματοοικονομικών μεταβολών, καθώς και μεταβολών της δομής του ομίλου Μπάρμπα Στάθη κατά την περίοδο 2010-2020, προέκυψαν κάποια προβλήματα όσον αφορά την ικανότητα σύγκρισης των λογιστικών μεγεθών. Για τον λόγο αυτό, ως κατάλληλη περίοδος μελέτης επιλέχθηκε η τετραετία 2017-2020, κατά την οποία δεν υπήρχαν μεταβολές στην δομή του ομίλου και έτσι τα δεδομένα μεταξύ των ετών ήταν συγκρίσιμα.

Ο βασικός περιορισμός που προκύπτει από τα παραπάνω είναι η μη συμμόρφωση με τον ισχυρισμό που δηλώνει ότι ο αριθμός των DMUs του δείγματος πρέπει να είναι τουλάχιστον διπλάσιος από το άθροισμα των χρησιμοποιούμενων μεταβλητών, διότι στην συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιούνται 4 DMUs με 4 μεταβλητές για κάθε σενάριο. Παρόλα αυτά, λόγω του ότι ο συγκεκριμένος ισχυρισμός δεν είναι δεσμευτικός σύμφωνα με τους Cook et al., 2014, η μελέτη πραγματοποιήθηκε με τα συγκεκριμένα στοιχεία.

Παρακάτω πραγματοποιείται μια σύντομη περιγραφή των χρησιμοποιούμενων μεταβλητών υπό Λογιστική – Χρηματοοικονομική σκοπιά:

Ενεργητικό (Total Assets): Αποτελεί το σύνολο των οικονομικών αγαθών που ανήκουν κατά κυριότητα σε μια οικονομική μονάδα και των οποίων η τιμή μπορεί να προσδιορισθεί με αντικειμενικό τρόπο. Η συνήθης ομαδοποίηση των στοιχείων του Ενεργητικού στον Ισολογισμό των επιχειρήσεων πραγματοποιείται με κριτήριο την ρευστότητά τους, δηλαδή την ταχύτητα μετατροπής τους σε χρήμα κατά την διάρκεια ενός λογιστικού έτους. Συνεπώς τα στοιχεία του Ενεργητικού χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, το Πάγιο και το Κυκλοφορούν Ενεργητικό.

Πάγιο Ενεργητικό (Fixed Assets): Αποτελούν το σύνολο των αγαθών, αξιών και δικαιωμάτων που ανακτώνται για μακροχρόνια χρήση και από τα οποία η επιχείρηση πρόκειται να έχει έσοδα στο μέλλον. Το πάγιο ενεργητικό μιας επιχείρησης χωρίζεται στις παρακάτω πέντε βασικές κατηγορίες:

- i) Ενσώματα Πάγια: Υλικά αγαθά τα οποία κατέχει η επιχείρηση έτσι ώστε να τα χρησιμοποιήσει κατά την διάρκεια ζωής τους. Ενσώματα πάγια αποτελούν ο μηχανολογικός εξοπλισμός, τα κτίρια, οι εδαφικές εκτάσεις, τα μεταφορικά μέσα, τα έπιπλα και ο διάφορος εξοπλισμός, ακόμη και ζώα και φυτά. Τα ενσώματα πάγια δεν μετατρέπονται σε χρήμα για τις καθημερινές επιχειρησιακές δραστηριότητες αλλά υπόκεινται σε υποτιμήσεις και αποσβέσεις.
- ii) Άυλα πάγια στοιχεία: Περιλαμβάνουν πάγια στοιχεία χωρίς υλική υπόσταση. Βασικά παραδείγματα αποτελούν διάφορες δαπάνες ανάπτυξης, την φήμη, πελατεία και λοιπά άυλα στοιχεία τα οποία έχουν την ικανότητα να εκφραστούν με νομισματικές μονάδες.
- iii) Προκαταβολές και μη κυκλοφορούντα στοιχεία υπό κατασκευή: Αποτελούν ποσά τα οποία διατίθενται για την κατασκευή νέων ενσώματων παγίων καθώς και ποσά τα οποία προκαταβάλλονται για την αγορά παρόμοιων στοιχείων.

- iv) Χρηματοοικονομικά περιουσιακά στοιχεία: Περιλαμβάνουν μακροπρόθεσμα δάνεια και απαιτήσεις, χρεωστικούς τίτλους και συμμετοχές σε θυγατρικές, συγγενείς και κοινοπραξίες.
- v) Αναβαλλόμενοι φόροι ενεργητικού: Ποσά φόρου εισοδήματος που ανακτάται σε μελλοντικές περιόδους από εκπιπτόμενες προσωρινές διαφορές, μεταφερόμενες φορολογικές ζημιές και αχρησιμοποίητους πιστωτικούς φόρους.

Κυκλοφορούν Ενεργητικό (Current Assets): Η ομάδα αυτή αποτελείται από στοιχεία όπως μετρητά, καταθέσεις όψεως, ξένο συνάλλαγμα και άλλα περιουσιακά στοιχεία τα οποία αναμένονται να μετατραπούν σε χρήμα ή να χρησιμοποιηθούν στις δραστηριότητες της επιχείρησης.

- vi) Αποθέματα: Περιλαμβάνουν έτοιμα και ημιτελή προϊόντα, εμπορεύματα, πρώτες ύλες και διάφορα υλικά, βιολογικά περιουσιακά στοιχεία, προκαταβολές για τα αποθέματα.
- vii) Χρηματοοικονομικά στοιχεία και προκαταβολές: Περιλαμβάνουν εμπορικές απαιτήσεις, δουλευμένα έσοδα περιόδου, λοιπές απαιτήσεις, χρεωστικούς τίτλους, προπληρωμένα έξοδα και ταμειακά διαθέσιμα.

(Καραγιώργος, 2020)

Κόστος Πωληθέντων Αγαθών (Cost of Goods Sold - CoGS): Αποτελεί όλα τα άμεσα κόστη για την παραγωγή των πωληθέντων αγαθών της επιχείρησης. Περιλαμβάνει το κόστος παραγωγής των αγαθών, ενώ δεν περιλαμβάνει έξοδα διανομής, μάρκετινγκ και πωλήσεων. Η σχέση (5.2) που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του κόστους πωληθέντων αγαθών για μια λογιστική περίοδο χρήσης είναι η παρακάτω:

$$\begin{array}{l}
 \text{Αρχικό Απόθεμα εμπορευμάτων (Αξία)} \\
 + \text{Αγορές εμπορευμάτων (Αξία)} \\
 - \text{Τελικό απόθεμα εμπορευμάτων (Αξία)} \\
 = \text{Κόστος Πωληθέντων Αγαθών}
 \end{array}
 \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Αρχικό Απόθεμα εμπορευμάτων (Αξία)} \\ + \text{Αγορές εμπορευμάτων (Αξία)} \\ - \text{Τελικό απόθεμα εμπορευμάτων (Αξία)} \end{array}} \right\} (5.2)$$

Αν από το ποσό των πωλήσεων της επιχείρησης αφαιρεθεί το κόστος πωληθέντων αγαθών, προκύπτει το Μικτό Αποτέλεσμα το οποίο αποτελεί δείκτη κερδοφορίας μιας επιχείρησης. Είναι προφανές πως όσο αυξάνεται το κόστος πωληθέντων τόσο μειώνεται η κερδοφορία της επιχείρησης (Investopedia, 2022).

Έξοδα Διοίκησης - Διάθεσης (Selling, General, and Administrative Expenses - SG&A): Περιλαμβάνουν όλα τα γενικά και διοικητικά έξοδα όπως επίσης και τα έξοδα πωλήσεων της επιχείρησης. Σε γενικές γραμμές περιλαμβάνουν όλα τα έξοδα που δεν σχετίζονται με την παραγωγή των πωληθέντων αγαθών. Περιλαμβάνουν τα κόστη διοίκησης της επιχείρησης καθώς και τα κόστη διανομής του προϊόντος. Αναλυτικότερα περιλαμβάνουν:

- Μισθούς του Οικονομικού τμήματος, Λογιστηρίου, IT, Μάρκετινγκ και Ανθρωπίνου Δυναμικού
- Κόστη προμήθειας, διαφήμισης και προώθησης
- Ενοίκια, παροχές, εξοπλισμούς και προμήθειες τα οποία δεν σχετίζονται με την παραγωγή αγαθών.

(Investopedia, 2022)

Κύκλος Εργασιών (Revenue): Αποτελεί την ποσότητα χρήματος η οποία παράγεται από την πώληση των αγαθών ή/και υπηρεσιών της επιχείρησης (Investopedia, 2022).

Μικτό Κέρδος (Gross Profit): Αποτελεί την διαφορά μεταξύ εσόδων και κόστους πωληθέντων αγαθών. Το μικτό κέρδος μιας επιχείρησης αποτελεί έναν δείκτη αποδοτικότητας όσον αφορά την παραγωγή αγαθών ή/και υπηρεσιών αναφορικά με τα κόστη τα οποία χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγή (Investopedia, 2022).

5.3.3 Επιλογή Προσανατολισμού και Αποδόσεων Κλίμακας

Σύμφωνα με τον Pervan M., 2020, η νέο – κλασική θεωρία του μάνατζμεντ υποστηρίζει ότι ο βασικός στόχος των επιχειρήσεων αποτελεί η μεγιστοποίηση του παραγόμενου κέρδους. Αναλυτικότερα, ο αντικειμενικός σκοπός των ιδιοκτητών και των μετόχων των επιχειρήσεων αποτελεί η μεγιστοποίηση του κέρδους, ενώ στόχος των μάνατζερ αποτελεί η μεγιστοποίηση των εσόδων. Παρόμοια προσέγγιση υιοθέτησαν και οι Halkos & Tzeremes, 2012 βασιζόμενοι στο γεγονός ότι οι επιχειρήσεις στοχεύουν στην μεγιστοποίηση των επιθυμητών εκρών υπό δεδομένα επίπεδα εισροών.

Με βάση τα παραπάνω, τα μαθηματικά μοντέλα στην παρούσα εργασία είναι προσανατολισμένα στις εκροές (Output Orientation). Αντικειμενικός σκοπός αποτελεί η μεγιστοποίηση των παραγόμενων επιθυμητών εκρών, διατηρώντας σταθερές τις χρησιμοποιούμενες εισροές (Pervan, 2020). Η αποδοτικότητα που υπολογίζεται αποτελεί το μέγιστο ποσό που μπορούν να αυξηθούν τα επίπεδα των παραγόμενων εκρών, χωρίς την μεταβολή των επιπέδων των εισροών (Cooper et al., 2011).

Με σκοπό τον υπολογισμό της Συνολικά Τεχνικής Αποδοτικότητας (Overall Technical Efficiency – OTE), της Καθαρά Τεχνικής Αποδοτικότητας (Pure Technical Efficiency – PTE) και της Αποδοτικότητας Κλίμακας (Scale Efficiency – SE), τα μοντέλα επιλύθηκαν υπό Σταθερές (CRS) και Μεταβλητές Αποδόσεις Κλίμακας (VRS). Επίσης, πραγματοποιείται καθορισμός του είδους αποδόσεων κλίμακας καθώς ιδανική κλίμακα λειτουργίας (MPSS) όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 4.2.8.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το μοντέλο BCC είναι καταλληλότερο έναντι του CCR ειδικά στον τομέα της βιομηχανίας τροφίμων διότι οι αποδόσεις κλίμακας μεταβάλλονται με την μεταβολή του μεγέθους της επιχείρησης (Pervan, 2020).

Ο δείκτης Malmquist υπολογίστηκε υπό σταθερές αποδόσεις κλίμακας (CCR), με προσανατολισμό στις εκροές δεδομένου ότι ο αντικειμενικός σκοπός της μελέτης είναι η μεγιστοποίηση των παραγόμενων εκρών. Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 4.2.9 της παρούσας εργασίας, ο δείκτης δίνει ίδιο αποτέλεσμα υπό σταθερές αποδόσεις ανεξαρτήτως προσανατολισμού.

Στο συγκεκριμένο σημείο είναι απαραίτητο να σχολιαστεί ένας περιορισμός που προέκυψε κατά τον υπολογισμό του δείκτη Malmquist. Στην παρούσα εργασία οι μονάδες λήψης απόφασης (DMUs) αποτελούν την ίδια την εταιρία σε διαφορετικές χρονικές στιγμές με σκοπό τον υπολογισμό της τεχνικής αποδοτικότητας της κατά την διάρκεια του χρόνου. Στην περίπτωση του δείκτη Malmquist η μονάδα λήψης απόφασης είναι πλέον μια, δηλαδή η ίδια η εταιρία σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Όπως αναλύθηκε στην ενότητα 4.2.9, ο δείκτης Malmquist αποτελεί το γινόμενο μεταξύ της μετατόπισης του παραγωγικού συνόρου και της μετατόπισης των μονάδων λήψης απόφασης από ή προς το παραγωγικό σύνολο, από μια χρονική στιγμή t σε μια στιγμή $t+1$. Σύμφωνα με τα παραπάνω, στον υπολογισμό του δείκτη, ο όρος της μεταβολής της τεχνικής αποδοτικότητας – Γεφύρωσης Χάσματος (Catch up effect)

θα ισούται με την μονάδα, διότι δεν υπάρχουν άλλες DMUs για να πραγματοποιηθεί η σύγκριση. Συνεπώς, υπολογίστηκε μόνο η συνιστώσα της μεταβολής της τεχνολογίας παραγωγής, δηλαδή η μετατόπιση του παραγωγικού συνόρου (Frontier Shift) από μια χρονική στιγμή t σε μια χρονική στιγμή t+1.

Για τον ολοκληρωμένο υπολογισμό του δείκτη Malmquist, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως DMUs και άλλες εταιρίες του ίδιου κλάδου παραγωγικής δραστηριότητας έτσι ώστε να δοθεί ολοκληρωμένη εικόνα μεταβολής της παραγωγικότητας των μελετώμενων μονάδων.

5.3.4 Συγκέντρωση Δεδομένων και Ανάλυση Δεδομένων

Έπειτα από την συζήτηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις ενότητες 5.3.1, 5.3.2 και 5.3.3, βασικοί στόχοι της παρούσας εργασίας αποτελούν:

- Ο υπολογισμός της τεχνικής αποδοτικότητας της εταιρίας ανά έτος
- Η ανάδειξη τυχών διαφορών μεταξύ σταθερών και μεταβλητών αποδόσεων
- Ο υπολογισμός της αποδοτικότητας κλίμακας και ο προσδιορισμός του είδους των οικονομιών κλίμακας ανά έτος
- Η ερμηνεία των χαλαρών μεταβλητών και ο υπολογισμός των τιμών στόχων για τις μη αποδοτικές μονάδες
- Η εύρεση των προτύπων μονάδων προς μίμηση
- Ο υπολογισμός της διαχρονικής εξέλιξης παραγωγικότητας
- Η σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο σεναρίων αξιολόγησης που υιοθετήθηκαν
- Η ανάδειξη των περιορισμών της παρούσας μελέτης καθώς και η παρουσίαση προτάσεων προς μελλοντική έρευνα.

Στο σημείο αυτό ξεκινάει η ανάλυση με την παρουσίαση των λογιστικών μεγεθών της εταιρίας.

Στον Πίνακα 5.1 φαίνονται τα βασικά χρηματοοικονομικά αποτελέσματα της εταιρίας για τα έτη 2017-2020 οι τιμές των οποίων θα αποτελέσουν τις εισροές και εκροές των μοντέλων DEA.

Πίνακας 5.1: Τιμές βασικών χρηματοοικονομικών μεγεθών της εταιρίας Μπάρμπα Στάθης για τα έτη 2017-2020.

Έτος	Εισροές				Εκροές	
	Fixed Assets	Current Assets	CoGS	SG&A	Revenue	Gross Profit
2017	83.322 €	88.716 €	59.218 €	16.894 €	81.138 €	21.920 €
2018	81.941 €	79.038 €	60.291 €	17.451 €	84.249 €	23.958 €
2019	84.710 €	76.235 €	67.457 €	18.564 €	90.975 €	23.518 €
2020	88.930 €	76.915 €	70.736 €	18.704 €	96.992 €	26.256 €

* Τα ποσά είναι εκφρασμένα σε χιλιάδες ευρώ (€) και περιλαμβάνουν αποτελέσματα ενός λογιστικού έτους (01/01/20**-31/12/20**).

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε υπολογισμός βασικών στατιστικών παραμέτρων (descriptive statistics) στα παραπάνω δεδομένα. Υπολογίστηκε ο μέσος όρος με την εντολή =AVERAGE(), η διάμεσος =MEDIAN(), η τυπική απόκλιση =STDEV.S(), το μέγιστο =MAX(), το ελάχιστο =MIN(), το εύρος =MAX()-MIN() και ο συντελεστής μεταβλητότητας

(=STDEV.S()/=AVERAGE()), με χρήση του Microsoft Office Excel 2016. Στον Πίνακα 5.2 φαίνονται συνοπτικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 5.2: Περιγραφική στατιστική μεταβλητών.

Στατιστικά	Fixed Assets	Current Assets	CoGS	SG&A	Revenue	Gross Profit
Μέσος όρος	84.726 €	80.226 €	64.426 €	17.903 €	88.339 €	23.913 €
Διάμεσος	84.016 €	77.977 €	63.874 €	18.008 €	87.612 €	23.738 €
Τυπική απόκλιση	3.022 €	5.785 €	5.574 €	876 €	7.081 €	1.791 €
Μέγιστο	88.930 €	88.716 €	70.736 €	18.704 €	96.992 €	26.256 €
Ελάχιστο	81.941 €	76.235 €	59.218 €	16.894 €	81.138 €	21.920 €
Εύρος	6.989 €	12.481 €	11.518 €	1.810 €	15.854 €	4.336 €
Συντελεστής μεταβλητότητας	3,6%	7,2%	8,7%	4,9%	8,0%	7,5%

Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε δοκιμή συσχέτισης μεταξύ όλων των μεταβλητών με σκοπό την εύρεση τυχών σχέσεων μεταξύ τους σύμφωνα με τους Golany & Roll, 1989. Η δοκιμή πραγματοποιήθηκε στο περιβάλλον του Microsoft Office Excel 2016 με την χρήση της εντολής =CORREL() η οποία υπολογίζει τον συντελεστή συσχέτισης (r). Στον Πίνακα 5.3 φαίνονται οι τιμές των συντελεστών συσχέτισης μεταξύ των χρησιμοποιούμενων μεταβλητών.

Πίνακας 5.3: Συντελεστές συσχέτισης μεταβλητών.

Μεταβλητές		Συντελεστής συσχέτισης (r)
CoGS	Revenue	0,99
Revenue	Gross Profit	0,88
CoGS	Gross Profit	0,79
Current Assets	Revenue	-0,78
Current Assets	CoGS	-0,75
Current Assets	Gross Profit	-0,75
SG&A	Gross Profit	0,77
Fixed Assets	SG&A	0,76
CoGS	SG&A	0,97
Fixed Assets	Gross Profit	0,77
Current Assets	SG&A	-0,88
Fixed Assets	Current Assets	-0,43
SG&A	Revenue	0,96
Fixed Assets	Revenue	0,90
Fixed Assets	CoGS	0,90

Παρατηρείται ότι ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ CoGS και Revenue είναι υψηλός και κοντά στην μονάδα, υποδηλώνοντας ότι υπάρχει ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η μία μεταβλητή, αυξάνεται και η άλλη. Από την σκοπιά της φυσικής ερμηνείας, αυτό σημαίνει ότι όσο αυξάνουν οι πωλήσεις

της επιχείρησης αυξάνεται και το κόστος πωληθέντων αγαθών, φαινόμενο απόλυτα φυσιολογικό, διότι οι αυξημένες πωλήσεις προκύπτουν από την παραγωγή μεγαλύτερης ποσότητας προϊόντων η οποία συνοδεύεται από μεγαλύτερο κόστος παραγωγής.

Παρόμοια συμπεριφορά εμφανίζει και η σχέση Revenue - Gross Profit, όπου με την αύξηση των πωλήσεων, υπάρχει αύξηση του μικτού κέρδους.

Η σχέση μεταξύ CoGS και Gross Profit εμφανίζει επίσης θετική συσχέτιση. Αυτό δηλώνει ότι με την αύξηση του κόστους πωληθέντων, αυξάνεται το μικτό κέρδος. Από τα παραπάνω φαίνεται πως για την αύξηση του μικτού κέρδους είναι απαραίτητη η αύξηση των πωλήσεων η οποία έχει ως φυσικό επακόλουθο την αύξηση του κόστους πωληθέντων το οποίο περιλαμβάνει όλα τα κόστη που αφορούν την παραγωγή των αγαθών.

Μέτρια αρνητική συσχέτιση εμφανίζεται μεταξύ των μεταβλητών Current Assets και Revenue με συντελεστή συσχέτισης -0,78. Όπως έχει αναφερθεί στην ενότητα 5.3.2, τα κυκλοφορούντα περιουσιακά στοιχεία εμπεριέχουν αποθέματα προϊόντων, εμπορικές απαιτήσεις, ταμειακά διαθέσιμα κ.α., τα οποία τείνουν να μετατραπούν σε χρήμα κατά την λήξη της λογιστικής περιόδου. Ο αρνητικός συντελεστής συσχέτισης στην συγκεκριμένη περίπτωση μπορεί να ερμηνευθεί ως εξής: Από την στιγμή που αυξάνονται τα κυκλοφορούντα στοιχεία τα έσοδα της επιχείρησης τείνουν να μειωθούν γεγονός που δηλώνει ότι υπάρχουν στοιχεία τα οποία δεν έχουν ρευστοποιηθεί. Το ίδιο ισχύει και για την σχέση μεταξύ των μεταβλητών CoGS και Gross Profit, όπου με την αύξηση των κυκλοφορούντων στοιχείων προκαλείται μείωση του μικτού κέρδους.

Αρνητική σχέση εμφανίζεται και μεταξύ των Current Assets και CoGS. Από άποψη φυσικής ερμηνείας, όσο αυξάνονται τα κυκλοφορούντα στοιχεία τα οποία περιέχουν μεταξύ άλλων και αποθέματα προϊόντων (ετοιμών, ημι – ετοιμών, εμπορευμάτων), αυξάνεται και το κόστος αποθήκευσης το οποίο μετακυλίεται στο κόστος πωληθέντων.

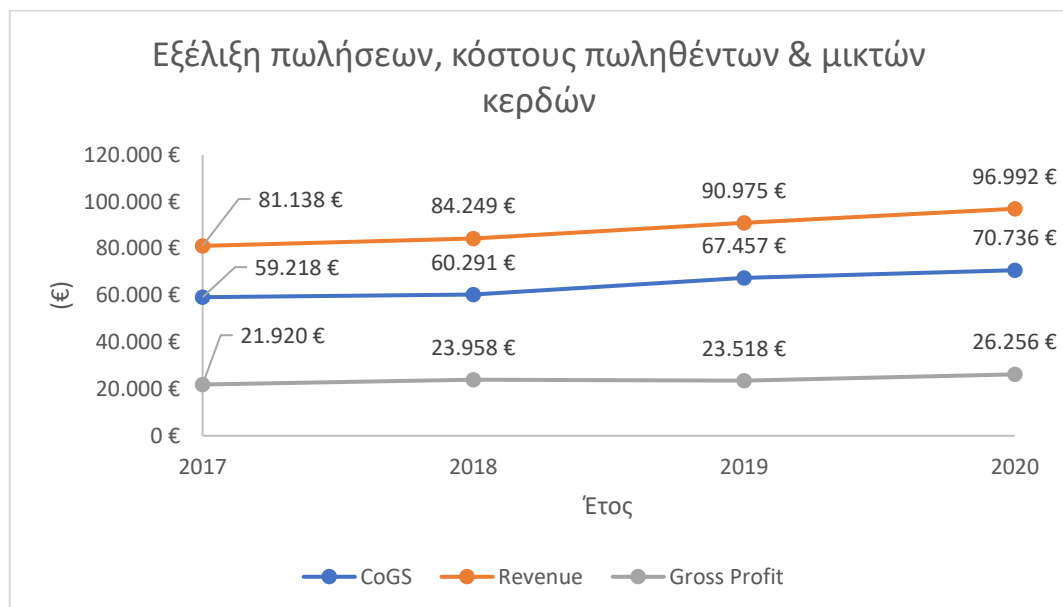
Η σχέση μεταξύ των Fixed Assets και SG&A εμφανίζεται θετική, υποδηλώνοντας ότι με την αύξηση των πάγιων περιουσιακών στοιχείων της επιχείρησης απαιτούνται υψηλότερες παροχές όπως επίσης και υψηλότερα επίπεδα κόστους μισθοδοσίας που αφορούν τα συγκεκριμένα στοιχεία.

Δύο πολύ ενδιαφέρουσες σχέσεις οι οποίες αξίζει να αναφερθούν είναι αυτές μεταξύ των μεταβλητών Fixed Assets και Gross Profit καθώς και μεταξύ των Fixed Assets και Revenue. Οι δύο σχέσεις εμφανίζουν θετική συσχέτιση, η οποία υποδηλώνει ότι με την αύξηση των περιουσιακών στοιχείων της επιχείρησης αυξάνονται τα επίπεδα πωλήσεων και μικτού κέρδους. Αυτό σημαίνει ότι τα πάγια περιουσιακά στοιχεία αποτελούν έναν πολύ βασικό, αν όχι τον βασικότερο πόρο της διαδικασίας παραγωγής εσόδων. Αντιστρέφοντας τον παραπάνω ισχυρισμό, όσο αυξάνονται τα πάγια περιουσιακά στοιχεία αυξάνεται και το κόστος πωληθέντων αγαθών, λόγω αύξησης της παραγωγής της επιχείρησης και κατ' επέκταση του επιπέδου πωλήσεων της.

Η σχέση μεταξύ των μεταβλητών SG&A και Revenue εμφανίζει ισχυρή θετική συσχέτιση. Η συγκεκριμένη σχέση μπορεί να βασιστεί στο γεγονός ότι τα έξοδα διοίκησης – διάθεσης εμπεριέχουν έξοδα προώθησης, διαφήμισης και μάρκετινγκ όπου με την αύξησή τους οι πωλήσεις της επιχείρησης αυξάνονται. Στην ίδια λογική βασίζεται και η σχέση μεταξύ των εξόδων διοίκησης – διάθεσης και μικτών κερδών.

Οι υπόλοιπες συγκρίσεις μεταξύ των μεταβλητών δεν περιέχουν κάποια συγκεκριμένη φυσική ερμηνεία διότι τα συγκεκριμένα μεγέθη δεν συνδέονται με κάποιον τρόπο.

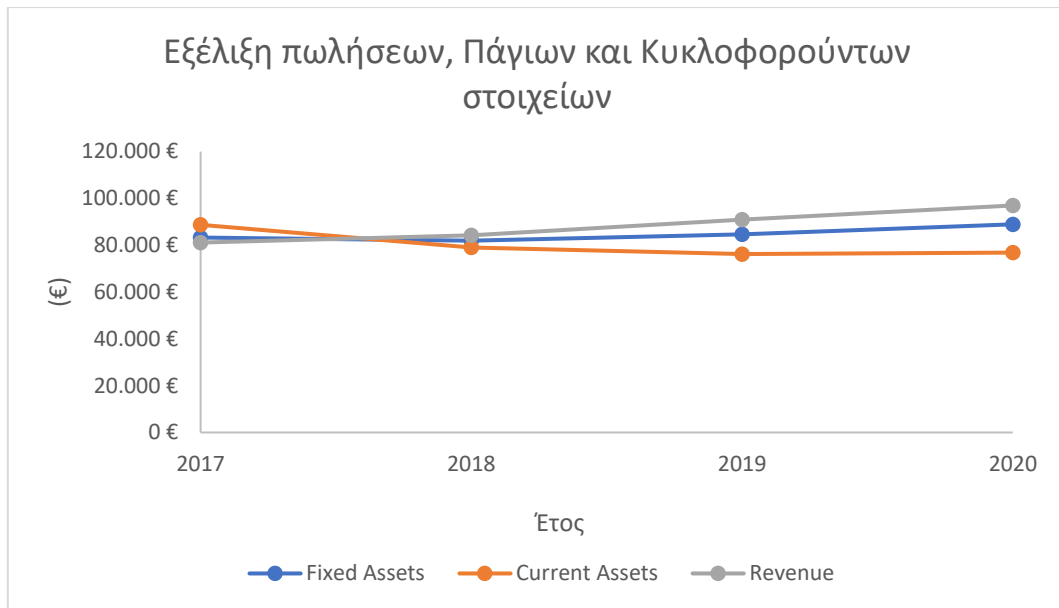
Στο Σχήμα 5.1 φαίνεται η εξέλιξη του επιπέδου πωλήσεων, κόστους πωληθέντων και μικτών κερδών κατά την χρονική περίοδο της μελέτης.



Σχήμα 5.1: Εξέλιξη πωλήσεων (Revenue), Κόστους Πωληθέντων (CoGS) και Μικτού κέρδους (Gross Profit) 2017-2020.

Σύμφωνα με το Σχήμα 5.1 φαίνεται πως τα μεγέθη παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά στον συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα. Η αύξηση στις πωλήσεις επιφέρει αύξηση και στα μικτά κέρδη. Παρατηρείται αύξηση πωλήσεων κατά 6,61% το 2020 σε σχέση με το 2019. Όσον αφορά τα μικτά κέρδη παρατηρείται αύξηση κατά 11,64% το 2020 σε σχέση με το 2019. Παρόλο το αυξανόμενο ρυθμό του κόστους πωληθέντων τα μικτά κέρδη τείνουν να αυξάνονται λόγω της αυξητικής τάσης των πωλήσεων.

Στο Σχήμα 5.2 απεικονίζεται η σχέση μεταξύ των πάγιων, κυκλοφορούντων στοιχείων και πωλήσεων.



Σχήμα 5.2: Μεταβολή περιουσιακών στοιχείων και πωλήσεων 2017-2020.

Όπως αναφέρθηκε και στην ανάλυση των σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών, όσο αυξάνονται τα πάγια στοιχεία, τα επίπεδα πωλήσεων αυξάνονται. Με την μείωση των κυκλοφορούντων στοιχείων τα επίπεδα πωλήσεων επίσης αυξάνονται.

5.3.5 Σχολιασμός & Ερμηνεία Εξέλιξης Λογιστικών Μεγεθών

2017-2018: Η βελτίωση των αποτελεσμάτων κατά την χρήση του 2018 σε σχέση με το 2017 οφείλεται σε γενικές γραμμές στην αύξηση των πωλήσεων με ταυτόχρονη διατήρηση αναλογικά χαμηλού κόστους πωληθέντων, καθώς και εξόδων διοίκησης – διάθεσης. Οι πωλήσεις της εταιρίας το 2018 αυξήθηκαν κατά 3,8% σε σχέση με το 2017. Οι παράγοντες που συντέλεσαν στην αύξηση των πωλήσεων ήταν:

- Η ανάπτυξη της εξαγωγικής δραστηριότητας κατά 17,1% με ανάπτυξη των υφιστάμενων πελατών και με είσοδο σε νέες αγορές
- Λανσάρισμα νέων προϊόντων (μείγματα ρυζιών, έτοιμοι πουρέδες)
- Στοχευμένες ενέργειες μάρκετινγκ (digital marketing, opinion leader, influencers)

Για την υποστήριξη των αυξημένων πωλήσεων, πραγματοποιήθηκε αύξηση των καλλιεργήσιμων στρεμμάτων γης με χρήση συμβολαιακής γεωργίας φτάνοντας τα 33.000 στρέμματα. Καταλυτικό ρόλο στα βελτιωμένα αποτελέσματα το 2018 έπαιξε και η μείωση των κυκλοφορούντων περιουσιακών στοιχείων κατά την χρήση του 2018 σε σχέση με το 2017. Κατά την λήξη της λογιστικής χρήσης του έτους 2017 φαίνεται πως το επίπεδο των κυκλοφορούντων περιουσιακών στοιχείων είναι αρκετά υψηλότερο σε σχέση με τα επόμενα έτη. Βασικοί λόγοι αποτέλεσαν οι αυξημένες απαιτήσεις από μακροπρόθεσμα δάνεια θυγατρικών εταιριών καθώς και εταιριών του ομίλου Vivotia, οι αυξημένες προκαταβολές και εμπορικές απαιτήσεις από πελάτες και τα μεγαλύτερα ποσά ταμειακών διαθεσίμων. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα επίπεδα αποθεμάτων σε σχέση με το 2018 παρέμειναν σε σχεδόν ίδια επίπεδα, γεγονός το οποίο δεν επηρέασε τον λογαριασμό των κυκλοφορούντων στοιχείων. Ως αποτέλεσμα, το 2018 υπήρξε αύξηση των μικτών κερδών κατά 9,3% (Μπάρμπα Στάθης, 2018)

2018-2019: Η επενδυτική δραστηριότητα της εταιρίας συνεχίστηκε κατά την λογιστική χρήση του 2019 οδηγώντας σε αύξηση των παγίων περιουσιακών στοιχείων. Η επενδυτική δραστηριότητα είχε ως στόχο την βελτιστοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας και της μακροπρόθεσμης μείωσης του κόστους. Αφορούσε γραμμές παραγωγής – συσκευασίας και κατασκευή ψυκτικών θαλάμων. Πραγματοποιήθηκε μείωση των κυκλοφορούντων στοιχείων του ενεργητικού λόγω μείωσης της στάθμης αποθεμάτων σε σχέση με το 2018. Τα αποθέματα αφορούσαν έτοιμα - ημιέτοιμα προϊόντα. Επίσης, τα χρηματικά διαθέσιμα μειώθηκαν. Οι πωλήσεις της εταιρίας κατά την χρήση του 2019 αυξήθηκαν κατά 8% λόγω:

- Ενεργειών μάρκετινγκ με σκοπό την παροχή γνώσης στους καταναλωτές για την αξία της κατανάλωσης λαχανικών καθώς και με την ανάδειξη της πορείας παραγωγής των λαχανικών στον καταναλωτή
- Δημιουργίας Corporate επικοινωνίας για τον εορτασμό των 50 χρόνων παρουσίας της εταιρίας στην αγορά με στόχο την ενδυνάμωση του brand equity
- Λανσαρίσματος νέας κατηγορίας προϊόντων (ζυμαρικά με λαχανικά)

Παρόλο το αυξημένο επίπεδο πωλήσεων σε σχέση με το 2018, η εταιρία παρουσίασε μείωση των μικτών κερδών κατά 1,8% κατά την χρήση του 2019. Βασικοί λόγοι οι οποίοι συντέλεσαν σε αυτό το φαινόμενο ήταν:

- Η αύξηση των εξόδων διοίκησης – διάθεσης, σχετιζόμενη κυρίως με τα κόστη μεταφοράς – διανομής λόγω αύξησης των πωλήσεων
- Η αύξηση του κόστους πωληθέντων, λόγω αυξημένου κόστους παραγωγής

(Μπάρμπα Στάθης, 2019)

2019-2020: Το επενδυτικό πλάνο της εταιρίας συνεχίστηκε, αυξάνοντας τα επίπεδα παγίων περιουσιακών στοιχείων. Τα επίπεδα αποθεμάτων το 2020 παρουσίασαν πτώση, χωρίς βέβαια να επηρεάζουν το ποσό των κυκλοφορούντων περιουσιακών στοιχείων το οποίο παρέμεινε σε παρόμοια επίπεδα με την χρήση του 2019. Οι πωλήσεις της εταιρίας αυξήθηκαν το 2020 κατά 6,6% μέσω στοχευμένων ενεργειών μάρκετινγκ, καθώς και αύξησης της εξαγωγικής δραστηριότητας κατά 4,9% σε σχέση με το 2019. Αξίζει να σημειωθεί ότι η πανδημία του COVID 19 επηρέασε θετικά τις πωλήσεις των κατεψυγμένων λαχανικών. Η εταιρία παρόλη την αύξηση των πωλήσεων κατάφερε να κρατήσει σε αναλογικά χαμηλά επίπεδα τα έξοδα διοίκησης – διάθεσης, καθώς και τα κόστη πωληθέντων λόγω της αύξησης της αποδοτικότητας λειτουργίας της. Βασικός λόγος αποτέλεσε η βελτιστοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας που οφείλεται στο πολυετές επενδυτικό πλάνο, καθώς και η υιοθέτηση κατάλληλων πρακτικών διοίκησης σε όλα τα στάδια της αλυσίδας αξίας. Ως αποτέλεσμα, τα μικτά κέρδη της εταιρίας αυξήθηκαν το 2020 κατά 11,6% (Μπάρμπα Στάθης, 2020).

5.3.6 Αποτελέσματα - Μοντέλο Ενεργητικού (Asset Model)

Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 5.3.2, το πρώτο σενάριο το οποίο θα μελετηθεί αφορά την ικανότητα της εταιρίας να παράγει έσοδα και κέρδος με βάση τα περιουσιακά της στοιχεία. Ως εισροές θα χρησιμοποιηθούν τα πάγια και τα κυκλοφορούντα περιουσιακά στοιχεία, ενώ ως εκροές το επίπεδο πωλήσεων και το μικτό κέρδος της εταιρίας ανά έτος. Έπειτα από επίλυση των μοντέλων με την βοήθεια του DEA Solver LV version 8.0, πραγματοποιείται σχολιασμός αποτελεσμάτων σταθερών και μεταβλητών αποδόσεων καθώς και ανάλυση της αποδοτικότητας κλίμακας.

Σταθερές Αποδόσεις Κλίμακας – Μοντέλο CCR

Στον Πίνακα 5.4 φαίνονται τα αποτελέσματα της επίλυσης του μοντέλου υπό σταθερές αποδόσεις κλίμακας CCR(CRS) με προσανατολισμό στις εκροές. Ο πίνακας περιέχει τις βέλτιστες τιμές επίλυσης του μοντέλου (h_0), ενώ οι μονάδες (έτη) κατατάσσονται σε φθίνουσα τάξη με βάση την αποδοτικότητά τους.

Πίνακας 5.4: Τεχνική αποδοτικότητα εκρών υπό σταθερές αποδόσεις κλίμακας CCR(CRS).

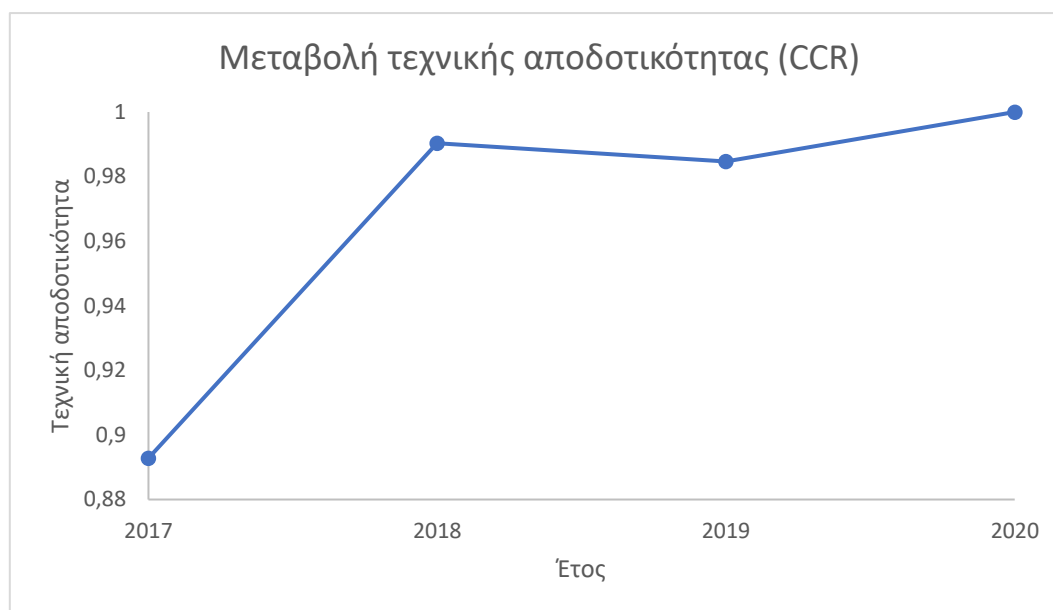
<i>DMU</i>	<i>Score</i>	<i>Rank</i>
2020	1	1
2018	0,9903	2
2019	0,9847	3
2017	0,8928	4

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.4, στον υπό μελέτη πληθυσμό το έτος 2020 αποτελεί τεχνικά αποδοτική μονάδα η οποία σχηματίζει το παραγωγικό σύνορο ή σύνορο βέλτιστης πρακτικής με τιμή τεχνικής αποδοτικότητας ίση με την μονάδα.

Η τεχνική αποδοτικότητα εκρών όπως έχει προηγουμένως αναφερθεί, αποτελεί την μέγιστη ακτινική (radial) αύξηση των επιπέδων των παραγόμενων εκρών, χωρίς την μεταβολή των επιπέδων εισροών. Αυτό σημαίνει ότι τα επίπεδα εκρών της συγκεκριμένης μονάδας δεν μπορούν να αυξηθούν περαιτέρω δίχως την αύξηση των επιπέδων εισροών που χρησιμοποιεί. Επίσης, τα επίπεδα εισροών δεν μπορούν να μειωθούν με τα δεδομένα επίπεδα εκρών. Η συγκεκριμένη μονάδα αξιοποιεί τις εισροές της με βέλτιστο τρόπο για την παραγωγή των εκρών της.

Οι υπόλοιπες μονάδες χαρακτηρίζονται μη αποδοτικές στο συγκεκριμένο περιβάλλον μελέτης διότι εμφανίζουν βέλτιστη τιμή $h_0 < 1$.

Στο Σχήμα 5.3 φαίνεται η εξέλιξη της τεχνικής αποδοτικότητας της εταιρίας ανά έτος.



Σχήμα 5.3: Μεταβολή τεχνικής αποδοτικότητας εκρών υπό σταθερές αποδόσεις κλίμακας.

Σύμφωνα με το Σχήμα 5.3, παρατηρείται αύξηση της τεχνικής αποδοτικότητας από το έτος 2017 στο έτος 2018. Βασικοί λόγοι οι οποίοι συντέλεσαν στην αύξηση της αποδοτικότητας είναι η μείωση των κυκλοφορούντων στοιχείων μετά την λήψη των απαιτήσεων που αφορούσαν μακροπρόθεσμα δάνεια και προκαταβολές από πελάτες, καθώς και την αύξηση του επιπέδου πωλήσεων. Στην συνέχεια υπάρχει μια μικρή πτώση της αποδοτικότητας κατά το έτος 2019 η οποία οφείλεται στα χαμηλότερα μικτά κέρδη αναλογικά με το επίπεδο περιουσιακών στοιχείων της επιχείρησης. Τέλος, η αποδοτικότητα της εταιρίας αυξάνεται κατά το έτος 2020, μέσω αυξημένης ανάπτυξης των πωλήσεων και αύξησης του μικτού κέρδους καθιστώντας την εταιρία τεχνικά αποδοτική.

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να τονιστεί ότι οι μονάδες που χαρακτηρίστηκαν ως μη αποδοτικές, λαμβάνουν αυτόν τον χαρακτηρισμό στον υπό μελέτη πληθυσμό συγκριτικά με τα υπόλοιπα έτη. Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 4 της παρούσας εργασίας, η αποδοτικότητα που υπολογίζεται ονομάζεται «Σχετική – Συγκριτική». Σε διαφορετικό περιβάλλον, οι μη αποδοτικές μονάδες δύναται να λειτουργούσαν τεχνικά αποδοτικά.

Μεταβλητές περιθωρίου (Slacks) και στόχοι (Projections)

Η παροχή ολοκληρωμένης εικόνας όσον αφορά την μελέτη αποδοτικότητας προϋποθέτει την ανάλυση των μεταβλητών περιθωρίου καθώς και των υπολογιζόμενων στόχων που ορίζονται για κάθε μεταβλητή των μη αποδοτικών μονάδων. Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι μεταβλητές περιθωρίου ή χαλαρές μεταβλητές (Slacks), αποτελούν πλεονάσματα χρήσης ποσοτήτων εισροών ή/και ελλείματα παραγωγής ποσοτήτων εκρών κατά την παραγωγική διαδικασία. Ουσιαστικά αποτελούν ποσότητες των οποίων ο μηδενισμός τους θα οδηγήσει στην αύξηση της αποδοτικότητας της μελετώμενης μονάδας. Επιπρόσθετα, ο στόχος (Projection ή Target) αποτελεί την απόσταση μιας μη αποδοτικής μονάδας, που εκφράζεται για μια συγκεκριμένη μεταβλητή, από το σύνολο βέλτιστης πρακτικής. Η τιμή του στόχου αποτελεί ένα συγκεκριμένο επίπεδο χρησιμοποιούμενων εισροών ή/και παραγόμενων εκρών που θα εμφάνιζε η μονάδα αν λειτουργούσε πλήρως αποδοτικά (Thanassoulis, 2001).

Ο υπολογισμός των τιμών των στόχων (Projections) στα μοντέλα προσανατολισμού εκροών πραγματοποιείται ως εξής:

Όσον αφορά τις εισροές ο στόχος υπολογίζεται με την αφαίρεση της τιμής της χαλαρής μεταβλητής (Slack), που αποτελεί πλεόνασμα στην χρήση εισροών, από την πραγματική τιμή της εισροής. Ο υπολογισμός πραγματοποιείται σύμφωνα με την Σχέση 5.3.

$$Projection = Input Data - Slack \quad (5.3)$$

Όσον αφορά τις εκροές ο στόχος υπολογίζεται μετά την ακτινική αύξηση του επιπέδου εκροών κατά τον παράγοντα $\phi=1/h_0$ που αποτελεί την τιμή της τεχνικής αποδοτικότητας, συν την τιμή της μεταβλητής περιθωρίου που στην συγκεκριμένη περίπτωση αποτελεί έλλειμα παραγωγής εκροών (Σχέση 5.4).

$$Projection = \left(Output Data * \frac{1}{h_0} \right) + Slack \quad (5.4)$$

(Thanassoulis, 2001)

Στον Πίνακα 5.5 φαίνονται οι μεταβλητές περιθωρίου ανά DMU που υπολογίζονται για κάθε εισροή – εκροή καθώς και οι τιμές των στόχων (Projections ή Targets).

Πίνακας 5.5: Αποτελέσματα τιμών στόχων (Projections) και χαλαρών μεταβλητών (Slacks) για κάθε μεταβλητή ανά έτος.

			Fixed Assets				Current Assets			
DMU	h_0	$1/h_0$	Data	Projection	Diff.(%)	Slack	Data	Projection	Diff.(%)	Slack
2017	0,8928	1,12007	83322	83322	0	0	88716	72065	-18,8	16651,3
2018	0,9903	1,0098	81941	81941	0	0	79038	70870	-10,3	8167,7
2019	0,9847	1,01554	84710	84710	0	0	76235	73265	-3,9	2969,9
2020	1	1	88930	88930	0	0	76915	76915	0,0	0,0
			Revenue				Gross Profit			
DMU	h_0	$1/h_0$	Data	Projection	Diff.(%)	Slack	Data	Projection	Diff.(%)	Slack
2017	0,8928	1,12007	81138	90876	12,0	0,0	21920	24600	12,2	49,6
2018	0,9903	1,0098	84249	89369	6,1	4295,6	23958	24193	1,0	0,0
2019	0,9847	1,01554	90975	92389	1,6	0,0	23518	25010	6,3	1126,4
2020	1	1	96992	96992	0,0	0,0	26256	26256	0,0	0,0

Παρατηρείται πως η επιχείρηση το έτος 2020 παρουσιάζει μηδενικές τιμές σε όλες τις μεταβλητές περιθωρίου που αφορούν είτε εισροές, είτε εκροές. Συνεπώς, η συγκεκριμένη μονάδα δεν εμφανίζει πλεονάσματα στην χρήση εισροών, αλλά ούτε και ελλείματα στην παραγωγή εκροών.

Η ύπαρξη μηδενικών τιμών στις μεταβλητές περιθωρίου σε συνδυασμό με τιμή τεχνικής αποδοτικότητας $\phi=1$ χαρακτηρίζει την παραπάνω μονάδα ως «Ισχυρά αποδοτική» ή αποδοτική κατά Pareto-Koormans. Ο χαρακτηρισμός ισχυρά αποδοτική σημαίνει ότι δεν είναι δυνατόν να αυξηθεί περαιτέρω το επίπεδο εκροών της συγκεκριμένης μονάδας, χωρίς την μείωση του επιπέδου μιας εκ των εκροών ή/και χωρίς την αύξηση τουλάχιστον μιας εισροής. Αυτό σημαίνει ότι αξιοποιεί τις εισροές της σε βέλτιστο βαθμό για την παραγωγή εκροών (Thanassoulis, 2001).

Επίσης, εμφανίζει μηδενικές τιμές για κάθε μεταβλητή στις διαφορές με τους στόχους για τον λόγο ότι λειτουργεί πλήρως αποδοτικά, γεγονός που την τοποθετεί πάνω στο σύνολο βέλτιστης πρακτικής. Για την ακρίβεια, το έτος 2020 δημιουργεί το παραγωγικό σύνολο. Σύμφωνα με τα παραπάνω η εταιρία το έτος 2020 αξιοποιεί τα περιουσιακά της στοιχεία πλήρως αποδοτικά για την παραγωγή εσόδων σύμφωνα με τον υπό μελέτη πληθυσμό.

Για τις μη αποδοτικές μονάδες (έτη) προκύπτουν τα εξής:

- 2017: Παρουσιάζει πλεόνασμα χρήσης στην μεταβλητή κυκλοφορούντα περιουσιακά στοιχεία κατά 16.651.300 € και έλλειμα στα μικτά κέρδη κατά 49.600 €.
- 2018: Παρουσιάζει πλεόνασμα στην μεταβλητή κυκλοφορούντα στοιχεία κατά 8.167.700 € και έλλειμα στις πωλήσεις κατά 4.295.600 €.
- 2019: Παρουσιάζει πλεόνασμα στα κυκλοφορούντα στοιχεία κατά 2.969.900 € και έλλειμα στα μικτά κέρδη κατά 1.126.400 €.

Παρατηρείται ότι τα έτη 2017, 2018 και 2019 παρουσιάζουν πλεονάσματα στην χρήση κυκλοφορούντων περιουσιακών στοιχείων. Ο λογαριασμός των κυκλοφορούντων περιουσιακών στοιχείων όπως έχει ήδη αναφερθεί περιέχει στοιχεία όπως αποθέματα προϊόντων, χρηματικές απαιτήσεις, ταμειακά διαθέσιμα κ.α., τα οποία τείνουν να μετατραπούν σε χρήμα με την λήξη της λογιστικής περιόδου. Συνεπώς, όσο μεγαλύτερο είναι το επίπεδο της συγκεκριμένης μεταβλητής, η αποδοτικότητα της μονάδας σύμφωνα με το παρών μοντέλο μειώνεται. Τα αυξημένα επίπεδα κυκλοφορούντων επηρέασαν την αποδοτικότητα της εταιρίας λόγω αυξημένου επιπέδου χρηματικών απαιτήσεων, ειδικότερα το έτος 2017 όπως αναλύθηκε και στην ενότητα 5.3.5. Τα επίπεδα πλεονάσματος των κυκλοφορούντων στοιχείων μειώθηκαν το 2018 με λήψη των παραπάνω χρηματικών απαιτήσεων. Η εμφάνιση πλεονάσματος στα κυκλοφορούντα στοιχεία κατά το έτος 2018 οφείλεται στο σχετικά υψηλό επίπεδο αποθεμάτων. Το έτος 2019 παρατηρήθηκε μείωση του επιπέδου αποθεμάτων και χρηματικών διαθεσίμων γεγονός που οδήγησε σε μείωση του πλεονάσματος των κυκλοφορούντων στοιχείων.

Επίσης, παρατηρούνται ελλείματα μικτού κέρδους τα έτη 2017 και 2019. Βασικός λόγος εμφάνισης ελλείματος στα μικτά κέρδη αποτελούν τα χαμηλότερα επίπεδα πωλήσεων σε συνδυασμό με την διατήρηση υψηλού κόστους πωληθέντων αγαθών το οποίο περιλαμβάνεται στον υπολογισμό των μικτών κερδών. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα υψηλά επίπεδα κυκλοφορούντων στοιχείων έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους πωληθέντων αγαθών όσον αφορά τα αποθέματα γεγονός που επηρεάζει αρνητικά τα επίπεδα μικτού κέρδους. Τα ελλείματα μικτού κέρδους φαίνεται πως μηδενίζονται κατά το έτος 2020 όπου υπάρχει και κατακόρυφη αύξηση των πωλήσεων.

Στόχοι μη αποδοτικών μονάδων

Στο σημείο αυτό αξίζει ο σχολιασμός μιας ιδιορρυθμίας που προέκυψε κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης. Επειδή πραγματοποιείται μελέτη αποδοτικότητας με παρελθοντικά δεδομένα, οι τιμές των στόχων που υπολογίζονται θα αφορούν ενέργειες οι οποίες θα μπορούσαν να είχαν ληφθεί έτσι ώστε να ήταν αυξημένη η υπολογισθείσα τεχνική αποδοτικότητα των μονάδων. Συνεπώς, οι στόχοι στην παρούσα μελέτη αντιπροσωπεύουν ένα είδος προτάσεων υιοθέτησης καλών πρακτικών για το μέλλον.

Η τεχνική αποδοτικότητα των μη αποδοτικών μονάδων (ετών) του δείγματος θα μπορούσε να ήταν αυξημένη με αν είχαν υιοθετηθεί οι παρακάτω ενέργειες:

- 2017: Μείωση του πλεονάσματος των κυκλοφορούντων περιουσιακών στοιχείων κατά 16.651.300 €. Βελτίωση των πωλήσεων που ορίζεται από την τεχνική αποδοτικότητα της μονάδας, δηλαδή (1,012 * 81.138.000 €) και αύξηση του μικτού κέρδους κατά (1,012*21.920.000 €) + 49.593 € που αποτελεί το έλλειμα στα μικτά κέρδη.
- 2018: Μείωση του πλεονάσματος των κυκλοφορούντων στοιχείων κατά 8.167.700 €, βελτίωση των πωλήσεων κατά τον παράγοντα 1,0098 συν το έλλειμα στις πωλήσεις της τάξεως των 4.295.600 €. Επίσης, αύξηση των μικτών κερδών κατά 1,0098.
- 2019: Μείωση πλεονάσματος κυκλοφορούντων στοιχείων κατά 2.969.900 €, αύξηση των πωλήσεων κατά 1,015 και αύξηση των μικτών κερδών κατά 1,015 συν το ποσό ελλείματος 1.126.400 €.

Αξίζει να σημειωθεί ότι από τις μη αποδοτικές μονάδες, αυτή με την χαμηλότερη αποδοτικότητα, εμφανίζει μεγάλη απόσταση από το παραγωγικό σύνορο. Ο συγκεκριμένος ισχυρισμός φαίνεται καθαρά για το έτος 2017 όπου εμφανίζει τις μεγαλύτερες διαφορές από τις υπόλοιπες μη αποδοτικές μονάδες.

Αποδοτικές μονάδες προς μίμηση (Efficient Peers)

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της DEA συνεχίζεται με σκοπό την εύρεση των αποδοτικών μονάδων προς μίμηση (efficient peers ή benchmarks) για κάθε μια μη αποδοτική μονάδα. Στον Πίνακα 5.6 φαίνονται οι αντίστοιχες αποδοτικές μονάδες προς μίμηση (efficient peers) για κάθε μια μη αποδοτική μονάδα καθώς και οι τιμές των συντελεστών λ.

Πίνακας 5.6: Μονάδες προς μίμηση (Efficient peer units) και συντελεστές λ.

<i>DMU</i>	<i>Score</i>	<i>Rank</i>	<i>Efficient peers (Lambda)</i>	
2017	0,8928	4	2020	0,937
2018	0,9903	2	2020	0,921
2019	0,9847	3	2020	0,953
2020	1	1	2020	1

Παρατηρείται πως η τεχνικά αποδοτική μονάδα (2020) παρουσιάζει τιμή λ=1 και αποτελεί η ίδια πρότυπο του εαυτού της. Από τον Πίνακα 5.6 φαίνεται πως για κάθε μια μη αποδοτική

μονάδα, αντιστοιχεί μια τεχνικά αποδοτική προς μίμηση. Σε περιπτώσεις ύπαρξης δύο ή και περισσότερων αποδοτικών μονάδων, οι συγκεκριμένες μονάδες θα αποτελούσαν πρότυπα για τις υπόλοιπες μη αποδοτικές εμφανίζοντας περισσότερες τιμές λ .

Η αρχή στην οποία στηρίζεται η συγκεκριμένη επιλογή, δηλαδή για το ποια μονάδα θα αποτελέσει πρότυπο για μια μη αποδοτική, αποτελεί η ομοιότητα στο μίγμα εισροών – εκροών. Ουσιαστικά, οι συγκεκριμένες μονάδες μοιάζουν μεταξύ τους ως προς το μέγεθος των μεταβλητών που τις χαρακτηρίζουν (Thanassoulis, 2001).

Η ερμηνεία των συντελεστών λ είναι η εξής: Αν πολλαπλασιαστούν οι συντελεστές λ των αποδοτικών μονάδων με τις τιμές των εισροών και εκροών τους θα προκύψουν οι αντίστοιχες εισροές και εκροές που θα παρήγαγε και θα χρησιμοποιούσε η μη αποδοτική μονάδα αν λειτουργούσε πλήρως αποδοτικά. Με τον τρόπο αυτό δίνεται η δυνατότητα σε μια μη αποδοτική μονάδα να εφαρμόσει καλές πρακτικές όμοιων και τεχνικά αποδοτικών μονάδων έτσι ώστε να αυξήσει την αποδοτικότητά της (Thanassoulis, 2001).

Άρα σύμφωνα με τον Πίνακα 5.6 για τις μη τεχνικά αποδοτικές μονάδες προκύπτουν τα παρακάτω:

- 2017: Μονάδα προς μίμηση αποτελεί το έτος 2020 ($\lambda=0,937$)
- 2018: Μονάδα προς μίμηση αποτελεί το έτος 2020 ($\lambda=0,921$)
- 2019: Μονάδα προς μίμηση αποτελεί το έτος 2020 ($\lambda=0,953$)

Η απόσταση των μη αποδοτικών μονάδων από το σύνολο βέλτιστης πρακτικής όπως αναφέρθηκε παραπάνω ονομάζεται ως στόχος (Projection ή Target). Σε προσανατολισμό εκροών, ο στόχος μπορεί να προσδιοριστεί όπως αναλύθηκε προηγουμένως με την ακτινική (radial) αύξηση των εκροών που ορίζεται από την τεχνική αποδοτικότητα σε συνδυασμό με την πρόσθεση των μεταβλητών περιθωρίου όσον αφορά τις εκροές των DMUs και με την αφαίρεση των μεταβλητών περιθωρίου για τις εισροές. Αντίστοιχο αποτέλεσμα θα προκύψει από το γινόμενο των συντελεστών λ των αποδοτικών μονάδων με τις τιμές των εισροών και εκροών. Τα αποτελέσματα των συγκεκριμένων γινομένων φαίνονται στον Πίνακα 5.5, όπου για κάθε μια μη αποδοτική μονάδα υπολογίζεται η μεταβλητή Projection όπως αναλύθηκε παραπάνω.

Βαθμός χρήσης πρότυπων μονάδων

Ένα επίσης σημαντικό στοιχείο το οποίο μπορεί να εξαχθεί από την ανάλυση, είναι ο βαθμός με τον οποίο χρησιμοποιείται μια μονάδα ως πρότυπη (efficient peer ή benchmark). Υψηλός βαθμός χρήσης μιας μονάδας ως πρότυπο υποδηλώνει παρόμοιες λειτουργικές πρακτικές (operating practices) και περιβαλλοντικές συνθήκες λειτουργίας με τις υπόλοιπες μη αποδοτικές μονάδες, καθιστώντας την κατάλληλο πρότυπο υιοθέτησης καλών πρακτικών με απώτερο σκοπό την βελτίωση της αποδοτικότητας των λιγότερο αποδοτικών μονάδων (Thanassoulis, 2001).

Τα κριτήρια με τα οποία καθορίζεται ο βαθμός χρήσης μιας μονάδας ως πρότυπο είναι:

1. Η συχνότητα με την οποία εμφανίζεται μια DMU ως πρότυπο
2. Η ένταση της επιρροής που έχει στους στόχους (targets – projections) που προσδιορίζονται για κάθε μη αποδοτική μονάδα (Thanassoulis, 2001).

Στον Πίνακα 5.7 έχει υπολογιστεί η συχνότητα και η σχετική συχνότητα χρήσης της αποδοτικής μονάδας ως πρότυπο προς μίμηση. Σε περιπτώσεις ύπαρξης περισσότερων πρότυπων μονάδων υπολογίζονται οι αντίστοιχες συχνότητες.

Πίνακας 5.7: Συχνότητα και σχετική συχνότητα αποδοτικής μονάδας ως πρότυπο προς μίμηση.

Μη αποδοτικές DMUs	Συχνότητα 2020	2020(%)
3	3	100

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.7, το έτος 2020 αποτελεί πρότυπο για όλες τις μη αποδοτικές μονάδες (100%).

Ο βαθμός της επιρροής που έχει μια αποδοτική μονάδα στις τιμές των στόχων υπολογίστηκε χειροκίνητα για κάθε μεταβλητή αθροίζοντας τις τιμές των στόχων για κάθε μεταβλητή των μη αποδοτικών μονάδων που προέκυψαν σύμφωνα με τις τιμές των συντελεστών λ. Σε περιπτώσεις ύπαρξης περισσότερων αποδοτικών μονάδων υπολογίζεται το ποσοστό που συμμετέχει η κάθε μια αποδοτική μονάδα στο συγκεκριμένο άθροισμα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση ως αποδοτική μονάδα ορίζεται μόνο το έτος 2020 που σημαίνει ότι έχει 100% επιρροή σε κάθε στόχο για την κάθε μεταβλητή. Έτσι προέκυψε ο Πίνακας 5.8.

Πίνακας 5.8: Ποσοστό συμμετοχής της αποδοτικής μονάδας στην μεταβολή των τιμών των στόχων για κάθε μεταβλητή.

Αποδοτικές DMUs	(I) Fixed Assets	(I) Current Assets	(O) Revenue	(O) Gross Profit
2020	100%	100%	100%	100%
Σύνολο	100%	100%	100%	100%

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.8, το έτος 2020 συμμετέχει 100% στην μεταβολή των στόχων για κάθε μεταβλητή.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, το έτος 2020 πληροί όλα τα χαρακτηριστικά έτσι ώστε να θεωρηθεί ως πρότυπο για το συγκεκριμένο περιβάλλον μελέτης. Βασικά χαρακτηριστικά τα οποία κατέστησαν την επιχείρηση Ισχυρά αποδοτική και πρότυπο κατά το έτος 2020, ήταν η επίτευξη αυξημένου επιπέδου πωλήσεων με ταυτόχρονη διατήρηση υψηλού μικτού κέρδους για τα δεδομένα επίπεδα περιουσιακών στοιχείων. Η διατήρηση υψηλού μικτού κέρδους οφείλεται σε υιοθέτηση βέλτιστων πρακτικών διοίκησης καθώς και απόδοσης του πολυετούς επενδυτικού πλάνου της εταιρίας. Η εταιρία μπορεί να υιοθετήσει διοικητικές και λειτουργικές πρακτικές, στις δεδομένες περιβαλλοντικές συνθήκες με σκοπό την αύξηση της αποδοτικότητας μη αποδοτικών μονάδων.

Μεταβλητές Αποδόσεις Κλίμακας – Μοντέλο BCC

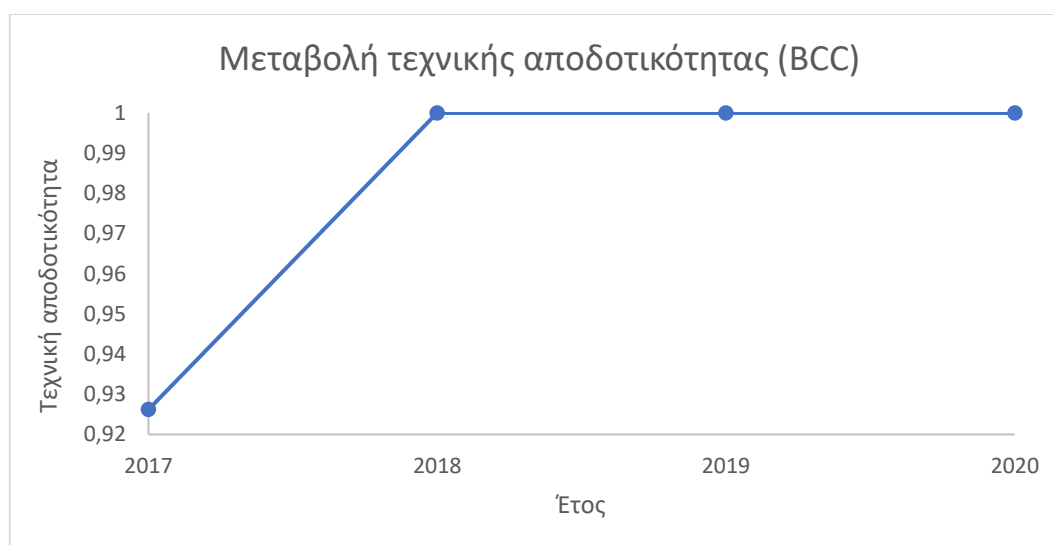
Στην περίπτωση των μεταβλητών αποδόσεων το σύνολο παραγωγικών δυνατοτήτων που υπολογίζεται αποτελεί υποσύνολο του παραγωγικού συνόλου υπό σταθερές αποδόσεις. Η

τεχνική αποδοτικότητα που υπολογίζεται υπό μεταβλητές αποδόσεις ονομάζεται Καθαρά Τεχνική Αποδοτικότητα – Pure Technical Efficiency (PTE), διότι δεν περιλαμβάνει μεταβολές της παραγωγικότητας από το μέγεθος της κλίμακας λειτουργίας (Thanassoulis, 2001). Στον Πίνακα 5.9 φαίνονται τα αποτελέσματα της επίλυσης του μοντέλου υπό μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας BCC(VRS) με προσανατολισμό στις εκροές. Ο πίνακας περιέχει τις βέλτιστες τιμές επίλυσης του μοντέλου h_0 (Score) ενώ οι μονάδες κατατάσσονται σε φθίνουσα τάξη με βάση την αποδοτικότητά τους.

Πίνακας 5.9: Τεχνική αποδοτικότητα εκρών υπό μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας BCC(VRS).

<i>DMU</i>	<i>Score</i>	<i>Rank</i>
2018	1	1
2019	1	1
2020	1	1
2017	0,9262	4

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.9, τεχνικά αποδοτικές μονάδες αποτελούν τα έτη 2018, 2019 και 2020. Οι συγκεκριμένες μονάδες δεν μπορούν να αυξήσουν τα περεταίρω τα επίπεδα εκρών τους χωρίς την μεταβολή των επιπέδων εισρών. Αυτό σημαίνει ότι αξιοποιούν τις εισροές τους με βέλτιστο τρόπο για την παραγωγή των εκρών τους. Το έτος 2017 αποτελεί την τεχνικά μη αποδοτική μονάδα του δείγματος διότι εμφανίζει βέλτιστη τιμή $h_0 < 1$. Στο Σχήμα 5.4 φαίνεται η εξέλιξη της τεχνικής αποδοτικότητας της εταιρίας ανά έτος.



Σχήμα 5.4: Μεταβολή τεχνικής αποδοτικότητας εκρών ανά έτος υπό μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας.

Σύμφωνα με το Σχήμα 5.4, η τάση της μεταβολής αποδοτικότητας είναι παρόμοια με το μοντέλο CCR, μόνο που στο μοντέλο BCC τα έτη 2018 και 2019 εμφανίζονται ως τεχνικά αποδοτικά. Γενικά, υπάρχει μια μεγάλη αύξηση της αποδοτικότητας από το έτος 2017 στο έτος 2018 η οποία οφείλεται στην μείωση των κυκλοφορούντων περιουσιακών στοιχείων και της αύξησης των πωλήσεων όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Στην συνέχεια η εταιρία εμφανίζεται ως τεχνικά αποδοτική έως και το έτος 2020. Συγκρίνοντας το Σχήμα 5.4 των μεταβλητών αποδόσεων με το Σχήμα 5.3 των σταθερών που αναλύθηκε προηγουμένως,

φαίνεται πως υιοθετώντας μεταβλητές αποδόσεις υπάρχουν μεταβολές της τεχνικής αποδοτικότητας κάποιων μονάδων, γεγονός για του οποίου η ερμηνεία θα δοθεί παρακάτω όπου θα πραγματοποιηθεί σύγκριση των αποτελεσμάτων CCR και BCC αποδοτικότητας.

Μεταβλητές περιθωρίου (Slacks) και στόχοι (Projections)

Στον Πίνακα 5.10 φαίνονται οι μεταβλητές περιθωρίου και οι στόχοι ανά DMU που υπολογίζονται για κάθε εισροή – εκροή.

Πίνακας 5.10: Αποτελέσματα τιμών στόχων (Projections) και χαλαρών μεταβλητών (Slacks) για κάθε μεταβλητή ανά έτος.

			Fixed Assets				Current Assets			
DMU	h_0	$1/h_0$	Data	Projection	Diff.(%)	Slack	Data	Projection	Diff.(%)	Slack
2017	0,9262	1,07968	83322	83322	0	0	88716	77638,4	-12,487	11077,6
2018	1	1	81941	81941	0	0	79038	79037,0	-0,001	1,039
2019	1	1	84710	84710	0	0	76235	76234,4	-0,001	0,626
2020	1	1	88930	88930	0	0	76915	76915,0	0	0
			Revenue				Gross Profit			
DMU	h_0	$1/h_0$	Data	Projection	Diff.(%)	Slack	Data	Projection	Diff.(%)	Slack
2017	0,9262	1,07968	81138	87604,65	7,97	0	21920	23738,2	8,295	71,177
2018	1	1	84249	84249,65	0,001	0,547	23958	23958,0	0	0
2019	1	1	90975	90975,3	0	0	23518	23518,3	0,001	0,237
2020	1	1	96992	96992	0	0	26256	26256,0	0	0

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.10, το έτος 2020 αποτελεί Ισχυρά αποδοτική μονάδα ή αποδοτική κατά Pareto – Koormans διότι παρουσιάζει τιμή τεχνικής αποδοτικότητας ίση με την μονάδα και μηδενικές τιμές σε όλες τις μεταβλητές περιθωρίου. Επίσης, εμφανίζει μηδενική διαφορά σε σχέση με την τιμή του στόχου (Projection) γεγονός που υποδηλώνει ότι βρίσκεται πάνω στο σύνορο βέλτιστης πρακτικής. Τα έτη 2018 και 2019 αποτελούν αποδοτικές μονάδες αλλά όχι ισχυρά αποδοτικές διότι εμφανίζουν θετικές τιμές στις χαλαρές μεταβλητές. Οι μονάδες αυτές όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 4, παρουσιάζουν «Ασθενή Αποδοτικότητα».

Για τα έτη 2018 και 2019 τα οποία αποτελούν Ασθενής αποδοτικές μονάδες ισχύουν τα εξής:

- 2018: Εμφανίζει πλεόνασμα στα κυκλοφορούντα στοιχεία κατά 1039 € και έλλειμα στις πωλήσεις κατά 547 €
- 2019: Εμφανίζει πλεόνασμα στα κυκλοφορούντα στοιχεία κατά 626 € και έλλειμα στα μικτά κέρδη κατά 237 €

Με σκοπό την παροχή πληροφορίας στον αναγνώστη όσον αφορά την τάξη μεγέθους των παραπάνω επιπέδων πλεονασμάτων και ελλειμάτων ακολουθεί το παρακάτω παράδειγμα: Το ποσοστό του πλεονάσματος σε σχέση με την παρατηρούμενη τιμή στα κυκλοφορούντα στοιχεία για το έτος 2018 είναι:

$$(1.039 \text{ €} / 79.038.000 \text{ €}) * 100 = 1,31 * 10^{-3} \%$$

Που σημαίνει ότι οι διαφορές είναι απειροελάχιστες. Για το έτος 2017 το οποίο αποτελεί μη αποδοτική μονάδα προκύπτουν τα εξής:

- 2017: Πλεόνασμα στα κυκλοφορούντα περιουσιακά στοιχεία κατά 11.077.600 € και έλλειμα στα μικτά κέρδη κατά 71.177 €

Στόχοι μη αποδοτικών μονάδων

Η τεχνική αποδοτικότητα της μη αποδοτικής μονάδας του δείγματος, στο συγκεκριμένο περιβάλλον η αποδοτικότητα του έτους 2017, θα μπορούσε να αυξηθεί με τις παρακάτω ενέργειες:

- 2017: Μείωση κυκλοφορούντων στοιχείων 11.077.600 € με ταυτόχρονη αύξηση των πωλήσεων κατά τον παράγοντα 1,079 και αύξηση των μικτών κερδών κατά 1,079 συν το ποσό του ελλείματος στα μικτά κέρδη της τάξεως των 71.177 €.

Οι υπόλοιπες αποδοτικές μονάδες που δεν χαρακτηρίζονται ισχυρά αποδοτικές, μένει να μηδενίσουν τα επίπεδα πλεονασμάτων και ελλειμάτων που παρουσιάζουν για να καθιστούν ισχυρά αποδοτικές.

Αποδοτικές μονάδες προς μίμηση (Efficient Peers)

Στον Πίνακα 5.11 φαίνονται οι αποδοτικές μονάδες προς μίμηση (efficient peers) για την μη αποδοτική μονάδα καθώς και οι τιμές των συντελεστών λ.

Πίνακας 5.11: Μονάδες προς μίμηση (Efficient peer units) και συντελεστές λ.

<i>DMU</i>	<i>Score</i>	<i>Rank</i>	<i>Efficient peers (Lambda)</i>			
2017	0,9262	4	2018	0,501	2019	0,499
2018	1	1	2018	1		
2019	1	1	2019	1		
2020	1	1	2020	1		

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.11, για τις αποδοτικές μονάδες πρότυπα αποτελούν η ίδιες. Ενώ για το έτος 2017 που αποτελεί την μη αποδοτική μονάδα του δείγματος προκύπτουν τα παρακάτω:

- 2017: Μονάδες προς μίμηση αποτελούν τα έτη 2018 ($\lambda=0,501$) και 2019 ($\lambda=0,499$).

Παρατηρείται πως ενώ το έτος 2020 αποτελεί ισχυρά αποδοτική μονάδα, τα πρότυπα που ορίζονται για το έτος 2017 είναι τα έτη 2018 και 2019. Αυτό συμβαίνει όπως αναφέρθηκε και παραπάνω για τον λόγο ότι τα μεγέθη των πρότυπων ετών ομοιάζουν με τα μεγέθη της μη αποδοτικής μονάδας καθιστώντας τα κατάλληλα πρότυπα προς μίμηση.

Βαθμός χρήσης πρότυπων μονάδων

Στον Πίνακα 5.12 φαίνονται οι συχνότητες και οι σχετικές συχνότητες των αποδοτικών μονάδων οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ως πρότυπα προς μίμηση για τις υπόλοιπες μη αποδοτικές.

Πίνακας 5.12: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες χρήσης αποδοτικών μονάδων ως πρότυπα προς μίμηση.

Μη αποδοτικές DMUs	Συχνότητα 2018	2018(%)	Συχνότητα 2019	2019(%)
1	1	100%	1	100%

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.12 τα έτη 2018 και 2019 χρησιμοποιούνται ως πρότυπα για την μια μη αποδοτική μονάδα του δείγματος με την ίδια συχνότητα.

Στον Πίνακα 5.13 απεικονίζεται ο βαθμός επιρροής που έχει η κάθε αποδοτική μονάδα στις τιμές των στόχων που υπολογίζονται για κάθε μεταβλητή έτσι ώστε να καθιστούν αποδοτικές.

Πίνακας 5.13: Ποσοστό συμμετοχής των αποδοτικών μονάδων στην μεταβολή των τιμών των στόχων για κάθε μεταβλητή.

Αποδοτικές DMUs	(I)Fixed Assets	(I)Current Assets	(O)Revenue	(O)Gross Profit	Μέσος Όρος
2018	49,3%	51,0%	48,2%	50,6%	49,8%
2019	50,7%	49,0%	51,8%	49,4%	50,2%
Σύνολο	100%	100%	100%	100%	100%

Όπως φαίνεται στην Πίνακα 5.13, τα έτη 2018 και 2019 έχουν σχεδόν την ίδια επιρροή στις τιμές των υπολογιζόμενων στόχων για κάθε μεταβλητή. Βέβαια, μετά τον υπολογισμό του μέσου όρου συνολικά για κάθε έτος φαίνεται πως το έτος 2019 υπερτερεί του 2018 με διαφορά 0,4% καθιστώντας το καταλληλότερο πρότυπο για το έτος 2017.

Σύγκριση Σταθερών – Μεταβλητών Αποδόσεων & Αποδοτικότητα Κλίμακας

Στον Πίνακα 5.14 φαίνονται οι τιμές αποδοτικότητας που υπολογίστηκαν από τα μοντέλα CCR και BCC αντίστοιχα. Επίσης, υπολογίζεται η αποδοτικότητα κλίμακας και καθορίζεται το είδος των αποδόσεων (Returns to Scale - RTS).

Πίνακας 5.14: Αποδοτικότητα υπό CCR, BCC και αποδοτικότητα κλίμακας.

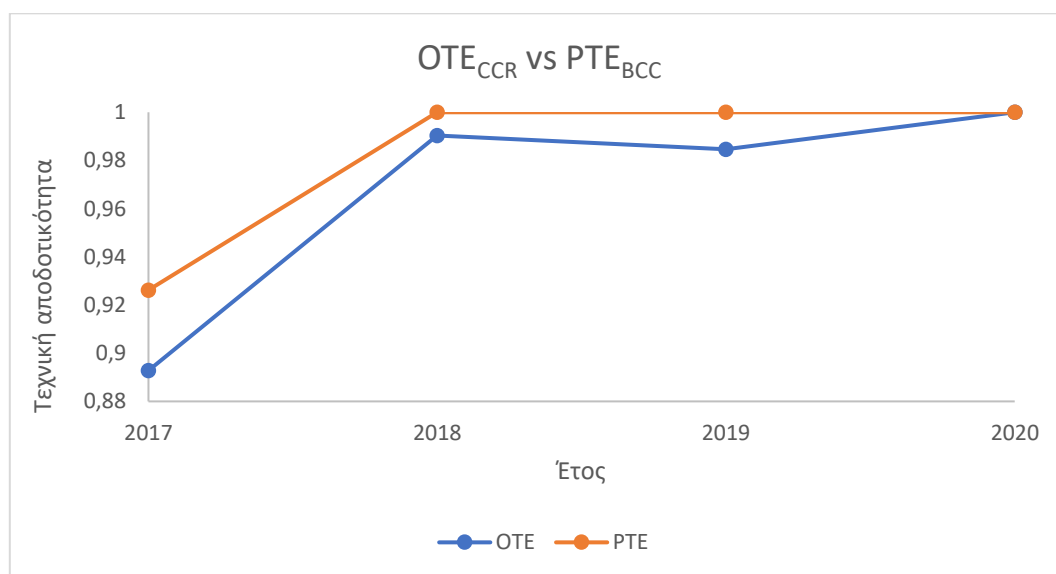
DMU	OTE_{CCR}	PTE_{BCC}	Diff (%)	SE = OTE_{CCR}/PTE_{BCC}	Returns to Scale
2017	0,8928	0,9262	3,34	0,9639	Increasing
2018	0,9903	1	0,97	0,9903	Increasing
2019	0,9847	1	1,53	0,9847	Increasing
2020	1	1	0	1	Constant

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως στον σχολιασμό των Σχημάτων 5.3 και 5.4, υπάρχουν διαφορές μεταξύ CCR και BCC αποδοτικότητας. Από την θεωρία της DEA είναι γνωστό ότι η αποδοτικότητα που υπολογίζεται με το μοντέλο BCC είναι πάντα μεγαλύτερη ή ίση με αυτή που υπολογίζεται με το μοντέλο CCR, άρα ισχύει: $PTE_{BCC(VRS)} \geq OTE_{CCR(CRS)}$. Η PTE αποδοτικότητα είναι πάντα μεγαλύτερη ή ίση της OTE διότι η πρώτη δεν περιλαμβάνει μεταβολές παραγωγικότητας οι οποίες οφείλονται στο μέγεθος της κλίμακας λειτουργίας μιας μονάδας. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η αποδοτικότητα κλίμακας αποτελεί μέτρο της απόκλισης μεταξύ της CRS και VRS αποδοτικότητας. Η συγκεκριμένη απόκλιση

αντικατοπτρίζει την επίδραση που έχει η κλίμακα λειτουργίας στην παραγωγικότητα της μονάδας.

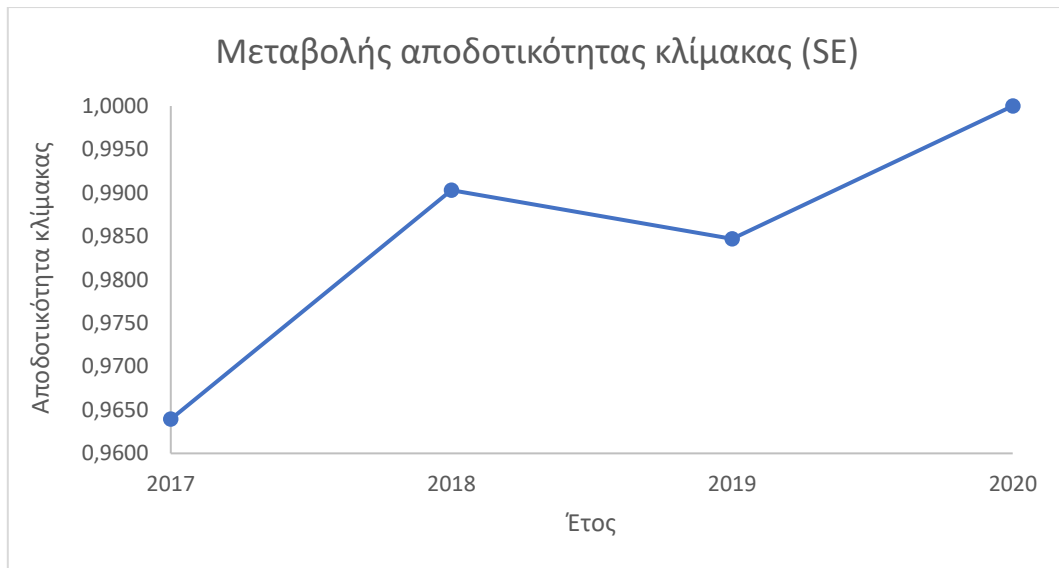
Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.14 η εταιρία τα έτη 2017, 2018 και 2019 παρουσιάζει αύξουσες αποδόσεις κλίμακας (IRS). Αυτό σημαίνει ότι για τα συγκεκριμένα έτη θα μπορούσε να αυξήσει το μέγεθος της κλίμακας της μονάδας, δηλαδή τα επίπεδα εισροών της έτσι ώστε να βελτιώσει την παραγωγικότητα της διότι οι παραγόμενες εκροές της θα αυξάνονταν σε μεγαλύτερη αναλογία για μια δεδομένη αύξηση των χρησιμοποιούμενων εισροών. Για το έτος 2020 ισχύουν σταθερές αποδόσεις κλίμακας (CRS). Αυτό σημαίνει ότι η εταιρία το 2020 λειτουργεί στην βέλτιστη κλίμακα λειτουργίας (MPSS).

Στο Σχήμα 5.5 πραγματοποιείται σύγκριση των αποτελεσμάτων τεχνικής αποδοτικότητας υπό σταθερές και μεταβλητές αποδόσεις.



Σχήμα 5.5: Μεταβολή τεχνικής αποδοτικότητας υπό σταθερές και μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας.

Σύμφωνα με το Σχήμα 5.5, φαίνεται πως η εξέλιξη της τεχνικής αποδοτικότητας κατά την διάρκεια των ετών παρουσιάζει παρόμοια συμπεριφορά και στα δύο μοντέλα. Ξεκινώντας με το 2017 το οποίο αποτελεί ένα μη αποδοτικό έτος και για τα δύο μοντέλα, φαίνεται πως υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ αποδοτικότητας PTE και OTE. Συνεπώς, η αποδοτικότητα κλίμακας που υπολογίζεται έχει χαμηλή τιμή όπως φαίνεται και στο Σχήμα 5.6 που απεικονίζει την μεταβολή της αποδοτικότητας κλίμακας κατά την διάρκεια των ετών.



Σχήμα 5.6: Μεταβολή αποδοτικότητας κλίμακας της εταιρίας ανά έτος.

Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ ΟΤΕ και ΡΤΕ, τόσο μικρότερη είναι η αποδοτικότητα κλίμακας και έτσι το μέγεθος της μονάδας επηρεάζει αρνητικά την παραγωγικότητα. Στο γεγονός αυτό έγκειται ο χαρακτηρισμός των αποδόσεων του 2017 ως αύξουσες, που σημαίνει ότι για την αύξηση της παραγωγικότητας προτείνεται αύξηση του μεγέθους κλίμακας. Παρόμοια συμπεριφορά παρατηρείται και στα έτη 2018 και 2019, βέβαια με χαμηλότερη απόκλιση μεταξύ των δύο συνόρων στη συγκεκριμένη περίπτωση. Κατά το έτος 2020 όπου η εταιρία λειτουργεί στην ιδανική κλίμακα, η αποδοτικότητα κλίμακας ισούται με την μονάδα ($SE=1$) και η διαφορά μεταξύ των δύο συνόρων που καθορίζονται από τα μοντέλα CCR και BCC είναι μηδενική.

5.3.7 Αποτελέσματα - Μοντέλο Κόστους (Cost Model)

Στο δεύτερο σενάριο θα εξεταστεί το μοντέλο κόστους (Cost Model), όπου θα αξιολογηθεί η ικανότητα της εταιρίας να παράγει έσοδα και κέρδη με βάση τις βασικές πηγές κόστους. Ως μεταβλητές εισόδου χρησιμοποιούνται το κόστος πωληθέντων και τα έξοδα διοίκησης – διάθεσης, ενώ ως μεταβλητές εξόδου οι πωλήσεις και τα μικτά κέρδη. Τα μοντέλα επιλύονται υπό σταθερές και μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας. Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 5.3.2 το μοντέλο κόστους δεν υπολογίζει την Αποδοτικότητα Κατανομής Πόρων.

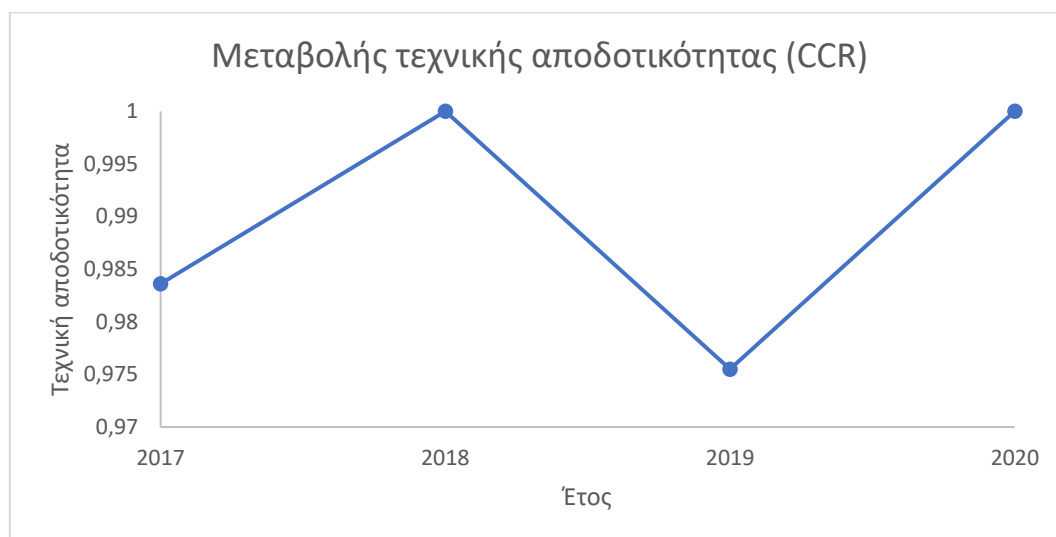
Σταθερές Αποδόσεις Κλίμακας – Μοντέλο CCR

Στον Πίνακα 5.15, φαίνονται τα αποτελέσματα τεχνικής αποδοτικότητας εκρών υπό σταθερές αποδόσεις κλίμακας για το μοντέλο κόστους. Ο πίνακας περιέχει τις βέλτιστες τιμές επίλυσης του μοντέλου h_0 (Score), ενώ μονάδες κατατάσσονται σε φθίνουσα τάξη με βάση την αποδοτικότητα τους.

Πίνακας 5.15: Τεχνική αποδοτικότητα εκρών υπό σταθερές αποδόσεις κλίμακας CCR(CRS).

<i>DMU</i>	<i>Score</i>	<i>Rank</i>
2018	1	1
2020	1	1
2017	0,9836	3
2019	0,9755	4

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.15, τεχνικά αποδοτικές μονάδες αποτελούν τα έτη 2018 και 2020 με τιμή τεχνικής αποδοτικότητας $\phi=1$. Οι συγκεκριμένες μονάδες δεν μπορούν να αυξήσουν περαιτέρω τα επίπεδα εκρών τους δίχως την μεταβολή των επιπέδων εισροών που χρησιμοποιούν. Οι υπόλοιπες μονάδες (2017 & 2019) είναι τεχνικά μη αποδοτικές με τιμή τεχνικής αποδοτικότητας μικρότερη της μονάδας. Στο Σχήμα 5.7 φαίνεται η μεταβολή της τεχνικής αποδοτικότητας υπό σταθερές αποδόσεις κατά την διάρκεια των ετών.



Σχήμα 5.7: Μεταβολή τεχνικής αποδοτικότητας εκρών ανά έτος υπό σταθερές αποδόσεις κλίμακας.

Σύμφωνα με το Σχήμα 5.7, η αποδοτικότητα αυξάνεται από το 2017 στο 2018, καθιστώντας το έτος 2018 τεχνικά αποδοτικό. Η αύξηση της τεχνικής αποδοτικότητας οφείλεται στην αύξηση των πωλήσεων της εταιρίας και στην επίτευξη υψηλών επιπέδων μικτών κερδών με αναλογικά χαμηλή αύξηση του κόστους πωληθέντων και των εξόδων διοίκησης – διάθεσης. Το 2019, η τεχνική αποδοτικότητα παρουσίασε μείωση η οποία οφείλεται στην αναλογικά υψηλή αύξηση του κόστους πωληθέντων λόγω υψηλού κόστους παραγωγής, καθώς και αύξησης των εξόδων διοίκησης – διάθεσης λόγω κόστους μεταφοράς – διανομής. Το 2020, παρατηρείται αύξηση τεχνικής αποδοτικότητας καθιστώντας την εταιρία ισχυρά αποδοτική λόγω αύξησης των πωλήσεων με ταυτόχρονη διατήρηση του κόστους πωληθέντων και των εξόδων διοίκησης – διάθεσης σε αναλογικά με τις πωλήσεις χαμηλά επίπεδα.

Μεταβλητές περιθωρίου (Slacks) και στόχοι (Projections)

Στον Πίνακα 5.16 φαίνονται οι μεταβλητές περιθωρίου και οι τιμές των στόχων ανά έτος που υπολογίζονται για κάθε εισροή – εκροή.

Πίνακας 5.16: Αποτελέσματα τιμών στόχων (Projections) και χαλαρών μεταβλητών (Slacks) για κάθε μεταβλητή ανά έτος.

DMU	h0	1/h0	CoGS				SG&A			
			Data	Projection	Diff.(%)	Slack	Data	Projection	Diff.(%)	Slack
2017	0,9836	1,01667	59218	59218	0	0	16894	16894	0	0
2018	1	1	60291	60291	0	0	17451	17451	0	0
2019	0,9755	1,02512	67457	67457	0	0	18564	18564	0	0
2020	1	1	70736	70736	0	0	18704	18704	0	0
DMU	h0	1/h0	Revenue				Gross Profit			
			Data	Projection	Diff.(%)	Slack	Data	Projection	Diff.(%)	Slack
2017	0,9836	1,01667	81138	82492	1,7	0	21920	23274	6,2	988
2018	1	1	84249	84249	0	0	23958	23958	0	0
2019	0,9755	1,02512	90975	93257	2,5	0	23518	25800	9,7	1692
2020	1	1	96992	96992	0	0	26256	26256	0	0

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.16 τα έτη 2018 και 2020 αποτελούν ισχυρά αποδοτικές μονάδες διότι παρουσιάζουν τιμή τεχνικής αποδοτικότητας $\phi=1$ και ταυτόχρονα εμφανίζουν μηδενικές τιμές στις χαλαρές μεταβλητές. Οι συγκεκριμένες μονάδες δημιουργούν το σύνολο βέλτιστης πρακτικής, γεγονός το οποίο αποδεικνύεται από την μηδενική διαφορά που υπάρχει στα παρατηρούμενα επίπεδα των μεταβλητών από τις τιμές των στόχων (Projection).

Για τις μη αποδοτικές μονάδες ισχύουν τα εξής:

- 2017: Παρουσιάζει έλλειμα στα μικτά κέρδη της τάξης των 988.000 €
- 2019: Παρουσιάζει έλλειμα στα μικτά κέρδη της τάξης των 1.692.000 €

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μη αποδοτικές μονάδες δεν εμφανίζουν πλεονάσματα εισροών, δηλαδή στην συγκεκριμένη περίπτωση πηγών κόστους.

Η εμφάνιση ελλείματος στα μικτά κέρδη οφείλεται στα χαμηλά επίπεδα πωλήσεων σε σχέση με τα κόστη πωληθέντων. Αξίζει να σημειωθεί ότι παρόλα τα υψηλά κόστη πωληθέντων που εμφανίζει το έτος 2020, δεν εμφανίζονται ελλείματα στα μικτά κέρδη διότι τα επίπεδα πωλήσεων είναι αρκετά υψηλότερα.

Στόχοι μη αποδοτικών μονάδων

Η τεχνική αποδοτικότητα των μη αποδοτικών μονάδων του δείγματος θα μπορούσε να αυξηθεί με τις παρακάτω ενέργειες:

Αρχικά να σημειωθεί ότι δεν χρειάζεται κάποια μεταβολή στα κόστη (κόστη πωληθέντων ή έξοδα διοίκησης διάθεσης)

- 2017: Βελτίωση των πωλήσεων κατά $(1,01667 \cdot 81.138.000 \text{ €})$, αύξηση η οποία ορίζεται από την τεχνική αποδοτικότητα της μονάδας. Αύξηση του μικτού κέρδους κατά 1,01667 συν την ποσότητα του ελλείματος 988.000 €
- 2019: Αύξηση των πωλήσεων κατά 1,02512 και αύξηση των μικτών κερδών κατά 1,02512 συν την ποσότητα ελλείματος 1.692.000 €.

Η αύξηση της αποδοτικότητας του έτους 2017, θα μπορούσε να επιτευχθεί με αύξηση των πωλήσεων η οποία θα οδηγούσε σε μηδενισμό του ελλείματος μικτών κερδών, παρόμοια προσέγγιση ισχύει και για το έτος 2019.

Από τις μη αποδοτικές μονάδες, αυτή με την χαμηλότερη τιμή αποδοτικότητας, δηλαδή το έτος 2019, παρουσιάζει μεγάλες διαφορές στα επίπεδα εισροών/εκροών σε σχέση με τους στόχους, γεγονός που το τοποθετεί μακριά από το σύνολο βέλτιστης πρακτικής σε σχέση με το 2017.

Αποδοτικές μονάδες προς μίμηση (Efficient Peers)

Στον Πίνακα 5.17 φαίνονται οι αποδοτικές μονάδες προς μίμηση (efficient peers) για κάθε μια μη αποδοτική μονάδα καθώς και οι τιμές των συντελεστών λ.

Πίνακας 5.17: Μονάδες προς μίμηση (Efficient peer units) και συντελεστές λ.

<i>DMU</i>	<i>Score</i>	<i>Rank</i>	<i>Efficient peers (Lambda)</i>			
2017	0,9836	3	2018	0,819	2020	0,139
2018	1	1	2018	1		
2019	0,9755	4	2018	0,482	2020	0,543
2020	1	1	2020	1		

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.17 προκύπτουν τα παρακάτω:

- 2017: Μονάδες προς μίμηση αποτελούν τα έτη 2018 και 2020 με μεγαλύτερη επίδραση το έτος 2018.
- 2019: Μονάδες προς μίμηση αποτελούν τα έτη 2018 και 2020 με μεγαλύτερη επίδραση το έτος 2020.

Βαθμός χρήσης πρότυπων μονάδων

Στον Πίνακα 5.18 φαίνονται οι συχνότητες και οι σχετικές συχνότητες των αποδοτικών μονάδων οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ως πρότυπα προς μίμηση για τις υπόλοιπες μη αποδοτικές.

Πίνακας 5.18: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες χρήσης αποδοτικών μονάδων ως πρότυπα προς μίμηση.

<i>Μη αποδοτικές DMUs</i>	<i>Συχνότητα 2018</i>	<i>2018(%)</i>	<i>Συχνότητα 2020</i>	<i>2020(%)</i>
2	2	100%	2	100%

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.18, τα έτη 2018 και 2020 χρησιμοποιήθηκαν ως πρότυπα με την ίδια συχνότητα για τις μη αποδοτικές μονάδες του δείγματος.

Στον Πίνακα 5.19 απεικονίζεται ο βαθμός επιρροής που έχει η κάθε αποδοτική μονάδα στις τιμές των στόχων που υπολογίζονται για κάθε μεταβλητή έτσι ώστε να καθιστούν αποδοτικές.

Πίνακας 5.19: Ποσοστό συμμετοχής των αποδοτικών μονάδων στην μεταβολή των τιμών των στόχων για κάθε μεταβλητή.

YEAR	(I)CoGS	(I)SG&A	(O)Revenue	(O)Gross Profit
2018	62%	64%	62%	64%
2020	38%	36%	38%	36%
Σύνολο	100%	100%	100%	100%

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.19, το έτος 2018 έχει μεγαλύτερη επίδραση στους στόχους των μη αποδοτικών μονάδων. Συνεπώς, το 2018 αποτελεί καταλληλότερο πρότυπο για την υιοθέτηση καλών πρακτικών διοίκησης με σκοπό την βελτίωση της αποδοτικότητας. Βέβαια, αν οι επιδράσεις εξετασθούν μεμονωμένα, σύμφωνα με τις τιμές των (λ), το έτος 2018 είναι καταλληλότερο πρότυπο για το έτος 2017, ενώ για το έτος 2019 καταλληλότερο πρότυπο αποτελεί το έτος 2020.

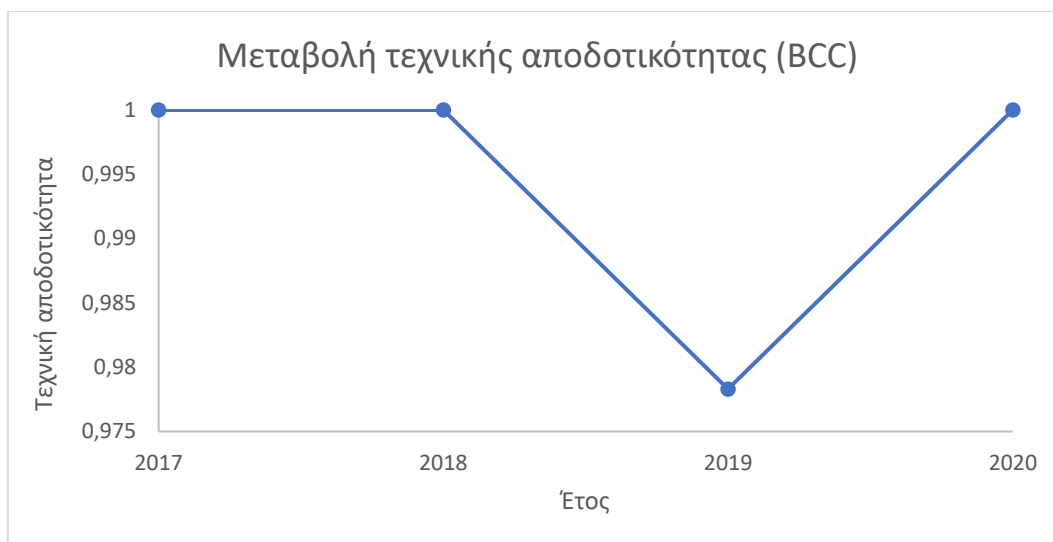
Μεταβλητές Αποδόσεις Κλίμακας – Μοντέλο BCC

Στον Πίνακα 5.20 φαίνονται τα αποτελέσματα υπό μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας BCC(VRS) με προσανατολισμό στις εκροές. Ο πίνακας περιέχει τις βέλτιστες τιμές επίλυσης του μοντέλου h_0 (Score) και την κατάταξη των μονάδων σε φθίνουσα τάξη με βάση την αποδοτικότητα τους.

Πίνακας 5.20: Τεχνική αποδοτικότητα εκρών υπό μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας BCC(VRS).

DMU	Score	Rank
2017	1	1
2018	1	1
2020	1	1
2019	0,9783	4

Υπό την υπόθεση των μεταβλητών αποδόσεων το μοντέλο κόστους καθιστά τεχνικά αποδοτικά τα έτη 2017, 2018 και 2020, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 5.20. Το έτος 2019 εμφανίζει τιμή τεχνικής αποδοτικότητας $\phi < 1$, επομένως χαρακτηρίζεται μη αποδοτικό. Στο Σχήμα 5.8 φαίνεται η μεταβολή της τεχνικής αποδοτικότητας υπό μεταβλητές αποδόσεις για τα έτη της μελέτης.



Σχήμα 5.8: Μεταβολή τεχνικής αποδοτικότητας εκρών ανά έτος υπό μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας.

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 5.8, υιοθετώντας μεταβλητές αποδόσεις, η εταιρία εμφανίζεται ως τεχνικά αποδοτική σε όλα τα έτη της μελέτης εκτός από το έτος 2019. Το έτος 2019, εμφανίζεται μη αποδοτικό από την άποψη αποδοτικότητας κόστους διότι παρουσιάζει υψηλά επίπεδα κόστους πωληθέντων καθώς και εξόδων διοίκησης – διάθεσης αναλογικά με τα επίπεδα πωλήσεων.

Μεταβλητές περιθωρίου (Slacks) και στόχοι (Projections)

Στον Πίνακα 5.21 φαίνονται οι μεταβλητές περιθωρίου και οι τιμές των στόχων ανά έτος που υπολογίζονται για κάθε εισροή – εκροή.

Πίνακας 5.21: Αποτελέσματα τιμών στόχων (Projections) και χαλαρών μεταβλητών (Slacks) για κάθε μεταβλητή ανά έτος.

DMU	h0	1/h0	CoGS				SG&A			
			Data	Projection	Diff.(%)	Slack	Data	Projection	Diff.(%)	Slack
2017	1	1	59218	59218	0	0	16894	16894	0	0
2018	1	1	60291	60291	0	0	17451	17451	0	0
2019	0,9783	1,02218	67457	67457	0	0	18564	18311	-1,4	253
2020	1	1	70736	70736	0	0	18704	18704	0	0
DMU	h0	1/h0	Revenue				Gross Profit			
			Data	Projection	Diff.(%)	Slack	Data	Projection	Diff.(%)	Slack
2017	1	1	81138	81138	0	0	21920	21920,3	0,001	0,236
2018	1	1	84249	84249	0	0	23958	23958	0	0
2019	0,9783	1,02218	90975	92991,7	2	0	23518	25534,7	9	1495
2020	1	1	96992	96992	0	0	26256	26256	0	0

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.21 τα έτη 2018 και 2020 αποτελούν ισχυρά αποδοτικές μονάδες διότι έχουν τιμή τεχνικής αποδοτικότητας $\phi=1$ και ταυτόχρονα παρουσιάζουν μηδενικές τιμές χαλαρών μεταβλητών. Τα επίπεδα εκρών των συγκεκριμένων μονάδων δεν μπορούν να αυξηθούν περαιτέρω δίχως την μεταβολή των επιπέδων εισροών τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι το έτος 2017 παρουσιάζει τιμή τεχνικής αποδοτικότητας $\phi=1$ αλλά δεν καθίσταται ισχυρά αποδοτικό για τον λόγο ότι εμφανίζει έλλειμα στα μικτά κέρδη της τάξεως των 236 €. Το έτος 2017 θα μπορούσε να γίνει ισχυρά αποδοτικό με μηδενισμό του παραπάνω ελλείματος.

Για την μη αποδοτική μονάδα ισχύουν τα εξής:

- 2019: Πλεόνασμα στα έξοδα διοίκησης – διάθεσης 253.000 € και έλλειμα στα μικρά κέρδη κατά 1.495.000 €

Στόχοι μη αποδοτικών μονάδων

Η τεχνική αποδοτικότητα των μη αποδοτικών μονάδων του δείγματος θα μπορούσε να αυξηθεί με τις παρακάτω ενέργειες:

- 2019: Μηδενισμός του πλεονάσματος στα έξοδα διοίκησης – διάθεσης, αύξηση των πωλήσεων κατά τον παράγοντα 1,02218 και αύξηση του μικτού κέρδους κατά τον παράγοντα 1,02218 συν το έλλειμα στα μικτά κέρδη 1.495.000 €

Ουσιαστικά η βελτίωση της αποδοτικότητας του έτους 2019 θα μπορούσε να επιτευχθεί με αύξηση των πωλήσεων η οποία θα οδηγούσε σε μηδενισμό του ελλείματος στα μικτά κέρδη και με μείωση των εξόδων διοίκησης – διάθεσης.

Αποδοτικές μονάδες προς μίμηση (Efficient Peers)

Στον Πίνακα 5.22 φαίνονται οι αποδοτικές μονάδες προς μίμηση (efficient peers) για κάθε μια μη αποδοτική μονάδα καθώς και οι τιμές των συντελεστών λ.

Πίνακας 5.22: Μονάδες προς μίμηση (Efficient peer units) και συντελεστές λ.

<i>DMU</i>	<i>Score</i>	<i>Rank</i>	<i>Efficient peers (Lambda)</i>			
2017	1	1	2017	1		
2018	1	1	2018	1		
2019	0,9783	4	2018	0,314	2020	0,686
2020	1	1	2020	1		

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.22 προκύπτουν τα παρακάτω:

- 2019: Μονάδες προς μίμηση αποτελούν τα έτη 2018 ($\lambda=0,314$) και 2020 ($\lambda=0,686$)

Εξετάζοντας τις τιμές των συντελεστών (λ), φαίνεται πως καταλληλότερο πρότυπο έτος για υιοθέτηση καλών πρακτικών με σκοπό την βελτίωση της αποδοτικότητας του έτους 2019 είναι το 2020.

Βαθμός χρήσης πρότυπων μονάδων

Στον Πίνακα 5.23 φαίνονται οι συχνότητες και οι σχετικές συχνότητες των αποδοτικών μονάδων οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ως πρότυπα προς μίμηση για τις υπόλοιπες μη αποδοτικές.

Πίνακας 5.23: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες χρήσης αποδοτικών μονάδων ως πρότυπα προς μίμηση.

<i>Μη αποδοτικές DMUs</i>	<i>Συχνότητα 2018</i>	<i>2018(%)</i>	<i>Συχνότητα 2020</i>	<i>2020(%)</i>
1	1	100%	1	100%

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.23, τα έτη 2018 και 2020 συμμετέχουν ως πρότυπες μονάδες με την ίδια συχνότητα.

Για τον καθορισμό της κατάλληλης πρότυπης μονάδας, πρέπει να εξεταστεί η επίδραση που έχουν οι πρότυπες μονάδες στις τιμές των στόχων που ορίζονται για την μη αποδοτική μονάδα.

Στον Πίνακα 5.24 απεικονίζεται ο βαθμός επιρροής που έχει η κάθε αποδοτική μονάδα στις τιμές των στόχων που υπολογίζονται για κάθε μεταβλητή έτσι ώστε να γίνει αποδοτικό το έτος 2019.

Πίνακας 5.24: Ποσοστό συμμετοχής των αποδοτικών μονάδων στην μεταβολή των τιμών των στόχων για κάθε μεταβλητή.

YEAR	(I)CoGS	(I)SG&A	(O)Revenue	(O)Gross Profit
2018	28%	30%	28%	29%
2020	72%	70%	72%	71%
Σύνολο	100%	100%	100%	100%

Σύμφωνα με τον Πίνακα 6.25, το έτος 2020 αποτελεί καταλληλότερο πρότυπο υιοθέτησης καλών πρακτικών λόγω της μεγαλύτερης επίδρασης που έχει στις τιμές των στόχων για το έτος 2019.

Σύγκριση Σταθερών – Μεταβλητών Αποδόσεων & Αποδοτικότητα Κλίμακας

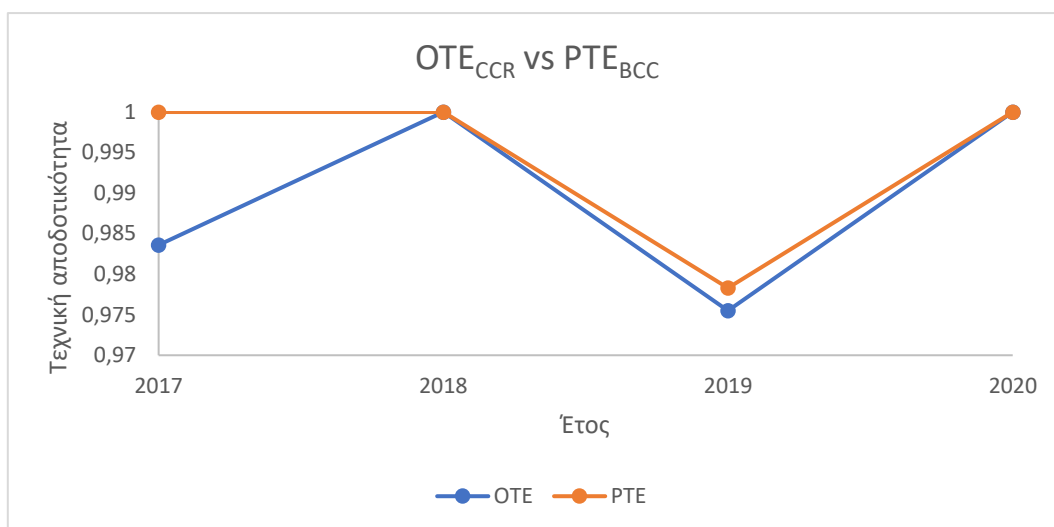
Στον Πίνακα 5.25 φαίνονται οι τιμές αποδοτικότητας που υπολογίστηκαν από τα μοντέλα CCR και BCC αντίστοιχα. Επίσης, υπολογίζεται η αποδοτικότητα κλίμακας και καθορίζεται το είδος των αποδόσεων (Returns to Scale - RTS).

Πίνακας 5.25: Αποδοτικότητα υπό CCR, BCC και αποδοτικότητα κλίμακας.

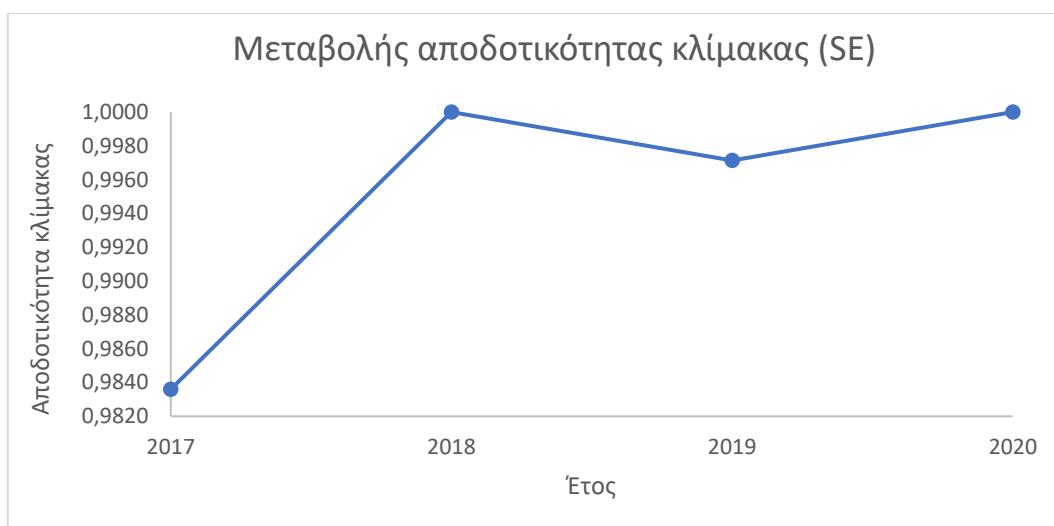
DMU	OTE_{CCR}	PTE_{BCC}	Diff (%)	SE = OTE_{CCR}/PTE_{BCC}	Returns to Scale
2017	0,9836	1	1,64	0,9836	Increasing
2018	1	1	0	1,0000	Constant
2019	0,9755	0,9783	0,28	0,9971	Constant
2020	1	1	0	1,0000	Constant

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.25, η εταιρία το έτος 2017 παρουσιάζει αύξουσες αποδόσεις κλίμακας που σημαίνει ότι με μια δεδομένη αύξηση των επιπέδων εισροών που χρησιμοποιεί η παραγωγικότητα της θα αυξανόταν με μεγαλύτερο ρυθμό. Τα υπόλοιπα έτη εμφανίζουν σταθερές αποδόσεις κλίμακας που σημαίνει ότι βρίσκονται στην ιδανική κλίμακα λειτουργίας (MPSS).

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.25, η καθαρά τεχνική αποδοτικότητα που υπολογίζεται από το μοντέλο BCC είναι πάντοτε μεγαλύτερη ή ίση με την αποδοτικότητα που υπολογίζεται από το μοντέλο CCR. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, αυτό συμβαίνει διότι στον υπολογισμό της PTE εξαιρούνται οι μεταβολές παραγωγικότητας λόγω κλίμακας. Η μεταβολή της καθαρής αποδοτικότητας και ολικής αποδοτικότητας καθώς και της αποδοτικότητας κλίμακας της εταιρίας φαίνονται στο Σχήμα 5.9 και 5.10 αντίστοιχα.



Σχήμα 5.9: Μεταβολή τεχνικής αποδοτικότητας υπό σταθερές και μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας

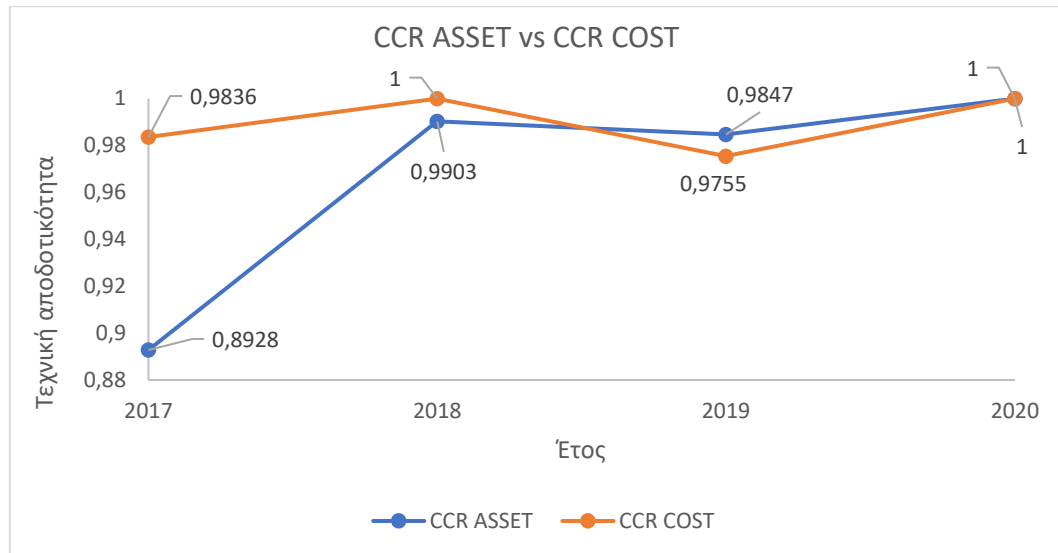


Σχήμα 5.10: Μεταβολή αποδοτικότητας κλίμακας της εταιρίας ανά έτος.

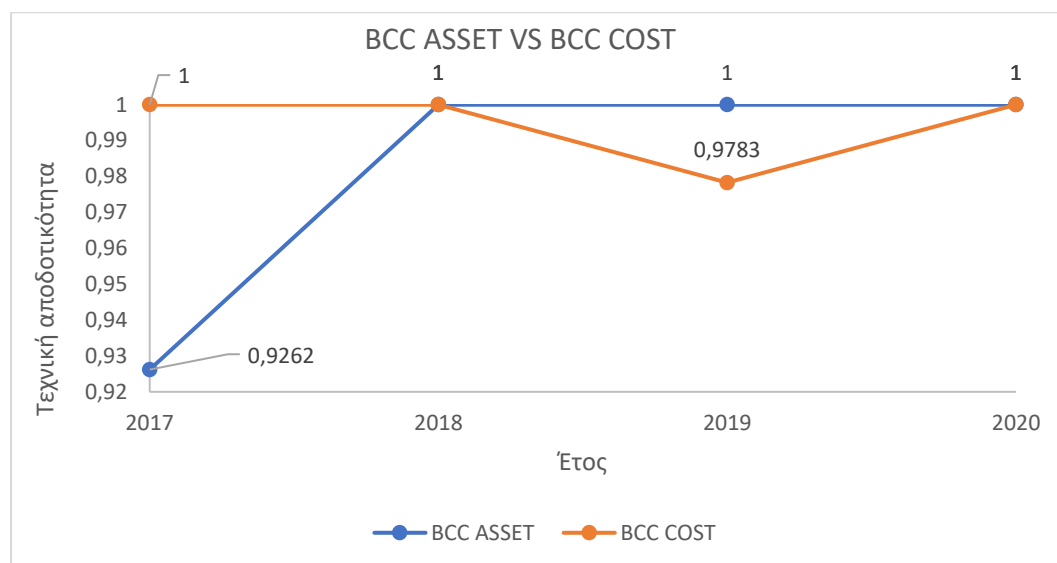
Από το Σχήμα 5.9, φαίνεται πως το έτος 2017 υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ PTE και OTE αποδοτικότητας. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από το Σχήμα 5.10 όπου η αποδοτικότητα κλίμακας εμφανίζει την ελάχιστη τιμή. Συνεπώς η κλίμακα λειτουργίας επηρεάζει αρνητικά την παραγωγικότητα του συγκεκριμένου έτους. Εδώ, ο χαρακτηρισμός αύξουσες αποδόσεις (IRS), σημαίνει ότι για την αύξηση της παραγωγικότητας το μέγεθος της κλίμακας θα μπορούσε να αυξηθεί. Παρόμοια ερμηνεία δίνεται και για το έτος 2019 όπου υπάρχει μια ελάχιστη διαφορά μεταξύ των PTE και OTE. Βέβαια στην συγκεκριμένη περίπτωση λόγω μικρής διαφοράς, οι αποδόσεις χαρακτηρίζονται σταθερές. Τα έτη 2018 και 2020 βρίσκονται στην ιδανική κλίμακα λειτουργίας με $SE=1$.

5.3.8 Σύγκριση μοντέλων

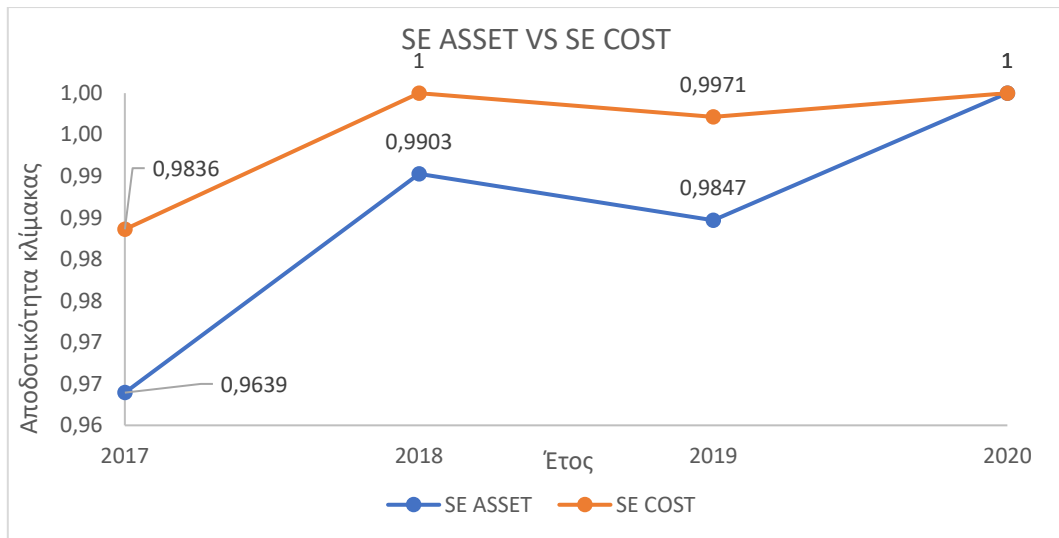
Με σκοπό την σύγκριση των δύο υποθέσεων της παρούσας εργασίας, στα Σχήματα 5.11, 5.12 και 5.13 απεικονίζεται η εξέλιξη αποδοτικότητας των δύο μοντέλων (Asset Model, Cost Model) υπό σταθερές και υπό μεταβλητές αποδόσεις, καθώς και η εξέλιξη της αποδοτικότητας κλίμακας.



Σχήμα 5.11: Σύγκριση μοντέλου περιουσιακών στοιχείων με μοντέλο κόστους υπό σταθερές αποδόσεις.



Σχήμα 5.12: Σύγκριση μοντέλου περιουσιακών στοιχείων με μοντέλο κόστους υπό μεταβλητές αποδόσεις.



Σχήμα 5.13: Σύγκριση αποδοτικότητας κλίμακας μοντέλου περιουσιακών στοιχείων και αποδοτικότητας μοντέλου κόστους.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η αποδοτικότητα της εταιρίας Μπάρμπα Στάθης φαίνεται να έχει αυξητική τάση κατά την διάρκεια των ετών της μελέτης είτε αυτή αφορά την ικανότητα της να παράγει έσοδα με βάση τα περιουσιακά της στοιχεία, είτε με βάση τις βασικές πηγές κόστους. Η μόνη μείωση αποδοτικότητας που παρατηρήθηκε κατά την μελετώμενη περίοδο ήταν το έτος 2019 με βασικό λόγο την αύξηση των επιπέδων κόστους. Η πτώση της αποδοτικότητας κατά το έτος 2019 φαίνεται εντονότερα στο μοντέλο κόστους λόγω της φύσης των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν. Συνεπώς το μοντέλο κόστους αποτέλεσε καταλληλότερο εργαλείο στην εύρεση μεταβολών όσον αφορά τα κόστη της επιχείρησης. Το μοντέλο περιουσιακών στοιχείων από την άλλη ήταν καταλληλότερο στην ανάδειξη μεταβολών αποδοτικότητας που οφείλονται στα περιουσιακά στοιχεία της εταιρίας. Γεγονός που αποδεικνύεται από την ανάδειξη του έτους 2017 ως μη αποδοτικό καθώς και η ενδείξεις πλεονασμάτων που προέκυψαν στα κυκλοφορούντα περιουσιακά στοιχεία για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Βέβαια, αξίζει να σημειωθεί ότι σε γενικές γραμμές το μοντέλο περιουσιακών στοιχείων κρίθηκε καταλληλότερο στην εξαγωγή αντιπροσωπευτικότερων αποτελεσμάτων διότι εκτός από τα περιουσιακά στοιχεία, επιπρόσθετα παρέχει πληροφορίες όσον αφορά το κόστος πωληθέντων. Βασικός λόγος αποτελεί το γεγονός ότι τα μικτά κέρδη τα οποία χρησιμοποιούνται ως εισροή για το μοντέλο περιουσιακών στοιχείων προκύπτουν από την αφαίρεση του κόστους πωληθέντων από το ποσό των πωλήσεων.

5.3.9 Δείκτης Malmquist

Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 5.3.3, λόγω της απουσίας πολλαπλών DMUs προς σύγκριση, ο όρος Γεφύρωσης Χάσματος – Catch up Effect, ο οποίος μετρά την μετακίνηση των DMUs από και προς το παραγωγικό σύνορο θα ισούται με την μονάδα (Catch up Effect=1) και έτσι δεν επηρεάζει την τιμή του δείκτη Malmquist. Συνεπώς, ο δείκτης πλέον αποτελείται μόνο από τις μεταβολές του παραγωγικού συνόρου (Frontier Shift), οι οποίες οφείλονται σε μεταβολή της τεχνολογίας παραγωγής.

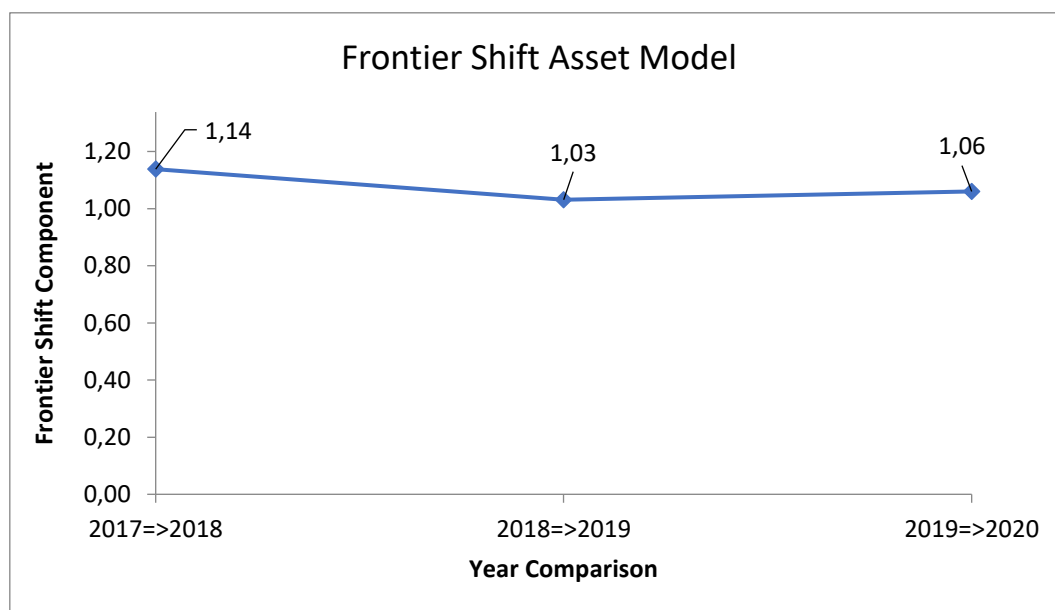
Ανάλογα με τιμή που λαμβάνει η συνιστώσα του παραγωγικού συνόρου η παραγωγικότητα της μονάδας μεταβάλλεται αναλόγως:

- *Frontier Shift* > 1: Αύξηση της παραγωγικότητας από την χρονική περίοδο t στην περίοδο t+1.
- *Frontier Shift* < 1: Μείωση της παραγωγικότητας της DMU από την χρονική περίοδο t στην χρονική περίοδο t+1.
- *Frontier Shift* = 1: Η παραγωγικότητας της DMU δεν μεταβάλλεται κατά μέσο όρο από την χρονική περίοδο t στην περίοδο t+1.

(Thanassoulis, 2001)

Asset Model

Στο Σχήμα 5.14 φαίνεται η μεταβολή του παραγωγικού συνόρου κατά την διάρκεια των ετών της μελέτης όσον αφορά το μοντέλο των περιουσιακών στοιχείων.



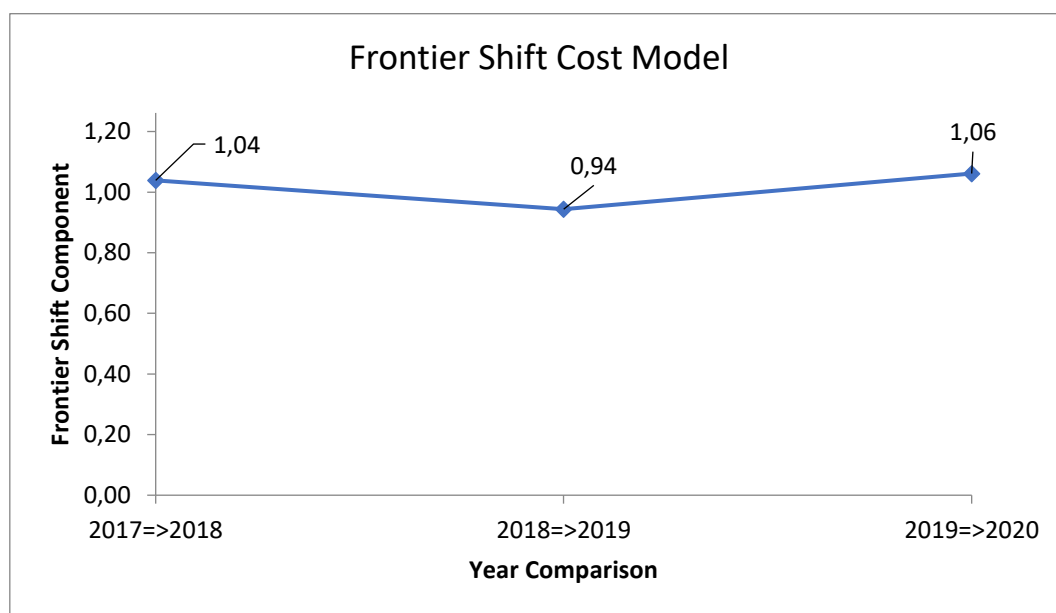
Σχήμα 5.14: Μεταβολή παραγωγικού συνόρου (Frontier shift) μοντέλου περιουσιακών στοιχείων.

Σύμφωνα με το Σχήμα 5.14 φαίνεται πως υπάρχει μια γενική αυξητική τάση της παραγωγικότητας. Στον κάθετο άξονα του Σχήματος 5.14 φαίνεται η τιμή της μεταβολής της συνιστώσας του παραγωγικού συνόρου. Η αύξηση της παραγωγικότητας είναι έντονη από το έτος 2017 στο 2018 λόγω αύξησης των πωλήσεων και μείωσης των κυκλοφορούντων στοιχείων. Από το 2018 στο 2019 παρατηρείται αύξηση αλλά με χαμηλότερο ρυθμό. Ο ρυθμός αύξησης της παραγωγικότητας αυξάνεται από το έτος 2019 στο 2020 λόγω της

μεγάλης ανάπτυξης των πωλήσεων και του μικτού κέρδους. Η γενικότερη αύξηση της παραγωγικότητας στα έτη της μελέτης οφείλεται στο συνεχές επενδυτικό πλάνο της εταιρίας που έχει ως αποτέλεσμα της βελτίωση της τεχνολογίας παραγωγής και αύξηση της αποδοτικότητας των λειτουργιών της.

Cost Model

Στο Σχήμα 5.15 απεικονίζεται η μεταβολή του παραγωγικού συνόρου κατά την διάρκεια των ετών όσον αφορά το μοντέλο κόστους.



Σχήμα 5.15: Μεταβολή παραγωγικού συνόρου (Frontier shift) μοντέλου κόστους.

Αύξηση της παραγωγικότητας παρατηρείται από το έτος 2017 στο 2018. Σημαντική μείωση της παραγωγικότητας υπάρχει από το 2018 στο 2019 λόγω των υψηλών επιπέδων του κόστους πωληθέντων και των εξόδων διοίκησης - διάθεσης. Η παραγωγικότητα δείχνει να αυξάνεται από το 2019 στο 2020 με την επίτευξη υψηλού όγκου πωλήσεων και αναλογικά χαμηλών επιπέδων κόστους.

6. Συμπεράσματα - Συζήτηση

6.1 Αποδοτικότητα Μοντέλου Περιουσιακών Στοιχείων (Asset Model)

Σταθερές αποδόσεις

Η αποδοτικότητα όπως ορίστηκε από το συγκεκριμένο μοντέλο, δηλαδή ως η ικανότητα παραγωγής εσόδων σύμφωνα με τα περιουσιακά στοιχεία, παρουσίασε αυξητική τάση κατά την περίοδο της μελέτης με μια μικρή πτώση το έτος 2019. Ειδικότερα, υπήρξε αύξηση της αποδοτικότητας από το έτος 2017 στο 2018 λόγω της βελτίωσης του επιπέδου πωλήσεων καθώς και μείωσης των κυκλοφορούντων περιουσιακών στοιχείων μέσω τις είσπραξης απαιτήσεων. Το 2019 υπήρξε μια μικρή μείωση της αποδοτικότητας λόγω του αναλογικά χαμηλού επιπέδου μικτών κερδών το οποίο ήταν αποτέλεσμα του υψηλού κόστους παραγωγής καθώς και εξόδων διοίκησης – διάθεσης. Με γνώμονα την μείωση του κόστους, η εταιρία εφαρμόζοντας κατάλληλες διοικητικές πρακτικές καθώς και βελτιώνοντας την τεχνολογία παραγωγής μέσω επενδύσεων με ταυτόχρονη αύξηση των πωλήσεων κατάφερε να αυξήσει την αποδοτικότητα της το 2020, καθιστώντας το συγκεκριμένο έτος ισχυρά αποδοτικό.

Το έτος 2020 αποτέλεσε το μοναδικό πρότυπο υιοθέτησης (Efficient Peer) καλών πρακτικών με σκοπό την αύξηση αποδοτικότητας των υπόλοιπων μη αποδοτικών μονάδων. Συνεπώς, η εταιρία κατά το έτος 2020 μπορεί να αποτελέσει πρότυπο υιοθέτησης κατάλληλων διοικητικών και λειτουργικών πρακτικών με σκοπό την διατήρηση και την συνεχή βελτίωση της αποδοτικότητας της.

Μεταβλητές αποδόσεις

Φαίνεται πως με την υιοθέτηση μεταβλητών αποδόσεων η τεχνική αποδοτικότητα αυξάνεται λόγω απομόνωσης των μεταβολών παραγωγικότητας λόγω μεγέθους της κλίμακας λειτουργίας. Παρόλα αυτά η εξέλιξη της αποδοτικότητας ήταν παρόμοια με το μοντέλο CCR. Υπήρξε αυξητική τάση της αποδοτικότητας από το 2017 στο 2018, καθιστώντας την εταιρία από εκεί και έπειτα τεχνικά αποδοτική. Η εταιρία καθίσταται ισχυρά αποδοτική μόνο κατά το έτος 2020 λόγω ύπαρξης θετικών τιμών χαλαρών μεταβλητών κατά τα προηγούμενα έτη.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα δύο έτη τα οποία ορίστηκαν ως πρότυπα για το 2017, είναι το 2018 και 2019 λόγω ομοιότητας στα επίπεδα των χρησιμοποιούμενων μεταβλητών. Το έτος 2019 επηρέασε σε μεγαλύτερη αναλογία τις τιμές των στόχων που ορίστηκαν για το 2017, καθιστώντας το καταλληλότερο πρότυπο για βελτίωση της αποδοτικότητας.

Αποδοτικότητα κλίμακας

Η αποδοτικότητα κλίμακας φαίνεται πως παρουσιάζει αυξητική τάση κατά την διάρκεια των ετών της μελέτης. Το έτος 2020 βρίσκεται στην ιδανική κλίμακα (MPSS), λειτουργώντας υπό σταθερές αποδόσεις (CRS). Τα υπόλοιπα έτη λειτουργούν υπό αύξουσες αποδόσεις (IRS) που σημαίνει ότι θα μπορούσαν να αυξήσουν το μέγεθος τους για την βελτίωση της παραγωγικότητας τους. Το μέγεθος της κλίμακας θα μπορούσε να αυξηθεί μέσω επενδύσεων σε πάγια στοιχεία του ενεργητικού, με αποτέλεσμα την αποδοτικότερη παραγωγή προϊόντων και κατ' επέκταση την επίτευξη υψηλότερων επιπέδων μικτών κερδών.

6.2 Αποδοτικότητα Μοντέλου Κόστους (Cost Model)

Σταθερές αποδόσεις

Η τεχνική αποδοτικότητα που αφορά την παραγωγή εσόδων με βάση τα κόστη της επιχείρησης δείχνει πως έχει μεταβλητή τάση. Αρχικά υπάρχει αύξηση της αποδοτικότητας από το 2017 στο 2018, καθιστώντας το 2018 ισχυρά αποδοτικό. Η αύξηση αυτή ήταν αποτέλεσμα της ανάπτυξης του επιπέδου πωλήσεων με ταυτόχρονη διατήρηση αναλογικά χαμηλών επιπέδων εξόδων διοίκησης και κόστους πωληθέντων. Στην συνέχεια υπήρξε πτώση της αποδοτικότητας κατά το 2019 λόγω του υψηλού κόστους πωληθέντων, το οποίο επηρέασε αρνητικά τα μικτά κέρδη, καθώς και υψηλών επιπέδων εξόδων διοίκησης – διάθεσης που οφείλεται σε υψηλά κόστη διανομής και προώθησης. Το 2020, αποτέλεσε ισχυρά αποδοτικό έτος για την εταιρία, λόγω αύξησης των πωλήσεων με ταυτόχρονη διατήρηση των εξόδων σε αναλογικά χαμηλά επίπεδα.

Καταλληλότερο πρότυπο βελτίωσης για το έτος 2017 τέθηκε το έτος 2018, το οποίο ομοιάζει στα λογιστικά μεγέθη, ενώ για το έτος 2019 τέθηκε ως πρότυπο το 2020. Συνολικά, η επίδραση στις τιμές των στόχων ήταν μεγαλύτερη για το έτος 2020, καθιστώντας το καταλληλότερο πρότυπο υιοθέτησης πρακτικών διοίκησης.

Μεταβλητές αποδόσεις

Η υιοθέτηση μεταβλητών αποδόσεων είχε ως αποτέλεσμα τον χαρακτηρισμό τεχνικά αποδοτικών όλων των μονάδων του δείγματος εκτός από το έτος 2019 για τους λόγους που προαναφέρθηκαν. Είναι σημαντικό βέβαια να σημειωθεί ότι ισχυρά αποδοτικές μονάδες αποτέλεσαν μόνο τα έτη 2018 και 2020.

Ως πρότυπα για το έτος 2019 ορίστηκαν τα έτη 2018 και 2020, με μεγαλύτερη επίδραση τους στόχους να έχει το έτος 2020.

Αποδοτικότητα κλίμακας

Η αποδοτικότητα κλίμακας παρουσιάζει αυξητική τάση κατά την διάρκεια των ετών. Τα έτη 2018, 2019 και 2020 παρουσιάζουν σταθερές αποδόσεις κλίμακας, λειτουργώντας στην ιδανική κλίμακας (MPSS). Το έτος 2017 φαίνεται πως παρουσιάζει μεγάλη διαφορά μεταξύ ΟΤΕ και ΡΤΕ αποδοτικότητας που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της αποδοτικότητας κλίμακας. Αυτό σημαίνει ότι η κλίμακα που λειτούργησε επηρέασε αρνητικά την παραγωγικότητα του έτους.

6.3 Σύγκριση Μοντέλων

Οι μεταβολές αποδοτικότητας όσον αφορά το κόστος αποτυπώθηκαν καλύτερα στο μοντέλο κόστους λόγω της φύσης των λογιστικών μεγεθών που χρησιμοποιήθηκαν. Συνεπώς το μοντέλο κόστους καθίσταται κατάλληλο για την μελέτη μεταβολών όσον αφορά τα κόστη της επιχείρησης.

Το μοντέλο περιουσιακών στοιχείων ήταν καταλληλότερο στην ανάδειξη μεταβολών αποδοτικότητας που οφείλονται στα περιουσιακά στοιχεία της εταιρίας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το μοντέλο περιουσιακών στοιχείων κρίθηκε καταλληλότερο στην εξαγωγή αντιπροσωπευτικότερων αποτελεσμάτων διότι ταυτόχρονα μαζί με τα περιουσιακά στοιχεία περιείχε και την μεταβλητή του κόστους πωληθέντων αγαθών το οποίο περιλαμβάνεται στον υπολογισμό του μικτού κέρδους.

6.4 Δείκτης Malmquist

Η παραγωγικότητα της εταιρίας παρουσιάζει αυξητική τάση στα έτη της μελέτης (2017-2020) από την άποψη περιουσιακών στοιχείων καθώς και κόστους. Υπάρχει μια πτώση το έτος 2019 η οποία φαίνεται πιο έντονα στο μοντέλων κόστους, λόγω υψηλού κόστους πωληθέντων και εξόδων διοίκησης – διάθεσης.

6.5 Βασικοί Παράγοντες Μεταβολής της Αποδοτικότητας

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, οι βασικοί παράγοντες οι οποίοι συντέλεσαν στην αύξηση της αποδοτικότητας της εταιρίας κατά την περίοδο της μελέτης αποτέλεσαν:

- Η αύξηση του επιπέδου πωλήσεων
- Η διατήρηση αναλογικά χαμηλών επιπέδων κόστους πωληθέντων και εξόδων διοίκησης – διάθεσης
- Η διατήρηση αναλογικά χαμηλών επιπέδων κυκλοφορούντων περιουσιακών στοιχείων, όταν αυτά αφορούν εμπορικές απαιτήσεις ή/και χορηγηθέντα δάνεια
- Η διατήρηση της επιθυμητής στάθμης αποθεμάτων
- Οι συνεχείς επενδύσεις των οποίων τα αποτελέσματα μείωσαν το κόστος λειτουργιών (κόστος παραγωγής, αποθήκευσης, διακίνησης).

Συνεπώς, οι παραπάνω παράγοντες θα πρέπει να αποτελέσουν βασικούς πυλώνες δράσης για την εταιρία στο μέλλον, έτσι ώστε να διατηρήσει σε υψηλά επίπεδα και να αυξήσει την αποδοτικότητας της με στόχο την περαιτέρω αύξηση της ανταγωνιστικότητας της στο συνεχώς απαιτητικό και μεταβαλλόμενο περιβάλλον της αγοράς.

Οι παραπάνω παράγοντες βελτίωσης της αποδοτικότητας της εταιρίας προέκυψαν από μια ποικιλία υιοθετούμενων διοικητικών πρακτικών όπως:

- Στοχευμένες ενέργειες μάρκετινγκ
- Επενδυτικό πλάνο τεχνολογικής βελτίωσης της εταιρίας
- Ανάπτυξη εξαγωγικής δραστηριότητας
- Είσοδος σε νέες αγορές
- Ανάπτυξη νέων προϊόντων (R&D)
- Εστίαση στην ποιότητα
- Αποδοτική επικοινωνία με το καταναλωτικό κοινό
- Εφαρμογή ενεργειών ενδυνάμωσης της αξίας της μάρκας (brand equity)
- Συνεχείς παροχές και υποστήριξη στο ανθρώπινο δυναμικό
- Αποτελεσματικότητα, ταχύτητα και ευελιξία με σκοπό την συνεχή διαθεσιμότητα αγαθών προς τον πελάτη, ειδικά σε περιπτώσεις όπως η υγειονομική κρίση του COVID 19 όπου η εταιρία ανταπεξήλθε στην αυξημένη ζήτηση της αγοράς.

6.6 Προοπτικές Χρήσης για το Έτος 2021

Η εταιρία για το 2021 στοχεύει στην αύξηση της παραγωγικότητας και βελτίωση της αποδοτικότητας, βελτιώνοντας την χρήση των εισροών της όπως για παράδειγμα μειώνοντας το κόστος παραγωγής καθώς και με την αύξηση των παραγόμενων εκροών η οποία μπορεί να επέλθει μετά την αύξηση των πωλήσεων με επέκταση σε νέες αγορές. Επίσης, μέσω του πολυετούς επενδυτικού πλάνου, στοχεύει στην βελτίωση της τεχνολογίας σε όλα τα στάδια της αλυσίδας αξίας με σκοπό την βελτίωση της αποδοτικότητας. Παρακάτω αναφέρονται επιγραμματικά οι προοπτικές για το 2021:

- Διατήρηση και ενδυνάμωση της ηγετικής θέσης όλων των τομέων δραστηριοποίησης στην Ελλάδα
- Ανάπτυξη της εξαγωγικής δραστηριότητας (τόσο σε επίπεδο Retail όσο και σε επίπεδο B2B),
- Βελτίωση διαθεσιμότητας προϊόντων
- Εξ ορθολογισμό και τη βελτιστοποίηση του λειτουργικού του μοντέλου, μέσα από στοχευμένες παρεμβάσεις στην παραγωγική διαδικασία αλλά και επενδύσεις στις παραγωγικές του μονάδες με στόχο των εκσυγχρονισμό και την αύξηση της παραγωγικότητας
- Περαιτέρω αύξηση τόσο σε όγκο όσο και σε έκταση του πρωτογενούς τομέα
- Παράλληλα συνεχίζεται επενδυτικό πλάνο για την επέκταση των παραγωγικών υποδομών και την βελτιστοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας (€ 16 εκατ.) Οι επενδύσεις αφορούν μεταξύ άλλων, νέες γραμμές παραγωγής κατεψυγμένων λαχανικών, συσκευαστικές μηχανές, πλήρως αυτοματοποιημένους ψυκτικούς θαλάμους καθώς και συλλεκτικές μηχανές.

Παρόλα αυτά, η εξέλιξη της πορείας της πανδημίας του COVID-19 με τα διαδοχικά και εντεινόμενα κύματα μετάδοσης και τα μέτρα αντιμετώπισης της επηρεάζει αρνητικά την αναπτυξιακή δυναμική σχεδόν του συνόλου των επιχειρήσεων της Ελληνικής Οικονομίας και έχει μία ασύμμετρη επίδραση στα οικονομικά αποτελέσματα της κάθε επιχείρησης (Μπάρμπα Στάθης, 2020).

7. Περιορισμοί - Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

7.1 Περιορισμοί

Κατά την διαδικασία εκπόνησης της παρούσας εργασίας προέκυψαν διάφοροι περιορισμοί οι οποίοι μπορούν να αποτελέσουν κίνητρα προς μελλοντική έρευνα.

- Βασικός περιορισμός της παρούσας εργασίας αποτέλεσε ο χαμηλός αριθμός μονάδων λήψης απόφασης, τις οποίες αποτέλεσαν τα διαφορετικά έτη της μελέτης. Όπως αναλύθηκε και στο ερευνητικό μέρος της εργασίας χρησιμοποιήθηκε μόνο η τετραετία 2017-2020 λόγω σταθερότητας δομής και συγκρισιμότητας των λογιστικών μεταβλητών. Παρόλα αυτά το γεγονός αυτό γεννά ευκαιρίες για μελλοντική έρευνα. Αξίζει να σημειωθεί ότι παρόλο το χαμηλό πλήθος των μονάδων, τα μοντέλα ήταν ικανά να αναδείξουν διαφορές στην τεχνική αποδοτικότητα μεταξύ των ετών της μελέτης.
- Ένας δεύτερος περιορισμός αποτέλεσε η απουσία από την μελέτη περισσότερων επιχειρήσεων του κλάδου των κατεψυγμένων λαχανικών προς σύγκριση με την εταιρία Μπάρμπα Στάθης, με σκοπό τον ολοκληρωμένο υπολογισμό του δείκτη *Malmquist*. Παρόλα αυτά, ο δείκτης που υπολογίστηκε ερμηνευτικό ως μεταβολή του παραγωγικού συνόρου της ίδιας της επιχείρησης κατά την διάρκεια των ετών της μελέτης.
- Λόγω περιορισμένου χρονικού περιθωρίου δεν αναλύθηκε η πτυχή των αποτελεσμάτων της μεθόδου που αφορά τα βέλτιστα βάρη σημαντικότητας για την κάθε μεταβλητή.

7.2 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

- Αύξηση των μονάδων λήψης απόφασης του δείγματος της μελέτης με σκοπό την παροχή ολοκληρωμένης εικόνας εξέλιξης της αποδοτικότητας για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Η αύξηση θα μπορούσε να επιτευχθεί μετά από συζητήσεις με στελέχη του οικονομικού τμήματος της εταιρίας έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν τα λογιστικά μεγέθη με τρόπο κατάλληλο έτσι ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση μεταξύ όλων των λογιστικών χρήσεων.
- Αξίζει να σημειωθεί ότι με την αύξηση των μονάδων του δείγματος θα ήταν δυνατή η αύξηση των χρησιμοποιούμενων μεταβλητών. Έτσι τα δύο σενάρια που υιοθετήθηκαν στην παρούσα εργασία θα μπορούσαν να αφομοιωθούν σε ένα ολοκληρωμένο μοντέλο. Το παραπάνω μοντέλο θα περιείχε ταυτόχρονα όλες τις βασικές πηγές κόστους καθώς και τα περιουσιακά στοιχεία ως εισροές. Με τον τρόπο αυτό η υπολογισθείσα αποδοτικότητα θα παρείχε αντιπροσωπευτικότερα αποτελέσματα.
- Συγκριτική μελέτη αποδοτικότητας σε σχέση με άλλες επιχειρήσεις του κλάδου.
- Εφαρμογή υποδείγματος Υπέρ Αποδοτικότητας (*Super Efficiency Model*) με σκοπό την κατάταξη των τεχνικά αποδοτικών μονάδων της μελέτης (Φλώκου, 2017).
- Εφαρμογή της μεθόδου της Διασταυρούμενης Αποδοτικότητας (*Cross Efficiency*), με σκοπό την εγκυροποίηση των αποτελεσμάτων της αποδοτικότητας καθώς και για την απόρριψη τυχόν ανορθόδοξων επιλογών βαρών σημαντικότητας που δύναται να διαστρεβλώσουν την φυσική ερμηνεία των αποτελεσμάτων της μεθόδου. Αξίζει να σημειωθεί ότι μέσω της διασταυρούμενης αποδοτικότητας μπορεί να πραγματοποιηθεί και κατάταξη των τεχνικά αποδοτικών μονάδων του δείγματος (Φλώκου, 2017).

- Σε μεταγενέστερο στάδιο, η μελέτη της αποδοτικότητας της εταιρίας θα μπορούσε να περιλαμβάνει συνδυαστικά με την DEA και τα αποτελέσματα της αξιολόγησης μέσω χρηματοοικονομικών δεικτών.

8. Βιβλιογραφία

Επιστημονικά άρθρα

Ali J. (2007). Productivity and Efficiency in Indian Meat Processing Industry: A DEA Approach. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 62(4). doi: 10.22004/ag.econ.204550.

Banker R. D., Charnes A. & Cooper W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092. doi: 10.1287/mnsc.30.9.1078.

Benneyan J.C., Sunnetci A. & Ceyhan M.E. (2008). Data envelopment analysis models for identifying and benchmarking the best healthcare processes. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 4 (4), 305-331. doi: 10.1504/IJSSCA.2008.021842.

Boussofiane A., Dyson R.G. & Thanassoulis E. (1991). Applied data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 52, 1-15. doi: 10.1016/0377-2217(91)90331-O.

Caves D.W., Christensen L.R. & Diewert W.E. (1982). The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity. *Econometrica*, 50(6). doi: 10.2307/1913388.

Charnes A., Cooper W.W. & Rhodes E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444. doi: 10.1016/0377-2217(78)90138-8.

Cook W.D., Tone K. & Zhu J. (2014). Data envelopment analysis: Prior to choosing a model. *Omega*, 44, 1-4. doi: 10.1016/j.omega.2013.09.004.

Färe R., Grosskopf S., Norris M. & Zhang Z. (1994). Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries. *The American Economic Review*, 84(1), 66-83.

Farrell, M.J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3), 253-290. doi: 10.2307/2343100.

Flegl M., Jiménez-Bandala C.A., Sánchez-Juárez I. & Matus E. (2022). Analysis of production and investment efficiency in the Mexican food industry: Application of two-stage DEA. *Czech Journal of Food Sciences*, 40(2), 109–117. doi: 10.17221/172/2021-CJFS.

Golany B. & Roll Y. (1989). An Application Procedure for DEA. *Omega*, 17(3), 237-250. doi: 10.1016/0305-0483(89)90029-7.

Halkos G.E. & Tzeremes N.G. (2012). Analyzing the Greek renewable energy sector: A Data Envelopment Analysis approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 2884– 2893. doi: 10.1016/j.rser.2012.02.003.

Joo S.J., Nixon D. & Stoeberl P.A. (2011). Benchmarking with data envelopment analysis: a return on asset perspective. *Benchmarking: An International Journal*, 18(4), 529-542. doi: 10.1108/14635771111147623.

Kumar M. & Basu P. (2008). Perspectives of productivity growth in Indian food industry: a data envelopment analysis. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 57(7), 503-522. doi: 10.1108/17410400810904001.

Lemonakis C. (2015). Application of Data Envelopment Analysis and Financial Indicators of Greek agro-firms. *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems*, 6(2), 31-39. doi: 10.4018/ijaeis.2015040103.

Lukač Z. & Gardijan M. (2017). Measuring the Efficiency of the Food Industry in Central and East European Countries by using the Data Envelopment Analysis Approach. *Proceedings of the 6th International Conference on Operations Research and Enterprise Systems (ICORES 2017)*, 385-392. doi: 10.5220/0006196303850392.

Pervan M. (2020). Efficiency of large firms operating in the Croatian food industry: Data envelopment analysis. *WSEAS TRANSACTIONS on BUSINESS and ECONOMICS*. doi: 10.37394/23207.2020.17.47.

Rezitis A.N. & Kalantzi M.A. (2015). Investigating technical efficiency and its determinants by data envelopment analysis: An application in the Greek food and beverages manufacturing industry. *Agribusiness: An International Journal*, 32(2), 254-271. doi: 10.1002/agr.21432.

Tai H.W., Pineau P.O. & Caporossi G. (2010). Efficiency evolution of coal-fired electricity generation in China, 1999-2007. *International Journal of Energy Sector Management*, 4(3), 316-336. doi: 10.1108/17506221011073824.

Thanassoulis E. & Silva M.C.A. (2018). Measuring Efficiency Through Data Envelopment Analysis. *Impact*, 1, 37-41. doi: 10.1080/2058802X.2018.1440814.

Tone K. (2001). A slack-based measure of efficiency in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 130, 498-509. doi: 10.1016/S0377-2217(99)00407-5.

Vlontzos G. & Theodoridis A. (2013). Efficiency and Productivity Change in the Greek Dairy Industry. *AGRICULTURAL ECONOMICS REVIEW*, 14(2), 14-28.

Wang C.N., Nguyen M.N., Le A.L. & Tibo H. (2020). A DEA Resampling Past-Present-Future Comparative Analysis of the Food and Beverage Industry: The Case Study on Thailand vs. Vietnam. *Mathematics*, 8, 1140. doi:10.3390/math8071140 .

Βιβλία

Amirteimoori A., Sahoo B.K., Charles V. & Mehdizadeh S. (2022). An Introduction to Data Envelopment Analysis. In: Stochastic Benchmarking. *International Series in Operations Research & Management Science*, 317. Springer, Cham. Ανακτήθηκε από: doi: 10.1007/978-3-030-89869-4_2.

Coelli T.J., Rao D.S.P., O'Donnell C.J. & Battese G.E. (2005). An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis (2nd Edition). United States of America: Springer Science + Business Media Inc.

Cooper W.W., Seiford L.M. & Tone K. (2007). Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software (2nd Edition). United States of America: Springer Science + Business Media LLC.

Cooper, W.W., Seiford, L.M. & Zhu, J. (2011). Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations. In: Cooper, W., Seiford, L., Zhu, J. (eds) Handbook on Data Envelopment Analysis. *International Series in Operations Research & Management Science*, 164. Boston: Springer. Ανακτήθηκε από: doi: 10.1007/978-1-4419-6151-8_1.

Slack N., Brandon-Jones A. & Johnston R. (2013). Operations Management (7th Edition). Harlow: Pearson Education Limited.

Thanassoulis E. (2001). INTRODUCTION TO THE THEORY AND APPLICATION OF DATA ENVELOPMENT ANALYSIS: A Foundation Text with Integrated Software. New York: Springer Science + Business Media Inc.

Wheelen T.L. & Hunger J.D. (2012). Strategic Management and Business Policy: Toward Global Sustainability (13th Edition). United States of America: Pearson Education Inc.

Διδακτορικές διατριβές

Φλώκου Α. (2017). Εφαρμογή μη παραμετρικών μεθόδων για την εκτίμηση και ανάλυση της αποδοτικότητας υπηρεσιών υγείας: η περίπτωση των νοσοκομείων του εθνικού συστήματος υγείας. (Διδακτορική διατριβή). Διαθέσιμο από: Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών. doi: 10.12681/eadd/41193.

Διπλωματικές εργασίες

Κούρογλου Ο.Ε. (2019). Μέτρηση της επίδοσης ελληνικών επιχειρήσεων του κλάδου των Ορυχείων-Μεταλλείων-Αλυκών (2015-2017). (Διπλωματική εργασία). Ανακτήθηκε από: <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/handle/123456789/49965>.

Τσαλιάνης Α.Γ. (2015). Αξιολόγηση θερμοηλεκτρικών σταθμών με την μέθοδο Data Envelopment Analysis (DEA). (Διπλωματική εργασία). Ανακτήθηκε από: <https://dspace.lib.uom.gr/handle/2159/17003>.

Διαδίκτυο

Investopedia (2022). Ανακτήθηκε από: <https://www.investopedia.com/terms/c/cogs.asp>.

Investopedia (2022). Ανακτήθηκε από: <https://www.investopedia.com/terms/s/sga.asp>.

Investopedia (2022). Ανακτήθηκε από: <https://www.investopedia.com/terms/r/revenue.asp>.

Investopedia (2022). Ανακτήθηκε από: <https://www.investopedia.com/terms/g/grossprofit.asp>.

IOBE (2022). ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ FACTS & FIGURES 2021. [Μικροοικονομική Ανάλυση] (2022, Ιούνιος 9). Ανακτήθηκε από: http://iobe.gr/research_dtl.asp?RID=260.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ (2022). Ανακτήθηκε από: <https://euretirio.com/oikonomies-klimakas/>.

Καραγιώργος (2020). Σημειώσεις μαθήματος Διοικητική Λογιστική. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.

Μπάρμπα Στάθης (2017). Οικονομικές καταστάσεις 2017. Ανακτήθηκε από: <https://www.barbastathis.com/ta-panta-gia-emas/oikonomika-stoiheia>.

Μπάρμπα Στάθης (2018). Οικονομικές καταστάσεις 2018. Ανακτήθηκε από: <https://www.barbastathis.com/ta-panta-gia-emas/oikonomika-stoiheia>.

Μπάρμπα Στάθης (2019). Οικονομικές καταστάσεις 2019. Ανακτήθηκε από: <https://www.barbastathis.com/ta-panta-gia-emas/oikonomika-stoiheia>.

Μπάρμπα Στάθης (2020). Έκθεση εταιρικής υπευθυνότητας 2020. Ανακτήθηκε από:
<https://www.barbastathis.com/ta-panta-gia-emas/etairiki-ypelythynotita>.

Μπάρμπα Στάθης (2020). Οικονομικές καταστάσεις 2020. Ανακτήθηκε από:
<https://www.barbastathis.com/ta-panta-gia-emas/oikonomika-stoiheia>.