



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (DEA)

Από

ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΓΚΟΥΝΤΑΡΟΠΟΥΛΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χανιά, Ιούνιος 2024

Καθηγητής Μιχάλης Δούμπος, *Επιβλέπων καθηγητής*

ABSTRACT

Nowadays, considering that most industrial processes are commonly used amongst many industries, and are not used only by the ones distinguished by their massive economic activities, as well as the lack of risk in their decision-making process, the necessity for the analysis and evaluation of these processes is critical. Firstly, in this diploma thesis, there will be a theoretical explanation of some terms regarding the industrial processes. These processes are defined by the total amount of industrial resources and operations found in a production unit and their analysis aims at the optimization of customer products and services. Subsequently, with the help of an industry specializing in products that control and distribute electrical current, for example fuses, the analysis and evaluation of their production processes will be made by using a method called *Data Envelopment Analysis (DEA)*. The DEA method defines these processes as decision-making units (DMUs). At this point, input data (incoming resources) provide some output data (outgoing resources – results), both of which are evaluated. Therefore, the efficiency of the company is assessed. As input data, or input variables, are considered some key resources of the company (cost, time, staff, facilities), while output variables relate to their results (customer satisfaction, profit, product innovation). In conclusion, the results of the DEA method will identify the processes with low efficiency and will create a framework where the industry will be able to act focused and improve the productive goals it has set.

Keywords: Industrial Processes, Data Envelopment Analysis (DEA), Decision Making Units (DMUs), Efficiency, Input Data, Output Data.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη σημερινή εποχή της εδραίωσης των μοντέλων των επιχειρηματικών δομών σε εσωτερικό και εξωτερικό τομέα, καθώς και της ασφάλειας που επικρατεί στις εταιρείες, λόγω της απουσίας αποφάσεων με ρίσκο, η αναγκαιότητα για την ανάλυση και αξιολόγηση των διεργασιών τους είναι πιο σημαντική από ποτέ. Στη διπλωματική αυτή γίνεται αρχικά θεωρητική επεξήγηση των εννοιών που αφορούν τις επιχειρησιακές διεργασίες. Ως διεργασίες ορίζονται το σύνολο των πόρων και των διαδικασιών που υπάρχουν σε μία παραγωγική μονάδα και η ανάλυσή τους σκοπεύει στη βελτιστοποίηση των παρεχόμενων προϊόντων και υπηρεσιών. Στη συνέχεια, με βασικό πυλώνα μία βιομηχανία κατασκευής προϊόντων διανομής και ελέγχου ηλεκτρικού ρεύματος, συγκεκριμένα ασφάλειες τήξεως, θα αναλυθούν σε βάθος συγκεκριμένες διεργασίες και με τη βοήθεια της μεθόδου της περιβάλλουσας ανάλυσης δεδομένων (DEA- Data Envelopment Analysis) θα γίνει η αξιολόγησή τους. Στο πλαίσιο της μεθόδου DEA οι διεργασίες της επιχείρησης ορίζονται ως μονάδες λήψης αποφάσεων (DMU – Decision Making Units) κατά τις οποίες τα δεδομένα εισόδου (εισερχόμενοι πόροι) παράγουν δεδομένα εξόδου (εξερχόμενοι πόροι – αποτελέσματα), τα οποία αξιολογούνται. Συνεπώς, σύμφωνα με τα δεδομένα αυτά εκτιμάται η αποδοτικότητα της επιχείρησης. Δεδομένα εισόδου ή μεταβλητές εισόδου θεωρούνται κάποιοι βασικοί πόροι της επιχείρησης (κόστος, χρόνος, προσωπικό, εγκαταστάσεις), ενώ οι μεταβλητές εξόδου αφορούν τα αποτελέσματα αυτών (ικανοποίηση πελατών, κέρδος-κερδοφορία, καινοτομία προϊόντων). Εν κατακλείδι, τα αποτελέσματα της DEA θα εντοπίσουν τις διεργασίες με χαμηλή αποδοτικότητα, και θα δημιουργηθεί ένα πλαίσιο όπου η επιχείρηση θα μπορέσει να δράσει εστιασμένα, βελτιώνοντας τους παραγωγικούς στόχους που έχει θέσει.

Λέξεις κλειδιά: Βιομηχανικές Διεργασίες, Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (DEA), Μονάδες λήψης αποφάσεων (DMUs), Αποδοτικότητα, Δεδομένα Εισόδου, Δεδομένα Εξόδου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η διπλωματική αυτή πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια πολλών ανθρώπων που στάθηκαν δίπλα μου μέχρι το πέρας της. Θα ήθελα να τους ευχαριστήσω όλους.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον εκλίνοντα επιβλέποντα καθηγητή μου Κύριο Ευάγγελο Γρηγορούδη που αποτέλεσε σημείο αναφοράς της εργασίας μου και ήταν το έναυσμα για το ξεκίνημα όλης της έρευνας. Η συνεχής και άμεση στήριξή του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας ήταν ζωτικής σημασίας, και χωρίς αυτή δεν θα υπηρετούσα τη ποιότητα που μου έχει διδάξει μέχρι και σήμερα. Από τις πρώτες μου επαφές μαζί του, στα υπόλοιπα μαθήματα που διδάσκει, ενθουσιάστηκα και εμπνεύστηκα, και αποτέλεσε ο συνδετικός κρίκος του ενδιαφέροντος μου και της πρακτικής φιλοσοφίας που σου διδάσκει το πολυτεχνείο Κρήτης, μέσω της διπλωματικής εργασίας. Κύριε Καθηγητά, σας ευχαριστώ πολύ μου δείξατε το δρόμο της ποιότητας και με στηρίζατε όχι μόνο διδακτικά αλλά και πνευματικά!

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον παρόντα επιβλέποντα καθηγητή Μιχάλη Δούμπος, που αποτέλεσε σημαντικό στήριγμα σε αυτή τη δύσκολη περίοδο και με αποφασιστικότητα ανέλαβε τη διπλωματική μου εργασία και με βοήθησε να τη βγάλω εις πέρας όσο πιο ομαλά και αποδοτικά γίνεται. Να ευχαριστήσω θερμά και τους καθηγητές Κωνσταντίνο Ζοπουνίδη και Ελευθέριο Σίσκο για τη συμμετοχή του στην εξεταστική επιτροπή της εργασίας και τις πολύτιμες παρατηρήσεις τους. Σας ευχαριστώ πολύ όλους, που μου υποδείξατε τη σωστή κατεύθυνση ως μηχανικό και ως άνθρωπο!

Θα ήθελα ιδιαιτέρως να ευχαριστήσω, τους συμφοιτητές μου και φίλους μου Ξενοφών Κωτακίδη, Μιχάλη Ζάγορα, Ιωάννη Φάρο, Γιώργο Γρένδα και Μαρίνα Πετροπούλου, που συνεργάστηκαν μαζί μου όλα αυτά τα χρόνια, με δέχτηκαν με τα αρνητικά μου, και πίστεψαν σε μένα στις δύσκολες στιγμές μου. Χωρίς εσάς τίποτε δεν θα ήταν έτσι όπως είναι τώρα και σας οφείλω, προσωπικά, πολλά! Σας ευχαριστώ μέσα από τη καρδιά μου!

Επίσης, ήθελα να ευχαριστήσω τη προσωπική μέντορά μου και συνάδελφο Ευαγγελία Φασούλα, η οποία στάθηκε κοντά μου σε όλες τις δυσκολίες που αντιμετώπισα, σωματικές και πνευματικές. Λίλα μου σε ευχαριστώ πολύ για όλα μέσα από τη καρδιά μου, και σε ευχαριστώ που υπήρξες το κινητήριο έναυσμα που χρειαζόμουν για να ξεπεράσω τον εαυτό μου πνευματικά και να καταστήσω όλα αυτά εφικτά!

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστώ ιδιαιτέρως την οικογένεια μου, που χωρίς αυτούς τίποτε δεν θα ήταν εφικτό. Η ατέλειωτη στήριξη και αγάπη σας είναι καθοριστική για αυτό που αντιπροσωπεύω σήμερα και είμαι έντονα περήφανος που είμαι μέρος της ψυχής σας!

« Σε όλους εκείνους τους ανθρώπους που αναφέρθηκαν πιο πάνω, αλλά και σε πολλούς ακόμη, που έχουν συνεισφέρει στη προσωπική και επαγγελματική εξέλιξή μου, το ευχαριστώ δεν είναι αρκετό! Χωρίς εσάς και τη στήριξή σας, η παρούσα διπλωματική δεν θα ήταν εφικτή. Όλες οι συζητήσεις μας, στο πέρασ των χρόνων, σχημάτισαν και διαμόρφωσαν τη προσωπικότητα που έχω σήμερα και συνεχίζουν και το κάνουν. Σας εύχομαι όλους τα καλύτερα! »

Βασίλειος Γκουνταρόπουλος

Χανιά, Ιούνιος 2024

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ	1
1.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ.....	2
1.3 ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	5
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ	5
2.1 ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΝΝΟΙΕΣ	5
2.2 ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ	9
2.3 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	19
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	19
3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΕΝΝΟΙΕΣ.....	19
3.2 ΒΑΣΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	22
3.2.1 ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ	24
3.2.2 ΒΑΣΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ CCR	26
3.2.3 ΒΑΣΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ BCC	28
3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥ	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	34
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ.....	34
4.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ	34
4.1.1 ΤΟΜΕΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ.....	34
4.1.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	35
4.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΕΙΣΡΟΩΝ ΚΑΙ ΕΚΡΟΩΝ	38
4.2.1 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ MDEAP2	38
4.2.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ-ΕΞΟΔΟΥ	42
4.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	44
4.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	49
4.4.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (SCORES).....	50
4.4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΑΡΩΝ (WEIGHTS)	52
4.4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕ ΤΙΣ ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ (PEERS).....	55
4.4.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΟΧΩΝ (TARGETS).....	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	60
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	60
5.1 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ	60
5.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ	61
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	63
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	65

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ

Μία σύντομη ιστορική αναδρομή, στο κοντινό παρελθόν, σε χρόνια που οι άνθρωποι πλέον είχαν αναπτύξει τα μεγάλα θεμέλια για αυτό που σήμερα καλείται βιομηχανία, επιχειρησιακές δομές και διαδικασίες, ανταγωνιστικότητα, αλλά και κερδοφορία, αναδεικνύει πως η παγκόσμια οικονομία είναι κάτι, αν μη τι άλλο, δυναμικό. Κάθε επιχείρηση, έχοντας στόχο την δικιά της ευημερία, οφείλει να προσαρμόσει λοιπόν τη στρατηγική της, ως προς τους παραπάνω πυλώνες και να ανταπεξέλθει στο κλίμα της αγοράς.

Οι επιχειρησιακές δομές ανέκαθεν υπήρξαν το κλειδί για τη πρωτοπορία της επιχείρησης μέσα σε αυτό το ρεύμα των συνεχόμενων μεταβολών. Για το λόγο αυτό, η όποια στασιμότητα παρουσιάζεται, μέσα στο κύκλο ζωής της, έχει αρνητικό αντίκτυπο και θα πρέπει να εκλαμβάνεται ως εμπόδιο στα στρατηγικά της πλάνα. Οι δομές αυτές, αποτελούνται εξ ολοκλήρου από κάποιες διαδικασίες. Εκτός από τις βιομηχανικές διαδικασίες παραγωγής, όπως για παράδειγμα, η κατασκευή ενός αντικειμένου, με τη βοήθεια χημικών, φυσικών, ηλεκτρικών ή και μηχανικών βημάτων, υπάρχουν και οι διαδικασίες παροχής υπηρεσιών, οι διαδικασίες ποιότητας, οι διαδικασίες ανασχεδιασμού, αξιολόγησης καθώς και αποδοτικότητας. Οι διαδικασίες παροχής υπηρεσιών βασίζονται κυρίως στην σωστή και άμεση εξυπηρέτηση του πελάτη, με οδηγό την ικανοποίηση και το σεβασμό των επιθυμιών και των αναγκών του μέσου καταναλωτή. Οι διαδικασίες ποιότητας ανασχεδιασμού και αξιολόγησης όντας το πιο σημαντικό κομμάτι στην εξασφάλιση της ευημερίας, μίας εταιρείας, περικλείουν και γενικότερα οφέλη, όπως την απόκτηση μεγαλύτερου μεριδίου στην αγορά, την ανάπτυξη νέων πρωτοποριακών προϊόντων, τη δημιουργία ενός ‘πράσινου’ κλίματος που θα σέβεται το περιβάλλον και θα δημιουργεί κουλτούρα ευθύνης και αποφασιστικότητας, την βαθιά ενασχόληση των εργαζομένων με θέματα προσωπικής ανάπτυξης κ.α. Με λίγα λόγια, την ανάπτυξη μίας ανθρωποκεντρικής φιλοσοφίας που θα επενδύει στον άνθρωπο και κατ’ εξακολούθησιν στην εξέλιξη της ίδιας της επιχείρησης αλλά και της κοινωνίας. Οι διαδικασίες αποδοτικότητας αφορούν τις παροντικές και μελλοντικές μελέτες αποδοτικότητας στα παραγόμενα προϊόντα και διαδικασίες της επιχείρησης με σκοπό τη βελτιστοποίησή τους. Ο Davenport & Short [1] χαρακτηρίζουν ως διαδικασία ένα σετ έργων ίδιας λογικής που πραγματοποιούνται για την επίτευξη ενός συγκεκριμένου επιχειρηματικού αποτελέσματος και θεωρούν ότι οι διαδικασίες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: α) Προσανατολισμένες επιχειρησιακά – σχετίζονται με το προϊόν και το πελάτη και β) Προσανατολισμένες διοικητικά (Διαχείριση) – αυτές που ασχολούνται με την απόκτηση και τον συντονισμό πόρων.

Οι διαδικασίες (ή τα μεμονωμένα μέρη τους) πρέπει να προσδίδουν αξία στον πελάτη (και στην επιχείρηση). Αυτό είναι το βασικότερο κριτήριο αξιολόγησης και ανασχεδιασμού διαδικασιών. Με γνώμονα λοιπόν, τις διαδικασίες και το σύνολο το οποίο αντιπροσωπεύουν, οι επιχειρήσεις, εφόσον διαθέτουν τη διαύγεια να αναγνωρίσουν τη σημαντικότητά τους, μπορούν να οργανώσουν και να εφαρμόσουν κάποιες στρατηγικές πχ. σε τομείς παραγωγής, τομείς διαχείρισης ανθρώπινου δυναμικού, τομείς διοίκησης. Οι στρατηγικές αυτές θα προάγουν την περαιτέρω ανάπτυξη των

διαδικασιών αυτών και θα αναγνωρίσουν τους στόχους που θα πρέπει να θέσει η επιχείρηση έτσι ώστε να εξαλείψει τη ανούσια σπατάλη πόρων. Συμπερασματικά, η σωστή διαχείριση των διαδικασιών συνδέεται με τη φάση της αναδιοργάνωσης και της αξιολόγησης.

1.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ

Ο ανασχεδιασμός των διαδικασιών ορίζεται ως μία κατάσταση που στοχεύει στην αλλαγή του τρόπου λειτουργίας, οργάνωσης, διοίκησης, καθώς και στην αναδιαμόρφωση των παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών, μίας επιχείρησης. Είναι μία ανάληψη τεράστιου ρίσκου από την ίδια την εταιρεία και συνήθως προκαλεί τα πιο μεγάλα προβλήματα αν δεν συνοδεύεται με τις απαραίτητες τεχνολογικές (π.χ. προγράμματα προσομοιώσεων) και οικονομοτεχνικές (π.χ. απαραίτητα κεφάλαια και εγκαταστάσεις) γνώσεις, αλλά και την εμπειρία των υπευθύνων υιοθέτησης, και εφαρμογής του. Ωστόσο, αποτελεί κατά κόρον μία ενέργεια βελτίωσης της ποιότητας των επιχειρησιακών διαδικασιών και προάγει την ανάπτυξη και τη καινοτομία. Ο ανασχεδιασμός συναντάται από τη πιο μικρή αλλαγή που μπορεί να συμβεί (π.χ. αλλαγή χρονοδιαγράμματος παραγωγής για ένα χρονικό διάστημα) μέχρι και την πιο μεγάλη (π.χ. ριζική αλλαγή στη παραγωγική διαδικασία με προσθήκη καινούργιου μηχανήματος, ή και αλλαγή ανθρώπου στη διοίκηση), στη δομή της επιχείρησης. Τα όρια θέτονται σύμφωνα με τις αξίες που θα προσκομίσει η εταιρεία αλλά και τους πόρους που μπορεί να διαθέσει για την ανάπτυξη της στρατηγικής επίτευξής του.

Μία άλλη μορφή ανασχεδιασμού αποτελεί η αναθεώρηση των αξιών της επιχείρησης. Πρακτικά, αναδομείται το περιβάλλον λειτουργίας και οργάνωσης και αυτό μπορεί να συνεπάγεται και την αλλαγή της ίδιας της φιλοσοφίας της. Αυτή η αλλαγή είναι που θα επιφέρει τη λήψη των δραστικών μέσων βελτίωσης της αποδοτικότητας των διαδικασιών της και θα αναγκάσει την εταιρεία να αναπροσαρμοστεί στα καινούργια δεδομένα λειτουργίας. Για να είναι επιτυχής αυτός ο τύπος ανασχεδιασμού προϋποθέτει την εναρμόνιση των αξιών των εργαζομένων μεταξύ τους αλλά και με τη διοίκηση ώστε να μπορέσουν να κινητοποιηθούν αποτελεσματικά ως προς το στόχο. Επίσης, είναι απαραίτητο να υπάρχει ένα φυσιολογικό κλίμα συνεννόησης και ο σεβασμός να αποτελεί αδιαπραγμάτευτη αξία.

Άρρηκτα συνδεδεμένη με τον ανασχεδιασμό και τα αποτελέσματά του είναι και η αποδοτικότητα. Μάλιστα, η μελέτη της είναι αυτή που οδηγεί στον ανασχεδιασμό. Ορίζεται λοιπόν, σαν μέσο μέτρησης του αποτελέσματος μίας διαδικασίας, που γίνεται σύμφωνα με κάποια πρότυπα της εταιρείας, και αποτυπώνει τα περιθώρια ανάπτυξης και εξέλιξης της. Σαφώς, η αποδοτικότητα είναι πάντα επιθυμητή όταν είναι η βέλτιστη, αλλά επειδή αυτό είναι κάτι φυσικά αδύνατο να συμβεί σε όλους τους τομείς μίας επιχείρησης, συμπληρώνεται λοιπόν, από τον ανασχεδιασμό. Ακόμη, μία αρκετά σημαντική καινοτόμα ιδέα αποτελεί και η μέτρηση της αποδοτικότητας του ίδιου του ανασχεδιασμού που προϋποθέτει όμως υψηλά επίπεδα εμπειρίας και γνώσης ποιοτικής ανάπτυξης. Η μέτρηση και ανάλυση της αποδοτικότητας συνολικά, είναι ο βασικός στόχος χιλιάδων επιχειρήσεων, του σήμερα, που κυνηγούν προοπτικές βελτίωσης, και θα αποτελέσει και το αντικείμενο ενασχόλησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

1.3 ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει στην εφαρμογή της μεθόδου της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (DEA) σε μία επιχείρηση-βιομηχανία, και συνεπώς στη μέτρηση της αποδοτικότητας της. Η εκτίμηση αυτή θα αναφέρεται συγκεκριμένα στο τομέα παραγωγής της βιομηχανίας και θα εκφράζει την αποδοτικότητα στο σύνολο της διαδικασίας του παραγόμενου προϊόντος. Για να έχει πραγματική αξία η μέτρηση της παραπάνω αποδοτικότητας, χρειάζεται να μελετήσει η εταιρεία σενάρια ανασχεδιασμού. Να μπορέσει να καταστρώσει στρατηγικές βελτιστοποίησης των διαδικασιών της, με δυνατότητα αξιολόγησής τους, με τελικό στόχο τη καινοτομία, τη κερδοφορία και την αειφόρο ανάπτυξη. Οπότε, συμπεραίνεται ότι έχει νόημα να εξετάζονται οι έννοιες του ανασχεδιασμού, της αποδοτικότητας και της αξιολόγησης και να αναφέρεται το σχετικό θεωρητικό υπόβαθρο που τις περικλείει. Η θεωρία καλό είναι να υπάρχει πάντα για να στηρίζει τη προσπάθεια, αυτών που την συμβουλεύονται, για έμπρακτο αποτέλεσμα.

Αρχικά, στο πρώτο κομμάτι της εργασίας αναλύεται συνοπτικά, όλη η θεωρία που αφορά τη μελέτη που θα πραγματοποιηθεί. Γίνεται λόγος για τις διαδικασίες του ανασχεδιασμού, των αξιολογήσεων στο περιβάλλον των επιχειρήσεων, και το γιατί είναι αναγκαίες στρατηγικές στη σημερινή εποχή του ανταγωνισμού.

Στο δεύτερο κομμάτι, γίνεται μία περαιτέρω εμβάθυνση στις έννοιες αυτές και αναλύονται ειδικότερα κάποια οφέλη και αδυναμίες που μπορούν να προκύψουν κατά την εφαρμογή τους.

Στο τρίτο κεφάλαιο, πραγματοποιείται ανάλυση της μεθόδου που θα χρησιμοποιηθεί (DEA) σε πολλά επίπεδα. Συγκεκριμένα, γίνεται λόγος για βασικές αρχές και μοντέλα, με κάποια αντιπροσωπευτικά διαγράμματα για το πως λειτουργεί, και ύστερα αναλύονται σε βάθος τα πιο βασικά μοντέλα της, BCC και CCR. Τέλος, θα εξεταστεί η αποτελεσματικότητα της μεθόδου στο σύνολο και θα εξακριβωθεί η αξία της στη μελέτη περίπτωσης που μελετάται.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η μελέτη περίπτωσης. Πρώτον, θα γίνει μία σύντομη παρουσίαση του αντικείμενου ασχολίας της επιχείρησης, παρουσιάζοντας στη συνέχεια, τα βασικά προϊόντα και διαδικασίες παραγωγής της. Δεύτερον, θα καθοριστούν τα δεδομένα εισροών και εκροών που απαιτεί η μέθοδος μαζί με τα αποτελέσματα της. Εν κατακλείδι, θα πραγματοποιηθεί μια παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αποδοτικότητας ανά έτος αλλά και ανά προϊόν.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο, θα παρουσιαστούν τα συμπεράσματα της μελέτης περίπτωσης. Ειδικά, θα προταθούν προτάσεις βελτίωσης που θα μπορεί να εφαρμόσει η βιομηχανία πάνω στις αναλυόμενες διαδικασίες παραγωγής της, και προϊόντα, ώστε να μεγιστοποιήσει την αποδοτικότητα και να αυξήσει τη κερδοφορία της. Δεν θα λείψουν να αναφερθούν και μελλοντικές επεκτάσεις της έρευνας που πραγματοποιήθηκε, ίσως σε περαιτέρω γκάμα προϊόντων αλλά και σε διαδικασίες της εταιρείας που μέχρι τώρα μένει να αξιολογηθούν και χρήζουν ανάγκης ανασχεδιασμού.

Παρακάτω παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.1 η πορεία της μεθοδολογίας που θα ακολουθηθεί για την εκπλήρωση της διπλωματικής διατριβής.

*Σχήμα 1.1 Μεθοδολογία διπλωματικής εργασίας*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ

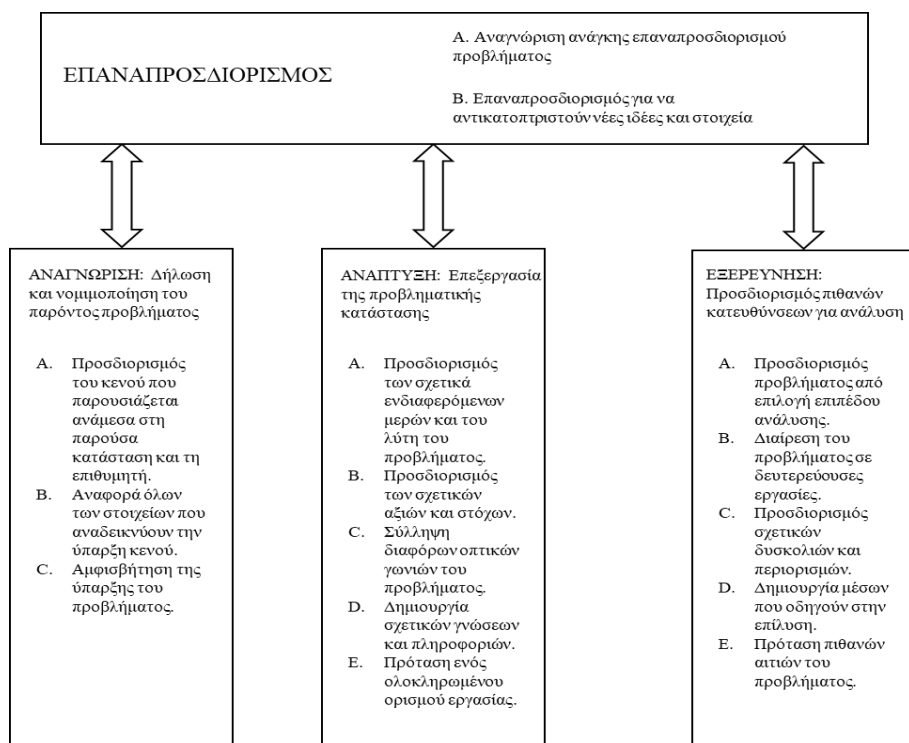
2.1 ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΝΝΟΙΕΣ

Σύμφωνα με την M. J. Marsden [2], η έννοια της αξιολόγησης πρέπει να χαρακτηρίζεται από τρία βασικά ερωτήματα: τι είναι, τι περιλαμβάνει και που οδηγεί. Πρακτικά, είναι μία αναλυτική διαδικασία που στοχεύει στη συγκέντρωση αντικειμενικών και υποκειμενικών στοιχείων από διάφορες πηγές, χρησιμοποιώντας πληθώρα τεχνικών, για την αποτύπωση κάποιου αποτελέσματος. Η αξιολόγηση οδηγεί στη σύνθεση των δεδομένων αποτυπωμένη σε μια 'έκθεση' που περιέχει μια περίληψη των αποτελεσμάτων και συστάσεων, με επικυρωμένες αιτιολογίες σχετικά με το πρόγραμμα-τμήμα-τομέα-διαδικασία που αξιολογείται. Μια καλογραμμένη έκθεση αξιολόγησης παρουσιάζει τα επιχειρήματα με σαφήνεια και περιεκτικότητα, έτσι ώστε οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων να έχουν τα στοιχεία ενώπιόν τους για να λάβουν υπόψη τις συστάσεις της διοίκησης και των εργαζομένων για τις νέες στρατηγικές. Ο γενικός στόχος της αξιολόγησης είναι να επηρεάσει τις αποφάσεις σχετικά με την ανάγκη για νέες πρακτικές στο παρόν ή το μέλλον, την ανάγκη για τροποποιήσεις στην ήδη υπάρχουσα δομή, και την ανάγκη παροχής στοιχείων κόστους/οφέλους σχετικά με αυτές.

Άκρως σημαντική φάση στη διαδικασία της αξιολόγησης οργανισμών και επιχειρήσεων είναι η διαδικασία του σωστού προσδιορισμού του προβλήματος. Το λεγόμενο 'Problem Definition' έχει απασχολήσει εκατοντάδες επιστημονικές έρευνες, και γενικότερα, αρμόδιους τομείς για την αντιμετώπισή του, στις επιχειρήσεις και σε οργανισμούς, γενικότερα. Στους τομείς επίλυσης προβλημάτων, η σημασία της αντιμετώπισης του 'σωστού' προβλήματος έχει αναγνωριστεί από καιρό. Όπως είχε πει και ο Büyükdamgaci [3], *'The formulation of a problem is often more essential than its solution, which may be merely a matter of mathematical or experimental skill'*, που σημαίνει ότι η διατύπωση του προβλήματος είναι συνήθως πιο σημαντική από την ίδια τη λύση του προβλήματος, που μπορεί να τυγχάνει να είναι απλά ένα μαθηματικό πρόβλημα.

Σύμφωνα με τον G. Büyükdamgaci [3], έχοντας σαν παράδειγμα, δύο εμπειρικές μελέτες αναφορικά με το πρόβλημα αυτό, ανακάλυψαν πως πραγματοποιείται η διαδικασία προσδιορισμού ενός προβλήματος σε οργανισμούς-επιχειρήσεις. Η πρώτη των Mintzberg et al. [4], ανέλυσε τη φάση του προσδιορισμού, σε δύο υπομέρη, την 'αναγνώριση' και τη 'διάγνωση'. Η 'αναγνώριση' συμβαίνει όταν το πρόβλημα πρωτοεμφανίζεται και η ανάγκη για επίλυσή του, πλέον, αναγνωρίζεται. Ξεκινά με τη συσσώρευση των ερεθισμάτων του προβλήματος και καθώς αυτά αυξάνονται πέρα από ένα 'κατώφλι δράσης' (ένα σημείο όπου το πρόβλημα πλέον δεν μπορεί να αγνοηθεί), η δράση ξεκινά. Το επόμενο βήμα είναι η 'διάγνωση', κατά την οποία, η διοίκηση προσπαθεί να κατανοήσει τα ερεθίσματα και να επαληθεύσει τη σχέση αιτίας-αποτελέσματος, στη κατάσταση. Όλα αυτά, περιλαμβάνουν μία διαδικασία συλλογής πληροφοριών για την αποσαφήνιση και το καθορισμό των προβλημάτων, με τη πρόκληση όμως να εμφανίζεται κυρίως στη διάγνωση. Από τις 25 περιπτώσεις που μελετήθηκαν [4], στις 14 εφαρμόστηκε μία τυπική και σαφής διάγνωση του προβλήματος, ενώ

στις υπόλοιπες όχι. Έτσι λοιπόν, συμπεραίνεται ότι όποιος και αν ήταν ο προσδιορισμός του προβλήματος, όταν το ερέθισμα έγινε αρχικά αντιληπτό, ο τελικός προσδιορισμός του ήταν δεδομένος. Η δεύτερη μελέτη που πραγματοποιήθηκε ήταν της M. A. Lyles [5], σε 33 οργανισμούς. Το μοντέλο που δοκιμάστηκε σε αυτή τη μελέτη, έχει την επίγνωση της ύπαρξης προβλήματος, από την αρχή. Στη συνέχεια, ακολουθεί ένα γεγονός ‘πυροδότησης’ (αναφορές πωλήσεων, παράπονα, είσοδος νέου ανταγωνιστή στην αγορά κ.λπ.) που αναγκάζει τη δράση. Το επόμενο βήμα είναι η ‘συγκέντρωση πληροφοριών’ συνολικά και σε πολλούς τομείς ή και ταυτοχρόνως το κάθε μέλος της επιχείρησης μπορεί να συλλέξει πληροφορίες για να ενισχύσει τη δικιά του οπτική για το πρόβλημα ή αυτή ενός διοικητικού στελέχους. Τυπικά, αυτό ακολουθείται από κάποιας μορφής συνάντησης όπου οι απόψεις συζητούνται. Το βήμα αυτό καλείται ‘αντιπαράθεση’. Τελικά, επιτυγχάνεται η ‘επίλυση’, η οποία μπορεί να είναι σε πολλές μορφές: Συναινέση, Σύνθεση (πολλών απόψεων για το τι είναι το πρόβλημα), Επιβολή (κάποιου διοικητικού στελέχους), ή και τίποτα, που στη περίπτωση αυτή, το πρόβλημα αγνοείται. Στο μοντέλο αυτό, το πρόβλημα αναγνωρίζεται στα βήματα της αντιπαράθεσης και της επίλυσης. Μάλιστα, ανακάλυψε ότι η διαδικασία είχε μία κυκλική ροή, δηλαδή από την επίλυση (μη σταθερή) υπήρχε επιστροφή στη διατύπωση του προβλήματος, λόγω της μη αποδοτικότητας της διαδικασίας προσδιορισμού. Οι κυριότεροι λόγοι που συνέβη αυτό ήταν π.χ. η άρνηση της ύπαρξης προβλήματος, οι αλλαγές στα πόστα εργασίας και συνηθισμένες τεχνικές καθυστερήσεων, που σαν αποτέλεσμα είχαν τη απόρριψη τυχόν ευκαιριών που εμφανίζονταν και την ανάπτυξη μίας κρίσης, στην επιχείρηση. Στο σύνολό τους, οι εμπειρικές αυτές μελέτες, βγάζουν δύο συμπεράσματα με απόλυτη σαφήνεια: 1) ο προσδιορισμός του προβλήματος δεν αντιμετωπίζεται με τυπικότητα και λεπτομέρεια και 2) στις περιπτώσεις που όντως αντιμετωπίζεται, η διαδικασία πραγματοποιείται αναποτελεσματικά.



Σχήμα 2.1: Ένα πλαίσιο δράσης της διαδικασίας αναγνώρισης προβλήματος (Problem Definition) [6]

Παραπάνω, στο Σχήμα 2.1 συνοψίζεται ένα αρκετά αντιπροσωπευτικό μοντέλο της διαδικασίας του ‘Problem Definition’ για πολλούς οργανισμούς. Τα τρία βασικά στάδια είναι η αναγνώριση, η ανάπτυξη και η ανακάλυψη, τα οποία συνδέονται με το στάδιο του επαναπροσδιορισμού στη περίπτωση που το πρόβλημα δεν έχει διατυπωθεί σωστά ή άμα υπάρχουν νέα στοιχεία να λάβουν υπόψη. Το στάδιο της αναγνώρισης, ουσιαστικά, εμπεριέχει τα ερωτήματα σχετικά με το αν το πρόβλημα είναι όντως πρόβλημα και για το αν υπάρχει απόσταση μεταξύ της διαδικασίας έτσι όπως γίνεται με την διαδικασία που θέλει η επιχείρηση, βέλτιστα, να γίνεται. Στην ανάπτυξη, το πρόβλημα αρχικά γνωστοποιείται σε όλο τον οργανισμό, συλλέγονται πληροφορίες και γνώσεις επί αυτού και προτείνεται ένας αρχικός προσδιορισμός του εργασιακού στόχου. Στη φάση της ανακάλυψης, γίνεται ανάλυση του προβλήματος και διαχωρισμός του σε μικρότερα, απλούστερα μέρη. Αναγνωρίζονται οι δυσκολίες και τα εμπόδια και παράγονται μέτρα που θα συμβάλλουν στην αντιμετώπισή του. Τέλος, υπαινίσσονται οι πιθανές ρίζες του προβλήματος με σκοπό την επίλυση ή τον αναγκαίο επαναπροσδιορισμό του.

Ένας άλλος γενικός ορισμός της αξιολόγησης είναι ο εξής: *‘Αξιολόγηση, σαν έννοια, είναι μία εκτίμηση μίας διαδικασίας, σύμφωνα με κάποια πρότυπα και κριτήρια, καθορίζοντας τη χρησιμότητά και τη ποιότητά της, και τελικά συγκρίνοντάς τη με παρόμοια προγράμματα και διαδικασίες’* [7]. Ο McCain ακόμη, επικεντρώθηκε στην αξιολόγηση στο τομέα της εκπαίδευσης, αναφέροντας συγκεκριμένα, ότι ακολουθεί παρόμοια πορεία, παράγοντας κάποια αποτελέσματα. Με τα αποτελέσματα αυτά, σχηματίζεται μία απόφαση η οποία ανταποκρίνεται στη σχεδίαση της σειράς μαθημάτων, στην ανάπτυξή της, στην εφαρμογή της και τη βαρύτητά της στο γενικό σύστημα παιδείας. Γίνεται λοιπόν κατανοητό, ότι εφόσον σε σχεδόν παρόμοια χαρακτηριστικά βασίζεται και η αξιολόγηση διαδικασιών σε μία επιχείρηση, η τελική απόφαση δημιουργείται, αντίστοιχα, σύμφωνα με τη σχεδίαση που απαιτείται, την ανάπτυξη, την εφαρμογή αλλά και τη βαρύτητα που έχει στην επιχείρηση και στην αγορά γενικότερα. Άρα, από τα παραπάνω συμπεραίνουμε καθώς και από το γεγονός ότι η αξιολόγηση είναι κάτι που μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τομείς της κοινωνίας, ότι μερικά από τα οφέλη της, που παρουσιάζει ο McCain [7] αναφορικά με το τομέα της εκπαίδευσης, θα ισχύουν και για τις αξιολογήσεις σε επίπεδο επιχειρήσεων.

Αρχικά, η εφαρμογή των αξιολογήσεων έχει πολλαπλά πλεονεκτήματα στο τομέα των σχέσεων με τους πελάτες, και στη πελατοκεντρικότητα. Μία αποδοτική και σε ευρύ κλίμακα αξιολόγηση, εξασφαλίζει τη στήριξη από και προς το πελάτη και ενισχύει τη καλή σχέση της επιχείρησης με αυτόν. Με την ανάλυση λοιπόν του σχεδίου αξιολόγησης αναδεικνύει η εταιρεία τη δυνατότητα και τη δυναμικότητά της για διασφάλιση ποιότητας και συνεχόμενη βελτίωση των διαδικασιών της, παρέχοντας ταυτόχρονα στους πελάτες αυτοπεποίθηση για την αξία της αγοράς τους. Επιπρόσθετα, σε συνδυασμό με το αρχικό όφελος, η αξιολόγηση αποτελεί εργαλείο χάραξης μίας αναπτυξιακής πορείας για την επιχείρηση, καθώς είναι ένας δείκτης που αξιολογεί άμα οι διαδικασίες πραγματοποιούνται σύμφωνα με τους στόχους που έχει θέσει η εταιρεία στο επιχειρηματικό σχέδιο ευκαιριών και εξέλιξής της. Ακόμη, μέσω της αξιολόγησης παρατηρείται η αποδοτικότητα στο τομέα του σχεδιασμού και της ανάπτυξης, εφόσον αποτυπώνει κατά πόσο λειτουργικές είναι οι διαδικασίες που γίνονται και άμα είναι κατάλληλοι να τις εφαρμόζουν όσοι είναι υπεύθυνοι να τις εφαρμόζουν. Τέλος, με την αγορά να μεταβάλλεται συνεχώς, αλλάζουν και οι ανάγκες των πελατών. Με την αξιολόγηση διαδικασιών επιτυγχάνεται η ταυτοποίηση των αναγκών που επικρατούν και προσαρμόζεται η επιχείρηση στα καινούργια δεδομένα, αυξάνοντας την ανταγωνιστικότητά και τη κερδοφορία της και διορθώνοντας τα σφάλματά της στις διαδικασίες που αξιολογούνται.

Η αξιολόγηση ως μέθοδος, αυτή καθ' αυτή, δεν παράγει αρνητικά αποτελέσματα και στοχεύει μόνο στη βελτιστοποίηση και την ανάπτυξη. Παρόλα αυτά, δεν εφαρμόζεται στη κλίμακα που απαιτεί το περιβάλλον της επιχείρησης. Παρακάτω παρατίθενται κάποιοι από τους λόγους για το οποίους συμβαίνει αυτό:

- **Η αξιολόγηση διαδικασιών απαιτεί ένα συγκεκριμένο σύνολο δεξιοτήτων.** Οι αξιολογητές θα πρέπει να γνωρίζουν τη πορεία που θα ακολουθήσουν και να έχουν εμπειρία, πρακτικά και θεωρητικά, σχετικά με αυτό που πρόκειται να αναλύσουν εις βάθος. Αυτό προϋποθέτει, γνώση μεθόδων συλλογής δεδομένων, σχεδιαστικά όργανα, διαφορετικούς τρόπους επικοινωνίας, καθώς και το σωστό προγραμματισμό των διαδικασιών που θα πραγματοποιηθούν. Αναπόσπαστο κομμάτι, αποτελεί η ικανότητα ανάλυσης των δεδομένων και το μέγεθος της καλοπροαίρετης επιρροής που έχουν σε τρίτους [7].
- **Για πολλούς οργανισμούς δεν αποτελεί προτεραιότητα.** Ο φόρτος εργασίας σε συνδυασμό με το χρόνο και τη προσπάθεια που χρειάζεται είναι ο κύριος λόγος που δεν υφίσταται ευρέως και επιτυχώς. Παρόλο το γεγονός ότι υπάρχουν και αν όχι, μπορούν να δημιουργηθούν όργανα αξιολόγησης, και αυτά με τη σειρά τους απαιτούν πολλούς πόρους και χρόνο από την επιχείρηση, πολύτιμο για την αντιμετώπιση άλλων προβλημάτων, αν και αυτό το κομμάτι πάντα θα τίθεται υπό αμφισβήτηση. Διαπιστώνεται λοιπόν, ότι ο πραγματικός λόγος που δεν υπάρχουν οι αξιολογήσεις δεν είναι ο χρόνος αλλά κυρίως οι προτεραιότητες. Οι επιχειρήσεις στραμμένες στη μεριά της ανάπτυξης, της καινοτομίας και της βιωσιμότητας, θα θέσουν τις αναγκαίες αξιολογήσεις σαν προτεραιότητα.
- **Άμεσα συνδεδεμένο με τον παραπάνω λόγο αποτελεί και το κόστος.** Η αξιολόγηση απαιτεί πληθώρα γνώσεων, εργαλείων και ατόμων υπεύθυνων να την πραγματοποιήσουν και αυτό είναι γνωστό ότι κοστίζει. Για παράδειγμα, αν μία επιχείρηση δεν έχει τα κατάλληλα άτομα να εφαρμόσουν μία αξιολόγηση, θα αναγκαστεί να προσλάβει κάποια ικανά, και αυτό μπορεί να κριθεί μη κερδοφόρο από άποψη κόστους (κόστος πρόσληψης και εφαρμογής > όφελος αξιολόγησης). Από την άλλη, από άποψη ανάπτυξης, αντιμετωπίζεται πάλι το θέμα της προτεραιότητας.
- **Σε πολλές περιπτώσεις, τα οφέλη της αξιολόγησης δεν μπορούν να μετρηθούν επακριβώς.** Αρκετές επιχειρήσεις βλέπουν τις αξιολογήσεις ως επενδύσεις. Συνήθως εκεί, τα αποτελέσματα δεν μπορούν να μετρηθούν με ακρίβεια, λόγω της πολυπλοκότητας, και αυτό επηρεάζει αρνητικά τον επιχειρηματικό κόσμο. Στη περίπτωση που μετριούνται όμως, υπάρχουν πολλοί άλλοι λόγοι που τα επηρεάζουν που η επιχείρηση ίσως να μην είναι σε θέση να τα αλλάξει. Με λίγα λόγια, θα χρειαστεί ένας μετασχηματισμός στο τι ακριβώς μετράει η εταιρεία ώστε να μπορεί να υπολογιστεί αυτό που αξιολογεί.
- **Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης και η μέθοδος εφαρμογής της μπορεί να κατακριθούν.** Τα αποτελέσματα είναι λογικό να μεταφέρονται από και προς τη διοίκηση αλλά και την ομάδα των εργαζομένων. Επειδή όμως, η αξιολόγηση συμβαίνει ταυτόχρονα με τις υπόλοιπες διαδικασίες μία εταιρείας, υπάρχει άμεση αναπληροφόρηση μεταξύ των υπευθύνων αξιολογητών και των εργαζομένων. Παρόλο το στόχο της για βελτιστοποίηση διαδικασιών, συνήθως προκαλεί και κάποιες κινητοποιήσεις εργαζομένων εναντίον της. Για παράδειγμα υπάρχει περίπτωση κάποιος άνθρωπος να θιχτεί συναισθηματικά και να νιώσει ανίκανος για το σκοπό τον οποίο επιτελεί ή να αντιδράσει σχετικά με άλλους συναδέλφους του, ακόμη και προκαλέσει νομικά προβλήματα στην επιχείρηση, αναφορικά με το τρόπο μεταχείρισής του. Όπως σε κάθε είδος κριτικής, ο υπεύθυνος καλό θα είναι να αναλύσει σε βάθος τη πηγή της και να αναρωτηθεί την εγκυρότητα των επιχειρημάτων που του

παρουσιάστηκαν και να δράσει αναλόγως. Σε μερικές περιπτώσεις, ίσως χρειαστεί να αναλάβει και η διοίκηση κάποια μέτρα αντιμετώπισης του προβλήματος. Σε κάθε περίπτωση όμως, η κριτική μπορεί να αποτελέσει καταλύτης για τη βελτίωση των διαδικασιών.

Όπως παρατηρήθηκε, οι λόγοι για τους οποίους δεν υπάρχει αξιολόγηση στις επιχειρήσεις, δεν είναι και τόσο έγκυροι εν τέλει. Χρειάζεται επιμονή και υπομονή από όλες τις μεριές για να υπάρχει τροφή για σκέψη και να αναλογιστούν τα πραγματικά οφέλη της. Αυτό που μπορεί να βοηθήσει μία τέτοια κατάσταση είναι να γίνει έλεγχος για την εγκυρότητα της αιτίας, και να διαπιστωθεί αν όντως ισχύει κάτι τέτοιο ή είναι βασισμένο σε εσφαλμένες ιδέες και αντιλήψεις που δεν εξυπηρετούν τον στόχο της επιχείρησης.

2.2 ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ

Σε μια προσπάθεια βελτίωσης της παραγωγικότητας, των επιδόσεων και της συνολικής ανταγωνιστικότητας τόσο στην εγχώρια όσο και στην παγκόσμια αγορά, οι οργανισμοί έχουν συνειδητοποιήσει ότι υπάρχει ανάγκη να μεταρρυθμίσουν τις επιχειρηματικές τους πρακτικές και να γίνουν πιο εστιασμένες στον πελάτη. Κατά συνέπεια, αναγνωρίζουν την ανάγκη για ολοκληρωτική αλλαγή, αλλά δεν ξέρουν απαραίτητα πώς και τι να αλλάξουν, για να επιτύχουν βελτιώσεις στην παραγωγικότητα και την απόδοση. Ο επανασχεδιασμός της διαδικασίας έχει περιγραφεί ως το ‘ελιξίριο’ για την επίτευξη δραματικών βελτιώσεων στο χρόνο και το κόστος παραγωγής. Ο επανασχεδιασμός της διαδικασίας δεν αφορά τη διόρθωση των τρέχουσων διαδικασιών, αλλά την ανακατασκευή τους, με στόχο τη βελτίωση [8]. Οι Love & Gunasekaran [8] αναφέρουν ότι προτού μία εταιρεία προχωρήσει σε ανασχεδιασμό, απαιτείται μία διεξοδική κατανόηση στις τρέχουσες διαδικασίες και η παρουσία αυτών που καλούνε ‘enablers of change’, δηλαδή τους παράγοντες που φέρνουν αλλαγές. Τυπικά, εφαρμόζεται η τεχνολογία των πληροφοριών (IT) ως ο βασικός παράγοντας αλλαγής, χωρίς όμως να ληφθούν υπόψη άλλοι παράγοντες, όπως η διαχείριση ανθρώπινων και οργανωτικών πόρων και η ολική ποιότητα. Στηρίζουν, ότι η χρήση της τεχνολογίας των πληροφοριών δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως μονόδρομος για την αλλαγή, εφόσον σπάνια είναι αρκετή από μόνη της, αλλά να χρησιμοποιείται συνδυαστικά με τους προαναφερθέντες παράγοντες, χτίζοντας μία φιλοσοφία απαραίτητη για τον αποτελεσματικό ανασχεδιασμό των επιχειρησιακών διαδικασιών. Οι παραπάνω παράγοντες ομαδοποιούνται και στην **Error! Reference source not found.**

Παρόμοιος ορισμός του ανασχεδιασμού αποτελεί και αυτός των Omid & Khoshtinat [9]. Ισχυρίζονται ότι, ο ανασχεδιασμός επιχειρησιακών διαδικασιών (BPR: Business Process Reengineering) έχει προταθεί ως αποτελεσματικό εργαλείο διαχείρισης των τεχνολογικών αλλαγών καθώς και τις αλλαγές στο μάρκετινγκ, στις σημερινές ανταγωνιστικές αγορές, γεγονός που ελαχιστοποιεί το κόστος των δραστηριοτήτων σε όλες τις διαδικασίες ή στο σύνολο του οργανισμού, αναλύοντας και επανασχεδιάζοντας τη ροή εργασίας και τις διαδικασίες εντός και εκτός του οργανισμού [9].

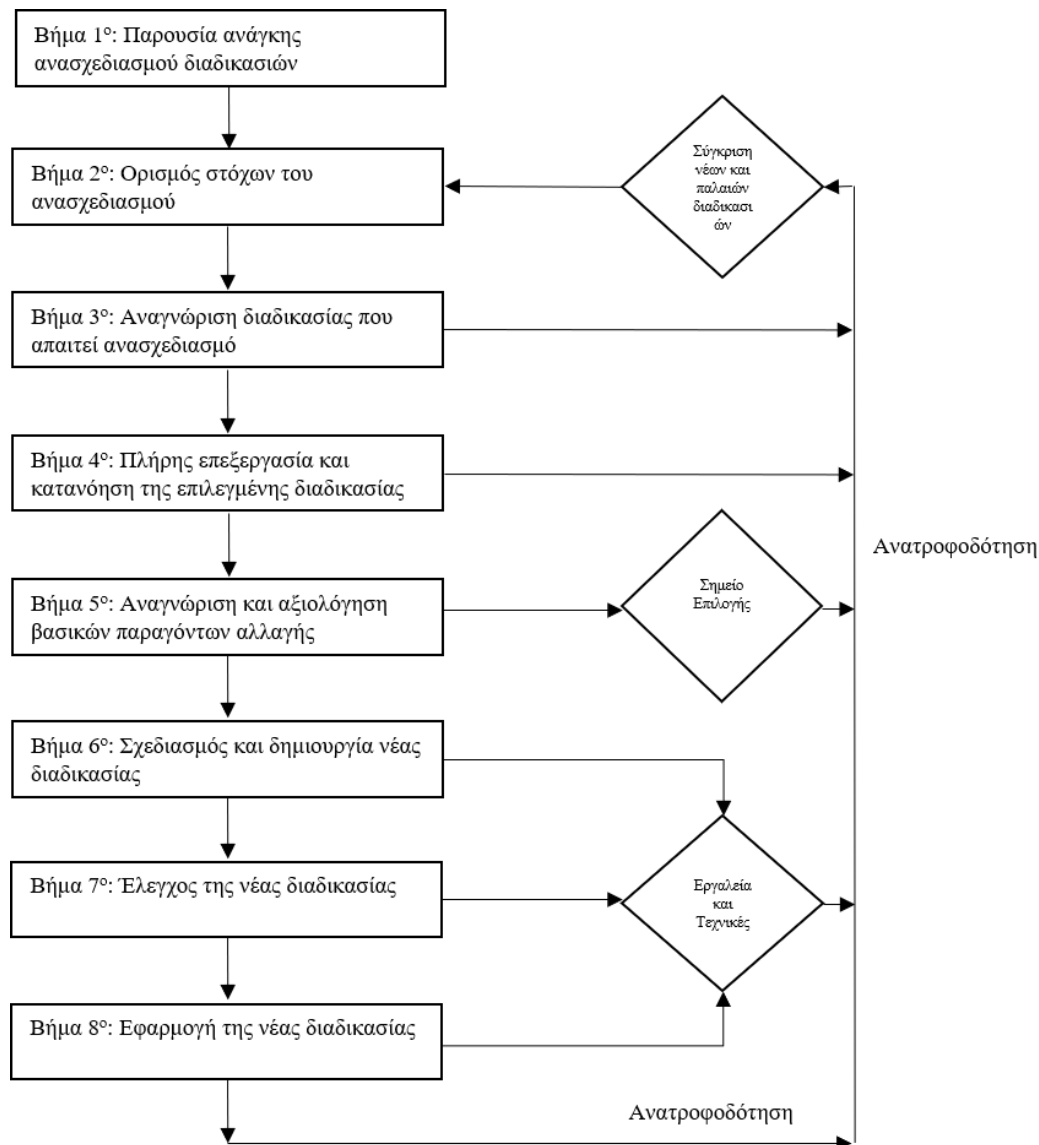
Αξίζει να σημειωθεί και ο ορισμός του ανασχεδιασμού από τους Hammer & Champy [10]. Χαρακτηριστικά, δηλώνουν ότι είναι η θεμελιώδης επανεξέταση και ο ριζοσπαστικός σχεδιασμός

των επιχειρησιακών διαδικασιών με στόχο τη βελτιστοποίηση στις επιδόσεις, υπό κρίσιμα και μοντέρνα μέτρα αποδόσεων, όπως η ποιότητα, το κόστος, η ταχύτητα και η εξυπηρέτηση.

Οι παραδοσιακές έννοιες διαχείρισης ή οργάνωσης και καταμερισμού εργασίας θεωρούνται ότι δεν ισχύουν πλέον σε έναν κόσμο παγκόσμιων αλληλένδετων αγορών, που αλλάζουν τις απαιτήσεις των πελατών και ενισχύουν τη ταχεία επικοινωνία. Οι συνταγές της αλλαγής, κοινώς γνωστό ως ανασχεδιασμός, το 'kaizen' (Ιαπωνικά: συνεχή βελτίωση) και η ολική ποιότητα βασίζονται στην ίδια κύρια υπόθεση: Οι οργανισμοί θα πρέπει να επικεντρωθούν εκ νέου στο βασικό τους έργο, ικανοποιώντας τις ανάγκες των πελατών. Παρόλο που τα μέσα για την επίτευξη της αλλαγής διαφέρουν μεταξύ των προσεγγίσεων, μοιράζονται ένα κοινό στοιχείο: Την εστίαση σε διεργασίες αντί σε λειτουργίες. Ωστόσο, θεωρείται ότι οι προσεγγίσεις kaizen και ποιότητας είναι ανεπαρκείς καθώς ασχολούνται κυρίως με τις υπάρχουσες διαδικασίες και δεν ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες του πελάτη. Ο πρωταρχικός στόχος του ανασχεδιασμού είναι να επιτύχει σημαντικές βελτιώσεις στις διεργασίες έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι σύγχρονες απαιτήσεις των πελατών για ποιότητα, ταχύτητα, καινοτομία και εξυπηρέτηση. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την υιοθέτηση ενός οράματος και μιας συνολικής προσέγγισης για την αλλαγή, εστιάζοντας σε:

- Ηγεσία και καθοδήγηση από την ανώτατη διοίκηση.
- Εστίαση στο πελάτη και κατανόηση για το πώς και γιατί οι διαδικασίες μπορούν να βελτιωθούν, και εφαρμογή συγκριτικής αξιολόγησης διεργασιών (benchmarking).
- Αναγνώριση και εξοικείωση με κατάλληλο εξοπλισμό και τεχνικές ανασχεδιασμού εργασιακών δραστηριοτήτων για την επίτευξη των στρατηγικών στόχων απόδοσης.
- Εφαρμογή της τεχνολογίας της πληροφορίας (IT) για βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας.
- Εφαρμογή κανόνων, βημάτων και διαδικασιών, αποτελεσματικής διαχείρισης αλλαγών για την προσαρμογή των ανθρώπων και της κουλτούρας, του οργανισμού, στους νέους τρόπους εργασίας.
- Εφαρμογή μεθόδων συνεχούς βελτίωσης (kaizen) για τη διατήρηση της βελτιωμένης απόδοσης του οργανισμού.

Στο Σχήμα 2.2 παρατίθεται ένα διάγραμμα ροής της διαδικασίας του ανασχεδιασμού σύμφωνα με τους Love & Gunasekaran [8].



Σχήμα 2.2: Διάγραμμα Ροής για τον Ανασχεδιασμό επιχειρησιακών Διαδικασιών[8]

Το παραπάνω διάγραμμα ροής χωρίζεται σε 8 βασικά βήματα, στα οποία πραγματοποιείται συνεχής έλεγχος ικανοποίησης της αποδοτικότητας της διεργασίας που τίθεται υπό διερεύνηση για ανασχεδιασμό.

Συγκεκριμένα στο **1° Βήμα**, αναγνωρίζεται η ανάγκη για ανασχεδιασμό, που στη συνέχεια επικοινωνείται σε ολόκληρο τον οργανισμό. Αυτό πραγματοποιείται πρωτίστως μέσω εκπαιδευτικών εκστρατειών, π.χ. σε κάποια εργαστήρια. Αδιαπραγμάτευτη ανάγκη αποτελεί η επικοινωνία από και προς τους εργαζομένους.

Στο **2° Βήμα**, ορίζονται οι στόχοι που πρέπει να επιτευχθούν μέσω του ανασχεδιασμού και μοιράζονται σε όλους τους εργαζομένους. Τέτοιοι μπορεί να είναι η μείωση κόστους, χρόνου καθώς και αύξηση της παραγωγικότητας ή της ποιότητας ή και της ικανοποίησης του πελάτη.

Στο **3^ο Βήμα**, αναγνωρίζεται η κύρια διαδικασία που χρήζει ανασχεδιασμού, χωρίς όμως αυτό να αποτελεί εμπόδιο στη μέτρηση της αποδοτικότητας των υπόλοιπων διαδικασιών, με σκοπό τη σύγκρισή τους. Τονίζεται, ότι δεν είναι αποδοτικό να ανασχεδιαστούν ταυτόχρονα όλες οι κύριες διαδικασίες, καθώς δημιουργείται σύγχυση εντός του οργανισμού. Τυπικά ερωτήματα του τύπου: α) Ποιες διαδικασίες είναι ελαττωματικές; β) Ποια κόστη περιλαμβάνονται; γ) Είναι η τεχνολογία παλαιά ή η ίδια η διαδικασία απαιτεί εκσυγχρονισμό; καλό θα είναι να συνοδεύονται σε αυτή τη φάση και να ζυγίζονται σύμφωνα με τις ανάγκες και την εμπειρία του οργανισμού και των εργαζομένων.

Στο **4^ο Βήμα**, απαιτείται η πλήρης κατανόηση του συνόλου του οργανισμού, της υπό διερεύνηση διαδικασίας, και υπολογίζεται η αποδοτικότητά της, με την ύπαρξη μετρητικών παραμέτρων αποδοτικότητας, που συνήθως προέρχονται από το σύστημα ποιότητάς της.

Στο **5^ο Βήμα**, διερευνώνται οι βασικοί παράγοντες αλλαγής (key enablers), όπως η διοίκηση ολικής ποιότητας (TQM), και διαπιστώνεται ο τομέας τους που χρειάζεται βελτίωση (π.χ. εκμάθηση νέων ειδικοτήτων).

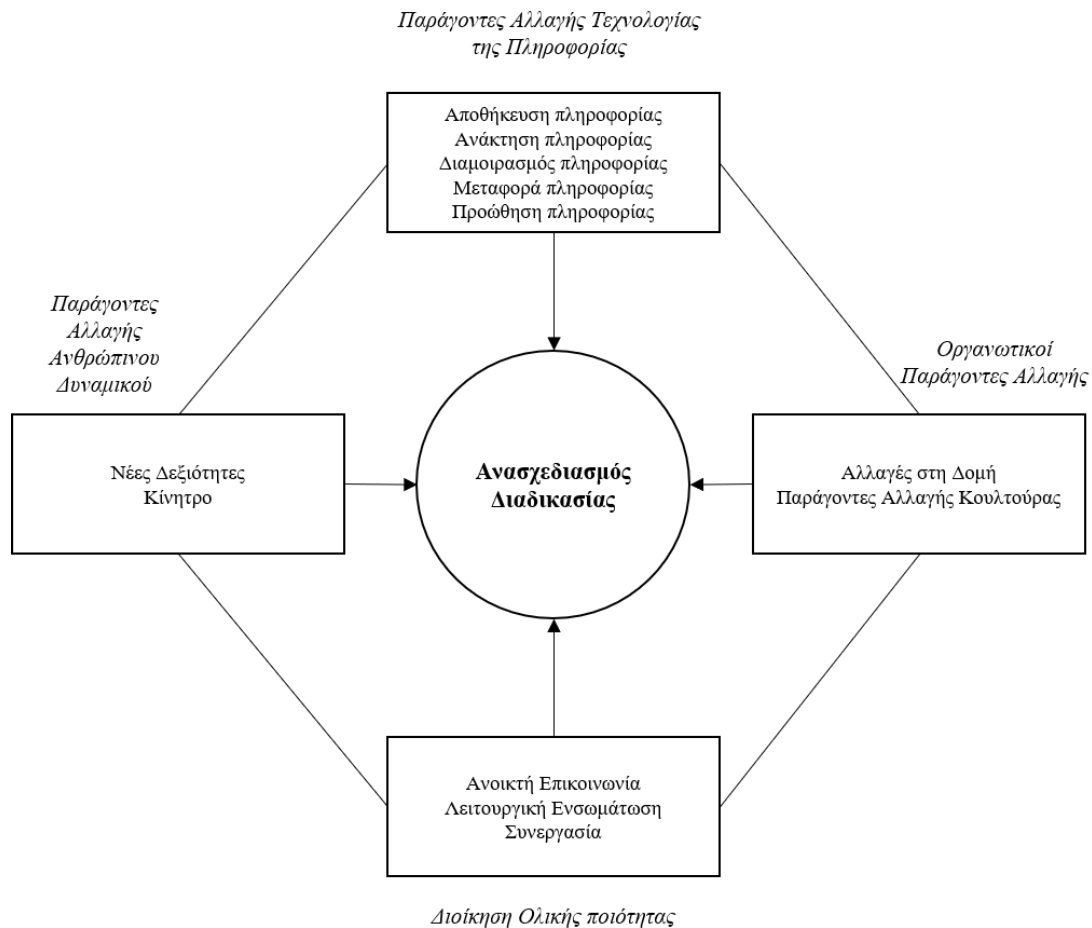
Στο **6^ο Βήμα**, καταργούνται οι παλαιές διαδικασίες και σχεδιάζεται σχολαστικά η καινούργια. Εργαλεία και τεχνικές σχεδιασμού όπως προσομοίωση, CAD, βάσεις δεδομένων, χρησιμοποιούνται και σε αυτό το βήμα.

Στο **7^ο Βήμα**, γίνεται ο έλεγχος της ανασχεδιασμένης διαδικασίας με σκοπό τη τελική εφαρμογή. Εάν η διαδικασία περάσει, σε θέμα απόδοσης, κάποια σημεία αναφοράς (benchmarks), τότε τίθεται υπό λειτουργία, ενώ σε άλλη περίπτωση επιστρέφουμε στο βήμα 6. Το πιο καθοριστικό εργαλείο στη φάση αυτή αποτελεί η προσομοίωση στη οποία θα πρέπει να αναμένονται πολλές επαναλήψεις, για να την απάλειψη πιθανών προβλημάτων.

Στο **8^ο** και τελευταίο **Βήμα**, έχει συμβεί η τελική υλοποίηση και γίνεται η εφαρμογή της ανασχεδιασμένης διαδικασίας [8]. Η διοίκηση καλό θα είναι να ενισχύει και να κινητοποιεί τους εργαζόμενους και να παρακολουθεί ανελλιπώς τη λειτουργία της καινούργιας διαδικασίας. Βεβαίως, εξίσου σημαντικό γεγονός, αποτελεί η υιοθέτηση ενός κανόνα μέτρησης αποδοτικότητας της νέας διεργασίας σε σχέση όχι μόνο με τις παλιές αλλά και με τις υπόλοιπες που δεν επανασχεδιάστηκαν. Στη περίπτωση που δεν βρεθούν αποτελέσματα θετικά για την επιχείρηση η διαδικασία του ανασχεδιασμού θα χρειαστεί να επαναληφθεί.

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2.2 παρατηρούνται και κάποια άλλα βήματα στο διάγραμμα ροής, όπως αυτά της διαδικασίας ανάληψης μίας απόφασης, ή της χρήσης εργαλείων και τεχνικών, και της σύγκρισης των διαδικασιών μεταξύ τους, τα οποία αναφέρονται στις επεξηγήσεις των βημάτων.

Όπως έχει προαναφερθεί, μία επιχείρηση για να επιτύχει βελτίωση της απόδοσης μέσω της επεξεργασίας του ίδιου του ανασχηματισμού, δεν χρειάζεται να στηρίζεται μόνο στη πληροφορία της τεχνολογίας. Είναι αλήθεια ότι εκεί στηρίζεται ένα τεράστιο μέρος της αρχιτεκτονικής του ωστόσο, είναι μέσω της ολικής αλλαγής του τρόπου σκέψης της επιχείρησης και της αλλαγής από αλληλεξαρτώμενες και μονοσήμαντες λειτουργικές διαδικασίες σε συνεργατικές, που θα επιτευχθεί πραγματική αλλαγή. Οι διεργασίες μπορούν να επανασχεδιαστούν και χωρίς IT (Information Technology).



Σχήμα 2.3: Ένα μοντέλο απεικόνισης των παραγόντων αλλαγής στον Ανασχεδιασμό [8]

2.3 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ

Το σημερινό, όλο και πιο ανταγωνιστικό και απαιτητικό, επιχειρηματικό περιβάλλον, προτρέπει όλες τις εταιρείες, ακόμη και τους μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς, να βελτιώνουν συνεχώς τις δραστηριότητές τους, αυξάνοντας την απόδοσή τους. Οι λόγοι που προκαλούν την αύξηση της ζήτησης καθώς και την ανταγωνιστικότητα, είναι κατά κόρον η διαδικασία της παγκοσμιοποίησης, η πολύπλευρη εφαρμογή της σύγχρονης τεχνολογίας (IT), η ευκολία πρόσβασης σε υψηλότερο μορφωτικό επίπεδο, η είσοδος σε τεράστιες αγορές, κυρίως ηλεκτρονικές αλλά και μη, καθώς και το αντίκτυπο της δύναμης διαπραγμάτευσης των χρηστών.

Η έννοια της αποδοτικότητας χρησιμοποιείται ευρέως στη παγκόσμια αγορά και αποτελεί αντικείμενο έρευνας, μελέτης και συζήτησης του συνόλου σχεδόν των επιχειρήσεων και των οργανισμών, γενικότερα, που στοχεύουν στη βελτιστοποίηση των διαδικασιών τους. Είναι το μέτρο που θα οδηγήσει την επιχείρηση σε νέους ορίζοντες ανάπτυξης, αναδεικνύοντας σφάλματα και ελλείψεις που υπάρχουν, και έμμεσα αποτελεί το έναυσμα για την ανάγκη καινοτομίας και

διαφορετικότητας στις επιχειρηματικές κοινωνίες. Η έννοια αυτή υπάγεται στο γενικό τομέα της διαχείρισης επιχειρησιακών διαδικασιών (BPM: Business Process Management) και είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τον ανασχεδιασμό (BPR) και τη βελτιστοποίηση (BPI).

Ο κύριος στόχος κάθε εταιρείας είναι η μεγιστοποίηση των επενδύσεων. Εξαιτίας αυτού, η αύξηση της αποδοτικότητας δεν σημαίνει μόνο μείωση κόστους και αύξηση κερδών για τους επενδυτές ή τους ιδιοκτήτες της επιχείρησης. Με τον όρο αυτό, εννοείται η συνολική αύξηση της απόδοσης των επιχειρησιακών διεργασιών, συμπεριλαμβανομένων και των στοιχείων που δεν έχουν άμεση σχέση με τα κέρδη της εταιρείας [11]. Εκτός, από τη μείωση του κόστους και την αύξηση των κερδών, η αύξηση της επιχειρηματικής αποδοτικότητας περιλαμβάνει την αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των πόρων της εταιρείας, τη βελτίωση των συνθηκών εργασίας, την ικανοποίηση των πελατών, καθώς και τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της επιχείρησης στο περιβάλλον. Η ανεπαρκής διαχείριση των διαδικασιών λοιπόν και η έλλειψη συστημικής προσέγγισης διαμορφώνουν περιττές διεργασίες που προάγουν την αναποτελεσματικότητα και κατακρημνίζει τις όποιες δυνατότητες υπάρχουν για καινοτομία και ανταγωνιστικότητα. Εν τέλει, μειώνεται η απόδοση λειτουργίας της επιχείρησης τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα.

Στενά με το κόσμος των επιχειρήσεων έχει συνδεθεί και η πληροφορική. Οι εταιρείες που έχουν θέσει στόχο τον ανασχεδιασμό των διαδικασιών τους, άρα την αύξηση της αποδοτικότητάς τους, θα πρέπει να αναβαθμίσουν τις ψηφιακές τους δυνατότητες, για τη δημιουργία επιχειρηματικών αξιών και να συνεισφέρουν στην εξέλιξή τους [12], καθώς η τεχνολογία προχωρά και ο ανταγωνισμός αυξάνεται. Για να παραμείνουν ανταγωνιστικές λοιπόν, θα πρέπει να αγκαλιάσουν τη ψηφιακή εποχή και να εντοπίσουν τρόπους βελτίωσης των εσωτερικών τους διαδικασιών, μειώνοντας έτσι το κόστος, και αυξάνοντας τα έσοδα. Η βελτιστοποίηση για την οποία γίνεται συζήτηση, μπορεί να υλοποιηθεί μέσω λογισμικών διαχείρισης επιχειρησιακών διεργασιών.

Σύμφωνα με τους Prokopenko et al. [12], μια επιχειρησιακή διαδικασία είναι μία αθροιστική ακολουθία κάποιων ενεργειών που στοχεύουν στη μετατροπή των εισερχόμενων πόρων σε εξερχόμενους, παράγοντας αξία για το καταναλωτή και την εταιρεία. Τα δεδομένα εισόδου συνήθως μπορεί να είναι πληροφορίες (έγγραφα), απόθεμα ή εργαζόμενοι (τμήμα HR). Αντίθετα, τα δεδομένα εξόδου μπορεί να είναι να ίδια στοιχεία με την είσοδο με τη διαφορά ότι πλέον είναι αποτέλεσμα διαδικασίας. Ο έλεγχος διεργασιών αποτελεί το σύνολο των πληροφοριών που καθιστούν τη μετατροπή των δεδομένων εφικτή.

Η δημιουργία αποτελεσματικών συστημάτων διαχείρισης για οργανισμούς και επιχειρήσεις με πολύ διαφορετικό τομέα δραστηριότητας μεταξύ τους, είναι ένα από τα πιο δύσκολα έργα που συναντώνται στη σύγχρονη διοίκηση. Η μεθοδολογία που ωθεί στη δημιουργία τους δεν είναι καθολική, πράγμα που σημαίνει ότι πρέπει να αναπτυχθούν αρχές, βασικές για τη κατασκευή της. Μεταξύ αυτών, η αποδοτικότερη είναι αυτή του BPM. Ένας καθοριστικός παράγοντας σε κάθε επιχειρησιακή διαδικασία είναι η αποτελεσματικότητά της, και με γνώμονα αυτό, είναι καθήκον της διοίκησης να τη βελτιστοποιεί. Στη περίπτωση των πελατών, εάν η εταιρεία επιθυμεί να προσφέρει υπηρεσίες και αγαθά υψηλής ποιότητας, τότε θα πρέπει να ελέγχει συνεχώς τις εσωτερικές τις διαδικασίες δημιουργίας τους. Εφόσον λοιπόν, το υψηλό επίπεδο ποιότητας μίας καθιερωμένης και αποτελεσματικής διαδικασίας είναι εξασφαλισμένο, τότε η διοίκηση καλό είναι να αφοσιωθεί στους τομείς της αξιολόγησης, της βελτιστοποίησης και της ανάπτυξης προτύπων εφαρμογής της. Συμπερασματικά, στο ερώτημα για το πως θα οριστούν οι σωστοί δείκτες αποδοτικότητας διαδικασιών, η απάντηση κρύβεται στον προσδιορισμό και την ανάλυση των απαιτήσεων των

πελατών (TQM) και στην έρευνα σχετικά με το ποια διαδικασία, και αν όχι συνολικά, ποια μέρη της, ανταποκρίνονται αποτελεσματικότερα στο στόχο που εξετάζεται.

Ένα από τα πιο καθοριστικά κριτήρια αξιολόγησης αλλά και λειτουργικός δείκτης κάθε επιχείρησης, είναι εκείνος της διάρκειας του κύκλου διαδικασίας. Η συνολική διάρκεια, υπολογίζεται ως το διάστημα μεταξύ έναρξης και ολοκλήρωσης της διαδικασίας. Για παράδειγμα, η διάρκεια ενός κύκλου εξυπηρέτησης πελάτη, στο τομέα των πωλήσεων, υπολογίζεται ως το διάστημα από τη στιγμή που λήφθηκε η παραγγελία έως τη τελική παράδοση στο πελάτη [12]. Άλλο παράδειγμα που αναδεικνύει τη σημαντικότητα του κύκλου διεργασίας είναι και η διαδικασία δανεισμού από μία τράπεζα, που όπως αναφέρουν οι Prokopenko et al., παρόλο που η διαδικασία απαιτεί λίγες ώρες για την συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων (π.χ. διάφορα έγγραφα), στη πραγματικότητα το διάστημα εκτιμάται ότι αντιστοιχεί σε μία εβδομάδα, από τη στιγμή που έγινε η αίτηση, έως τη στιγμή της αποδοχής ή απόρριψής της. Ειδικότερα, ο δείκτης του κύκλου διεργασίας είναι σημαντικός όχι μόνο από την άποψη υπολογισμού κόστους, αλλά και από την επίδραση που έχει στη σχέση του με το πελάτη. Για παράδειγμα, μπορεί μία μείωση στο χρόνο μίας παραγωγικής διαδικασίας να μειώσει όντως τον δείκτη, αλλά αυτό να έχει μηδαμινό αντίκτυπο στην ικανοποίηση του πελάτη. Άρα, σε αυτή τη περίπτωση αποδεικνύεται ότι μόνο ο πελάτης μπορεί να αξιολογήσει πόσο αντικειμενικά σωστός είναι ο δείκτης του κύκλου διαδικασίας, εκφράζοντας ικανοποίηση ή δυσαρέστηση.

Κατά γενικό κανόνα, οποιεσδήποτε διαδικασίες σε μία επιχείρηση μπορούν να χωριστούν σε δύο μέρη: 1) Αυτό που προσθέτει αξία στο προϊόν και 2) Αυτό που δεν αυξάνει την αξία του ως προς το πελάτη. Το κριτήριο για την αύξηση της προστιθέμενης αξίας της διεργασίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως η βάση, για την βελτιστοποίηση οποιασδήποτε επιχειρηματικής διαδικασίας. Στο ερώτημα «τι είναι η ανάλυση προστιθέμενης αξίας μίας διαδικασίας;» μπορεί να δοθεί η εξής απάντηση: Όταν ένα προϊόν διέρχεται από μια σειρά επιχειρηματικών διαδικασιών, δύο βασικά πράγματα επηρεάζουν την αξία του. Στην διαδικασία παραγωγής, το προϊόν ‘απορροφά’ το κόστος της εργασίας που δαπανάται για αυτό, π.χ. υλικά, ενέργεια, μηχανήματα, αποθήκευση, καθώς και άλλα παρόμοια κόστη. Ωστόσο, η προστιθέμενη αξία του, δεν εξαρτάται, άμεσα, μόνο από το κόστος αυτό, καθώς η αξία του αυξάνεται όταν προστίθενται στο προϊόν ιδιότητες και χαρακτηριστικά, όπως η λειτουργικότητα, η αισθητική, η εταιρική επωνυμία και άλλα σχετικά χαρακτηριστικά, που είναι σημαντικά για τον πελάτη και πολλές φορές προστίθενται αποκλειστικά για αυτόν (Lean Manufacturing). Τελικά, αυτό επιφέρει μία προστιθέμενη αξία στο προϊόν. Το κύριο πρόβλημα των οργανισμών είναι ότι η αξία του προϊόντος τους, εκφραζόμενη στην τιμή αγοράς, θα πρέπει να είναι υψηλότερη από το κόστος που τους επιβαρύνει. Μαθηματικά μπορεί να διατυπωθεί με το παρακάτω τρόπο [12]:

$$AV = Va - Vb$$

Όπου Va είναι η προστιθέμενη αξία του προϊόντος μετά την επεξεργασία

Vb είναι η προστιθέμενη αξία του προϊόντος πριν την επεξεργασία.

AV: Added Value (Προστιθέμενη αξία)

Μερικοί κύριοι δείκτες αποτελεσματικότητας των επιχειρησιακών διαδικασιών, από μεριά οικονομικών, είναι οι εξής:

- **Το κόστος των πόρων:** Χρόνος (κύκλος, διάρκεια, παραγωγικότητα και ταχύτητα εκτέλεση παραγγελίας), Υλικά (δαπάνες χρημάτων για υλικά, περιουσιακά στοιχεία όπως κάποια αποθήκη), κ.λπ.
- **Το κόστος εκπαίδευσης**
- **Αποδοτικότητα χρήσης των πόρων ανά μονάδα παραγωγής:** η αξιοποίησή τους, ποσοστά χρήσης εξοπλισμού, πρώτες ύλες, χρόνος που δαπανάται για μία διαδικασία.

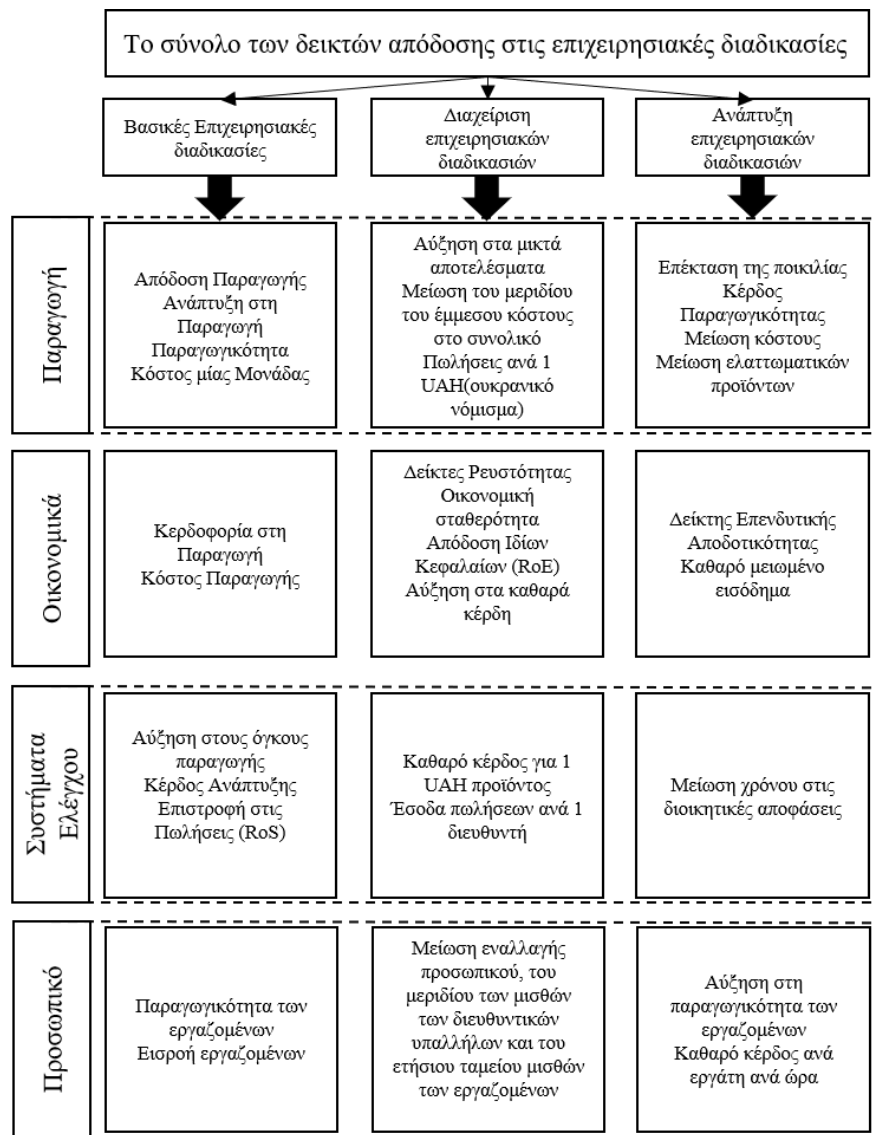
Ωστόσο, δεν αρκούν μόνο οι οικονομικοί δείκτες για να περιγράψουν την αποδοτικότητα πλήρως. Για το λόγο αυτό η εταιρεία θα πρέπει να διαθέτει και δείκτες παραγωγικότητας για τη σωστή διάθεση, ανθρωπίνων και μη πόρων. Ένας δείκτης μπορεί να ορισθεί, γενικά, σαν την αναλογία του αποτελέσματος ως προς το κόστος του. Άλλοι δείκτες αποδοτικότητα είναι και οι εξής:

- **Οι πωλήσεις ανά εργαζόμενο (π.χ. πριμ παραγωγής)**
- **Το κέρδος ανά εργαζόμενο**
- **Ο αριθμός των διεργασιών που εκτελούνται από έναν άνθρωπο κ.λπ.**

Το πιο δύσκολο έργο είναι να επιλεγούν σωστά τα πρότυπα και οι στόχοι για την αξιολόγηση της απόδοσης. Για την αξιολόγηση της εταιρείας, ως σύνολο, τα στοιχεία πωλήσεων ανά εργαζόμενο είναι σημαντικά, ωστόσο είναι και μη αντιπροσωπευτικά για την αξιολόγηση της κατάστασης λειτουργίας σε κάποιο τμήμα, δηλαδή στη ροή, εργασίας και διαδικασιών.

Οι επιχειρήσεις, όταν αναφέρονται στις διαδικασίες τους, συνήθως εξετάζουν κάποια γενικά πλαίσια όπως αυτό της ανάπτυξης καινοτόμων προϊόντων και υπηρεσιών, της δημιουργίας και ικανοποίησης της ζήτησης, του σχεδιασμού και της διαχείρισης τους. Από την άλλη, είναι οι ίδιες οι εσωτερικές διεργασίες αυτές που θα αποτυπώσουν την αποτελεσματικότητα. Η αποτελεσματικότητα αυτή μπορεί να μελετηθεί και να χωριστεί στις κάτωθι κατηγορίες, άκρως σημαντικές για την επιτυχία:

- **Ποιότητα**
- **Ποσότητα**
- **Χρόνος**
- **Χρήματα**
- **Ευκολία**



Σχήμα 2.4: Το σύνολο των δεικτών απόδοσης στις επιχειρησιακές διαδικασίες [12]

Το Σχήμα 2.4 αποτυπώνει περιληπτικά, στο σύνολό τους, τους δείκτες απόδοσης στις επιχειρησιακές διαδικασίες. Στις 4 γραμμές αναφέρονται οι τομείς στους οποίους ανταποκρίνονται οι δείκτες, έχοντας αντίστοιχα, τη παραγωγή (Production), την οικονομία (Finance), τα συστήματα ελέγχου (Control Systems), τους εργαζόμενους (Staff). Η ανάλυση τους, γίνεται ουσιαστικά σε τρία στάδια: α) Βασικές επιχειρησιακές διαδικασίες (Basic Business Processes), β) Διαχείριση εταιρικών διαδικασιών (BPM) και γ) Ανάπτυξη επιχειρησιακών διεργασιών. Για παράδειγμα, στη 1^η στήλη αναφέρονται οι βασικές διαδικασίες που γίνονται στους τομείς της παραγωγής (υπολογισμός αποδόσεων, κόστος μονάδας, παραγωγικότητα), στους τομείς των οικονομικών (υπολογισμός κοστών), στα συστήματα ελέγχου (αύξηση όγκου παραγωγής, υπολογισμός περιθωρίου λειτουργικού εισοδήματος - ROS: Return on Sales) και στο τομέα του προσωπικού (παραγωγικότητα ανά

εργαζόμενο). Στη 2^η στήλη, αποτυπώνεται το πως πρέπει η διοίκηση να διαχειριστεί τα παραπάνω, δηλαδή, πως να αυξήσει τα εισερχόμενα μικτά κέρδη μειώνοντας διάφορα έμμεσα κόστη, πως να φέρει την εταιρεία σε οικονομική σταθερότητα μετρώντας την αποδοτικότητα των ιδίων κεφαλαίων κ.λπ., πως να ελέγξει συνολικά την επιχείρηση υπολογίζοντας τις πωλήσεις ανά υπεύθυνο (UAH: Ουκρανικό νόμισμα) κ.α., και τέλος, πως να μειώσει το ρυθμό που οι εργαζόμενοι φεύγουν από την εταιρεία μέσα σε ένα χρονικό διάστημα, ή να αυξήσει τους μισθούς των υπευθύνων και των εργαζομένων ανάλογα με την επιτυχία της εταιρείας. Στη τελευταία 3^η στήλη, αναφέρονται μερικές κινήσεις, ανά τομέα, με στόχο την περαιτέρω ανάπτυξη των διαδικασιών αυτών, π.χ. να γίνει μείωση του χρόνου που σπαταλιέται στις αποφάσεις των υπευθύνων ή και να αυξηθεί η παραγωγικότητα του κάθε ατόμου, ή και να υπολογίζονται και άλλοι οικονομικοί δείκτες (Investment Efficiency Ratio) που θα αποτυπώνουν τη κατάσταση της εταιρείας καλύτερα με σκοπό να δράσει εστιασμένα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΕΝΝΟΙΕΣ

Η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (DEA: Data Envelopment Analysis), αποτελεί μία από τις πιο δημοφιλής μεθόδους αξιολόγησης και εκτίμησης της αποδοτικότητας, τμημάτων ενός οργανισμού ή του οργανισμού σαν σύνολο. Παρουσιάστηκε στη σύγχρονη μορφή της από τους A. Charnes, W. Cooper & E. Rhodes, το 1978 [13] και αποτελεί μία μη παραμετρική μέθοδο που βασίζεται σε μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού. Χρησιμοποιήθηκε και χρησιμοποιείται ευρέως στο τομέα της επιχειρησιακής έρευνας όταν οι εδραιωμένες οικονομοτεχνικές τεχνικές δεν είναι πλέον αρκετές για να αποτελέσουν το εφόδιο του οργανισμού στην πορεία του προς το μέλλον, όπου οι αγορές γίνονται ολοένα και πιο ανταγωνιστικές και οι ανάγκες της κοινωνίας αυξάνονται δραματικά.

Αντικείμενο έρευνας, της DEA, αποτελούν οι λεγόμενες μονάδες λήψης αποφάσεων ή αλλιώς DMUs: Decision Making Units, των οποίων εκτιμά και υπολογίζει την αποδοτικότητα σύμφωνα με κάποια κριτήρια. Ως DMUs μπορούν να οριστούν πολλές και διάφορες έννοιες εντός ενός οργανισμού, και όχι μόνο, όπως διαδικασίες, τμήματα, προϊόντα ή ακόμη και χώρες ολόκληρες, δίνοντας ποικιλομορφία στα σημεία εφαρμογής της, που όμως είναι αναγκαίο, να συμπεριλαμβάνονται (DMUs) στο ίδιο είδος, δηλαδή να έχουν ομοειδή εισροές και εκροές, και να λειτουργούν σε κοινό άξονα. Ουσιαστικά, η DEA, θεωρεί όλα τα DMUs ως παραγωγικές μονάδες που καταναλώνουν πόρους (δεδομένα εισροών), παράγοντας κάποια αποτελέσματα (δεδομένα εκροών). Σε όλες τις περιπτώσεις, η μέθοδος υπολογίζει τη σχετική αποδοτικότητα των παραγωγικών μονάδων χαρακτηρίζοντάς τις ως αποδοτικές ή μη. Στις περιπτώσεις των μη αποδοτικών μονάδων είναι εφικτός ο υπολογισμός του περιθωρίου βελτίωσης. Ως μέθοδος, θεωρείται μη παραμετρική διότι λαμβάνει υπόψη ένα σύνολο-όριο που δεν σχετίζεται με καμία αντικειμενική συνάρτηση και από την αναλογία εξόδων/εισόδων των DMUs. Το ενδιαφέρον που παρατηρείται σε αυτή τη μέθοδο, είναι ότι σε σχέση με τις υπόλοιπες οικονομοτεχνικές, οι μονάδες λήψης αποφάσεων αξιολογούνται αποδοτικά, συγκριτικά μεταξύ τους, και όχι με κάποιο στόχο που έχει θέσει η αξιολόγηση ή με τον υπολογισμό κάποιας μέσης απόδοσης DMU, χαρίζοντας λοιπόν αποτελέσματα σε σχέση με τις υπόλοιπες μονάδες, που δρουν στον ίδιο τομέα.

Απώτερος στόχος της DEA, αποτελεί η διευθέτηση ζητημάτων του οργανισμού, που αξιολογείται, όπως 1) Επαναπροσδιορισμός στόχου/στόχων, 2) Λήψη αποφάσεων με βάση το τρίπτυχο ρίσκο-κέρδος-ανάπτυξη, 3) Αποδοτικότερη κατανομή πόρων του οργανισμού 4) Απαλοιφή παλαιών μη αποδοτικών τεχνικών 5) Προσδιορισμός της συνολικής αποδοτικότητας. Σύμφωνα με αυτά λοιπόν, αποτελεί ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο ενδοσκοπήσης του οργανισμού, με σκοπό την ανακάλυψη μη αποδοτικών διαδικασιών και τη χάραξη μίας καινοτόμας μελλοντικής πορείας.

Από μια γενική άποψη, η αποτελεσματικότητα περιγράφει την ικανότητα ενός ατόμου, μιας ομάδας ή ενός συστήματος να επιτύχει τους καθορισμένους στόχους με τους διαθέσιμους πόρους. Ως εκ τούτου, το να είναι κανείς αποτελεσματικός θα σήμαινε ότι παράγει τα αναμενόμενα αποτελέσματα και επιτυγχάνει τους στόχους που έχουν τεθεί. Πέρα από αυτήν την έννοια, η αποδοτικότητα αντανakλά την ποιότητα της παραγωγικότητας, η οποία καθιστά δυνατή την εκπλήρωση των στόχων με τους ελάχιστους δεσμευμένους πόρους: η οριοθέτηση μεταξύ αποτελεσματικότητας και αποδοτικότητας γίνεται από τις έννοιες της μη αδράνειας των πόρων (πλήρης απασχόληση) και της μη σπατάλης. (χρησιμοποιώντας τη σωστή ποσότητα που χρειάζεται, όχι περισσότερο) [14]. Με άλλα λόγια, η αποτελεσματικότητα απαιτεί την επίτευξη στόχων, ενώ η αποδοτικότητα εισάγει την έννοια της ελαχιστοποίησης των πόρων που καταναλώνονται.

Πριν από τη δεκαετία του 1950, οι οικονομολόγοι πίστευαν ότι οι επιχειρήσεις πάντα εκμεταλλεύονταν τους πόρους τους αποτελεσματικά και αποδοτικά, σύμφωνα με την αποστολή τους, που είναι να αποκομίζουν κέρδη. Η οικονομική αποδοτικότητα είναι μια έννοια που εμφανίζεται μετά τη δεκαετία του 1950 [15], και αναφέρεται στη χρήση των πόρων με τέτοιο τρόπο ώστε να μεγιστοποιηθεί η παραγωγή. Στην πραγματικότητα, για να είναι οικονομικά αποδοτικό, ένα σύστημα πρέπει να πληροί τρεις προϋποθέσεις [14]:

- i. Το σύστημα παραγωγής θα πρέπει να βρίσκεται σε ισορροπία κατά Pareto. Δηλαδή, η παραγωγή θα πρέπει να είναι έτσι ώστε να μην μπορεί κανείς να τη βελτιώσει χωρίς να ξοδέψει περισσότερα.
- ii. Δεν θα πρέπει, σε καμία περίπτωση, να υπάρχουν εισροές χωρίς αντίστοιχη αύξηση στις εκροές.
- iii. Η παραγωγή πρέπει να πραγματοποιείται με το ελάχιστο δυνατό κόστος μονάδας.

Στα περισσότερα οικονομικά ή χρηματοοικονομικά βιβλία, η οικονομική αποδοτικότητα ορίζεται ως η κατάσταση μιας οικονομίας που επιτυγχάνει μέγιστη εκροή με περιορισμένους πόρους [14], λαμβάνοντας υπόψη το κόστος και τα οφέλη που προκύπτουν από διάφορες αποφάσεις. Είναι μια έννοια που περιλαμβάνει τόσο την τεχνική αποδοτικότητα (Technical Efficiency) όσο και την απόδοση κατανομής (Allocative Efficiency). Μια μονάδα λήψης αποφάσεων (DMU) θεωρείται ως τεχνικά αποτελεσματική εάν, από το σύνολο των εισροών που διαθέτει, παράγει τις μέγιστες δυνατές εκροές ή εάν, για την παραγωγή μιας δεδομένης ποσότητας εκροών χρησιμοποιεί τις μικρότερες δυνατές ποσότητες εισροών [16]. Επομένως, η μέτρηση του βαθμού αποτελεσματικότητας ενός DMU επιτρέπει να προσδιοριστεί αν αυτό μπορεί να αυξήσει την παραγωγή του χωρίς να καταναλώσει περισσότερους πόρους ή να μειώσει τη χρήση τουλάχιστον μιας εισροής διατηρώντας το ίδιο επίπεδο παραγωγής [17]. Από την άλλη, η αποδοτικότητα κατανομής είναι μία κατάσταση κατά την οποία τα κεφάλαια μίας αποτελεσματικής αγοράς, εκχωρούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι όσο πιο επωφελή γίνεται. Η απόδοση κατανομής αντιπροσωπεύει μια βέλτιστη κατανομή αγαθών και υπηρεσιών στους καταναλωτές, σε μια οικονομία, και μια βέλτιστη κατανομή χρηματοοικονομικού κεφαλαίου σε επιχειρήσεις ή έργα μεταξύ των επενδυτών. Για παράδειγμα, όταν μια επιχείρηση παράγει αγαθά ή υπηρεσίες, αυτά έχουν οριακό κόστος για την επιχείρηση και οριακό όφελος για τους καταναλωτές. Όταν το οριακό κόστος (marginal cost) της επιχείρησης

ισούνται με το οριακό όφελος (marginal benefit) του πελάτη, παράγεται μια κατάσταση μέγιστης απόδοσης κατανομής. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, οι επιστροφές στην κλίμακα (Returns to scale) επιτρέπουν τον διαχωρισμό της έννοιας της τεχνικής αποδοτικότητας σε καθαρά τεχνική αποδοτικότητα (Pure technical efficiency) και κλίμακα τεχνικής αποδοτικότητας (Scale technical efficiency). Η καθαρή τεχνική απόδοση αντικατοπτρίζει ακριβώς τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η διαχείριση των πόρων της παραγωγικής μονάδας, ενώ η αποδοτικότητα κλίμακας ή η τεχνική αποδοτικότητα κλίμακας καθορίζει εάν η μονάδα παραγωγής λειτουργεί στη βέλτιστη κλίμακα ή όχι. Η βέλτιστη κλίμακα νοείται εδώ ως η καλύτερη κατάσταση που μπορεί να επιτύχει η μονάδα παραγωγής αυξάνοντας αναλογικά την ποσότητα όλων των συντελεστών της.

Η τεχνική αποτελεσματικότητα μπορεί επίσης, να εξεταστεί σύμφωνα με δύο κύριες προσεγγίσεις, αναλόγως σε ποιο τομέα προσανατολίζεται (Input or Output Oriented) [14]. Πρώτον, μετρά την ικανότητα μιας παραγωγικής μονάδας να παράγει τις μέγιστες δυνατές εκροές με έναν δεδομένο συνδυασμό εισροών και συγκεκριμένη τεχνολογία παραγωγής. Αυτός, είναι ο ορισμός της ‘προσανατολισμένη στην παραγωγή’ (Output Oriented), ο οποίος απαντά στο ερώτημα: « Πώς μπορεί κανείς να τροποποιήσει θετικά τις ποσότητες της παραγωγής χωρίς να τροποποιήσει τις ποσότητες εισροών που χρησιμοποιούνται; ». Δεύτερον, μετρά την ικανότητά της να επιτυγχάνει ένα δεδομένο επίπεδο παραγωγής με τις μικρότερες δυνατές ποσότητες εισροών. Αυτός, είναι ο ορισμός της ‘προσανατολισμένη στις εισροές’ (Input Oriented), απαντώντας στο ερώτημα: «πόσες ποσότητες εισροών μπορούν να μειωθούν αναλογικά, χωρίς καμία μεταβολή στις ποσότητες; ». Επομένως, η τεχνική αναποτελεσματικότητα αντιστοιχεί, είτε σε παραγωγή κάτω από αυτή που είναι τεχνικά δυνατή με μια ποσότητα εισροών και μια δεδομένη τεχνολογία, είτε σε χρήση ποσοτήτων εισροών πάνω από τις απαραίτητες, με δεδομένο επίπεδο παραγωγής.

Στη μέτρηση της τεχνικής αποδοτικότητας, διακρίνονται, σύμφωνα με τους Berger & Humphrey (1997) , δύο βασικές προσεγγίσεις: α) Η παραμετρική και β) Η μη παραμετρική.

- ❖ **Παραμετρική:** Οι παραμετρικές προσεγγίσεις προτείνουν μια εκτίμηση της αποτελεσματικής συνάρτησης παραγωγής με μια εκ των προτέρων γνωστή συνάρτηση. Δηλαδή, μια μαθηματική εξίσωση δίνει ένα σύνολο βέλτιστης απόδοσης, ανεξάρτητα από τα δεδομένα. Επομένως, καθίσταται δυνατή μια καλύτερη ανάλυση και ένας καλύτερος προσδιορισμός των διαφόρων αλγεβρικών ιδιοτήτων αυτής της συνάρτησης, με σκοπό τη μετέπειτα μελέτη τους. Οι παραμετρικές προσεγγίσεις, μπορεί να είναι ντετερμινιστικές ή στοχαστικές. Είναι ντετερμινιστικές όταν έχουν οποιαδήποτε απόκλιση από τα όρια της αναποτελεσματικότητας και στοχαστικές όταν η απόκλιση από τα όρια αυτά είναι αποτέλεσμα της αναποτελεσματικότητας από τη μια πλευρά και των σφαλμάτων μετρήσεων και κινδύνου, από την άλλη. Αρκετοί συγγραφείς όπως ο Farrell (1957), ο Timmer (1971), ο Afriat (1972) και ο Richmond (1974) πρότειναν διαφορετικές τεχνικές για την εύρεση μιας προσέγγισης του αποτελεσματικού ορίου σύμφωνα με τις ντετερμινιστικές μεθόδους. Ωστόσο, οι παραμετρικές και ντετερμινιστικές προσεγγίσεις έχουν ορισμένους περιορισμούς που σχετίζονται, ειδικότερα, με την έντονη ευαισθησία τους σε ακραίες παρατηρήσεις και με τον περιοριστικό χαρακτήρα της λειτουργικής μορφής που έχει η συνάρτηση του ορίου. Όσον αφορά τη στοχαστική παραμετρική προσέγγιση, διορθώνει ορισμένες ελλείψεις της ντετερμινιστικής προσέγγισης. Και στις δύο περιπτώσεις, οι παραμετρικές προσεγγίσεις δυστυχώς, απαιτούν, απολύτως, την εγγραφή κόστους ή κέρδους λειτουργίας της υπό έρευνα

επιχείρησης, δίχως όμως, αυτό να είναι πάντα δυνατό ή πρακτικό για οποιοδήποτε είδους επιχείρηση. Η μη παραμετρική προσέγγιση έρχεται ως απάντηση σε αυτό το πρόβλημα.

- ❖ **Μη Παραμετρική:** Μια μη παραμετρική προσέγγιση λαμβάνει υπόψη ένα σύνορο-όριο που δεν σχετίζεται με καμία συνάρτηση: το ισοδύναμο υπολογίζεται από την αναλογία εξόδων/εισόδων του κάθε DMU, και είναι, γενικά, ντετερμινιστικού τύπου. Η μέθοδος αποτελείται από τη τοποθέτηση όλων των DMU σε ένα δείγμα και έπειτα την αναπαράσταση της κάθε απόδοσής τους, ως ένα σημείο σε ένα γράφημα. Στη συνέχεια, χαράσσεται ένα όριο απόδοσης. Στην περίπτωση της DEA, αυτό το όριο συνδέει όλα τα σημεία που περιβάλλουν το 'σύννεφο' των σημείων από την κορυφή. Τα σημεία εκεί, αντιπροσωπεύουν τις αποτελεσματικές μονάδες. Άλλα σημεία, που βρίσκονται κάτω από αυτό το όριο, αντιπροσωπεύουν "αναποτελεσματικές" μονάδες, με λίγα λόγια, τις μονάδες που δεν έχουν τη βέλτιστη απόδοση. Τέλος, η απόσταση κάθε σημείου από το όριο εκφράζει το επίπεδο της τεχνικής αποδοτικότητάς του, ωστόσο η απόδοση αυτή είναι σχετική, καθώς εξαρτάται από τις, αποδοτικά βέλτιστες, μονάδες του δείγματος.

Η DEA είναι ένα εποικοδομητικό παράδειγμα μη παραμετρικής προσέγγισης. Περιλαμβάνει δύο βασικά μοντέλα, το μοντέλο CRS (Constant Return to Scale) και το μοντέλο VRS (Variable Return to Scale). Ο λόγος μεταξύ της τεχνικής αποδοτικότητας που υπολογίζεται μέσω του τύπου CRS και αυτής, από τον τύπο VRS, είναι ένα καλό μέτρο της σχετικής κλίμακας αποδοτικότητας (Scale Efficiency) της επιχείρησης. Για να ληφθούν αμερόληπτα και να είναι απολύτως συγκρίσιμες, τέτοιες μετρήσεις, προτείνεται η εκτέλεση στην ίδια βάση δεδομένων, τόσο για το CRS, όσο και για το VRS. Εάν για μια δεδομένη επιχείρηση, υπάρχει διαφορά στους δείκτες αποτελεσματικότητας που μετρούνται από αυτούς τους δύο τύπους, τότε η επιχείρηση δεν λειτουργεί στη βέλτιστη κλίμακα. Έτσι, η τελική αναποτελεσματικότητα δίνεται από τη διαφορά μεταξύ της τεχνικής αναποτελεσματικότητας του CRS και της τεχνικής αναποτελεσματικότητας του VRS. Ακολουθώντας αυτό το πρότυπο, μπορεί κανείς να διερευνήσει τα αίτια του επιπέδου αποδοτικότητας / αναποτελεσματικότητας. Αυτή η μέθοδος έχει επεκτείνει την ανάλυση της τεχνικής αποδοτικότητας ιδιαίτερα, σε πολλά προϊόντα και σε μη σταθερές αποδόσεις κλίμακας, όπως, στο περιβάλλον των τραπεζών [14].

3.2 ΒΑΣΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Εφόσον σκοπός της μεθόδου είναι να προσδιορίσει τους συντελεστές βαρύτητας που μεγιστοποιούν την αποδοτικότητα των DMUs, τότε μπορεί να υπολογίσει και τις μέγιστες εκροές που παράγονται από μία μονάδα, με δεδομένο όμως αριθμό εισροών. Η συνάρτηση απόδοσης και οι περιορισμοί θα πρέπει να είναι σε συγκεκριμένη μορφή.

$$\max \text{ Efficiency} = \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m N_i X_{ij}} \quad (1)$$

Η παραπάνω σχέση υπολογίζει την αποδοτικότητα για κάθε μονάδα, και αποτελεί το βασικό μοντέλο της Περιβάλλοντος Ανάλυσης Δεδομένων [13]. Συγκεκριμένα, η αντικειμενική συνάρτηση εκφράζεται ως, το πηλίκο του συνολικού αθροίσματος των εκροών, πολλαπλασιασμένες με τα σταθμισμένα βάρη τους, που υπολογίζει η DEA, ως προς το συνολικό άθροισμα των εισροών και αυτές πολλαπλασιασμένες με τα αντίστοιχα βάρη τους.

Με τους εξής Περιορισμούς:

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m N_i X_{ij}} &\leq 1 \\ U_r &\geq 0 \\ N_i &\geq 0 \end{aligned}$$

Όπου

i είναι ο δείκτης των δεδομένων εισροής με: $i = 1, 2, \dots, m$

r είναι ο δείκτης των δεδομένων εκροής με: $r = 1, 2, \dots, s$

j είναι ο δείκτης των DMUs με: $j = 1, 2, \dots, n$

s είναι το πλήθος των εκροών

m είναι το πλήθος των εισροών

n είναι το πλήθος των DMUs

X_{ij} είναι η εισροή i του DMU j

Y_{rj} είναι η εκροή r του DMU j

U_r είναι το σταθμισμένο βάρος της εκροής r

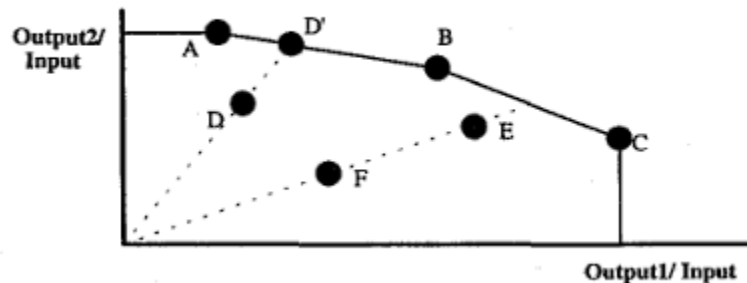
N_i είναι το σταθμισμένο βάρος της εκροής i

Οι παραπάνω περιορισμοί εξασφαλίζουν πρώτον, ότι η αποδοτικότητα δεν μπορεί να ξεπεράσει τη μονάδα, δηλαδή το 100% ($1 = 100\% =$ βέλτιστη απόδοση), και δεύτερον ότι τα βάρη των δεδομένων εκροής και εισροής θα έχουν θετικές τιμές.

Επίσης, ένα θετικό στοιχείο της DEA, είναι ότι δεν προϋποθέτει τη γνώση της ακριβούς σχέσης των δεδομένων μεταξύ τους. Οι συντελεστές (βάρη) U_r και N_i υπολογίζονται από την ίδια τη μέθοδο, με σκοπό τη μεγιστοποίηση της αντικειμενική συνάρτησης, δηλαδή της αποδοτικότητας του κάθε DMU. Το DMU, χαρακτηρίζεται αποδοτικό, όταν η συνάρτηση παίρνει τιμή 1 και μη αποδοτικό όταν παίρνει τιμή μικρότερη του 1. Στη περίπτωση που δεν υπάρχει συνδυασμός βαρών, για τα οποία να ικανοποιούνται οι παραπάνω συνθήκες, η μονάδα κρίνεται αναποτελεσματική.

3.2.1 ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ

Το όριο αποδοτικότητας, ή φάκελος όπως αποκαλείται μερικές φορές [18], περιέχει τη βάση για την ολοκληρωμένη έννοια της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων. Με απλά λόγια, το όριο απόδοσης ορίζει ένα πρότυπο βέλτιστης απόδοσης με βάση τα παρατηρούμενα δεδομένα (σε αντίθεση με κάποιο φανταστικό πρότυπο) που υποδεικνύει τη μέγιστη ποσότητα εξόδου που μπορεί να ληφθεί από έναν δεδομένο συνδυασμό εισροών. Το όριο σχεδιάζεται συνδέοντας τις αποδοτικές μονάδες (DMUs) με ευθύγραμμα τμήματα έτσι ώστε οι αναποτελεσματικές μονάδες να περικλείονται μέσα. Η χρησιμότητα του ορίου για την εξέταση της αποτελεσματικότητας γίνεται εμφανής όταν αναλογιστεί κανείς τον μεγάλο όγκο οπτικών πληροφοριών που παράγει. Το Σχήμα 3.1, εστιάζοντας στην ειδική περίπτωση μιας μεμονωμένης εισόδου με δύο εξόδους, οδηγεί στις ακόλουθες αφαιρέσεις:

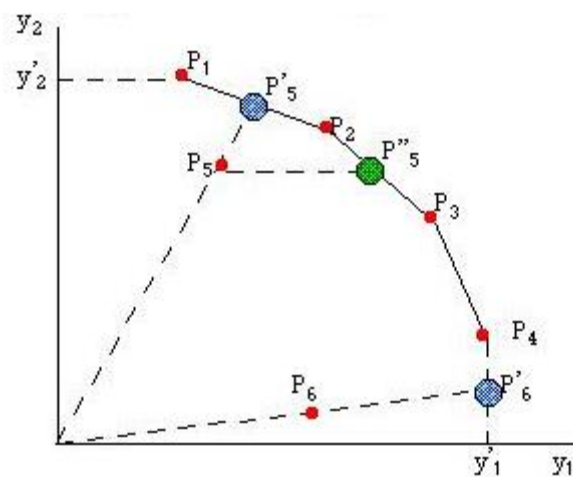


Σχήμα 3.1: Γραφική απεικόνιση του ορίου αποδοτικότητας [18]

- Οι μονάδες A, B και C βρίσκονται στο όριο και επομένως παρουσιάζουν τη βέλτιστη απόδοση, ενώ οι D, E και F κρίνονται αναποτελεσματικές.
- Η αποδοτικότητα της D, σχετίζεται άμεσα από τις μονάδες A και B, ενώ η απόδοση των μονάδων E και F προσδιορίζονται σύμφωνα με τις B και C.
- Καθώς το σημείο D', το υποθετικό σύνθετο βέλτιστο που θα μπορούσε να επιτύχει η μονάδα D, βρίσκεται πιο κοντά στη μονάδα A παρά στη B, η μονάδα D έχει ένα μείγμα εξόδου που μοιάζει περισσότερο με αυτό της μονάδας A.
- Από όλες τις βέλτιστες, αποδοτικές, μονάδες, η B λειτουργεί ως μονάδα αναφοράς για μεγαλύτερο αριθμό μονάδων από ότι οι A και C. Αυτό υποδηλώνει ότι η μονάδα B είναι πιο πιθανό να προσφέρει πραγματικά καλή απόδοση.

- Οι μονάδες E και F βρίσκονται στην ίδια ακτίνα που προέρχεται από την αρχή των αξόνων και ως εκ τούτου είναι παρόμοιες στα μείγματα εξόδου τους, που φαίνεται να μοιάζουν εξίσου το ίδιο, στη B και C.

Στη περίπτωση, που για τις μονάδες D, F & E, σχηματίζονταν μία νοητή κάθετο πάνω στο όριο αποδοτικότητας που σχηματίζεται από τις A, B & C, τότε αυτό που θα σήμαινε είναι ότι οι μη αποδοτικές μονάδες μπορούν να φτάσουν τη μέγιστη απόδοση, χωρίς να μεταβάλλουν ένα από τα δύο δεδομένα τους (αναλόγως τα δεδομένα στους άξονες), μεγιστοποιώντας λοιπόν το ένα, κρατώντας σταθερό το άλλο. Δηλαδή, στη περίπτωση του Σχήματος 3.1, εάν σχηματίζονταν μία κάθετος από την D, στο τμήμα AB, αυτό θα υποδήλωνε, ότι με τον ίδιο και σταθερό όγκο δεδομένων τύπου Output1/Input, θα μπορούσε να παράξει, αυξημένες εκροές τύπου Output2/Input.



Σχήμα 3.2: Γραφική Απεικόνιση Εικονικών Μονάδων Στόχων P5', P5'' & P6' [19]

Το γεγονός που προαναφέρθηκε για το Σχήμα 3.1, παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.2. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται ένα σύνολο μονάδων P1, P2,... P6 με κάθε μονάδα να καταναλώνει την ίδια ποσότητα ενός μόνο πόρου και να παράγει διαφορετικές ποσότητες εξόδων, y1 και y2. Για μια δεδομένη ποσότητα εισροών, οι μονάδες που παρέχουν μεγαλύτερες ποσότητες εκροών θα είναι οι βέλτιστες αποδοτικά. Η εφαρμογή της προσέγγισης της DEA σε αυτό το σύνολο μονάδων θα προσδιορίσει τις μονάδες P1, P2, P3 και P4 ως αποτελεσματικές και τις P5 & P6 ως αναποτελεσματικές. Ο 'φάκελος' αυτός δεδομένων, έχει πλασματικά επεκταθεί στους άξονες από τις γραμμές P1y2' και P4y1' για να περικλείει το σύνολο δεδομένων. Για τη μονάδα P5 η ομάδα ομοειδών αποτελείται από τις μονάδες P1 και P2 και ένας νέος σύνθετο στόχος για το P5 παρέχεται στο P5'. Αυτός ο στόχος, επιτυγχάνεται με μια αναλογική αύξηση όλων των δεδομένων της μονάδας P5. Είναι σαφές, ότι υπάρχουν και άλλοι πιθανοί στόχοι για το P5 όπως στο παράδειγμα που εάν το επίπεδο εξόδου y2 δεν μπορούσε να αυξηθεί, τότε θα μπορούσε να τεθεί ένας στόχος P5'' που θα βασιζόταν εξ ολοκλήρου στην αύξηση της παραγωγής του πόρου y1. Για τη μονάδα P6 η αναλογική αύξηση οδηγεί στο στόχο P6'. Ωστόσο, η P6' κυριαρχείται σαφώς από τη P4 που παράγει την ίδια ποσότητα εξόδου y1 αλλά περισσότερη έξοδο y2. Σε αυτή την περίπτωση, η αναλογική αύξηση πρέπει να συμπληρωθεί με μια περαιτέρω αύξηση της παραγωγής του y2 για να παρέχει έναν αποτελεσματικό στόχο. Επιστρέφοντας στη μονάδα P5, το σύνολο των στόχων P5 μπορεί να ληφθεί από έναν σταθμισμένο μέσο όρο των

ομότιμων μονάδων P1 και P2. Έτσι, το P5 μπορεί να θεωρηθεί ως μια σύνθετη μονάδα που αποτελείται από έναν σταθμισμένο μέσο όρο των ομότιμων μονάδων και αυτή η σύνθετη μονάδα παρέχει έναν στόχο για την μη αποδοτική μονάδα.

Εν κατακλείδι, το όριο απόδοσης είναι ένας ιδανικός τρόπος για να εκφραστεί η σχετική αξιολόγηση των μονάδων. Το περίγραμμα, όχι μόνο δείχνει καθαρά τη σχετική απόδοση κάθε μονάδας, αλλά δείχνει επίσης το σύνολο των μονάδων αναφοράς με τις οποίες η απόδοση μιας αναποτελεσματικής μονάδας έχει άμεσα συγκριθεί. Άρα, το όριο απόδοσης υποδεικνύει μέσω ποιου μείγματος εισόδου/εξόδου μια αναποτελεσματική μονάδα θα μπορούσε να γίνει αποτελεσματική. Ωστόσο, το όριο απόδοσης δεν μπορεί να αναπαρασταθεί αποτελεσματικά όταν ο αριθμός των δεδομένων υπερβαίνει ένα ορισμένο όριο (πχ. τρεις για δισδιάστατα σχέδια).

3.2.2 ΒΑΣΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ CCR

Ένα από τα δύο βασικά μοντέλα της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων, αποτελεί το μοντέλο CCR. Το μοντέλο αυτό ανήκει στους τύπους μοντέλων CRS, και μπορεί να πει κανείς ότι είναι ταυτοποιημένο με αυτό κιόλας, για το γεγονός ότι ορίζει σταθερή κλίμακα αποδόσεων, δηλαδή υπάρχει μία σταθερή αναλογία μεταξύ των δεδομένων εισροής και εκροής. Παρόλο το μεγάλο όγκο και είδος των δεδομένων εισροών και εκροών, το μοντέλο υπολογίζει την τεχνική αποτελεσματικότητα μίας μονάδας χωρίζοντας το κλασματικό πρόβλημα (1), που έχει ήδη διατυπωθεί, σε δύο υπό προβλήματα γραμμικού προγραμματισμού. Το ένα από τα δύο στοχεύει στη **μεγιστοποίηση των εκροών με δεδομένες εισροές**, μάλιστα ορίζονται οι εισροές ίσες με τη μονάδα, και το άλλο στην **ελαχιστοποίηση των εισροών με δεδομένες εκροές**, όπου και εδώ οι εκροές είναι ίσες με τη μονάδα. Χαρακτηριστικά, το παρακάτω πρόβλημα,

$$\text{maximize Efficiency} = \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m N_i X_{ij}}$$

Με τους εξής Περιορισμούς:

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m N_i X_{ij}} &\leq 1 \\ U_r &\geq 0 \\ N_i &\geq 0 \end{aligned}$$

Το παραπάνω πρόβλημα βελτιστοποίησης μετασχηματίζεται σε γραμμική μορφή ως εξής:

1. Μεγιστοποίηση του αριθμητή με παρονομαστή ίσο με τη μονάδα (για κάθε DMU)

$$\text{Max } O_j = \sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}$$

Με τους εξής Περιορισμούς:

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m N_i X_{ij} &\leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{i=1}^m N_i X_{ij} &= 1 \\ N_i &\geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ U_r &\geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s \end{aligned}$$

2. Ελαχιστοποίηση του παρονομαστή με αριθμητή ίσο με τη μονάδα (για κάθε DMU)

$$\text{Min } I_j = \sum_{i=1}^m N_i X_{ij}$$

Με τους εξής Περιορισμούς:

$$\begin{aligned} -\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} + \sum_{i=1}^m N_i X_{ij} &\leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} &= 1 \\ N_i &\geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ U_r &\geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s \end{aligned}$$

Η σταθερά ε , χρησιμοποιείται συμβολικά για να εξασφαλιστεί ότι οι τιμές των βαρών N_i και U_r είναι θετικές. Το ε , ισούται με έναν πολύ μικρό θετικό αριθμό.

Το παραπάνω μοντέλο CCR, εντοπίζεται σε περιπτώσεις που η σχέση των δεδομένων εισροών και εκροών είναι τέτοια (αναλογική), που είναι εύκολο για τη μέθοδο να εξάγει αποτελέσματα που μπορεί μία επιχείρηση ή ένας οργανισμός να βασιστεί. Επίσης, συνήθως το μοντέλο αυτό εφαρμόζεται σε DMU τα οποία είναι αρκετά όμοια μεταξύ τους όχι μόνο στο είδος τους, αλλά και στο τρόπο λειτουργίας τους. Για παράδειγμα, στη περίπτωση που ως DMU ορίζονται διάφορα καταστήματα τραπεζών κάποιας χώρας, έχει νόημα να διερευνηθεί στο πως το κάθε ένα λειτουργεί για να είναι κερδοφόρο. Αν μερικά από αυτά τα καταστήματα είναι νέα στην αγορά ή είναι ιδιόκτητα (μπορεί σε κάποιες χώρες) ή ασχολούνται με τεράστιους οργανισμούς μόνο ή μπορεί και εξ ολοκλήρου, με τη κυβέρνηση, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα που μπορεί να είναι εδραιωμένες τράπεζες στην αγορά που έχουν χτίσει φήμη και ποιότητα με τη πάροδο του χρόνου, τότε δεν υπάρχει νόημα να εφαρμοστεί ένα μοντέλο CRS. Αυτό συμβαίνει, διότι υπάρχει μεγάλη ποικιλομορφία στο τρόπο που κάθε κατάστημα λειτουργεί, και μπορεί η απόδοση που υπολογίζει η μέθοδος σαν βέλτιστη, σε μία μονάδα, να μην είναι σωστό εννοιολογικά και πειραματικά να συγκριθεί με την αποτελεσματικότητα των άλλων μονάδων, μόνο και μόνο επειδή λειτουργούν με διαφορετικούς τρόπους. Σε αυτή τη περίπτωση, ένα μοντέλο μεταβλητής κλίμακας αποδόσεων (VRS) μπορεί να προσεγγίσει με μεγαλύτερη ακρίβεια τη σχέση των DMU και να είναι πιο αντικειμενικό στα αποτελέσματα.

3.2.3 ΒΑΣΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ BCC

Το δεύτερο και βασικότερο μοντέλο της DEA είναι το μοντέλο BCC. Αναπτύχθηκε από τους Banker, Cooper & Charnes το έτος 1984, και ονομάστηκε από τα αρχικά των ονομάτων τους. Σύμφωνα με το μοντέλο, υπολογίζεται η παραγωγική αποδοτικότητα, χρησιμοποιώντας μεταβλητή κλίμακα αποδόσεων (VRS) σε σχέση με το μοντέλο CCR, που προϋποθέτει σταθερή κλίμακα αποδόσεων (CRS). Στη περίπτωση αυτή, δεν υφίσταται κάποια σταθερή αναλογική σχέση μεταξύ των δεδομένων εισροής και εκροής. Για παράδειγμα, ένας πιθανός διπλασιασμός μίας εισροής δεν σημαίνει ότι θα διπλασιάσει και μία αντίστοιχη εκροή, κάνοντας ύστερα λόγο για αυξανόμενη κλίμακα αποδόσεων (IRS) ή ελαττούμενη κλίμακα αποδόσεων (DRS). Η επιρροή που ασκείται στα δεδομένα, μεταξύ τους, αλλάζει σύμφωνα με το αν το μοντέλο BCC, επικεντρώνεται στις εισροές (Input-Oriented), ή στις εκροές (Output-Oriented). Τα μοντέλα με προσανατολισμό σε δεδομένα εισόδου και εξόδου μπορεί να δίνουν διαφορετικά αποτελέσματα στα αποτελέσματα της κλίμακας απόδοσης. Η αύξηση των αποδόσεων στην κλίμακα (IRS) μπορεί να προκύψει από ένα μοντέλο προσανατολισμένο στις εισροές, για παράδειγμα, ενώ μια εφαρμογή ενός μοντέλου προσανατολισμένου στις εκροές μπορεί να παράγει έναν φθίνοντα χαρακτηρισμό απόδοσης στην κλίμακα (DRS) από τα ίδια δεδομένα.

Η μαθηματική φράση, του γραμμικού προγραμματισμού, για το μοντέλο του BCC, για ένα DMU₀, σύμφωνα με τους Banker et al. [20] είναι η εξής:

Μεγιστοποίηση

$$z = \sum_{r=1}^s U_r Y_{r0} - u_0$$

Υπό τους περιορισμούς:

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m N_i X_{ij} - u_0 &\leq 0 \\ \sum_{i=1}^m N_i X_{i0} &= 1 \\ N_i, U_i &\geq \varepsilon \end{aligned}$$

όπου u_0 είναι μία ελεύθερη μεταβλητή απόφασης

Επίσης, στο παραπάνω πρόβλημα γίνεται και η εισαγωγή ενός νέου περιορισμού που αφορά το χαρακτηρισμό της κλίμακας απόδοσης, που στο μοντέλο CCR ισούται πάντα με τη μονάδα, ο οποίος είναι της μορφής:

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

Αν το παραπάνω πρόβλημα επιχειρηθεί να λυθεί χωρίς τον περιορισμό αυτό, τότε για τη κλίμακα απόδοσης συμπεραίνονται τα εξής:

- I. Αν $\sum \lambda_j = 1$, έχουμε CRS
- II. Αν $\sum \lambda_j \neq 1$, έχουμε VRS

Με υποπεριπτώσεις, όπου, αν $\sum \lambda_j < 1$, έχουμε IRS, ενώ αν, $\sum \lambda_j > 1$, έχουμε DRS.

Ο περιορισμός αυτός λοιπόν, παρουσιάζεται στη περίπτωση της δυϊκής μαθηματικής μορφής του μοντέλου BCC, διατυπώνοντας τα εξής:

Ελαχιστοποίηση

$$\theta_0 - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

Υπό τους περιορισμούς:

$$\theta_0 x_{i0} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^-$$

$$\begin{aligned} y_{r0} &= \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\ \lambda_j, s_i^-, s_r^+ &\geq 0, \forall i, r, j \end{aligned}$$

Ως θ_0 , ορίζεται η βέλτιστη λύση του γραμμικού προβλήματος, άρα, η απόδοση του DMU₀, και ως θ_0^* , η βέλτιστη λύση του Δυικού. Ένα DMU, είναι πλήρως αποδοτικό, όταν i) $\min \theta_0 = \theta_0^* = 1$ & ii) Όλα τα περιθώρια είναι μηδενικά, δηλαδή $s_i^- = s_r^+ = 0$.

Σε αρκετές περιπτώσεις μπορεί να παρουσιαστεί το γεγονός ότι, παρόλο που $\theta_0^* = 1$ και η μονάδα είναι αποδοτική, τα περιθώρια υπολογίζονται μη μηδενικά. Για παράδειγμα, τα Input και Output slack, μπορούν να υπολογιστούν ως εξής:

$$\begin{aligned} s_i^{-*} &= \theta_0^* x_{i0} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j^* \\ s_r^{+*} &= \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j^* - y_{r0} \end{aligned}$$

Επιπρόσθετα, από τα παραπάνω [20], εξάγεται το συμπέρασμα ότι οι συνθήκες που προσδιορίζουν τη κατάσταση για το είδος της κλίμακας απόδοσης, είναι άμεσα συνδεδεμένες με τη τιμή του u_0 . Συγκεκριμένα:

- Αύξουσες αποδόσεις κλίμακας (IRS) αν και μόνο αν $u_0 < 0$, για όλες τις βέλτιστες λύσεις
- Φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας (DRS) αν και μόνο αν $u_0 > 0$, για όλες τις βέλτιστες λύσεις
- Σταθερές αποδόσεις κλίμακας (CRS) αν και μόνο αν $u_0 = 0$, για όλες τις βέλτιστες λύσεις

Εν κατακλείδι, αν η μέθοδος εφαρμοστεί πρακτικά, και προκύψει πως $u_0 < 0$, τότε η μονάδα DMU₀ καλό θα είναι να λειτουργήσει σε αυξητική κλίμακα αποδόσεων. Συγκεκριμένα, για τη επίτευξη της μέγιστης αποδοτικότητας απαιτείται η μεγαλύτερη παραγωγή εκροών, πράγμα που συνεπάγεται και την αύξηση των εισροών, σε όσο μικρότερο βαθμό είναι δυνατόν όμως, καθώς το κόστος μεγαλώνει. Στην άλλη περίπτωση, όπου $u_0 > 0$, συμπεραίνεται ότι η μονάδα θα χρειαστεί να λειτουργήσει σε ελαττούμενη κλίμακα αποδόσεων για να υπάρξει η βέλτιστη αποδοτικότητα. Αυτό σημαίνει, τη κατανάλωση λιγότερων πόρων-εισροών. Στη περίπτωση που $u_0 = 0$, η μονάδα λήψης απόφασης λειτουργεί με τη μέγιστη απόδοση (**MPSS: Most Productive Scale Size**) [21].

3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

Σε αντίθεση με τα συμβατικά μέτρα δεικτών απόδοσης, η αξιολόγηση DEA ενσωματώνει όλους τους σχετικούς παράγοντες (ταξινομημένους ως εισόδους ή εξόδους) σε ένα ενιαίο μοντέλο. Υπό αυτή την έννοια είναι αμερόληπτη, καθώς κανένας παράγοντας δεν προτιμάται έναντι κάποιου άλλου [18]. Επιπλέον, μετρά τη σχετική αποτελεσματικότητα σε σχέση με την καλύτερη παρατηρούμενη απόδοση, σε αντίθεση με άλλες τεχνικές που μπορεί να βασίζονται στον μέσο όρο

που παρατηρήθηκε ή ακόμα και σε κάποια προκαθορισμένη απόδοση. Ακόμα, εκτός από τον εντοπισμό των αναποτελεσματικών μονάδων, αποδίδει πολύτιμα συμπεράσματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της κατάλληλης πορείας δράσης μιας επιχείρησης, για τη βελτίωση της απόδοσης των αναποτελεσματικών μονάδων.

Για τους παραπάνω, αλλά και όχι μόνο, λόγους, αξίζει να σημειωθούν μερικά από τα **πλεονεκτήματα** που προσφέρει η εφαρμογή της μεθόδου DEA σε διάφορους τομείς επιχειρήσεων. Χαρακτηριστικά:

1. Δέχεται, αναλόγως τη πληθώρα των μονάδων λήψης απόφασης, τεράστιο όγκο δεδομένων (εισροών και εκροών) που ταυτόχρονα, δεν χρειάζεται να είναι συσχετισμένα μεταξύ τους.
2. Τα δεδομένα, αυτά καθ' αυτά, μπορούν να έχουν και διαφορετικές μονάδες μέτρησης μεταξύ τους.
3. Η αποδοτικότητα του κάθε DMU ξεχωριστά, προκύπτει από τη σύγκρισή του με τις υπόλοιπες ομοειδής του, χαρακτηρίζοντάς το αποδοτικό ή μη, παρέχοντας πληροφορίες, για τα αίτια της αναποτελεσματικότητας και για τη περαιτέρω βελτίωσή του.
4. Οι συντελεστές (βάρη) των δεδομένων δεν χρειάζεται να είναι προσδιορισμένοι από πριν, τους προσδιορίζει η ίδια η μέθοδος με συγκεκριμένο τρόπο.
5. Αποτελεί γενικά, μία αρκετά διαδεδομένη μέθοδο αξιολόγησης, με πάρα πολλές αναφορές και αναλύσεις στον επιστημονικό τομέα, πράγμα που αποδεικνύει εμμέσως την αποτελεσματικότητα και την αξιοπιστία της.
6. Δεν εμφανίζει κάποια ιδιαίτερη δυσκολία στην εφαρμογή της και μπορεί να εφαρμοστεί σε πάρα πολλούς τομείς οργανισμών και επιχειρήσεων, ή και στους οργανισμούς στο σύνολό τους, που τους απασχολούν τελείως διαφορετικά αντικείμενα ενασχόλησης μεταξύ τους.
7. Είναι μια μη παραμετρική μέθοδος και συνεπώς δεν απαιτεί τη διατύπωση κάποιας συγκεκριμένης μαθηματικής συνάρτησης που θα 'δίνει' τη βέλτιστη απόδοση.

Ωστόσο, παρόλο τα σημαντικά προτερήματα που διακατέχει ως μέθοδος, υπάρχουν και κάποιες λεπτομέρειες που αφορούν τον χειρισμό της, με τις οποίες εύκολα μπορεί ένας χρήστης της να βγάλει μη αντικειμενικά, αντιπροσωπευτικά και αξιόλογα αποτελέσματα. Μερικά από αυτά τα **μειονεκτήματα** λοιπόν, είναι:

1. Για να παραχθούν αξιόπιστα αποτελέσματα, θα πρέπει η εισαγωγή των δεδομένων καθώς και το σύνολο των DMUs, να διαμορφωθεί με συγκεκριμένο τρόπο (π.χ. ομοειδή DMUs που δέχονται ίδιες εισροές και εκροές).
2. Η αποδοτικότητα της κάθε μονάδας συγκλίνει ανάλογα με τις αποδοτικότητες των κοντινών της βέλτιστων μονάδων και όχι με μία απόλυτα ορισμένη αποτελεσματικότητα, δίνοντας δυνατότητα για σφάλματα εννοιολογικά και άρα παρέχοντας μη αντικειμενικά αποτελέσματα ([βλέπε 3.2.2](#)).

3. Η υψηλή αποδοτικότητα προκύπτει όχι μόνο όταν μία μονάδα είναι πραγματικά αποδοτική αλλά και όταν έχει ένα βολικό-εξειδικευμένο συνδυασμό εισροών και εκροών.
4. Ο αριθμός των βέλτιστων αποτελεσματικά DMUs αυξάνεται με τον αριθμό των μεταβλητών εισόδων και εξόδων.
5. Η αποδοτικότητα ενός DMU μπορεί να ληφθεί χρησιμοποιώντας ποικίλους συνδυασμούς βαρών στους συντελεστές εισόδου ή/και εξόδου.
6. Η ακριβής σχετική αποτελεσματικότητα δεν μπορεί να μετρηθεί στη DEA όταν η απόδοση στην κλίμακα είναι ασταθής (inconstant).

Το πλαίσιο εφαρμογής της μεθόδου είναι ευρύ ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι είναι έντονη η παρουσία της στο πεδίο της ενέργειας και του περιβάλλοντος. Για να διατηρηθεί μελλοντικά ένα υψηλό επίπεδο κοινωνικής βιωσιμότητας, που συνδέεται άμεσα με τους τομείς της ενέργειας και του περιβάλλοντος, οι επιστήμονες θεωρούν ότι η DEA είναι μία από τις ικανές μεθοδολογίες για την εξέταση του επιπέδου αυτού [22]. Ως αποτέλεσμα, ο αριθμός των άρθρων σχετικά με τις εφαρμογές DEA για την ενέργεια και το περιβάλλον έχει αυξηθεί δραματικά, ιδιαίτερα μετά τη δεκαετία του 2000. Ο παρακάτω **Error! Reference source not found.**, συνοψίζει τις προηγούμενες ερευνητικές προσπάθειες της DEA που εφαρμόστηκαν.

Πίνακας 3.1: Τομείς και χρονολογίες παλαιών ερευνητικών μελετών της DEA [22].

Τομείς Εφαρμογής	Κλάδος	Σύνολο	1980s	1990s	2000s	2010s
Ενέργεια	Ηλεκτρισμός	185	3	16	55	111
	Ορυκτά καύσιμα	23	0	2	6	15
	Άνθρακας	7	1	1	2	3
	Αέριο	13	0	0	4	9
	Θέρμανση	3	0	0	3	0
	Ανανεώσιμες	36	0	0	3	33
	Ενεργειακή απόδοση-εξοικονόμηση	140	0	1	21	118
	Σύνολο (Ενέργεια)	407	4	20	94	289
Περιβάλλον	Περιβάλλον και βιωσιμότητα	270	1	6	41	222
Άλλα	Άλλα	16	0	0	3	13
Σύνολο		693	5	26	138	524

Ο Error! Reference source not found. παρέχει τις ακόλουθες τέσσερις ενδιαφέρουσες ανησυχίες. Πρώτον, ο συνολικός αριθμός των άρθρων που συλλέχθηκαν σε αυτή τη μελέτη ήταν 693, στα οποία 407 αφορούσαν ενεργειακά ζητήματα, 270 σχετίζονταν με το περιβάλλον και την ικανότητα αειφορίας και 16 σχετίζονταν με άλλα θέματα, αν και η τελευταία ομάδα σχετιζόταν με ενεργειακά και περιβαλλοντικά ζητήματα με ευρεία έννοια. Δεύτερον, μείζονα ερευνητικά ενδιαφέροντα βρέθηκαν στην ηλεκτρική ενέργεια καθώς και στην ενεργειακή απόδοση ή στην εξοικονόμηση ενέργειας στον τομέα της ενέργειας. Ο αριθμός των άλλων ειδών μελέτης ή καυσίμων σε διάφορες κατηγορίες (π.χ. πετρέλαιο και άνθρακας) ήταν πολύ μικρότερος από αυτόν των δύο μεγάλων περιοχών. Τρίτον, ο συνολικός αριθμός των άρθρων έχει αυξηθεί σημαντικά από τη δεκαετία του 2000. Συγκεκριμένα, ήταν μόνο 31 πριν από το 2000, αλλά έγιναν 524 μόνο τη δεκαετία του 2010, ή κατά τη διάρκεια περίπου έξι ετών έως τον Μάιο του 2016. Τέταρτον, μεταξύ των 31 άρθρων (δηλαδή 5 τη δεκαετία του 1980 + 26 της δεκαετίας του 1990) πριν από το 2000, οι μελέτες σχετικά με την ηλεκτρική ενέργεια ήταν 19 άρθρα (δηλαδή, 3 τη δεκαετία του 1980 + 16 τη δεκαετία του 1990) και οι περιβαλλοντικές μελέτες περιλάμβαναν 7 άρθρα (πχ. 1 στη δεκαετία του 1980 + 6 στη δεκαετία του 1990). Εν τω μεταξύ, δεν υπήρχαν σχεδόν καθόλου μελέτες σε άλλους τομείς, οι οποίες δεν ταξινομήθηκαν σαφώς σε συγκεκριμένα θέματα που αναφέρονται στον πίνακα, κατά τις πρώτες περιόδους. Έτσι, η ηλεκτρική ενέργεια ήταν η πιο κοινή ερευνητική περιοχή στο αρχικό στάδιο των εφαρμογών της DEA για θέματα ενέργειας και περιβάλλοντος. Από τότε, πολλές ερευνητικές προσπάθειες έχουν εφαρμόσει το DEA για την ενέργεια και το περιβάλλον κατά τη δεκαετία του 2000. Η αυξητική τάση συνεχίστηκε κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 2010 μέχρι σήμερα. Τέλος, η DEA έχει εφαρμοστεί και σε ένα ευρύ πεδίο που περιλαμβάνει εκτός από τα παραπάνω και τους τομείς της εκπαίδευσης, της βιομηχανίας, της υγείας, των τραπεζών, του τουρισμού, των κρατικών και των μη κερδοσκοπικών οργανισμών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

4.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ

4.1.1 ΤΟΜΕΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Με γνώμονα τη μελέτη της αποδοτικότητας και τα οφέλη της ανάλυσης των επιχειρησιακών διαδικασιών, η DEA, είναι σε θέση να εφαρμοστεί, στη παρούσα διπλωματική, σε μία βιομηχανία κατασκευής προϊόντων, διανομής και ελέγχου ηλεκτρικού ρεύματος, και συγκεκριμένα ασφάλειες τήξεως (slow-blow fuses: ασφάλειες βραδείας τήξεως). Η συγκεκριμένη βιομηχανία, αρχικά, ήταν διαχωρισμένη σε δύο μεγάλες εταιρείες, που στη συνέχεια ενώθηκαν και αποτέλεσαν την σημερινή υπάρχουσα. Το 1935 ιδρύθηκε η μία από τις δύο εταιρείες και το 1965 η δεύτερη. Το 1970 εξαγοράστηκαν και οι δυο από την Siemens, όπου και συνενώθηκαν σε μία βιομηχανία. Από το 1971 και έπειτα, άρχισαν οι πρώτες παραγωγές των ασφαλειών. Το 1980, δημιουργήθηκε η ανάγκη για τη δημιουργία των πρώτων ομαδοποιημένων χώρων (Terminal Blocks), που απασχολούσαν τη παραγωγή συγκεκριμένων τύπων ασφαλειών με ιδιαιτερότητες ως προς τη παραγωγή του, με σκοπό τη διευκόλυνση των εργασιών και τη μείωση του κόστους. Το 1993, έγινε το μεγάλο βήμα προς την αυτοματοποίηση, παράλληλα διευρύνοντας τη γραμμή παραγωγής. Τα έτη 1997 και 2001 ήταν επίσης πολύ σημαντικά για την εταιρεία, καθώς έλαβε τη πιστοποίηση DIN ISO 9001 και 14001 αντίστοιχα. Το 2003 δημιουργήθηκαν ξανά νέοι χώροι για να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες παραγωγής συγκεκριμένων ασφαλειών. Το 2005 έρχεται στο παρασκήνιο μία νέα εταιρεία, η Phoenix Contact, η οποία αγοράζει ένα ποσοστό της, εταιρείας και η ίδια αναγκάζεται να παραχωρήσει ένα κομμάτι της παραγωγής της στη κατασκευή κάποιων ειδικών πλαστικών εξαρτημάτων (κλέμμες). Από τότε μέχρι και σήμερα έγιναν κάποιες εντατικές χωροταξικές διαδικασίες για να συντονιστούν τα δύο διαφορετικά κομμάτια της παραγωγής, και μέχρι σήμερα έχουν αυτοματοποιηθεί και εξελιχθεί νέες γραμμές παραγωγής που απασχολούν νέες και τεχνολογικά εξελιγμένες ασφάλειες.

Μερικοί από τους τομείς δραστηριοποίησης της βιομηχανίας αποτελούν οι εξής:

1. Θερμοπλαστική χύτευση με έγχυση
2. Αυτόματη συναρμολόγηση/Δοκιμή
3. Συγκόλληση
4. Σφράγιση πολλαπλών λειτουργιών
5. Τεχνολογία γαλβανισμού και επιφανειών
6. Θερμοσκληρυνόμενη πίεση
7. Διάτρηση/ Σταθμός κάμψης Bihler
8. Εργαλεία και εξαρτήματα

Όπως προαναφέρθηκε, η εταιρεία διαθέτει δύο πιστοποιήσεις κατά ISO. Συγκεκριμένα, διαθέτει:

A. Διασφάλιση Ποιότητας κατά **ISO 9001: 2015**
B. Περιβαλλοντική Διαχείριση κατά **ISO 14001: 2015**

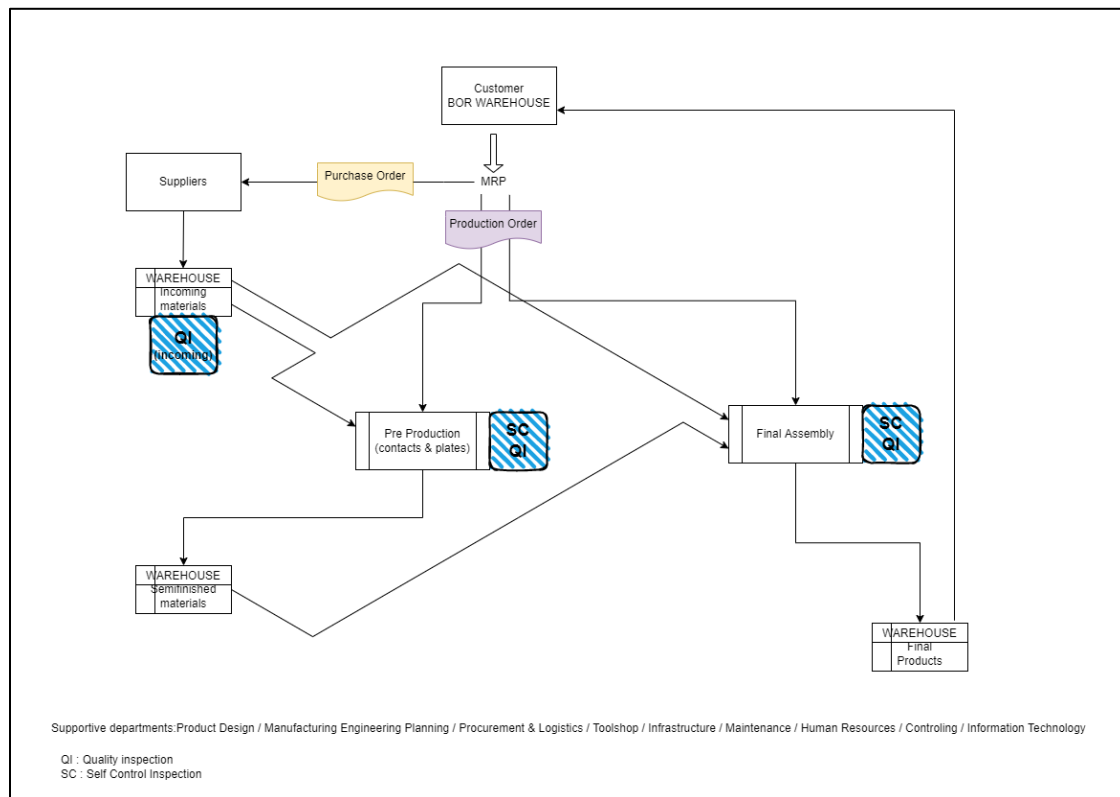
Η διοίκηση με τη πάροδο του χρόνου έχει δεσμευτεί για συνεχείς βελτιώσεις στις διαδικασίες της βιομηχανίας. Μάλιστα, δεσμεύεται να εκπληρώνει τις απαιτήσεις των πελατών και να αυξάνει συνεχώς την ικανοποίησή τους, τηρώντας πάντα απαρέγκλιτα τις νομοθετικές και άλλες διαρρυθμίσεις που την αφορούν. Επιπρόσθετα, δίνει βάση στη συνεχή βελτίωση των συστημάτων διαχείρισης κατά ISO και στη ανερχόμενη τεχνολογία, εμβαθύνοντας στη τεχνογνωσία που απαιτείται για να παρέχεται η μέγιστη ποιότητα. Η διοίκηση επίσης, δεσμεύεται να παρακολουθεί τη πορεία της εταιρείας και να τη διορθώνει όταν χρειάζεται μέσω θέσπισης και συστηματικής παρακολούθησης στόχων και δεικτών. Τέλος, η παροχή της κατάλληλης και αναγκαίας εκπαίδευσης του προσωπικού, η διαμόρφωση του κατάλληλου περιβάλλοντος εργασίας, η φιλική ως προς το περιβάλλον μεταχείριση καθώς και η εξασφάλιση των αναγκαίων πόρων για την απρόσκοπτη λειτουργία της εταιρείας είναι μερικές από τις φιλοδοξίες της σημερινής διοίκησης.

Σε γενική βάση, με γνώμονα τη ποιότητα, η εταιρεία έχει θέσει κάποιους στόχους. Για να μπορεί λοιπόν, να ακολουθεί πάντα τα σωστά πρότυπα και για να είναι σε αρμονία με τις προθέσεις/φιλοδοξίες της, μερικοί από τους στόχους είναι:

- Ικανοποίηση των αναγκών και των προσδοκιών των πελατών.
- Συνεχής αξιολόγηση των προμηθευτών και των συνεργατών της.
- Αποτελεσματική και αποδοτική υλοποίηση των έργων.
- Παροχή αναβαθμισμένων και πρωτοποριακών υπηρεσιών.
- Παρακολούθηση των εξελίξεων της τεχνολογίας και επιχειρηματικότητας, που συνεπάγεται διαρκή εκπαίδευση του προσωπικού.
- καθιέρωση ενός ασφαλούς και ποιοτικού πλαισίου λειτουργίας σύμφωνα με τη διεθνή επιχειρηματική δεοντολογία.
- Ενίσχυση της περιβαλλοντικής πληροφόρησης και περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των πελατών και συνεργατών τους.
- Προστασία του περιβάλλοντος μέσω της κατά το δυνατό μειωμένης χρήσης φυσικών πόρων και ανακύκλωσης αυτών.
- Προστασία των πληροφοριακών αγαθών των εταιρειών μέσω κατάλληλων μέτρων ασφάλειας.
- Συνεχής βελτίωση των οικονομικών μεγεθών, συνεχής βελτίωση σε όλους τους τομείς.

4.1.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Αναπόσπαστο κομμάτι, για την ομαλή λειτουργία της εταιρείας, αποτελεί η πλήρης διαύγεια του προγραμματισμού των έργων που πραγματοποιούνται στη παραγωγή, με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας και των αποδόσεων. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, μία παρουσίαση ενός διαγράμματος ροής των διαδικασιών της, είναι συνήθως πολύ βοηθητικό. Στο Σχήμα 4.1, παρουσιάζεται το γενικό διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας, σε απλή και κατανοητή μορφή, δίχως να περιπλέκεται με όλες τις επιπρόσθετες διαδικασίες που πραγματοποιούνται παράλληλα.



Σχήμα 4.1: Διάγραμμα ροής παραγωγικής διαδικασίας

Οι μονάδες λήψης αποφάσεων (DMUs-Προϊόντα) που θα χρησιμοποιηθούν για την έρευνα, ακολουθούν το παραπάνω διάγραμμα ροής. Χαρακτηριστικά, εάν παρομοιαστεί η διαδικασία σαν ένας ατέρμονος κύκλος, αρχικά, γίνεται η επιβεβαίωση της παραγγελίας των α' υλών που απασχολούν τους αρμόδιους προμηθευτές. Ύστερα, ακολουθεί η αποθήκευσή τους στην αποθήκη, όπου και πραγματοποιείται ο ποιοτικός έλεγχος. Στη συνέχεια, οι α' ύλες, προσκομίζονται είτε στο τομέα της προ-παραγωγής για να επεξεργαστούν κατάλληλα, με ταυτόχρονο ποιοτικό έλεγχο, είτε στο τομέα της 'κανονικής' παραγωγής, εάν δεν χρειάζεται η περαιτέρω επεξεργασία τους, όπου και γίνεται η συναρμολόγηση του τελικού προϊόντος, πάλι με την ύπαρξη ποιοτικού ελέγχου. Υπάρχει η περίπτωση μία α' ύλη να χρειαστεί να ξαναπεράσει, μετά από τη προ-παραγωγή, σε μία προσωρινή αποθήκη ημιτελών προϊόντων, έως ότου χρειαστεί να ξαναεπιστρέψει στη παραγωγή. Όταν πλέον το προϊόν τελειώσει και το στάδιο της τελικής συναρμολόγησης, αποθηκεύεται στο αρμόδιο σημείο της αποθήκης και αναμένεται η έξοδος του από το εργοστάσιο προς το πελάτη απευθείας ή προς συγκεκριμένες αποθήκες στο εξωτερικό που αναλαμβάνουν εκείνες τη τελική μεταφορά του. Αυτό το κομμάτι αφορά το κύκλο παραγωγής στον οποίο απαιτείται η αγορά νέων α' υλών για να ανταποκριθεί σωστά η παραγωγή. Στη περίπτωση που υπάρχουν ήδη επαρκείς αποθηκευμένες α' ύλες, η διαδικασία είναι ακριβώς η ίδια και ξεκινάει αντί για τις αποθήκες, με τη παραγωγή απευθείας. Φυσικά, υπάρχουν πάρα πολλές διαδικασίες που πραγματοποιούνται παράλληλα με όλα τα παραπάνω, και στο στάδιο της αποθήκευσης, και της προ-παραγωγής και της τελικής συναρμολόγησης αλλά η εκτενής ανάλυσή τους είναι μια έντονα χρονοβόρα διαδικασία με πολλές περίπλοκες λεπτομέρειες και έννοιες.

Ως μονάδες λήψης απόφασης λοιπόν σε αυτήν την έρευνα θα ορισθούν τα προϊόντα παραγωγής της βιομηχανίας, δηλαδή οι ασφάλειες τήξεως. Θα χρησιμοποιηθούν διαφορετικού τύπου

ασφάλειες που επεξεργάζονται, συσκευάζονται και συναρμολογούνται σε διαφορετικούς χώρους της εταιρείας. Οι διαφορετικοί τύποι δεν αφορούν μόνο το μέγεθος, αλλά και τα χαρακτηριστικά της ασφάλειας, δηλαδή τα αμπέρ (A) και τη τάση (V), ο τύπος του σύρματος που χρησιμοποιείται (χάλυβας, χαλκός, αλουμίνιου κ.λπ.), η άμμος με την οποία γεμίζεται ή όχι, αναλόγως την ασφάλεια, καθώς και με το χημικό υγρό με το οποίο γεμίζεται η άμμος με σκοπό να γίνει συμπαγής (Kieselsoil). Λόγω νομικών κανόνων της εταιρείας, δεν μπορούν να δημοσιοποιηθούν οι ακριβείς τύποι των προϊόντων αλλά για τα παραπάνω, τα προϊόντα θα παρουσιάζονται παρακάτω στον Πίνακα 4.1 ως εξής :

Πίνακας 4.1: Τύποι Προϊόντων-DMUs

ΤΥΠΟΙ	ΥΠΟΠΡΟΙΟΝΤΑ						
ΜΕΓ 1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	-	-
ΜΕΓ 2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	-	-
ΜΕΓ 3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	-	-
ΜΕΓ 000	000.1	000.2	000.3	-	-	-	-
ΜΕΓ 00	00.1	00.2	00.3	00.4	00.5	00.6	00.7

Ως ΜΕΓ 1, 2, 3 00, 000 ορίζονται τα διαφορετικά μεγέθη των ασφαλειών τήξεως (διαφορετικά μεγέθη αλλά και διαφορετικές ως προς την χρήση τους). Τα αντίστοιχα υποπροϊόντα (πχ. ΜΕΓ 1.1) που απαρτίζουν το γενικό τύπο μεγέθους αποτελούν διαφοροποιημένες εκδοχές των προϊόντων όπου προστέθηκε ή αφαιρέθηκε κάποιο υλικό ή ιδιότητα.

Άρα λοιπόν για τα τρία έτη 2019-2021 τα DMU αντιστοιχούνται σύμφωνα με τον τύπο τους συνολικά στον Πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.2: Αντιστοίχιση τύπου ασφάλειας με DMU

DMU 1	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ1.1	Έτος 2019	DMU 26	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ1.1	Έτος 2020	DMU 51	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ1.1	Έτος 2021
DMU 2	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ1.2		DMU 27	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ1.2		DMU 52	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ1.2	
DMU 3	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ1.3		DMU 28	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ1.3		DMU 53	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ1.3	
DMU 4	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ1.4		DMU 29	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ1.4		DMU 54	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ1.4	
DMU 5	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ1.5		DMU 30	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ1.5		DMU 55	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ1.5	
DMU 6	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ2.1		DMU 31	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ2.1		DMU 56	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ2.1	
DMU 7	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ2.2		DMU 32	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ2.2		DMU 57	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ2.2	
DMU 8	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ2.3		DMU 33	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ2.3		DMU 58	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ2.3	
DMU 9	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ2.4		DMU 34	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ2.4		DMU 59	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ2.4	
DMU 10	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ2.5		DMU 35	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ2.5		DMU 60	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ2.5	
DMU 11	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ3.1		DMU 36	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ3.1		DMU 61	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ3.1	
DMU 12	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ3.2		DMU 37	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ3.2		DMU 62	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ3.2	
DMU 13	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ3.3		DMU 38	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ3.3		DMU 63	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ3.3	
DMU 14	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ3.4		DMU 39	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ3.4		DMU 64	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ3.4	
DMU 15	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ3.5		DMU 40	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ3.5		DMU 65	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ3.5	

DMU 16	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ000.1		DMU 41	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ000.1		DMU 66	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ000.1	
DMU 17	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ000.2		DMU 42	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ000.2		DMU 67	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ000.2	
DMU 18	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ000.3		DMU 43	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ000.3		DMU 68	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ000.3	
DMU 19	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.1		DMU 44	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.1		DMU 69	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.1	
DMU 20	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.2		DMU 45	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.2		DMU 70	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.2	
DMU 21	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.3		DMU 46	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.3		DMU 71	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.3	
DMU 22	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.4		DMU 47	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.4		DMU 72	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.4	
DMU 23	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.5		DMU 48	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.5		DMU 73	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.5	
DMU 24	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.6		DMU 49	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.6		DMU 74	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.6	
DMU 25	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.7		DMU 50	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.7		DMU 75	ΤΥΠΟΣ ΜΕΓ00.7	

4.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΕΙΣΡΟΩΝ ΚΑΙ ΕΚΡΟΩΝ

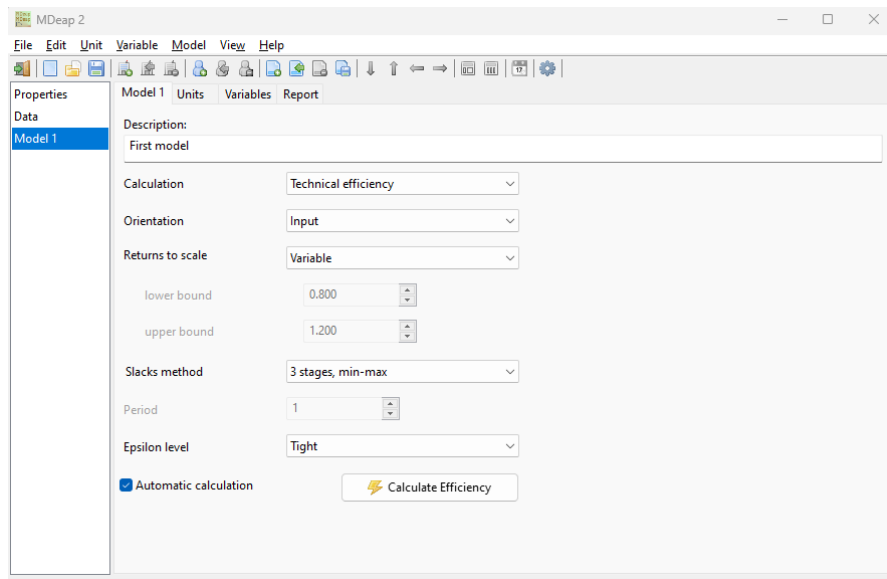
Αρχικά, προτού γίνει ο καθορισμός των εισροών και των εκροών των DMUs, θα γίνει μία συνοπτική αναφορά στο λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί για τη DEA.

4.2.1 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ MDEAP2

Συγκεκριμένα, το λογισμικό MDeap 2 υπολογίζει τη τεχνική ή σχετική αποδοτικότητα, λαμβάνοντας υπόψη όλων των ειδών τις επιστροφές στη κλίμακα (constant, variable, κ.α.). Παράγει αποτελέσματα συνολικά, χωρίς περιορισμούς για τα DMUs ή τα Inputs ή τα Outputs, τα οποία αφορούν τη κάθε μονάδα λήψης απόφασης, και παρέχει πληροφορίες σχετικά με το αν μία μονάδα, αναλόγως ποια κλίμακα έχει επιλεγεί, αποδίδει IRS ή DRS. Το πρόγραμμα δημοσιοποιήθηκε στο διαδίκτυο το 2015 από τον δημιουργό του Michel Deslieries.

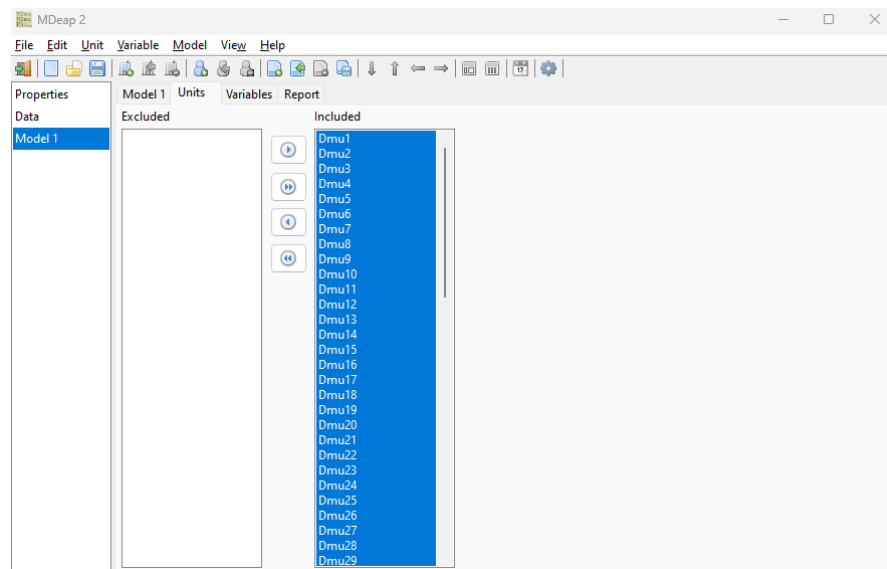
Σύμφωνα με τον δημιουργό του, το MDeap 2 είναι μια δωρεάν εφαρμογή που μπορεί να εκτελέσει την απλούστερη Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων. Μπορεί να υπολογίσει σταθερές τεχνικές αποδόσεις (CRS) προσανατολισμένες σε εισροές και εκροές (το μοντέλο CCR) και μεταβλητές αποδόσεις προσανατολισμένες σε εισόδους και εξόδους (το μοντέλο BCC). Για τα μοντέλα BCC, οι αποδόσεις μπορεί να είναι μεταβλητές, μη φθίνουσες, μη αυξανόμενες ή γενικευμένες (περιορισμένες). Τέλος, η εφαρμογή μπορεί να υπολογίσει την απόδοση κατανομής με προσανατολισμό στις εισροές (απόδοση κόστους) ή εκροές (αποτελεσματικότητα εσόδων). Πάλι, οι επιστροφές στην κλίμακα μπορεί να είναι σταθερές, μεταβλητές, μη φθίνουσες, μη αυξανόμενες ή γενικευμένες.

Στο Σχήμα 4.2, παρουσιάζεται το παράθυρο ρυθμίσεων του μοντέλου πριν γίνει ο υπολογισμός της αποδοτικότητας της κάθε μονάδας. Παρατηρείται ότι δίνεται η δυνατότητα επιλογής του τύπου αποδοτικότητας (technical-allocative), του προσδιορισμού του προβλήματος (input oriented-output oriented, βλέπε κεφ. 3), της κλίμακας επιδόσεων (variable, constant, κ.λπ.), του 'ορίου' μέχρι το οποίο θα αναλυθεί το μοντέλο χωρίς να υπάρχουν μεγάλα σφάλματα (στη συγκεκριμένη περίπτωση, μηδαμινά), δηλαδή του slack και του epsilon level.



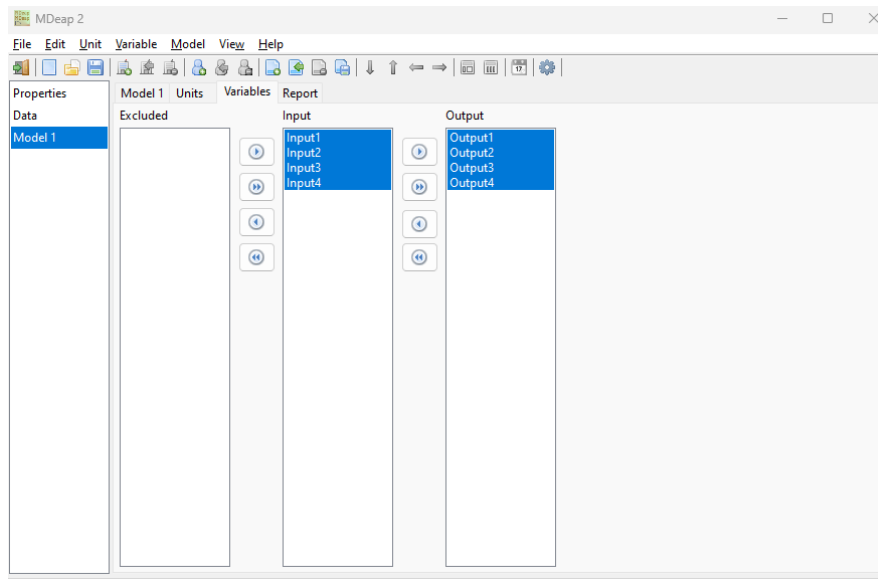
Σχήμα 4.2: Επιλογή ρυθμίσεων μοντέλου

Στο Σχήμα 4.3 παρουσιάζονται ονομαστικά όλα τα DMUs που έχουν επιλεγεί για τη DEA, στο συγκεκριμένο παράδειγμα. Δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη, αν θέλει να μην συμπεριλάβει κάποιον στον τελικό υπολογισμό.



Σχήμα 4.3: Επιλογή ρυθμίσεων μοντέλου-Παράθυρο DMUs

Στο Σχήμα 4.4, παρουσιάζονται ονομαστικά τα δεδομένα εισροών και εκροών και μπορεί ο χρήστης να μην συμπεριλάβει κάποιο από αυτά, ή ακόμη και να αλλάζει τα δεδομένα μεταξύ τους, δηλαδή από εισροές να γίνονται εκροές, στη περίπτωση που το κρίνει αυτός αναγκαίο.



Σχήμα 4.4: Επιλογή ρυθμίσεων μοντέλου-Παράθυρο δεδομένων

Στο Σχήμα 4.5, παρουσιάζονται τα πιο ενδιαφέροντα στοιχεία του λογισμικού και της μεθόδου της περιβάλλουσας ανάλυσης δεδομένων (Scores). Χαρακτηριστικά, στο παράθυρο των Report, παρουσιάζονται οι αποδοτικότητες όλων των DMUs που έχουν συμπεριληφθεί στην ανάλυση, μαζί με τα στοιχεία των:

- Peers
- Data
- Projections
- Slacks
- Targets
- Changes
- Weights

	θvrts	Eff	θcrts	θscale	Returns
Dmu1	1.000000	*	0.978435	0.978435	drs
Dmu2	0.981670		0.979152	0.997436	drs
Dmu3	0.981030		0.978897	0.997827	drs
Dmu4	0.979598		0.978629	0.999011	drs
Dmu5	1.000000	*	1.000000	1.000000	-
Dmu6	1.000000	*	0.978727	0.978727	drs
Dmu7	0.993548		0.978603	0.984958	drs
Dmu8	0.986884		0.976842	0.989825	drs
Dmu9	1.000000	*	0.976048	0.976048	drs
Dmu10	0.985595		0.977697	0.991986	drs
Dmu11	0.987470		0.987458	0.999988	irs
Dmu12	1.000000	*	1.000000	1.000000	-
Dmu13	0.990798		0.975871	0.984934	drs
Dmu14	1.000000	*	1.000000	1.000000	-
Dmu15	1.000000	*	1.000000	1.000000	-
Dmu16	1.000000	*	1.000000	1.000000	-
Dmu17	1.000000	*	1.000000	1.000000	-
Dmu18	1.000000	*	1.000000	1.000000	-

Σχήμα 4.5: Επιλογή ρυθμίσεων μοντέλου-Παράθυρο αποτελεσμάτων (Reports)-Scores

Σε γενικό επίπεδο, το λογισμικό κάνει μία υπερπλήρη ανάλυση των μονάδων λήψης απόφασης σε σχέση με τα δεδομένα εισροής και εκροής, και παρουσιάζει πολλά και διάφορα αποτελέσματα. Για αυτό το λόγο, γίνεται μια συνοπτική αναφορά στο πρόγραμμα. Τα πιο σημαντικά από αυτά είναι τα Scores και τα Peers.

	Dmu1	Dmu5	Dmu6	Dmu9	Dmu12	Dmu14	Dmu15	Dmu16	Dmu17	Dmu18	Dmu19	Dmu20	Dmu22	Dmu25	Dmu26	Dmu28	Dmu30	Dmu32	Dmu33	Dmu34	Dmu35	Dmu36
Dmu2																	0.137				0.062	0.0
Dmu3																0.162	0.076				0.348	0.0
Dmu4																	0.183				0.175	0.0
Dmu7			0.523		0.020		0.016											0.408				
Dmu8																	0.030			0.144	0.380	0.0
Dmu10																			0.101	0.715		0.0
Dmu11												0.017										0.0
Dmu13									0.011													0.0
Dmu21								0.004		0.776	0.142											0.0
Dmu23								0.015		0.580	0.137											0.0
Dmu24								0.035			0.710											0.0
Dmu27																	0.084		0.026	0.039		0.0
Dmu29																	0.175			0.224		0.0
Dmu31	0.102				0.025		0.274									0.056						0.0
Dmu52																						0.0
Dmu54																						0.0
Dmu56																						0.0
Dmu58																			0.055			0.0
Dmu61																						0.0
Dmu71								0.015														0.0
Dmu73																						0.0

Σχήμα 4.6: Επιλογή ρυθμίσεων μοντέλου-Παράθυρο αποτελεσμάτων (Reports)-Peers

4.2.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ-ΕΞΟΔΟΥ

Έπειτα από τη συνοπτική παρουσίαση του λογισμικού, το πιο σημαντικό βήμα είναι να καθοριστούν τα δεδομένα εισροής και εκροής, στα οποία θα βασιστεί η μέθοδος DEA, και θα υπολογιστούν οι αποδοτικότητες. Όλα τα δεδομένα αναφέρονται σε ετήσια παραγωγή της εταιρείας. Ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιήθηκε η επιλογή των εισροών και των εκροών, ουσιαστικά βασίζεται σε δύο ισάξιους συλλογισμούς.

Ο πρώτος, βασίζεται στην αμεροληψία των δεδομένων, δηλαδή κατά πόσο αντικειμενικά και αντιπροσωπευτικά είναι καθώς και πόσο ‘εύκολα’ μπορούν να συλλεχθούν από το περιβάλλον της εταιρείας. Η ευκολία συλλογής συμπεριλαμβάνεται σαν μία άκρως σημαντική κατάσταση, για τον λόγο ότι, σε αρκετές περιπτώσεις θυσιάζεται η αντικειμενικότητα και η πρακτικότητα συλλογής των δεδομένων στη βιασύνη, τη κούραση και την ευκολία. Το ευαίσθητο κομμάτι στη μελέτη της αποδοτικότητας λοιπόν, είναι κατά κύριο λόγο η επιλογή των δεδομένων αυτών, εφόσον από αυτά θα εξαρτηθεί εξ’ ολοκλήρου το αποτέλεσμα και θα βασιστούν οι μελλοντικές στρατηγικές βελτίωσης. Έτσι, σφάλματα που εντοπίζονται κατά τη διαδικασία συλλογής τους, όπως προαναφέρθηκε, καλό είναι να απαλείφονται.

Ο δεύτερος συλλογισμός, αφορά το πόσο εύστοχα τα δεδομένα αυτά αποτυπώνουν τη κατάσταση της εταιρείας. Για να γίνει σωστά λοιπόν η μελέτη της αποδοτικότητας, θα χρειαστούν δεδομένα όπως τα κόστη λειτουργίας, κόστη α’ ύλης, τζίρος, ικανοποίηση πελατών. Μπορεί σε πολλές περιπτώσεις, μερικά από αυτά να μην είναι εύκολα μετρήσιμα, ωστόσο είναι επιτακτική ανάγκη κάθε επιχείρησης που στοχεύει στη βελτίωση των διαδικασιών της (παραγωγικών και μη), να προσπαθεί να τα λαμβάνει υπόψη. Παρατηρείται ακόμη, ότι τα περισσότερα από τα δεδομένα είναι οικονομικά στοιχεία. Το παραπάνω γεγονός, είναι απολύτως λογικό, εφόσον είναι από τα πιο εύκολα μετρήσιμα στοιχεία και αντιπροσωπεύουν πλήρως την οικονομική κατάσταση της εταιρείας, πράγμα που καθορίζει άμεσα τη μακροζωία της. Τα δεδομένα που δεν αποτελούν εννοιολογικά κομμάτι των οικονομικών, ή αλλιώς δεδομένα ποιότητας, όπως πχ. η ικανοποίηση πελατών ή το ποσοστό ικανοποίησης των παραγγελιών σε συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα, είναι αυτά που είναι πιο δύσκολο να υπολογιστούν που ωστόσο, η χρησιμότητά τους είναι αδιαμφισβήτητη. Αυτά τα δύο είδη δεδομένων, ενώνουν τα εσωτερικά της επιχείρησης (κόστη-διαδικασίες), με τα εξωτερικά (κέρδη-προϊόντα), και σκιαγραφούν το πλαίσιο λειτουργίας της και συνεπώς της αποδοτικότητάς της.

Έτσι λοιπόν, αρχικά, θα γίνει καθορισμός των δεδομένων εισροής. Ως δεδομένα εισόδου στην ανάλυση, επιλέχθηκαν 4 μεταβλητές: κόστος α’ ύλης, κόστος ανθρώπινου δυναμικού, γενικά βιομηχανικά κόστη και λοιπά λειτουργικά έξοδα, όλα σε χιλιάδες €. Στον Πίνακα 4.3, παρουσιάζονται τα δεδομένα εισόδου με τις μονάδες τους και ακολουθεί μία σύντομη επεξήγηση των εννοιών που συμπεριλαμβάνουν.

Πίνακας 4.3: Δεδομένα Εισόδου

ΚΟΣΤΟΣ Α' ΥΛΗΣ [χιλ. €]
ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ [χιλ. €]
ΓΕΝΙΚΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΟΣΤΗ [χιλ. €]
ΛΟΙΠΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΞΟΔΑ [χιλ. €]

- **ΚΟΣΤΟΣ Α' ΥΛΗΣ:** Καθαρό συνολικό κόστος της α' ύλης που απαιτήθηκε για τη κατασκευή των προϊόντων που παράχθηκαν.
- **ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ:** Ουσιαστικά, αναφέρεται στο άμεσο εργατικό κόστος, δηλαδή το ημερομίσθιο των εργατών στη παραγωγή, βάση των πρότυπων χρόνων παραγωγής.
- **ΓΕΝΙΚΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΕΞΟΔΑ:** Αποτελούνται από διάφορα έξοδα της παραγωγής, όπως οι αποσβέσεις και η συντήρηση των μηχανών, έξοδα για χώρους-εγκαταστάσεις, διάφορα κόστη που αφορούν τους εργοδηγούς και του μηχανουργούς σχετικά με τα μηχανήματα, κόστος συντήρησης και επισκευής καλουπιών, απόσβεση καλουπιών.
- **ΛΟΙΠΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΞΟΔΑ:** Σε αυτά περιλαμβάνονται όλα τα έξοδα πωλήσεων, διακίνησης και διοίκησης. Για παράδειγμα, μισθοί διευθυντών και στελεχών, κόστος αυτοκινήτων leasing, νομικά έξοδα, έξοδα μεταφοράς και πώλησης προϊόντων (αποθήκες), μισθοί αποθηκάρων.

Έπειτα, θα γίνει καθορισμός των δεδομένων εκροής. Σαν δεδομένα εξόδου στην ανάλυση, επιλέχθηκαν 4 μεταβλητές: παραγωγή (σε χιλιάδες τεμάχια), πωλήσεις (σε χιλιάδες €), έγκαιρη παράδοση (σε % ποσοστό παραγγελιών) και ετήσιο κόστος σκάρτων υλικών (σε χιλιάδες €). Στον Πίνακα 4.4 παρουσιάζονται τα δεδομένα εξόδου με τις μονάδες τους και ακολουθεί μία σύντομη επεξήγηση των εννοιών που συμπεριλαμβάνουν.

Πίνακας 4.4: Δεδομένα Εξόδου

ΠΑΡΑΓΩΓΗ [ΧΙΛ. ΤΕΜΑΧΙΑ]
ΠΩΛΗΣΕΙΣ [ΧΙΛ. €]
ΠΑΡΑΔΟΣΗ [%]
ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΚΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ [ΧΙΛ. €]

- **ΠΑΡΑΓΩΓΗ:** Αφορά το καθαρό σύνολο πωλήσεων μετρημένο σε κομμάτια, δηλαδή προϊόντα.
- **ΠΩΛΗΣΕΙΣ:** Το σύνολο του κύκλου εργασιών που απαρτίζεται από την πραγματική αξία του συνόλου των προϊόντων που πουλήθηκαν.
- **ΠΑΡΑΔΟΣΗ:** Το δεδομένο αυτό, ουσιαστικά απευθύνεται σαν ποσοστό, στο κατά πόσο η εταιρεία είναι συνεπής στις παραδόσεις της παραγωγής που της ζητείται, δηλαδή

χαρακτηρίζεται σαν επίδοση των παραδόσεων. Πρακτικά, αναφέρεται στο ισοζύγιο, χρόνο που περιμένει ο πελάτης – χρόνο που καταναλώνει η εταιρεία. Άμα ο χρονικός ορίζοντας της παραγγελίας που έχει οριστεί με τον πελάτη, ξεπεραστεί, τότε το ποσοστό επίδοσης της παράδοσης είναι χαμηλότερο του 100%.

- **ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΚΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ:** Το πραγματικό συνολικό κόστος σκάρτων υλικών (φύρα), που υπολογίζεται μετά από τον τζίρο της επιχείρησης

4.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στο υποκεφάλαιο αυτό, θα γίνει η παρουσίαση των αριθμητικών δεδομένων, συνολικά, που επιλέχθηκαν για τη μέθοδο DEA. Η συλλογή των δεδομένων αφορά την ετήσια παραγωγή της εταιρείας, και θα παρουσιαστούν τα τρία έτη παραγωγής, 2019-2021, ξεχωριστά.

Ο Πίνακας 4.5 παρουσιάζει, συνολικά, τα αριθμητικά δεδομένα εισόδου-εξόδου και τα DMUs στα οποία αντιστοιχούν, για το έτος 2019.

Πίνακας 4.5: Αριθμητικά δεδομένα εισόδου-εξόδου-DMU, έτος 2019

Α/ Α	ΕΙΣΟΔΟΙ				ΕΞΟΔΟΙ			
	ΚΟΣΤΟΣ Σ Α' ΥΛΗΣ [χλ. €]	ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ Υ ΔΥΝΑΜΙΚΟ Υ [χλ. €]	ΓΕΝΙΚΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚ Α ΚΟΣΤΗ [χλ. €]	ΛΟΙΠΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚ Α ΕΞΟΔΑ [χλ. €]	ΠΑΡΑΓΩΓ Η [ΧΙΛ. ΤΕΜΑΧΙΑ]	ΠΩΛΗΣΕΙ Σ [ΧΙΛ. €]	ΠΑΡΑΔΟΣ Η [%]	ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΚΑΡΤΩ Ν ΥΛΙΚΩΝ [ΧΙΛ. €]
1	18.768	4.558	6.814	3.529	3.25	38.03	97.00	0.899
2	21.901	6.592	9.818	4.458	4.79	48.30	97.00	1.143
3	46.714	14.379	21.021	9.555	7.68	103.53	95.00	2.450
4	30.684	9.218	13.455	6.214	4.87	67.28	95.00	1.591
5	18.523	3.262	7.988	3.749	3.17	37.93	95.00	0.960
6	18.646	4.206	5.979	3.390	2.29	36.39	96.00	0.858
7	18.791	4.476	6.226	3.468	2.44	37.22	96.00	0.878
8	79.495	19.974	29.335	15.078	10.16	162.49	94.00	3.835
9	184.538	40.969	60.438	33.593	20.85	360.85	90.00	8.506
10	89.731	24.685	36.153	17.582	12.56	189.90	94.00	4.483
11	16.951	8.161	9.702	4.036	1.13	43.88	96.00	1.037
12	6.462	2.907	3.431	1.487	0.37	16.14	96.00	0.382
13	67.024	14.889	19.872	12.834	3.78	129.64	94.00	3.233
14	27.512	5.134	6.963	4.388	1.41	49.62	94.00	1.106
15	12.114	2.512	3.466	2.137	0.75	22.85	94.00	0.539
16	9.295	5.961	8.282	2.694	12.51	29.62	98.00	0.694
17	8.477	4.768	6.518	2.272	9.18	24.88	98.00	0.582
18	17.641	9.412	12.877	4.597	18.11	50.28	98.00	1.177
19	3.747	5.376	6.423	1.750	5.01	19.53	97.00	0.461
20	2.128	3.173	3.789	1.023	2.94	11.42	97.00	0.270
21	3.671	5.098	6.101	1.676	4.74	18.69	97.00	0.441
22	4.863	6.287	7.534	2.110	5.89	23.48	97.00	0.554
23	4.222	5.244	6.277	1.780	4.82	19.79	97.00	0.467
24	3.676	4.028	4.836	1.421	3.76	15.77	97.00	0.372
25	7.674	7.513	9.018	2.750	6.97	30.44	97.00	0.719

Στον Πίνακα 4.6 απεικονίζονται, συνολικά, τα αριθμητικά δεδομένα εισόδου-εξόδου και τα DMUs στα οποία αντιστοιχούν, για το έτος 2020.

Πίνακας 4.6: Αριθμητικά δεδομένα εισόδου-εξόδου-DMU, έτος 2020

Α/ Α	ΕΙΣΟΔΟΙ				ΕΞΟΔΟΙ			
	ΚΟΣΤΟΣ Σ Α' ΥΛΗΣ [χλ. €]	ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ Υ ΔΥΝΑΜΙΚΟ Υ [χλ. €]	ΓΕΝΙΚΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚ Α ΚΟΣΤΗ [χλ. €]	ΛΟΙΠΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚ Α ΕΞΟΔΑ [χλ. €]	ΠΑΡΑΓΩΓ Η [ΧΙΛ. ΤΕΜΑΧΙΑ]	ΠΩΛΗΣΕΙ Σ [ΧΙΛ. €]	ΠΑΡΑΔΟΣ Η [%]	ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΚΑΡΤΩ Ν ΥΛΙΚΩΝ [ΧΙΛ. €]
26	19.924	4.902	7.342	3.740	3.35	40.60	97.00	0.907
27	23.928	6.981	10.488	4.735	4.91	51.45	97.00	1.152
28	49.611	15.214	22.534	10.090	7.89	111.80	95.00	2.468
29	31.997	9.958	14.578	6.620	5.04	72.26	93.00	1.6
30	19.072	3.431	8.515	3.953	3.24	40.93	96.00	0.969
31	20.758	4.488	6.434	3.598	2.36	38.98	95.00	0.866
32	19.661	4.759	6.606	3.672	2.49	39.82	96.00	0.885
33	83.205	21.396	31.346	15.860	10.40	172.63	95.00	3.862
34	194.822	43.518	64.920	35.691	21.50	382.33	93.00	8.55
35	93.253	26.239	38.843	18.507	12.89	203.91	93.00	4.512
36	17.587	8.737	10.458	4.264	1.17	47.03	97.00	1.045
37	6.721	3.118	3.708	1.584	0.38	17.28	96.00	0.384
38	69.274	15.885	21.282	13.696	3.89	140.01	95.00	3.255
39	28.798	5.444	7.448	4.602	1.44	53.37	94.00	1.112
40	12.694	2.658	3.705	2.258	0.77	24.59	93.00	0.542
41	10.513	6.445	8.900	2.849	12.89	31.81	97.00	0.7
42	9.083	5.011	7.022	2.410	9.44	26.73	99.00	0.585
43	19.511	10.191	13.848	4.911	18.66	54.30	99.00	1.185
44	4.225	5.650	6.823	1.843	5.11	20.91	96.00	0.464
45	2.256	3.362	4.044	1.077	3.00	12.16	96.00	0.272
46	3.880	5.466	6.565	1.786	4.87	20.05	97.00	0.444
47	5.714	6.729	8.072	2.234	6.07	25.08	97.00	0.559
48	4.467	5.624	6.741	1.887	4.95	21.22	97.00	0.471
49	4.591	4.309	5.231	1.504	3.89	16.90	98.00	0.375
50	8.270	8.133	9.708	2.935	7.18	32.66	97.00	0.726

Ο Πίνακας 4.7, παρουσιάζει, συνολικά, τα αριθμητικά δεδομένα εισόδου-εξόδου και τα DMUs στα οποία αντιστοιχούν, για το έτος 2021.

Πίνακας 4.7: Αριθμητικά δεδομένα εισόδου-εξόδου-DMU, έτος 2021

Α/ Α	ΕΙΣΟΔΟΙ				ΕΞΟΔΟΙ			
	ΚΟΣΤΟΣ Σ Α' ΥΛΗΣ [χλ. €]	ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ Υ ΔΥΝΑΜΙΚΟ Υ [χλ. €]	ΓΕΝΙΚΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚ Α ΚΟΣΤΗ [χλ. €]	ΛΟΙΠΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚ Α ΕΞΟΔΑ [χλ. €]	ΠΑΡΑΓΩΓ Η [ΧΙΛ. ΤΕΜΑΧΙΑ]	ΠΩΛΗΣΕΙ Σ [ΧΙΛ. €]	ΠΑΡΑΔΟΣ Η [%]	ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΚΑΡΤΩ Ν ΥΛΙΚΩΝ [ΧΙΛ. €]
51	25.293	6.282	9.494	4.688	4.14	45.47	97.00	0.963
52	30.517	9.225	14.015	6.121	6.26	56.59	96.00	1.212
53	62.904	19.540	29.524	12.726	9.79	124.30	97.00	2.594
54	42.052	12.808	19.065	8.299	6.25	80.81	94.00	1.704
55	25.212	4.453	11.237	5.031	4.08	45.36	95.00	1.028
56	25.569	5.826	8.510	4.584	2.97	44.04	94.00	0.910
57	25.612	6.152	8.654	4.656	3.11	44.59	96.00	0.938

58	111.374	28.496	42.216	20.646	13.36	190.04	95.00	4.061
59	263.943	58.315	88.004	46.926	27.84	428.15	94.00	9.047
60	120.597	33.379	50.066	23.173	15.92	229.06	92.00	4.798
61	23.132	11.445	13.702	5.423	1.47	52.95	95.00	1.112
62	9.206	4.167	5.016	2.072	0.50	19.18	96.00	0.406
63	91.320	20.556	27.728	17.259	4.83	157.04	95.00	3.451
64	37.309	7.073	9.854	5.904	1.81	58.79	93.00	1.170
65	16.510	3.475	4.899	2.865	0.96	27.47	93.00	0.576
66	13.089	8.555	11.937	3.698	16.47	35.05	96.00	0.741
67	11.659	6.465	9.121	3.026	11.74	29.81	94.00	0.618
68	24.706	13.407	18.512	6.268	23.65	60.63	98.00	1.251
69	5.095	7.308	8.942	2.310	6.35	23.21	97.00	0.493
70	2.944	4.404	5.369	1.370	3.77	13.47	97.00	0.290
71	5.258	7.287	8.877	2.337	6.29	22.15	97.00	0.472
72	6.910	8.937	10.980	2.928	7.82	27.76	97.00	0.597
73	5.919	7.376	8.914	2.435	6.28	23.55	97.00	0.502
74	5.304	5.806	7.161	1.982	5.03	18.91	99.00	0.394
75	10.290	10.392	12.515	3.663	8.87	36.79	97.00	0.764

Μία σημαντική λεπτομέρεια που συναντιέται στη βιβλιογραφία της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων, είναι η μεταχείριση κάποιων ‘αρνητικών’ δεδομένων, που χαρακτηρίζουν μια εταιρεία, όπως για παράδειγμα είναι η φύρα, η καθυστέρηση και η μη ικανοποίηση των πελατών. Στη περίπτωση της διπλωματικής αυτής, το μόνο δεδομένο που έχει αρνητικό-φθίνοντα ρόλο στην απόδοση, είναι το ετήσιο κόστος των σκάρτων υλικών. Μία από τις λύσεις που προτείνονται για το πρόβλημα αυτό, είναι η κανονικοποίηση των δεδομένων [23]. Για την ικανοποίηση των δεδομένων λοιπόν, χρησιμοποιήθηκε η σχέση:

$$x' = \frac{(x_{max} - x)}{(x_{max} - x_{min})}$$

Όπου x_{max} : το μέγιστο της στήλης του ετήσιου κόστους σκάρτων υλικών, &

x_{min} : το ελάχιστο της στήλης του ετήσιου κόστους σκάρτων υλικών

Με το συγκεκριμένο βήμα, το δεδομένο του ετήσιου κόστους των σκάρτων υλικών, μετασχηματίζεται και αποτελείται από ένα νέο εύρος τιμών, χωρίς να αλλάζει κάτι στη σημασία του, στην ανάλυση. Το γεγονός αυτό συμβαίνει, διότι ο αρνητικός ρόλος του δεδομένου αυτού, στη DEA, δεν μπορεί να ερμηνευτεί σαν ένα δεδομένο που συμβάλλει στην αύξηση της αποδοτικότητας. Η πραγματική του φύση είναι να προκαλεί αρνητικές επιπτώσεις στην αποδοτικότητα και την παραγωγικότητα και το καλύτερο που μπορεί να επιτευχθεί, είναι να μην μεταβληθεί η τιμή του. Η κανονικοποίησή του, συμβάλλει στη σωστή μεταχείρισή του κατά την εφαρμογή της DEA.

Οι νέες τιμές της εκροής, παρουσιάζονται παρακάτω, στον Πίνακα 4.8.

Πίνακας 4.8: Κανονικοποίηση Δεδομένου Εξόδου για όλα τα έτη

A/A	ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΚΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ [ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΜΕΝΟ]	A/A	ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΚΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ [ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΜΕΝΟ]	A/A	ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΚΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ [ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΜΕΝΟ]
1	0.924	26	0.923	51	0.923
2	0.894	27	0.894	52	0.895
3	0.735	28	0.735	53	0.737
4	0.840	29	0.840	54	0.839
5	0.916	30	0.916	55	0.916
6	0.929	31	0.928	56	0.929
7	0.926	32	0.926	57	0.926
8	0.567	33	0.566	58	0.569
9	0.000	34	0.000	59	0.000
10	0.488	35	0.488	60	0.485
11	0.907	36	0.907	61	0.906
12	0.986	37	0.986	62	0.987
13	0.640	38	0.640	63	0.639
14	0.898	39	0.899	64	0.900
15	0.967	40	0.967	65	0.967
16	0.949	41	0.948	66	0.948
17	0.962	42	0.962	67	0.963
18	0.890	43	0.890	68	0.890
19	0.977	44	0.977	69	0.977
20	1.000	45	1.000	70	1.000
21	0.979	46	0.979	71	0.979
22	0.966	47	0.965	72	0.965
23	0.976	48	0.976	73	0.976
24	0.988	49	0.988	74	0.988
25	0.945	50	0.945	75	0.946

Εν κατακλείδι, οι πίνακες με τα δεδομένα για τα έτη 2019-2021, θα πάρουν τη τελική τους μορφή, εφόσον γίνει η αντικατάσταση της παλιάς στήλης του ετήσιου κόστους σκάρτων υλικών με τη καινούργια (κανονικοποιημένη). Επίσης, η εισόδός τους στο λογισμικό θα γίνει αφού έχουν συγκεντρωθεί όλα μαζί τα δεδομένα σαν ένας μεγάλος πίνακας, εμπεριέχοντας τα 75 DMUs, τα 4 δεδομένα εισόδου και τα 4 δεδομένα εξόδου. Στον Πίνακα 4.9 παρουσιάζεται το σύνολο των δεδομένων που θα εισαχθούν στο MDeap2.

Πίνακας 4.9: Συνολικός πίνακας δεδομένων

A/A	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΡΟΗΣ				ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΚΡΟΗΣ			
	ΚΟΣΤΟΣ Α' ΥΛΗΣ [χιλ. €]	ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ [χιλ. €]	ΓΕΝΙΚΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΟΣΤΗ [χιλ. €]	ΛΟΙΠΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΞΟΔΑ [χιλ. €]	ΠΑΡΑΓΩΓΗ [ΧΙΛ. ΤΕΜΑΧΙΑ]	ΠΩΛΗΣΕΙΣ [ΧΙΛ. €]	ΠΑΡΑΔΟΣΗ [%]	ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΚΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ [ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΜΕΝΟ]
1	18.77	4.56	6.81	3.53	3.25	38.03	97	0.92
2	21.90	6.59	9.82	4.46	4.79	48.30	97	0.89
3	46.71	14.38	21.02	9.56	7.68	103.53	95	0.74
4	30.68	9.22	13.45	6.21	4.87	67.28	95	0.84
5	18.52	3.26	7.99	3.75	3.17	37.93	95	0.92
6	18.65	4.21	5.98	3.39	2.29	36.39	96	0.93
7	18.79	4.48	6.23	3.47	2.44	37.22	96	0.93
8	79.49	19.97	29.34	15.08	10.16	162.49	94	0.57
9	184.54	40.97	60.44	33.59	20.85	360.85	90	0.00

Α/ Α	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΡΟΗΣ				ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΚΡΟΗΣ			
	ΚΟΣΤΟΣ Α' ΥΛΗΣ [χιλ. €]	ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ [χιλ. €]	ΓΕΝΙΚΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΟΣΤΗ [χιλ. €]	ΛΟΙΠΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΞΟΔΑ [χιλ. €]	ΠΑΡΑΓΩΓΗ [ΧΙΛ. ΤΕΜΑΧΙΑ]	ΠΩΛΗΣΕΙΣ [ΧΙΛ. €]	ΠΑΡΑΔΟΣΗ [%]	ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΚΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ [ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΜΕΝΟ]
10	89.73	24.68	36.15	17.58	12.56	189.90	94	0.49
11	16.95	8.16	9.70	4.04	1.13	43.88	96	0.91
12	6.46	2.91	3.43	1.49	0.37	16.14	96	0.99
13	67.02	14.89	19.87	12.83	3.78	129.64	94	0.64
14	27.51	5.13	6.96	4.39	1.41	49.62	94	0.90
15	12.11	2.51	3.47	2.14	0.75	22.85	94	0.97
16	9.29	5.96	8.28	2.69	12.51	29.62	98	0.95
17	8.48	4.77	6.52	2.27	9.18	24.88	98	0.96
18	17.64	9.41	12.88	4.60	18.11	50.28	98	0.89
19	3.75	5.38	6.42	1.75	5.01	19.53	97	0.98
20	2.13	3.17	3.79	1.02	2.94	11.42	97	1.00
21	3.67	5.10	6.10	1.68	4.74	18.69	97	0.98
22	4.86	6.29	7.53	2.11	5.89	23.48	97	0.97
23	4.22	5.24	6.28	1.78	4.82	19.79	97	0.98
24	3.68	4.03	4.84	1.42	3.76	15.77	97	0.99
25	7.67	7.51	9.02	2.75	6.97	30.44	97	0.95
26	19.92	4.90	7.34	3.74	3.35	40.60	97	0.92
27	23.93	6.98	10.49	4.74	4.91	51.45	97	0.89
28	49.61	15.21	22.53	10.09	7.89	111.80	95	0.73
29	32.00	9.96	14.58	6.62	5.04	72.26	93	0.84
30	19.07	3.43	8.51	3.95	3.24	40.93	96	0.92
31	20.76	4.49	6.43	3.60	2.36	38.98	95	0.93
32	19.66	4.76	6.61	3.67	2.49	39.82	96	0.93
33	83.20	21.40	31.35	15.86	10.40	172.63	95	0.57
34	194.82	43.52	64.92	35.69	21.50	382.33	93	0.00
35	93.25	26.24	38.84	18.51	12.89	203.91	93	0.49
36	17.59	8.74	10.46	4.26	1.17	47.03	97	0.91
37	6.72	3.12	3.71	1.58	0.38	17.28	96	0.99
38	69.27	15.89	21.28	13.70	3.89	140.01	95	0.64
39	28.80	5.44	7.45	4.60	1.44	53.37	94	0.90
40	12.69	2.66	3.71	2.26	0.77	24.59	93	0.97
41	10.51	6.45	8.90	2.85	12.89	31.81	97	0.95
42	9.08	5.01	7.02	2.41	9.44	26.73	99	0.96
43	19.51	10.19	13.85	4.91	18.66	54.30	99	0.89
44	4.22	5.65	6.82	1.84	5.11	20.91	96	0.98
45	2.26	3.36	4.04	1.08	3.00	12.16	96	1.00
46	3.88	5.47	6.57	1.79	4.87	20.05	97	0.98
47	5.71	6.73	8.07	2.23	6.07	25.08	97	0.97
48	4.47	5.62	6.74	1.89	4.95	21.22	97	0.98
49	4.59	4.31	5.23	1.50	3.89	16.90	98	0.99
50	8.27	8.13	9.71	2.94	7.18	32.66	97	0.95
51	25.29	6.28	9.49	4.69	4.14	45.47	97	0.92
52	30.52	9.22	14.01	6.12	6.26	56.59	96	0.89
53	62.90	19.54	29.52	12.73	9.79	124.30	97	0.74
54	42.05	12.81	19.07	8.30	6.25	80.81	94	0.84
55	25.21	4.45	11.24	5.03	4.08	45.36	95	0.92
56	25.57	5.83	8.51	4.58	2.97	44.04	94	0.93
57	25.61	6.15	8.65	4.66	3.11	44.59	96	0.93
58	111.37	28.50	42.22	20.65	13.36	190.04	95	0.57
59	263.94	58.31	88.00	46.93	27.84	428.15	94	0.00
60	120.60	33.38	50.07	23.17	15.92	229.06	92	0.49

Α/ Α	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΡΟΗΣ				ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΚΡΟΗΣ			
	ΚΟΣΤΟΣ Α' ΥΛΗΣ [χιλ. €]	ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ [χιλ. €]	ΓΕΝΙΚΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΟΣΤΗ [χιλ. €]	ΛΟΙΠΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΞΟΔΑ [χιλ. €]	ΠΑΡΑΓΩΓΗ [ΧΙΛ. ΤΕΜΑΧΙΑ]	ΠΩΛΗΣ ΕΙΣ [ΧΙΛ. €]	ΠΑΡΑΔΟΣΗ [%]	ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΚΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ [ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΜΕΝΟ]
61	23.13	11.44	13.70	5.42	1.47	52.95	95	0.91
62	9.21	4.17	5.02	2.07	0.50	19.18	96	0.99
63	91.32	20.56	27.73	17.26	4.83	157.04	95	0.64
64	37.31	7.07	9.85	5.90	1.81	58.79	93	0.90
65	16.51	3.47	4.90	2.87	0.96	27.47	93	0.97
66	13.09	8.56	11.94	3.70	16.47	35.05	96	0.95
67	11.66	6.46	9.12	3.03	11.74	29.81	94	0.96
68	24.71	13.41	18.51	6.27	23.65	60.63	98	0.89
69	5.09	7.31	8.94	2.31	6.35	23.21	97	0.98
70	2.94	4.40	5.37	1.37	3.77	13.47	97	1.00
71	5.26	7.29	8.88	2.34	6.29	22.15	97	0.98
72	6.91	8.94	10.98	2.93	7.82	27.76	97	0.96
73	5.92	7.38	8.91	2.43	6.28	23.55	97	0.98
74	5.30	5.81	7.16	1.98	5.03	18.91	99	0.99
75	10.29	10.39	12.52	3.66	8.87	36.79	97	0.95

4.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Το πιο σημαντικό κομμάτι της παρούσας διπλωματικής εργασίας καθώς και ο κυριότερος λόγος που πραγματοποιείται, αφορά τον υπολογισμό των αποδοτικότητας των μονάδων λήψης απόφασης (προϊόντων). Όπως έχει προαναφερθεί, σκοπός είναι η περαιτέρω ανάλυσή τους και η σχεδίαση μίας στρατηγικής, του οργανισμού, με γνώμονα τη βελτιστοποίηση. Έτσι λοιπόν, σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα που συλλέχθηκαν, ακολουθεί η εισαγωγή τους στο λογισμικό MDeap 2, από το οποίο θα εξαχθούν αποτελέσματα αποδοτικότητας (scores), βαρών (weights) και συσχέτισης των μονάδων με τις βέλτιστες (peers). Η αποδοτικότητα που θα απασχολήσει κυρίως τη μελέτη, αφορά τη μίξη των δύο μοντέλων της DEA, δηλαδή το CCR και το BCC, που συνδυάζονται στον όρο της 'μικτής' αποδοτικότητας (Θ_{scale}).

Το λογισμικό εξάγει και αποτελέσματα που αφορούν τους στόχους (targets) των δεδομένων, δηλαδή τη τιμή που πρέπει να πάρουν έτσι ώστε η μονάδα να λειτουργεί στη βέλτιστη απόδοση με τα συγκεκριμένα νέα δεδομένα, ωστόσο λόγο της πληθώρας των DMUs και των δεδομένων θα ήταν μεγάλη και χρονοβόρα διαδικασία να αναλυθεί εκτενώς. Είναι αδιαμφισβήτητο από τα πιο σημαντικά συμπεράσματα που εξάγονται και είναι άξια μελέτης, εφόσον ο στόχος είναι η βελτιστοποίηση, αλλά για να αξιοποιηθούν σωστά, θα πρέπει η εταιρεία να δράσει εστιασμένα για κάθε προϊόν, και να πραγματοποιήσει τις αλλαγές σύμφωνα με αυτά. Τα αποτελέσματά τους θα παρουσιαστούν στην υποενότητα 4.4.4.

4.4.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (SCORES)

Αρχικά, θα αναλυθούν τα αποτελέσματα της αποδοτικότητας για το σύνολο των 75 DMUs που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.10.

Πίνακας 4.10: Αποδοτικότητες όλων των DMUs

	θvrts	Efficiency	θcrts	θscale	Returns
1	1	*	0.978	0.978	drs
2	0.982		0.979	0.997	drs
3	0.981		0.979	0.998	drs
4	0.98		0.979	0.999	drs
5	1	*	1	1	crs
6	1	*	0.979	0.979	drs
7	0.994		0.979	0.985	drs
8	0.987		0.977	0.99	drs
9	1	*	0.976	0.976	drs
10	0.986		0.978	0.992	drs
11	0.987		0.987	1	irs
12	1	*	1	1	crs
13	0.991		0.976	0.985	drs
14	1	*	1	1	crs
15	1	*	1	1	crs
16	1	*	1	1	crs
17	1	*	1	1	crs
18	1	*	1	1	crs
19	1	*	1	1	drs
20	1	*	1	1	crs
21	0.999		0.999	1	drs
22	1	*	0.999	0.999	drs
23	0.999		0.999	1	drs
24	0.999		0.999	1	irs
25	1	*	0.999	0.999	drs
26	1	*	0.979	0.979	drs
27	0.98		0.971	0.99	drs
28	1	*	0.995	0.995	drs
29	0.993		0.991	0.998	drs
30	1	*	1	1	crs
31	0.965		0.959	0.994	drs
32	1	*	0.994	0.994	drs
33	1	*	0.984	0.984	drs
34	1	*	0.975	0.975	drs
35	1	*	0.998	0.998	drs
36	1	*	1	1	crs
37	1	*	1	1	crs
38	1	*	1	1	crs
39	1	*	1	1	crs
40	1	*	1	1	crs
41	1	*	1	1	crs
42	1	*	1	1	crs
43	1	*	0.994	0.994	drs
44	1	*	1	1	crs
45	1	*	1	1	crs
46	1	*	1	1	crs
47	1	*	0.99	0.99	drs

48	1	*	1	1	crs
49	1	*	0.991	0.991	drs
50	1	*	0.995	0.995	drs
51	1	*	0.862	0.862	drs
52	0.914		0.826	0.904	drs
53	1	*	0.872	0.872	drs
54	0.964		0.863	0.896	drs
55	1	*	0.891	0.891	drs
56	0.99		0.858	0.866	drs
57	1	*	0.857	0.857	drs
58	0.946		0.815	0.861	drs
59	1	*	0.811	0.811	drs
60	1	*	0.879	0.879	drs
61	0.978		0.866	0.886	drs
62	1	*	0.827	0.827	drs
63	1	*	0.862	0.862	drs
64	1	*	0.859	0.859	drs
65	1	*	0.868	0.868	drs
66	1	*	0.959	0.959	drs
67	1	*	0.895	0.895	drs
68	1	*	0.878	0.878	drs
69	1	*	0.905	0.905	drs
70	1	*	0.929	0.929	drs
71	0.956		0.87	0.91	drs
72	1	*	0.845	0.845	drs
73	0.965		0.856	0.887	drs
74	1	*	0.844	0.844	drs
75	1	*	0.887	0.887	drs

Για τα πρώτα 25 DMUs (αφορούν το έτος 2019), παρατηρείται ότι τα υπ' αριθμό 5, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 24 παρουσιάζουν τη βέλτιστη μικτή αποδοτικότητα (100%), δηλαδή την επίδοση σύμφωνα και με τα δύο μοντέλα, BCC και CCR (θscale), για τα δεδομένα εισόδου και εξόδου που εισήχθησαν. Τα προϊόντα στα οποία απευθύνονται παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους ως προς το τύπο τους και τη παραγωγή τους, ωστόσο συγκεκριμένα ο τύπος ΜΕΓ3, όπως ο ΜΕΓ3.4 (DMU 14) και ΜΕΓ3.5 (DMU 15) καθώς και ο τύπος ΜΕΓ000, όπως ο ΜΕΓ001 (DMU 16), ΜΕΓ002 (DMU 17) και ΜΕΓ003 (DMU 18) είναι αυτοί που λειτουργούν με τη βέλτιστη παραγωγικότητα, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μεθόδου. Μολονότι, υπάρχουν και μονάδες που δεν έχουν αποδοτικότητα ίση με το 100%, τα αριθμητικά αποτελέσματα του MDeap 2, για τις υπόλοιπες μονάδες, έχουν τιμή 'πρακτικά' ίση με τη μονάδα. Αυτό σημαίνει, ότι οι βελτιώσεις που μπορούν να γίνουν για να αλλάξει η αποδοτικότητα στο 100% είναι μικρές αλλά και μικρής σημασίας-προτεραιότητας.

Για τα υπόλοιπα 26 έως 50 DMUs (αφορούν το έτος 2020), ισχύουν παρόμοια συμπεράσματα και προκύπτουν παρόμοια αποτελέσματα, με πολύ μικρές διαφορές. Στη περίπτωση αυτή, οι αποδοτικότητες φαίνονται να είναι ακόμη πιο αυξημένες, με περισσότερα DMUs να αγγίζουν τη μονάδα. Συγκεκριμένα, τα DMUs υπ' αριθμό 30, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, και 48, παρουσιάζουν μικτή αποδοτικότητα ίση με 100%. Παρομοίως με τα προηγούμενα, τα DMUs με αποτελεσματικότητα μικρότερη της μονάδας, έχουν τιμές σχεδόν ίσες με τη μονάδα (πχ. Η ελάχιστη ισούται με 97.9%), και άρα συμπεραίνεται ότι και σε αυτό το στάδιο η παραγωγή των τύπων, λειτουργεί με απόδοση σχεδόν 100%.

Τα τελευταία 25 DMUs (αφορούν το έτος 2021), από το 51^ο έως και το 75^ο, παρουσιάζουν τις ουσιαστικότερες μεταβολές στην αποδοτικότητα σε σχέση με τα προηγούμενα. Καμία μονάδα

δεν έχει τη βέλτιστη αποδοτικότητα και μάλιστα η υψηλότερη είναι ίση με ~ 96% που παρατηρείται μόνο στο DMU66 (τύπος ΜΕΓ000.1). Τα υπόλοιπα 24 έχουν παραγωγική αποτελεσματικότητα από το 90-91% και κάτω. Την ελάχιστη αποδοτικότητα έχει το DMU59 (τύπος ΜΕΓ2.4) με τιμή 81%.

Σε γενική βάση, τα DMUs 1 έως 50, έχουν πολύ καλές αποδοτικότητες, κάποιος θα έλεγε βέλτιστες, πράγμα που αποτυπώνει το πόσο καλά η εταιρεία ανταπεξέρχεται στις υποχρεώσεις της και στη παραγωγή της, για τα έτη 2019 και 2020. Η μεγάλη διαφορά παρατηρείται στο έτος 2021, όμως κατά κάποιο τρόπο δικαιολογημένα. Αυτό οφείλεται στη παρουσία του Covid-19, δηλαδή στο κλείσιμο εργοστασίων, στην ελάττωση της παραγωγής, παγκόσμια, και σαφώς στο πρόβλημα που δημιουργήθηκε με τη τάση των εταιρειών να θέλουν να παράξουν όσον το δυνατόν περισσότερο για να καλύψουν τις ελλείψεις που είχαν αλλά και να έχουν απόθεμα στη περίπτωση πιθανών καθυστερήσεων. Πράγματι, η συγκεκριμένη εταιρεία ήταν μία από αυτές που αύξησε κατά πολύ την παραγωγή της, κοντά στο 20-25%, μία αρκετά μεγάλη διαφορά για τα προηγούμενα δεδομένα της. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση σφαλμάτων και κοστών διαφόρων τύπων, όπως καθυστερήσεις, μεγάλα αποθέματα, περισσότερα σκάρτα υλικά, περισσότερο μηχανικό κόστος κ.α. Όλη η βιομηχανία βρέθηκε σε κρίσιμη κατάσταση και προσπάθησε να ανταπεξέλθει με το καλύτερο δυνατό τρόπο μπορούσε.

4.4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΑΡΩΝ (WEIGHTS)

Το 2^ο κομμάτι που απασχολεί τα αποτελέσματα, είναι ο υπολογισμός των βαρών των δεδομένων εισροής και εκροής μέσω του προγράμματος. Χαρακτηριστικά, τα ζητούμενα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω στον Πίνακα 4.11.

Πίνακας 4.11: Το σύνολο των τιμών των βαρών (weights) της DEA

	Input1	Input2	Input3	Input4	Output1	Output2	Output3	Output4
1	0	0.1	0.08	0	0.035	0.02	0.035	0
2	0.021	0.019	0.021	0.048	0	0.02	0.002	0
3	0.007	0.01	0.004	0.045	0	0.01	0	0
4	0.015	0.014	0.015	0.031	0	0.015	0	0
5	0.01	0.168	0	0.069	0.037	0.014	0.004	0
6	0.025	0.047	0.055	0	0	0.025	0.022	0
7	0.019	0	0.098	0.01	0.01	0.024	0.023	0
8	0.005	0.009	0.006	0.019	0.002	0.006	0.002	0
9	0.002	0.004	0.003	0.007	0.001	0.003	0	0
10	0.003	0	0.007	0.027	0	0.005	0.005	0
11	0.023	0	0.045	0.041	0.001	0.022	0	0
12	0.033	0.019	0.071	0.328	0	0.056	0.001	0
13	0	0	0.05	0	0.018	0.008	0	0
14	0	0	0.131	0.02	0.043	0.018	0.001	0
15	0	0.072	0	0.384	0	0.034	0.002	0
16	0.033	0.037	0.046	0.034	0.007	0.031	0	0
17	0.044	0.048	0.061	0	0.009	0.036	0	0
18	0.018	0	0.047	0.017	0.007	0.017	0	0
19	0.056	0	0.109	0.051	0.009	0.049	0	0
20	0.095	0.085	0.109	0.113	0.006	0.084	0	0
21	0.061	0.015	0.103	0.043	0.008	0.051	0	0
22	0.047	0	0.091	0.038	0.008	0.041	0	0

23	0.055	0	0.108	0.051	0.009	0.048	0	0
24	0.063	0	0.127	0.107	0.01	0.061	0	0
25	0.036	0	0.069	0.04	0.006	0.032	0	0
26	0.017	0.035	0.028	0.077	0	0.024	0.025	0
27	0.006	0.03	0	0.138	0	0.019	0.018	0
28	0.007	0.009	0.003	0.043	0	0.009	0	0
29	0.018	0.017	0.017	0	0	0.018	0	1.526
30	0.026	0.023	0.03	0.043	0.001	0.024	0	0
31	0	0.056	0.014	0.184	0.003	0.022	0.025	0
32	0.027	0.027	0.038	0.025	0.002	0.024	0.005	0
33	0	0.002	0.002	0.057	0	0.006	0.006	0
34	0.003	0.006	0.001	0.004	0	0.003	0	0
35	0.005	0.005	0.005	0.01	0	0.005	0	0
36	0.023	0.018	0.025	0.043	0	0.021	0	0
37	0.062	0.047	0.074	0.103	0	0.057	0	0
38	0.008	0.007	0.008	0.013	0	0.007	0	0
39	0.02	0.018	0.022	0.034	0	0.019	0	0
40	0.044	0.039	0.047	0.074	0	0.04	0	0
41	0.012	0.024	0	0.252	0.002	0.031	0	0
42	0.037	0.042	0.052	0.039	0.008	0.034	0	0
43	0.009	0	0.016	0.123	0.002	0.018	0	0
44	0.026	0.05	0	0.328	0.001	0.048	0	0
45	0.087	0.077	0.097	0.14	0.005	0.08	0	0
46	0.052	0.037	0.064	0.096	0.003	0.049	0	0
47	0.007	0	0	0.431	0.001	0.042	0.002	0
48	0.049	0.035	0.061	0.09	0.003	0.046	0	0
49	0	0	0.001	0.661	0.005	0.057	0.004	0
50	0.029	0	0.052	0.088	0.003	0.031	0	0
51	0.018	0.08	0.005	0	0	0.049	0.045	10.75
52	0.02	0.042	0	0	0	0.043	0.005	11.105
53	0.01	0.018	0	0	0	0.017	0	3.577
54	0.013	0.022	0	0.023	0	0.03	0	7.624
55	0	0.225	0	0	0.075	0.038	0	5.747
56	0.024	0.066	0	0	0.002	0.056	0.005	14.835
57	0	0.017	0.103	0	0	0.064	0.087	18.982
58	0	0	0.008	0.032	0.001	0.012	0.011	2.602
59	0	0.017	0	0	0.027	0.002	0	0
60	0	0	0	0.043	0.003	0.008	0	1.381
61	0.022	0	0.035	0	0	0.049	0	12.037
62	0.041	0	0.125	0	0	0.195	0	68.456
63	0	0	0.036	0	0	0.015	0	3.3
64	0	0.06	0	0.098	0.019	0.039	0	8.62
65	0	0.048	0	0.291	0	0.08	0	21.52
66	0	0	0	0.27	0.069	0	0	0
67	0	0.155	0	0	0.055	0.036	0	9.736
68	0	0	0	0.16	0.038	0.005	0	0
69	0.196	0	0	0	0.101	0.035	0	0.759
70	0.34	0	0	0	0.244	0.036	0	10.986
71	0.19	0	0	0	0.163	0.055	0.112	23.834
72	0.145	0	0	0	0.049	0.047	0	0.211
73	0.052	0	0.078	0	0.022	0.088	0.007	22.675
74	0.082	0	0	0.284	0	0.042	0.11	0
75	0.088	0	0	0.025	0.004	0.046	0	0

Υψηλά βάρη στις εκροές υποδεικνύουν ότι ένα DMU αποδίδει μεγάλη σημασία στα συγκεκριμένα δεδομένα εξόδου. Αυτό σημαίνει ότι η αποδοτικότητά του εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη παραγωγή ή την επίτευξη υψηλών επιπέδων των εκροών αυτών. Αντίστοιχα ισχύει και για τις

εισροές, όπου εκεί η ύπαρξη υψηλού βάρους υποδεικνύει τη σημαντικότητα της εισροής για τη λειτουργία του DMU. Το DMU δηλαδή, είναι πιθανότατα αποδοτικό στη χρήση αυτών των εισροών για τις επιθυμητές εκροές.

Από την άλλη, χαμηλά βάρη στις εκροές υποδεικνύουν ότι το DMU αποδίδει λιγότερη σημασία σε αυτές κατά τη διάρκεια του υπολογισμού της αποδοτικότητας. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι το DMU αποδίδει ήδη καλά στους τομείς αυτούς ή ότι δεν είναι τόσο κρίσιμες για την συνολική του απόδοση. Αντίστοιχα για τις εισροές, αυτό συμβαίνει όταν αυτές θεωρούνται λιγότερο σημαντικές στη λειτουργία του DMU ή επειδή είναι ήδη αποδοτικό στη χρήση ελάχιστων ποσών από αυτές.

Στη περίπτωση αυτή, παρατηρείται, ότι τα βάρη, για όλα τα δεδομένα, δεν έχουν μεγάλες τιμές για τα πρώτα 50 DMUs. Μερικά που μπορούν να ξεχωρίσουν είναι ίσως τα βάρη για το 2^ο δεδομένο εισόδου (Κόστος Ανθρώπινου Δυναμικού), στα οποία παρατηρούνται τιμές γύρω στο 0.1 που είναι σχετικά υψηλές σε σχέση με τα υπόλοιπα και άρα πιο κρίσιμα για τα DMU, ενώ στα υπόλοιπα, τα βάρη είναι πρακτικά 'μηδενικά'. Όπου υπάρχει βάρος με τιμή μηδέν σημαίνει ότι το συγκεκριμένο δεδομένο δεν παίζει κανένα καθοριστικό ρόλο στην απόδοση της αποτελεσματικότητας του DMU που εξετάζεται. Αξιοσημείωτο, αποτελεί το γεγονός ότι τα βάρη του 4^{ου} δεδομένου εξόδου (Ετήσιο Κόστος Σκάρτων Υλικών) είναι μηδέν. Αυτό το γεγονός, σε συνδυασμό με το ότι το δεδομένο αυτό έχει αρνητικό αντίκτυπο στην αποδοτικότητα (χαμηλή τιμή = αυξημένη αποδοτικότητα) είναι ένας λόγος που οι πρώτες 50 μονάδες έχουν υψηλή αποτελεσματικότητα.

Αναφορικά με τα τελευταία 25 DMUs, είναι απολύτως λογικό να παρατηρούνται σε αυτή τη περίπτωση οι πιο σημαντικές αλλαγές. Στα πρώτα 7 δεδομένα, συνολικά, δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές, με τη μόνες να είναι, η περίπτωση του δεδομένου εισόδου 1 (Κόστος α' ύλης), όπου τα τελευταία 6 DMUs έχουν τιμές άνω του 0.1 (0.33 για το DMU 70), πράγμα που σημαίνει ότι το κόστος α' ύλης είναι πολύ σημαντικό για το πόσο αποδοτικό είναι ένα DMU. Στη περίπτωση του βάρους του δεδομένου εξόδου 3 (Επίδοση Παραδόσεων) τα DMU 71&74 έχουν σημαντικά αυξημένη τιμή σε σχέση με τα υπόλοιπα, πράγμα που αποδεικνύει ότι η αποδοτικότητά τους βασίζεται και σε μεγάλο βαθμό και από την επίδοση των παραδόσεων. Με το βάρος του δεδομένου εισόδου 4 (Λοιπά Λειτουργικά Έξοδα), παρατηρούνται αυξημένες τιμές για τα τελευταία 10 DMUs, σε σχέση με τα υπόλοιπα. Σε γενική βάση, αν αναλυθούν σχολαστικά τα παραπάνω αποτελέσματα των βαρών, θα διαπιστωθεί ότι υπάρχουν διαφορές μεγάλες στα βάρη και εντελώς σποραδικά, το οποίο είναι λογικό και αποδεικνύει ότι για κάθε DMU η αποδοτικότητα υπολογίζεται με διαφορετικό τρόπο, δίνοντας βαρύτητα σε διαφορετικό συνδυασμό δεδομένων κάθε φορά.

Η πιο σημαντική αλλαγή, με διαφορά, αποτελεί η ανάθεση υψηλότερων τιμών στα βάρη για τα DMUs 51 έως 75, στο τελευταίο δεδομένο εξόδου, δηλαδή το Ετήσιο Κόστος Σκάρτων Υλικών. Στο 95% των τιμών αυτών, το μέγεθος του είναι πολύ μεγάλο, εκτός από 5-6 περιπτώσεις όπου εντοπίζεται μηδενικό βάρος ή τιμή πολύ κοντά στο μηδέν σε σχέση με τις υπόλοιπες. Παραδείγματος χάριν, στο DMU62, η τιμή του βάρους για το 4^ο δεδομένο εξόδου είναι 68.45. Αναλογικά με τις τιμές για όλα τα υπόλοιπα δεδομένα αλλά και μονάδες, κατανοείται το πόσο πολύ αυτό το χαρακτηριστικό θα επηρεάσει την αποδοτικότητα της μονάδας, όπως και παρατηρείται στον παραπάνω πίνακα της αποτελεσματικότητας.

4.4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕ ΤΙΣ ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ (PEERS)

Το 3^ο κομμάτι που απασχολεί τα αποτελέσματα είναι οι τιμές των Peers. Ως Peers, ορίζεται ένας πίνακας τιμών, που αφορά τα DMUs μεταξύ τους, κατά τον οποίο παρουσιάζονται οι τιμές που θα πρέπει να μεταβληθούν (‘λ’: Λάμδα ή αλλιώς βάρη) στις στήλες του πίνακα (τιμές μονάδων αναφοράς, βέλτιστα DMUs) ως προς τις γραμμές του πίνακα (τιμές υπόλοιπων DMUs), για να επιτευχθεί η μέγιστη αποτελεσματικότητα.

Πίνακας 4.12: Τιμές των Peers μέχρι και το DMU 18

	Dmu1	Dmu5	Dmu6	Dmu9	Dmu 12	Dmu 14	Dmu 15	Dmu 16	Dmu 17	Dmu 18
Dmu2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu7	0	0	0.523	0	0.02	0	0.016	0	0	0
Dmu8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.011
Dmu21	0	0	0	0	0	0	0	0.004	0	0
Dmu23	0	0	0	0	0	0	0	0.015	0	0
Dmu24	0	0	0	0	0	0	0	0.035	0	0
Dmu27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu31	0.102	0	0	0	0.025	0	0.274	0	0	0
Dmu52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu71	0	0	0	0	0	0	0	0.015	0	0
Dmu73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Όλες οι στήλες που έχουν τιμές αφορούν τις αποδοτικές μονάδες που είναι υπεύθυνες για τη διαμόρφωση του συνόρου αποδοτικότητας, και επηρεάζουν-καθορίζουν άμεσα τις μη αποδοτικές μονάδες που φαίνονται στις γραμμές. Κατά αυτό το τρόπο, παρουσιάζονται οι τιμές του λ για κάθε μονάδα σε σχέση με τις βέλτιστες από τις οποίες επηρεάζεται.

Πίνακας 4.13: Τιμές των Peers μέχρι και το DMU 34

	Dmu19	Dmu20	Dmu22	Dmu25	Dmu26	Dmu28	Dmu30	Dmu32	Dmu33	Dmu34
Dmu2	0	0	0	0	0	0	0.137	0	0	0
Dmu3	0	0	0	0	0	0.162	0.076	0	0	0
Dmu4	0	0	0	0	0	0	0.183	0	0	0
Dmu7	0	0	0	0	0	0	0	0.408	0	0
Dmu8	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0.144
Dmu10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.101
Dmu11	0	0.017	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu21	0.776	0.142	0	0	0	0	0	0	0	0

Dmu23	0.58	0.137	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu24	0	0.71	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu27	0	0	0	0	0	0	0.084	0	0	0.026
Dmu29	0	0	0	0	0	0	0.175	0	0	0
Dmu31	0	0	0	0	0	0	0.056	0	0	0
Dmu52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.055
Dmu61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 4.14: Τιμές των Peers μέχρι και το DMU 44

	Dmu35	Dmu36	Dmu37	Dmu38	Dmu39	Dmu40	Dmu41	Dmu42	Dmu43	Dmu44
Dmu2	0.062	0.002	0	0.023	0.224	0	0	0.552	0	0
Dmu3	0.348	0	0	0	0.086	0	0	0.025	0	0
Dmu4	0.175	0.063	0	0.009	0.251	0	0	0	0	0
Dmu7	0	0	0	0	0.014	0	0	0.02	0	0
Dmu8	0.38	0	0	0.058	0.306	0	0	0.013	0.068	0
Dmu10	0.715	0	0	0.001	0.02	0	0	0.163	0	0
Dmu11	0	0.833	0.12	0.01	0.019	0	0	0	0	0
Dmu13	0	0	0	0.881	0.109	0	0	0	0	0
Dmu21	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0
Dmu23	0	0	0	0.006	0	0	0	0	0	0
Dmu24	0	0	0	0.009	0.006	0	0	0	0	0
Dmu27	0.039	0	0	0	0.271	0	0	0.579	0	0
Dmu29	0.224	0	0	0.013	0.176	0	0	0	0	0
Dmu31	0	0	0	0	0.437	0	0	0.107	0	0
Dmu52	0	0	0	0	0.273	0	0	0.295	0	0
Dmu54	0	0	0	0	0.306	0	0	0	0	0
Dmu56	0	0	0	0	0.149	0	0	0.05	0	0
Dmu58	0	0	0	0	0.169	0	0	0	0.044	0
Dmu61	0	0	0	0	0.203	0	0	0	0	0
Dmu71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu73	0	0	0	0	0	0	0	0.038	0	0

Πίνακας 4.15: Τιμές των Peers μέχρι και το DMU 57

	Dmu45	Dmu46	Dmu47	Dmu48	Dmu49	Dmu50	Dmu51	Dmu53	Dmu55	Dmu57
Dmu2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu3	0	0.302	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu4	0	0.318	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu21	0	0.01	0	0.066	0	0	0	0	0	0
Dmu23	0	0	0	0.261	0	0	0	0	0	0
Dmu24	0	0	0	0.241	0	0	0	0	0	0
Dmu27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu29	0	0.412	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu52	0	0	0	0	0	0	0	0.201	0	0
Dmu54	0	0	0	0	0	0	0	0.452	0	0

Dmu56	0.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu58	0	0	0	0	0	0	0	0.396	0	0
Dmu61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu73	0.073	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 4.16: Τιμές των Peers μέχρι και το DMU 75

	Dmu59	Dmu60	Dmu62	Dmu63	Dmu64	Dmu65	Dmu66	Dmu67	Dmu68	Dmu69	Dmu70	Dmu72	Dmu74	Dmu75
Dmu2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu52	0	0	0	0	0.079	0	0	0.152	0	0	0	0	0	0
Dmu54	0	0	0	0	0.022	0	0	0.151	0	0	0	0	0	0.069
Dmu56	0	0	0	0	0.48	0.089	0	0.072	0	0	0	0	0	0
Dmu58	0.158	0.177	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dmu61	0	0.057	0	0	0.085	0	0	0	0	0	0	0	0	0.655
Dmu71	0	0	0	0	0	0	0.022	0	0	0.815	0.144	0	0.003	0
Dmu73	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0.512	0.176	0	0	0.2

Παρατηρήσεις για τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούν να γίνουν για όλες μονάδες και για αυτό δεν υπάρχει λόγος για εμβάθυνση, εκτός και αν εξετάζονται συγκεκριμένες μονάδες κάθε φορά για συγκεκριμένο σκοπό. Ένα παράδειγμα αποτελεί, το DMU21 το οποίο, όπως φαίνεται, επηρεάζεται πάρα πολύ από τη μονάδα 19 και πολύ από τη μονάδα 20 και έχει τιμές λ, 0.77 και 0.14 αντίστοιχα. Αυτό σημαίνει, ότι η αποδοτικότητα της μονάδας 21 εξαρτάται από την αποδοτικότητα της 19 και της 20 και η τιμή που πάρει θα καθοριστεί άμεσα από αυτές. Αντίστοιχα επηρεάζονται και άλλα DMUs μεταξύ τους και έτσι δημιουργείται το όριο αποδοτικότητας για τη παρούσα ανάλυση της παραγωγής.

4.4.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΟΧΩΝ (TARGETS)

Ο συνδυασμό όλων των παραπάνω αποτελεσμάτων ουσιαστικά παρουσιάζεται στον πίνακα των targets, ο οποίος περιλαμβάνει τις νέες τιμές των δεδομένων εισροής και εκροής που θέτει το πρόγραμμα, έτσι ώστε η παραγωγικότητα των μη βέλτιστων μονάδων, να φτάσει το 100%. Τα δεδομένα που αλλάζουν, αφορούν τις μη αποδοτικές μονάδες που έχουν θ_{vrs} , δηλαδή απόδοση σε μεταβλητή κλίμακα αποδόσεων κάτω από τη μονάδα.

Πίνακας 4.17: Αποτελέσματα στόχων(targets) για το σύνολο των DMUs

	Input1	Input2	Input3	Input4	Output1	Output2	Output3	Output4
Dmu1	18.768	4.558	6.814	3.529	3.249	38.025	97	0.924
Dmu2	21.5	6.471	9.638	4.376	6.871	48.304	97	0.905
Dmu3	45.828	14.106	20.622	9.374	7.847	103.532	95	0.756
Dmu4	30.058	9.03	13.18	6.087	4.872	67.277	95.343	0.853
Dmu5	18.523	3.262	7.988	3.749	3.174	37.93	95	0.916
Dmu6	18.646	4.206	5.979	3.39	2.292	36.388	96	0.929
Dmu7	18.67	4.412	6.186	3.445	2.439	37.222	96	0.93
Dmu8	78.452	19.712	28.951	14.881	10.164	162.489	94	0.598
Dmu9	184.538	40.969	60.438	33.593	20.847	360.846	90	0
Dmu10	88.438	24.09	35.632	17.328	12.954	189.897	94	0.524
Dmu11	16.739	7.972	9.58	3.985	1.134	43.875	96.802	0.915
Dmu12	6.462	2.907	3.431	1.487	0.372	16.136	96	0.986
Dmu13	64.324	14.682	19.689	12.611	3.777	129.638	94.924	0.67
Dmu14	27.512	5.134	6.963	4.388	1.41	49.615	94	0.898
Dmu15	12.114	2.512	3.466	2.137	0.747	22.845	94	0.967
Dmu16	9.295	5.961	8.282	2.694	12.513	29.619	98	0.949
Dmu17	8.477	4.768	6.518	2.272	9.177	24.879	98	0.962
Dmu18	17.641	9.412	12.877	4.597	18.114	50.276	98	0.89
Dmu19	3.747	5.376	6.423	1.75	5.007	19.534	97	0.977
Dmu20	2.128	3.173	3.789	1.023	2.943	11.422	97	1
Dmu21	3.669	5.095	6.097	1.675	4.737	18.686	97.002	0.98
Dmu22	4.863	6.287	7.534	2.11	5.892	23.483	97	0.966
Dmu23	4.217	5.216	6.27	1.777	4.815	19.789	97.002	0.977
Dmu24	3.671	3.985	4.83	1.419	3.759	15.765	97.001	0.989
Dmu25	7.674	7.513	9.018	2.75	6.969	30.441	97	0.945
Dmu26	19.924	4.902	7.342	3.74	3.345	40.595	97	0.923
Dmu27	23.451	6.842	10.035	4.641	7.204	51.445	97	0.897
Dmu28	49.611	15.214	22.534	10.09	7.888	111.803	95	0.735
Dmu29	31.771	9.888	14.474	6.556	5.764	72.26	95.375	0.84
Dmu30	19.072	3.431	8.515	3.953	3.241	40.929	96	0.916
Dmu31	20.004	4.329	6.206	3.47	2.36	38.979	95	0.93
Dmu32	19.661	4.759	6.606	3.672	2.49	39.823	96	0.926
Dmu33	83.205	21.396	31.346	15.86	10.402	172.626	95	0.566
Dmu34	194.822	43.518	64.92	35.691	21.5	382.33	93	0
Dmu35	93.253	26.239	38.843	18.507	12.889	203.907	93	0.488
Dmu36	17.587	8.737	10.458	4.264	1.166	47.028	97	0.907
Dmu37	6.721	3.118	3.708	1.584	0.384	17.278	96	0.986
Dmu38	69.274	15.885	21.282	13.696	3.891	140.011	95	0.64
Dmu39	28.798	5.444	7.448	4.602	1.439	53.367	94	0.899
Dmu40	12.694	2.658	3.705	2.258	0.765	24.587	93	0.967
Dmu41	10.513	6.445	8.9	2.849	12.888	31.809	97	0.948
Dmu42	9.083	5.011	7.022	2.41	9.439	26.727	99	0.962
Dmu43	19.511	10.191	13.848	4.911	18.664	54.296	99	0.89
Dmu44	4.225	5.65	6.823	1.843	5.109	20.906	96	0.977
Dmu45	2.256	3.362	4.044	1.077	3.002	12.158	96	1
Dmu46	3.88	5.466	6.565	1.786	4.874	20.051	97	0.979
Dmu47	5.714	6.729	8.072	2.234	6.071	25.079	97	0.965
Dmu48	4.467	5.624	6.741	1.887	4.945	21.216	97	0.976
Dmu49	4.591	4.309	5.231	1.504	3.886	16.897	98	0.988
Dmu50	8.27	8.133	9.708	2.935	7.18	32.662	97	0.945
Dmu51	25.293	6.282	9.494	4.688	4.135	45.468	97	0.923
Dmu52	27.891	8.431	12.2	5.449	7.075	56.592	96	0.895
Dmu53	62.904	19.54	29.524	12.726	9.789	124.302	97	0.737
Dmu54	40.52	12.342	18.074	7.996	7.29	80.813	95.539	0.839
Dmu55	25.212	4.453	11.237	5.031	4.075	45.355	95	0.916

Dmu56	25.321	5.77	7.931	4.285	2.969	44.042	94	0.929
Dmu57	25.612	6.152	8.654	4.656	3.11	44.587	96	0.926
Dmu58	104.519	26.652	39.942	19.534	13.355	190.04	95	0.569
Dmu59	263.943	58.315	88.004	46.926	27.844	428.153	94	0
Dmu60	120.597	33.379	50.066	23.173	15.917	229.058	92	0.485
Dmu61	22.613	10.412	13.394	5.153	7.161	52.949	95.767	0.906
Dmu62	9.206	4.167	5.016	2.072	0.496	19.184	96	0.987
Dmu63	91.32	20.556	27.728	17.259	4.83	157.044	95	0.639
Dmu64	37.309	7.073	9.854	5.904	1.814	58.792	93	0.9
Dmu65	16.51	3.475	4.899	2.865	0.958	27.467	93	0.967
Dmu66	13.089	8.555	11.937	3.698	16.469	35.045	96	0.948
Dmu67	11.659	6.465	9.121	3.026	11.739	29.811	94	0.963
Dmu68	24.706	13.407	18.512	6.268	23.646	60.627	98	0.89
Dmu69	5.095	7.308	8.942	2.31	6.353	23.209	97	0.977
Dmu70	2.944	4.404	5.369	1.37	3.773	13.465	97	1
Dmu71	5.026	6.892	8.477	2.21	6.294	22.15	97	0.979
Dmu72	6.91	8.937	10.98	2.928	7.818	27.757	97	0.965
Dmu73	5.709	7.039	8.599	2.33	6.282	23.549	97	0.976
Dmu74	5.304	5.806	7.161	1.982	5.034	18.907	99	0.988
Dmu75	10.29	10.392	12.515	3.663	8.868	36.79	97	0.946

Ένα παράδειγμα για τον Πίνακα 4.17 αφορά το DMU4. Η εταιρεία θα πρέπει να βρει τρόπο να μειώσει το κόστος της α΄ ύλης που χρειάζεται, από 30.68 χιλ. € σε 30 χιλ. €, ακόμη, το κόστος ανθρώπινου δυναμικού από τα 9.2 χιλ. € στα 9 χιλ. € κ.α., που όμως αφορούν τα δεδομένα εισροής. Για τα δεδομένα εκροής, θα πρέπει να αυξήσει την επίδοση παραδόσεων από 95% στο 95.3 % (πολύ μικρή διαφορά), να παράξει αντί για 4.87 χιλ. κομμάτια 4.88 χιλ. κομμάτια (επίσης μικρή διαφορά) κ.λπ. Οι διαφορές είναι μικρές διότι η μονάδα έχει αποδοτικότητα 97%. Σε περιπτώσεις με χαμηλότερη απόδοση, οι διαφορές μεγαλώνουν.

Ένα παράδειγμα για το Πίνακα 4.17, αφορά το DMU31. Αντίστοιχα με τα προηγούμενα, η επιχείρηση θα πρέπει να βρει τρόπο να μειώσει, τα κόστη των α΄ υλών από 20.76 χιλ. € στα 20 χιλ. €, τα γενικά βιομηχανικά έξοδα από 6.44 χιλ. € στα 6.20 χιλ. € κ.α. Για τα δεδομένα εξόδου, δεν χρειάζεται να αυξηθεί κάτι, εφόσον μπορούν να επιτευχθούν οι ίδιοι στόχοι με λιγότερες απλά εισροές.

Τέλος, μπορούν να δοθούν αρκετά παραδείγματα όπως το DMU52, το DMU 58 και το DMU71. Παραδείγματος χάρη, για τα δεδομένα εισόδου, θα πρέπει να έχουμε μείωση, όσον αφορά μόνο το κόστος της α΄ ύλης, από τα 30.5 χιλ. € στα 27.8 χιλ. €, από τα 111.37 χιλ. € στα 104.5 χιλ. € και από τα 5.25 χιλ. € στα 5 χιλ. €, αντίστοιχα, ετησίως. Οι μειώσεις παρατηρούνται και στα υπόλοιπα δεδομένα εισροής. Για τα δεδομένα εξόδου, άμα ληφθεί υπόψη μόνο η παραγωγή και οι πωλήσεις, τότε θα έχουμε, π.χ. μόνο για το DMU52, για τη παραγωγή: αύξηση της παραγωγής από 6.26 χιλ. κομμάτια στα 7.1 χιλ. κομμάτια, και για τις πωλήσεις: αύξηση πωλήσεων από τα 56 χιλ. € στα 56.6 χιλ. €.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παραπάνω έρευνα, αποτελούμενη από τη μελέτη της περίπτωσης μαζί με το βιβλιογραφικό κομμάτι της μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε, καθώς και από τη θεωρία αλλά και τους στόχους για τους οποίους πραγματοποιήθηκε, μπορεί να εξάγει συμπεράσματα σχετικά με τη κατάσταση της εταιρείας στο τομέα της αποδοτικότητας των διαδικασιών της, να αποτελέσει παράδειγμα και βοήθημα σχετικά με την εφαρμογή και τη λειτουργικότητα της μεθόδου της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων και τέλος, να αναδείξει τη σημαντικότητα της ανάγκης για βελτίωση, οποιουδήποτε οργανισμού, όχι μόνο για την ευημερία του σε μία άκρως ανταγωνιστική αγορά, αλλά και για τη διαμόρφωση μίας κουλτούρας αυτοβελτίωσης και συνεργασίας.

5.1 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε, περιλαμβάνει ένα μικρό κομμάτι παραγωγής της εταιρείας, και μάλιστα όχι αυτούσιο. Σε αυτή τη περίπτωση, αναλύθηκαν κάποιοι διαφορετικοί παραγωγικοί τομείς της βιομηχανίας, που είναι υπεύθυνοι για τη παραγωγή διαφορετικών τύπων προϊόντων. Ως γενικό συμπέρασμα λοιπόν, λαμβάνοντας υπόψη τη δυσκολία συλλογής αξιόπιστων δεδομένων καθώς και τον μετασχηματισμό τους σε μορφή που μπορεί να αξιοποιηθεί από τη DEA, κάποιος θα έλεγε ότι τα αποτελέσματα ήταν αρκετά ικανοποιητικά. Πολλές μονάδες, που ανήκουν, βέβαια, στα έτη 2019 και 2020, παρουσίασαν βέλτιστες και σχεδόν βέλτιστες αποδοτικότητες (άνω του 96%). Αυτό, αναδεικνύει την ικανότητα της εταιρείας να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις των πελατών και τις δυσκολίες της παραγωγής και να κερδοφορήσει. Για το έτος 2020 επίσης, τα στοιχεία δεν ήταν καθόλου απογοητευτικά, παρόλο που εμφανίστηκαν περισσότερες μη αποδοτικές μονάδες. Εν αντιθέσει, αποτέλεσε ευκαιρία για εσωτερικές και εξωτερικές αλλαγές στην βιομηχανία, που μετρίασαν την αντοχή της στις αντιξοότητες. Όπως προαναφέρθηκε, οι αλλαγές το 2020, οφείλονται και στη παρουσία του Covid-19.

Ειδικότερα, τα αποτελέσματα της DEA στη επιλεγμένη εταιρεία, ήταν σαφή. Για το έτος 2019 (τα πρώτα 25 DMUs), οι παραγωγικές αποδοτικότητες ήταν οι βέλτιστες, με λίγες μονάδες να παρουσιάζουν το λιγότερο 98% απόδοση, πρακτικά βέλτιστη. Για το έτος 2020, ισχύουν παρόμοια πράγματα, με μόλις μία μονάδα να παρουσιάζει απόδοση 96% και με τις υπόλοιπες να λειτουργούν στη μέγιστη αποτελεσματικότητα. Για το έτος 2021, επίσης υπάρχουν μονάδες με τη βέλτιστη απόδοση και μάλιστα είναι η πλειονότητα, ωστόσο εκεί παρουσιάζονται και οι περισσότερες μη αποδοτικές. Τα παραπάνω πολύ θετικά αποτελέσματα (πολλές βέλτιστες μονάδες), έχουν αρκετούς λόγους για τους οποίους προκύπτουν έτσι, δίχως να υπάρχει η αμφιβολία για την αξιοπιστία των δεδομένων. Ένας από αυτούς τους λόγους, αποτελεί το γεγονός ότι η βιομηχανία είναι πάρα πολλά χρόνια ενεργή (~ 60 έτη). Έχει υπάρξει δηλαδή χρόνος, να ωριμάσει η παραγωγή και η παρουσία της στο χώρο, και πλέον η διοίκηση να κατανοήσει τους πραγματικούς στόχους και ανάγκες της. Άλλος λόγος, αποτελεί η ίδια η διοίκηση της εταιρείας, η οποία είναι συντονισμένη στα έργα της, και βαδίζει με όραμα και δημιουργικότητα, πάντα με γνώμονα τη ποιότητα και το πελάτη. Για αυτόν τον

λόγο, ανήκει και σε δύο από τις μεγαλύτερες πολυεθνικές εταιρείες στην Ευρώπη. Τέλος, οι εργαζόμενοι αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της επιτυχίας της εταιρείας, καθώς οι περισσότεροι εργάζονται εκεί πάνω από δεκαετία, έχοντας περάσει επίμονη εκπαίδευση και αξιολόγηση, πράγμα που συνεχίζεται μέχρι και σήμερα, και γνωρίζοντας πλέον το αντικείμενο της εργασίας τους στο καλύτερο δυνατό βαθμό που τους επιτρέπεται.

Το κομμάτι που διερευνήθηκε, αυτό καθ' αυτό, ό,τι προτάσεις βελτίωσης δέχεται, για την αύξηση της αποτελεσματικότητας των μονάδων, αφορούν μέρη της παραγωγής που ουσιαστικά δεν επηρεάζουν αρνητικά τη παραγωγή αλλά κατά κάποιο τρόπο βάζουν ένα εμπόδιο στη βελτιστοποίησή της. Με αυτό εννοείται, π.χ. μηχανήματα που υπάρχουν, αλλά για κάποιο λόγο δεν αξιοποιούνται, με σκοπό την βελτιστοποίηση των διαδικασιών που αποδεικνύονται μη αποδοτικές, δίχως όμως αυτό να σημαίνει ότι δεν ικανοποιείται η ζήτηση, π.χ. προσωπικό που εκπαιδεύεται και σε άλλες θέσεις εργασίας αλλά λείπει ο άμεσος συντονισμός που απαιτείται ώστε να τους ωθήσει στο τομέα που τους χρειάζεται περισσότερο εκείνη τη στιγμή, π.χ. η συντήρηση των μηχανών που καθυστερεί ιδιαίτερα να γίνει, με αποτέλεσμα τις συχνές βλάβες και αποκαταστάσεις και τα αυξημένα κόστη. Με λίγα λόγια, η εταιρεία θα χρειαστεί στον προσδιορισμό των επόμενων στόχων της να συμπεριλάβει τα παραπάνω ζητήματα ως προς την άμεση διευθέτησή τους, και να αναπτύξει έναν αποδοτικότερο προγραμματισμό έργων για την ομαλότερη ενσωμάτωσή τους στη παραγωγή.

5.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Παρόλες τις υψηλές αποδοτικότητες που υπολογίστηκαν για τη παραγωγή της εταιρείας, κατά τη διάρκεια της έρευνας παρουσιάστηκαν διάφοροι περιορισμοί που αποτέλεσαν εμπόδιο στα αποτελέσματα αυτά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, αποτελεί η δυσκολία συλλογής των δεδομένων. Κατά τη διαδικασία αυτή, εντοπίστηκε η αδυναμία της εταιρείας να τα διαθέσει, καθώς πολλά από αυτά παρόλο που υπήρχαν σε βάση δεδομένων – πρόγραμμα ERP, η άντλησή τους ήταν πολύ περιορισμένη. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η εταιρεία είναι πολυεθνική και για λόγους ασφαλείας υπήρχε αυστηρότητα στη μεταχείρισή τους, όσα κατάφεραν να συλλεχθούν ήταν σε κατάσταση που ήθελαν αρκετή προεπεξεργασία έτσι ώστε να μπορέσουν να αξιοποιηθούν σωστά από τη DEA. Τα δεδομένα ήταν προσαρμοσμένα σε πρότυπα παραγωγής της ίδιας της εταιρείας με αποτέλεσμα να χρειαστεί ο ενδελεχής έλεγχος των διαδικασιών της και η πλήρης κατανόηση τους, για να μπορέσουν να μεταφραστούν σε τιμές κατανοητές για τους χρήστες. Προς όφελος της εταιρείας, σαν μία μελλοντική επέκταση, καλό θα ήταν να αναπτυχθεί ένας μηχανισμός που θα λύνει τα παραπάνω προβλήματα χωρίς χρονικές καθυστερήσεις και θα μπορεί να τα παρουσιάζει σε μορφή ευκολονόητη για τους ερευνητές της αλλά και τους ανθρώπους που θα τα συλλέξουν για κάποιο σκοπό επεξεργασίας και ανάλυσης με σκοπό βεβαίως την αύξηση της αποτελεσματικότητας.

Ένας σημαντικός περιορισμός που παρουσιάστηκε, υπήρξε η ελάχιστη παροχή των μονάδων λήψης απόφασης που χρησιμοποιήθηκαν. Στη περίπτωση αυτή θέτονται δύο θέματα. Το πρώτο αφορά τη παροχή περισσότερων μονάδων, τουλάχιστον με τα ίδια δεδομένα, ώστε να εξαχθούν αποτελέσματα που να είναι πιο αντικειμενικά. Το δεύτερο, αφορά το είδος των μονάδων, δηλαδή τη παροχή περισσότερων μονάδων που όμως αντιστοιχούν σε παρόμοιο, αν όχι στο ίδιο, τομέα της παραγωγής ώστε και η σύγκρισή τους να έχει απολύτως νόημα και τα αποτελέσματα της αποδοτικότητας να μην επηρεάζονται εσφαλμένα από τέτοιους παράγοντες. Με αυτό το τρόπο θα είχε δημιουργηθεί ένα πλήρες, από όλες τις απόψεις, μοντέλο το οποίο θα ήταν όσο πιο αντικειμενικό

μπορεί να γίνει και θα έδινε τις καλύτερες δυνατές λύσεις για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των DMUs.

Άλλοι περιορισμοί που μπορεί να εμφανιστούν αποτελούν η ανάγκη ομοιογένειας των DMUs, καθώς και οι πρόσθετες μεταβλητές.

Το γενικότερο συμπέρασμα είναι πως και η παραμικρή υιοθέτηση των παραπάνω αλλαγών, θα εξήγαγε διαφορετικά αποτελέσματα πέριξ της αποδοτικότητας της εταιρείας και κατ' επέκταση νέες στρατηγικές βελτιστοποίησης. Όποιος οργανισμός κινείται με γνώμονα τη βελτίωση των διαδικασιών του, βαδίζει σύμφωνα με τα παρακάτω: α) αύξηση της παραγωγής, της ποιότητας των προϊόντων, β) στη κάλυψη όλων των οφειλών της επιχείρησης, γ) στην ελάττωση των σκάρτων προϊόντων της παραγωγής με ταυτόχρονη μείωση της άχρηστης α' ύλης που σπαταλιέται και δ) της υιοθέτησης ενός κλίματος συνεργασίας, ομαδικότητας και ευθύνης που μονάχα θετικά μπορεί να επηρεάσει και την εταιρεία και τους εργαζόμενους.

Όλα τα παραπάνω συμπεράσματα συνεπώς οδηγούν στον ικανοποιημένο πελάτη, στη κερδοφορία της εταιρείας, στη προσκόμιση νέων πελατών, στην αύξηση της καινοτομίας και την ανάπτυξη τεχνολογίας και ουσιαστικότερα στην ευημερία της επιχείρησης και την επιβίωσή της μέσα στο σημερινό κλίμα της αγοράς.

Εν κατακλείδι, για τη μέθοδο, αποτελεί μία από τις πιο πρωτοποριακές και αξιόπιστες μη παραμετρικές μεθόδους της εποχής, υπολογίζοντας αποτελεσματικά τη σχετική απόδοση των μονάδων λήψης απόφασης, παρόλη την ύπαρξη πολλαπλών και ανομοιογενών δεδομένων εισόδου και εξόδου. Τελικός στόχος είναι να ξεχωρίσει τις μονάδες σε αποδοτικές ή μη, παρέχοντας δεδομένα που θα βελτιώσουν τις δεύτερες, και εξάγοντας μία συνολική εικόνα για τις διαδικασίες του οργανισμού που αξιολογείται.

Βιβλιογραφία

- [1] T. H. Davenport and J.E. Short, “The new industrial engineering: information technology and business process redesign,” *Sloan Management Review*, 31, 11-27, 1990.
- [2] M. J. Marsden, “Evaluation: Towards a definition and statement of purpose,” *Australasian Journal of Educational Technology*, vol. 7, no. 1, Jun. 1991, doi: 10.14742/AJET.2276.
- [3] G. Büyükdamgaci, “Process of organizational problem definition: how to evaluate and how to improve,” *Omega*, vol. 31, no. 4, pp. 327–338, Aug. 2003, doi: 10.1016/S0305-0483(03)00029-X.
- [4] H. Mintzberg, D. Raisinghani, and A. Théorêt, “The Structure of ‘Unstructured’ Decision Processes,” *Adm Sci Q*, vol. 21, no. 2, pp. 246–275, 1976, doi: 10.2307/2392045.
- [5] M. A. Lyles, “Formulating strategic problems: Empirical analysis and model development,” *Strategic Management Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 61–75, Jan. 1981, doi: <https://doi.org/10.1002/smj.4250020106>.
- [6] A. Newell and H.A. Simon, *Human problem solving*, 9th ed., vol. 104. Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ, 1972.
- [7] D. V McCain, *Evaluation basics*. Association for Training Development, 2016.
- [8] P. E. D. Love and A. Gunasekaran, “Process reengineering: A review of enablers,” *Int J Prod Econ*, vol. 50, no. 2–3, pp. 183–197, Jun. 1997, doi: 10.1016/S0925-5273(97)00040-6.
- [9] A. Omid and B. Khoshtinat, “Factors Affecting the Implementation of Business Process Reengineering: Taking into Account the Moderating Role of Organizational Culture (Case Study: Iran Air),” *Procedia Economics and Finance*, vol. 36, pp. 425–432, Jan. 2016, doi: 10.1016/S2212-5671(16)30058-2.
- [10] M. Hammer and J.A. Champy, *Reengineering the corporation: Manifesto for business revolution*, Zondervan, 2009.
- [11] T. Kasim, M. Haracic, and M. Haracic, “The Improvement of Business Efficiency Through Business Process Management,” *Economic Review: Journal of Economics and Business*, vol. 16, no. 1, pp. 31–43, 2018, [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10419/193881>
- [12] O. Prokopenko, L. Shmorgun, V. Kushniruk, M. Prokopenko, M. Slatvinska and L. Huliaieva, “Business Process Efficiency in a Digital Economy,” *International Journal of Management*, vol. 11, no. 3, pp. 122–132, Apr. 2020.
- [13] A. Charnes, W. W. Cooper, and E. Rhodes, “Measuring the efficiency of decision making units,” *Eur J Oper Res*, vol. 2, no. 6, pp. 429–444, Nov. 1978, doi: 10.1016/0377-2217(78)90138-8.
- [14] G. Z. S. Yannick, Z. Hongzhong, and B. Thierry, “Technical Efficiency Assessment Using Data Envelopment Analysis: An Application to the Banking Sector of Côte D’Ivoire,”

- Procedia Soc Behav Sci*, vol. 235, pp. 198–207, Nov. 2016, doi: 10.1016/J.SBSPRO.2016.11.015.
- [15] N. Amara and R. Romain, *Mesure de l'efficacité technique : revue de la littérature*. Centre de recherche en économie agroalimentaire, Université Laval, 2000.
- [16] S. E. Atkinson and C. Cornwell, “Parametric Estimation of Technical and Allocative Inefficiency with Panel Data,” *Int Econ Rev*, vol. 35, no. 1, pp. 231–243, 1994, doi: 10.2307/2527099.
- [17] M. J. Farrell, “The Measurement of Productive Efficiency,” *J R Stat Soc Ser A*, vol. 120, no. 3, p. 253, 1957, doi: 10.2307/2343100.
- [18] S. El-Mahgary and R. Lahdelma, “Data envelopment analysis: Visualizing the results,” *Eur J Oper Res*, vol. 83, no. 3, pp. 700–710, Jun. 1995, doi: 10.1016/0377-2217(94)00303-T.
- [19] “6 – Graphical representation – Ali Emrouznejad’s Data Envelopment Analysis.” Accessed: Apr. 10, 2023. [Online]. Available: <https://deazone.com/en/resources/tutorial/graphical-representation>
- [20] R. D. Banker, W. W. Cooper, L. M. Seiford, R. M. Thrall, and J. Zhu, “Returns to scale in different DEA models,” *Eur J Oper Res*, vol. 154, no. 2, pp. 345–362, Apr. 2004, doi: 10.1016/S0377-2217(03)00174-7.
- [21] Χ. Πανακούλιας, “Αξιολόγηση της αποδοτικότητας τουριστικών προορισμών σε επίπεδο κρατών”, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης, doi: <https://doi.org/10.26233/heallink.tuc.13812>.
- [22] T. Sueyoshi, Y. Yuan, and M. Goto, “A literature study for DEA applied to energy and environment,” *Energy Econ*, vol. 62, pp. 104–124, Feb. 2017, doi: 10.1016/J.ENERCO.2016.11.006.
- [23] Χαλκιαδάκη, Ο., “Αξιολόγηση και ανασχεδιασμός επιχειρησιακών διαδικασιών με τη μέθοδο της περιβάλλουσας ανάλυσης δεδομένων”, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2018, doi: <https://doi.org/10.26233/heallink.tuc.77611>.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας ποσοστιαίας μεταβολής των Targets σε σχέση με τα αρχικά δεδομένα.

	Input1	Input2	Input3	Input4	Output1	Output2	Output3	Output4
Dmu1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu2	-1.83	-1.84	-1.83	-1.84	43.41	0.00	0.00	1.23
Dmu3	-1.90	-1.90	-1.90	-1.89	2.17	0.00	0.00	2.86
Dmu4	-2.04	-2.04	-2.04	-2.04	0.00	0.00	0.36	1.55
Dmu5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu7	-0.64	-1.43	-0.64	-0.66	0.00	0.00	0.00	0.43
Dmu8	-1.31	-1.31	-1.31	-1.31	0.00	0.00	0.00	5.47
Dmu9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	#DIV/0!
Dmu10	-1.44	-2.41	-1.44	-1.44	3.13	0.00	0.00	7.38
Dmu11	-1.25	-2.32	-1.26	-1.26	0.00	0.00	0.84	0.88
Dmu12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu13	-4.03	-1.39	-0.92	-1.74	0.00	0.00	0.98	4.69
Dmu14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu21	-0.05	-0.06	-0.07	-0.06	0.00	0.00	0.00	0.10
Dmu22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu23	-0.12	-0.53	-0.11	-0.17	0.00	0.00	0.00	0.10
Dmu24	-0.14	-1.07	-0.12	-0.14	0.00	0.00	0.00	0.10
Dmu25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu27	-1.99	-1.99	-4.32	-1.99	46.69	0.00	0.00	0.34
Dmu28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu29	-0.71	-0.70	-0.71	-0.97	14.41	0.00	2.55	0.00
Dmu30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu31	-3.63	-3.54	-3.54	-3.56	0.00	0.00	0.00	0.22
Dmu32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	#DIV/0!
Dmu35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Dmu51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu52	-8.61	-8.61	-12.95	-10.98	12.97	0.00	0.00	0.00
Dmu53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu54	-3.64	-3.64	-5.20	-3.65	16.70	0.00	1.64	0.00
Dmu55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu56	-0.97	-0.96	-6.80	-6.52	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu58	-6.15	-6.47	-5.39	-5.39	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	#DIV/0!
Dmu60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu61	-2.24	-9.03	-2.25	-4.98	388.14	0.00	0.81	0.00
Dmu62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu71	-4.41	-5.42	-4.51	-5.43	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu73	-3.55	-4.57	-3.53	-4.31	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dmu75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00