

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΠΑΠΑΓΡΗΓΟΡΙΟΥ ΙΩΑΝΝΑ-ΜΑΡΙΑ

ΑΜ: 2012010067

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ:

ΤΣΙΝΑΡΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΓΡΗΓΟΡΟΥΔΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εκπονήθηκε στο Τμήμα Παραγωγής και Διοίκησης Του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους επιβλέποντες καθηγητές για την βοήθεια και την καθοδήγηση τους. Ιδιαίτερα τον κύριο Γεώργιο Τσιναράκη που από την πρώτη στιγμή στήριξε την προσπάθεια μου και παρόλες τις δυσκολίες που προέκυψαν η συνεργασία μας ήταν άψογη. Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Ian Haskett, Purchasing Manager για την καθοδήγηση και τη βοήθεια του σε πολύ βασικά σημεία της εκπόνησης της διπλωματικής μου καθώς και τον Mark Horpe, Production Manager που μου έδωσε την ευκαιρία να πραγματοποιήσω την ερευνά μου στο εργοστάσιο και σε ένα περιβάλλον που μέσα από τις σπουδές μου είχα μελετήσει περισσότερο θεωρητικά.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και τον αδελφό μου που χωρίς εκείνους δεν θα είχα καταφέρει να φτάσω μέχρι εδώ.

Disclaimer

Αποποίηση Ευθυνών

Οι πληροφορίες που αναφέρονται σε αυτό το έγγραφο είναι εμπιστευτικές παραχωρήθηκαν μόνο για τις ανάγκες υλοποίησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας και δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν, να δημοσιευτούν ή να αναδιανεμηθούν χωρίς την προηγούμενη γραπτή συγκατάθεση της εταιρείας Tetra Pak Ltd.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που εκφράζονται είναι καλόπιστα και παρόλο που έχει ληφθεί μέριμνα για την προετοιμασία αυτού του εγγράφου η Ιωάννα Μαρία Παπαγρηγορίου δεν προβαίνει σε καμία δήλωση και δεν παρέχει καμιά εγγύηση οποιασδήποτε φύσης όσον αφορά αυτό το έγγραφο, συμπεριλαμβανομένου αλλά όχι περιοριστικά, της ακρίβειας ή της πληρότητας οποιονδήποτε πληροφοριών, γεγονότων και/ ή απόψεων που περιέχονται σε αυτό.

Η Ιωάννα Μαρία Παπαγρηγορίου δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για τυχόν χρήση και αξιοποίηση των πληροφοριών, των εκτιμήσεων, των προβλέψεων και των ευρημάτων που αναφέρονται στο έγγραφο αυτό κατά παράβαση της αποποίησης ευθυνών.

Περίληψη

Στα πλαίσια ενός σύγχρονου επιχειρηματικού περιβάλλοντος που χαρακτηρίζεται από έντονο ανταγωνισμό, την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων ατέρμονες προσπάθειες για περιορισμό του χρόνου και του κόστους παραγωγής υπάρχει ένας βασικός παράγοντας που καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την προσαρμογή και επιβίωση μιας εταιρίας στις εξελίξεις της αγοράς. Αυτός είναι άλλος από την Παραγωγικότητα.

Βασικό αντικείμενο, λοιπόν, της παρούσας εργασίας είναι η κατανόηση και ο ορισμός της πολυεπίπεδης έννοιας της παραγωγικότητας, καθώς επίσης η έρευνα και η εφαρμογή τρόπων μέτρησης της. Πολύτιμος βοηθός σε αυτό το εγχείρημα αποδείχτηκε η Πολυκριτήρια Ανάλυση η οποία πραγματοποιήθηκε μέσα από την εφαρμογή της μεθόδου PROMETHEE όπου χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Visual PROMETHEE.

Το πρόβλημα το οποίο εντοπίστηκε και στη συνέχεια μοντελοποιήθηκε ήταν η μελέτη περίπτωσης εργοστασίων βιομηχανικού εξοπλισμού ενός μεγάλου Ομίλου κατά την οποία γίνεται υπολογισμός εξειδικευμένων δεικτών παραγωγικότητας, χρήσιμων για την εξαγωγή συμπερασμάτων που θα μπορούσαν να βελτιώσουν τα επίπεδα αποδοτικότητας.

Συνοπτικά, λοιπόν, επιλέχθηκαν ως εναλλακτικές λύσεις 9 Εργοστάσια από την ίδια εταιρεία, 11 κριτήρια με την μορφή δεικτών και περίοδος μελέτης τα έτη 2016-2017.

Αφού εξετάστηκαν οκτώ διαφορετικές περιπτώσεις με προϋπόθεση ότι τα βάρη είναι ίσα πραγματοποιήθηκε κατάταξη των εταιριών για όλα τα έτη. Στο τέλος προστέθηκε μια ακόμα περίπτωση όπου μετά τον υπολογισμό των βαρών για καθένα από τα κριτήρια εξετάστηκε και πάλι η κατάταξη των μονάδων. Ο υπολογισμός αυτός πραγματοποιήθηκε με την μεθοδολογία Simos.

Στο τέλος πραγματοποιήθηκε σύγκριση των αποτελεσμάτων κατάταξης για τις περιπτώσεις ισοβαρών και μη κριτήριων. Κατόπιν, σχολιάστηκαν οι υψηλότερες και χαμηλότερες θέσεις κατάταξης με απώτερο σκοπό την διεξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τα δυνατά και τα αδύναμα σημεία των μονάδων με την προοπτική διατήρησης και βελτίωσης τους αντίστοιχα. Ενώ επιλογικά, παρατέθηκαν μελλοντικές επεκτάσεις της παρούσας διπλωματικής για ερευνά και εργασία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1ο Κεφάλαιο	16
Εισαγωγή	16
1.1 Κίνητρα.....	16
1.2 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας	17
1.3 Μέθοδος Επίλυσης	18
1.4 Συνεισφορά της Διπλωματικής Εργασίας.....	19
1.5 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας.....	20
2ο Κεφάλαιο	22
Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	22
2.1 Ορισμός Παραγωγικότητας	22
2.3 Μεθοδολογίες Πολυκριτήριας Αξιολόγησης (Καταγραφή – Σύνοψη Παρουσίαση – Χαρακτηριστικά Κυριότερων Μεθοδολογιών Πολυκριτήριας Αξιολόγησης και Εφαρμογές τους)	23
2.3.1 Έννοια Πολυκριτήριας Αξιολόγησης.....	23
2.3.2 Μεθοδολογικό πλαίσιο της Πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων	25
2.3.3 Μεθοδολογίες Πολυκριτήριας Ανάλυσης	29
2.3.3.1 Πολυκριτήρια Θεωρία Χρησιμότητας MAUT (Multi-Attribute Utility Theory) [49]	30
2.3.3.2 Αναλυτική – Συνθετική Προσέγγιση	32
2.3.3.3 Πολυκριτηριακός Μαθηματικός Προγραμματισμός	33
2.3.3.4 Μέθοδοι Τεχνικών Σχέσεων Υπεροχής.....	34
2.3.4 Κατανομή Σταθμισμένων Κριτηρίων (Weighted Criteria Matrix).....	36
2.3.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα πολυκριτηριακής ανάλυσης	38
2.3.6 Εφαρμογές της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων	39
3ο Κεφάλαιο	41
Παρουσίαση της χρησιμοποιούμενης μεθοδολογίας	41
3.1 Επιλογή Μεθοδολογίας	41
3.2 Εισαγωγή στην οικογένεια PROMETHEE – Ιστορική αναδρομή.....	41
3.3 Απαιτήσεις και παραδοχές μεθοδολογίας (Κριτήρια, τρόπος σύνθεσης για εξαγωγή τελικής αξιολόγησης)	46
4ο Κεφάλαιο	48
Παρουσίαση του ομίλου βιομηχανικού εξοπλισμού και των επιμέρους μονάδων του	48
4.1 Πληροφορίες για τον Όμιλο και Ιστορικά στοιχεία.....	48

4.2 Εγκαταστάσεις των οκτώ εργοστασίων και κατάλογος των προϊόντων τους.....	52
4.2.1 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στο Højbjerg, Denmark	53
4.2.2 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στο Winsted, Minnesota	57
4.2.3 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στη Jakarta, Indonesia.....	65
4.2.4 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στο Le May, France	67
4.2.5 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στο O bram, Poland.....	70
4.2.6 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στο Lund, Sweden	71
4.2.7 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στη Shanghai, China	72
4.2.8 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στο Pune, India.....	74
4.3 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στο Sherborne, United Kingdom.....	75
4.3.1 Εγκαταστάσεις και Προϊόντα Παραγωγής.....	75
4.3.2 Value Stream Map	81
4.3.2.1 Ερμηνεία και Ανάλυση.....	81
4.3.2.2 Οι Επτά Λόγοι Απωλειών (Seven Wastes).....	83
5ο κεφάλαιο.....	88
Μελέτη Περίπτωσης των εννέα εργοστασίων του ομίλου Βιομηχανικού Εξοπλισμού.....	88
5.1 Τρόπος Μοντελοποίησης του Προβλήματος και Εργαλεία επίλυσης.....	88
5.2 Κατηγοριοποίηση υποψηφίων προς χρήση δεικτών.	89
5.2.1 Δείκτες αναφορικά με τη Χρήση Εργατικού Δυναμικού.	89
5.2.2 Δείκτες Έγκαιρης Παράδοσης και Ανταπόκρισης.....	90
5.2.3 Δείκτες αναφορικά με την Ποιότητα.....	91
5.2.4 Δείκτες αναφορικά με την Βελτίωση της Αποδοτικότητας.....	91
5.2.5 Δείκτες αναφορικά με την Μείωση του Κόστους και την Αύξηση της Κερδοφορίας.....	92
5.3 Επιλογή και Υπολογισμός των Δεικτών που επιλέχτηκαν.....	94
6ο κεφάλαιο.....	104
Εφαρμογή πολυκριτηριακής μεθόδου	104
6.1 Παρουσίαση Εισαγωγής δεδομένων στην Visual PROMETHEE (Academic Edition).	104
6.2 Παρουσίαση της Εισαγωγής δεδομένων στα Σενάρια.....	108
6.3 Παρουσίαση εργαλείων αποτελεσμάτων ανάλυσης λογισμικού Visual PROMETHEE	110
7ο κεφάλαιο.....	125
Μελέτη περίπτωσης των μονάδων του ομίλου με το λογισμικό Visual PROMETHEE	125
7.1 Περίπτωση 1η: Κατάταξη με Όλα τα Κριτήρια	125
7.2 Περίπτωση 2η: Κατάταξη ανάλογα με το διάστημα σταθερότητας των Κριτηρίων.....	132
7.2.1 Περίπτωση 2η: Κατάταξη για διάστημα εμπιστοσύνης μεγαλύτερο του 3%	132

7.2.2 Περίπτωση 2η: Κατάταξη για διάστημα εμπιστοσύνης μεγαλύτερο του 2%	140
7.3 Περίπτωση 3η: Κατάταξη με βάση τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας Κριτηρίων.	149
7.4 Περίπτωση 4η: Κατάταξη με βάση τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας Κριτηρίων.....	158
7.5 Περίπτωση 5η: Κατάταξη με βάση τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας Κριτηρίων.....	164
7.6 Περίπτωση 6η: Κατάταξη με βάση τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας Κριτηρίων.	171
7.7 Περίπτωση 7η: Κατάταξη με βάση τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας Κριτηρίων.	181
7.8 Ποιοτική Ανάλυση αποτελεσμάτων	190
8ο Κεφάλαιο	198
Η Μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε συμπληρωματικά για την επίλυση του προβλήματος.....	198
8.1 Μέθοδος Simos (Μέθοδος των καρτών)-Εισαγωγή	198
8.2 Εφαρμογή της μέθοδος Simos.....	198
8.3 Εφαρμογή της πολυκριτηριακής μεθόδου Visual Promethee με σταθμισμένα βάρη.....	201
9ο Κεφάλαιο	207
Συμπεράσματα, Διαπιστώσεις και Τελικές Συγκρίσεις	207
9.1 Συγκρίσεις Αποτελεσμάτων σχετικά με την εφαρμογή Ίσων ή Σταθμισμένων βαρών.....	207
9.2 Συμπεράσματα – Διαπιστώσεις.....	209
9.3 Μελλοντικές επεκτάσεις.....	217
Βιβλιογραφικές Αναφορές.....	218

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Λίστα με όλες τις μονάδες του ομίλου που επιλεχθηκαν	52
Πίνακας 2: Οι τιμές του δείκτη OPE.....	97
Πίνακας 3: Οι τιμές του δείκτη Losses.....	97
Πίνακας 4: Οι τιμές του δείκτη Inventory Turnover	98
Πίνακας 5: Οι τιμές του δείκτη Supplier On Time Delivery Accuracy.....	98
Πίνακας 6: Οι τιμές του δείκτη Utilization of Space	99
Πίνακας 7: Οι τιμές του δείκτη Rework.....	100
Πίνακας 8: Οι τιμές του δείκτη Turnover / Resources.....	100
Πίνακας 9: Οι τιμές του δείκτη Labour Productivity.....	101
Πίνακας 10: Οι τιμές του δείκτη Product Yield / Employee	102
Πίνακας 11: Οι τιμές του δείκτη Cost-to Sales	102
Πίνακας 12: Οι τιμές του δείκτη Throughput	103
Πίνακας 13: Διάστημα σταθερότητας κριτηρίων	131
Πίνακας 14: Διάστημα σταθερότητας κριτηρίων >3% για το έτος 2016	134
Πίνακας 15: Διάστημα σταθερότητας κριτηρίων > 3% για το έτος 2017	137
Πίνακας 16: Διάστημα σταθερότητας κριτηρίων >3% για το έτος 2016-2017.....	140
Πίνακας 17: Διάστημα σταθερότητας κριτηρίων >2% για το έτος 2016	143
Πίνακας 18: Διάστημα σταθερότητας κριτηρίων >2% για το έτος 2017	146
Πίνακας 19: Διάστημα σταθερότητας κριτηρίων >2% για το έτος 2016-2017.....	148
Πίνακας 20: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2016	151
Πίνακας 21: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2017	154
Πίνακας 22: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017	157
Πίνακας 23: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2016	160
Πίνακας 24: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2017	162
Πίνακας 25: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2016-2017	164
Πίνακας 26: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2016	167

Πίνακας 27: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2017	169
Πίνακας 28: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017	171
Πίνακας 29: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2016	174
Πίνακας 30: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2017	177
Πίνακας 31: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017	180
Πίνακας 32: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2016	183
Πίνακας 33: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2017	186
Πίνακας 34: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017	189
Πίνακας 35: Ομαδοποίηση εταιρειών ανάλογα με την κατάταξη τους	190
Πίνακας 36: Θέσεις εταιρειών ανάλογα με τα κριτήρια για το 2016.....	191
Πίνακας 37: Ελάχιστη και μέγιστη θέση για το έτος 2016 για όλες τις περιπτώσεις	191
Πίνακας 38: Ταξινόμησησύμφωνα με την Διάφορα Ελάχιστης και Μέγιστης θέσης για το έτος 2016 για όλες τις περιπτώσεις.....	192
Πίνακας 39: Κατάταξη εταιρειών ανά ομάδα στο έτος 2016.....	192
Πίνακας 40: Πλήθος στις ομάδες κατάταξης των εταιρειών στο έτος 2016	193
Πίνακας 41: Θέσεις εταιρειών ανάλογα με τα κριτήρια για το σενάριο 2017.....	193
Πίνακας 42: Ελάχιστη και μέγιστη θέση για το έτος 2017 για όλες τις περιπτώσεις	194
Πίνακας 43: Ταξινόμησησύμφωνα με την Διάφορα Ελάχιστης και Μέγιστης θέσης για το έτος 2017 για όλες τις περιπτώσεις.....	194
Πίνακας 44: Κατάταξη εταιρειών ανά ομάδα στο έτος 2017	195
Πίνακας 45: Πλήθος στις ομάδες κατάταξης των εταιρειών στο έτος 2017	195
Πίνακας 46: Θέσεις εταιρειών ανάλογα με τα κριτήρια για το σενάριο 2016-2017	196
Πίνακας 47: Ελάχιστη και μέγιστη θέση για το έτος 2016-2017 για όλες τις περιπτώσεις	196
Πίνακας 48: Ταξινόμησησύμφωνα με την Διάφορα Ελάχιστης και Μέγιστης θέσης για το έτος 2016-2017 για όλες τις περιπτώσεις	196
Πίνακας 49: Κατάταξη εταιρειών ανά ομάδα στο έτος 2016-2017	197
Πίνακας 50: Πλήθος στις ομάδες κατάταξης των εταιρειών στο έτος 2016-2017.....	197
Πίνακας 51: Κατάλογος Κριτηρίων	210

Πίνακας 52: Εταιρίες που κατέλαβαν πρώτη θέση στα κριτήρια το 2016	211
Πίνακας 53: Εταιρίες που κατέλαβαν πρώτη θέση στα κριτήρια το 2017	211
Πίνακας 54: Εταιρίες που κατέλαβαν πρώτη θέση στα κριτήρια το 2016-2017.....	211
Πίνακας 56: Εταιρίες που κατέλαβαν τελευταία θέση στα κριτήρια το 2016	213
Πίνακας 57: Εταιρίες που κατέλαβαν τελευταία θέση στα κριτήρια το 2017	213
Πίνακας 58: Εταιρίες που κατέλαβαν τελευταία θέση στα κριτήρια το 2016-2017	213

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Τα στάδια της Πολυκριτήριας Ανάλυσης [12]	26
Εικόνα 2: Υπόδειγμα Πίνακα Κατανομής Βαρών [17]	37
Εικόνα 3: Οι 6 τύποι κριτηρίων της μεθόδου PROMETHEE	45
Εικόνα 4: Συνολική παρουσίαση των προϊόντων του ομίλου	49
Εικόνα 5: Φωτογραφία από την εξαγωγή του TetraClassic στην Ιταλία (1960).....	50
Εικόνα 6.1: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Højbjerg	54
Εικόνα 6.2: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Højbjerg	55
Εικόνα 6.3: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Højbjerg	56
Εικόνα 6.4: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Højbjerg	57
Εικόνα 7.1: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Winsted.....	58
Εικόνα 7.2: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Winsted.....	59
Εικόνα 7.3: Ενδεικτική αναπαράσταση της διαδικασίας φιλτραρίσματος.	61
Εικόνα 7.4: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Winsted.....	62
Εικόνα 7.5: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Winsted.....	63
.....	64
.....	64
Εικόνα 7.6: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Winsted.....	64
Εικόνα 8.1: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στη Jakarta.....	65
Εικόνα 8.2: Αναπαράσταση της ροής παραγωγής των Vats	66
Εικόνα 8.3: Πανοραμική απεικόνιση του Εργοστασίου (Workshop) στη Jakarta	67
Εικόνα 8: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Le May.....	69
Εικόνα 9: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο O bram	71
Εικόνα 10: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Lund	72
Εικόνα 11: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στη Shanghai.....	73
Εικόνα 12: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Pune	74
Εικόνα 130: Διαγραμμα απεικόνισης του συνολικού αριθμού παραγωγής για το κάθε προϊόν για το έτος 2016.....	74
Εικόνα 13.1: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Sherborne (Cheese Vat OST).....	76
Εικόνα 13.2: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Sherborne (Alfomatic)	77
Εικόνα 13.3: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Sherborne (Blockformer)	78
Εικόνα 13.4: Παρουσίαση των εγκαταστάσεων του εργοστασίου στο Sherborne.....	80
Εικόνα 14: Value Stream Map	82
Πίνακας 2: Τελική Επιλογή Δεικτών.....	96

Εικόνα 15: Παράθυρο του Visual PROMETHEE	104
Εικόνα 16: Αρχικοποίηση των βασικών συνιστωσών του προβλήματος.....	106
Εικόνα 17: Εισαγωγή ονομάτων εναλλακτικών λύσεων	106
Εικόνα 18: Εισαγωγή ονομάτων κριτηρίων.....	107
Εικόνα 19: Υπολογιστικό φύλλο Visual PROMETHEE	109
Εικόνα 18: Παρουσίαση των εργαλεία ανάλυσης Visual PROMETHEE.....	111
Εικόνα 19: Μερική κατάταξη εναλλακτικών με βάση τη μέθοδο PROMETHEE I.....	112
Εικόνα 20: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II.....	113
Εικόνα 21: PROMETHEE Diamond: Κοινή παρουσίαση κατάταξης εναλλακτικών με βάση τις μεθόδους PROMETHEE I & II	114
Εικόνα 22: PROMETHEE Network : Κατάταξη εναλλακτικών με βάση τη μέθοδο PROMETHEE I	115
Εικόνα 23: PROMETHEE Table: Πίνακας ροών εναλλακτικών λύσεων Phi ,Phi+ και Phi+	116
Εικόνα 24: GAIA Visual Analysis: Εναλλακτικές-Κριτήρια-Άξονας Απόφασης.....	117
Εικόνα 25: GAIA Visual Analysis.....	119
Εικόνα 26: GAIA Visual Analysis: Κριτήρια-Άξονας Απόφασης σε μεγέθυνση.....	120
Εικόνα 27:Αναπαράσταση του διαγράμματος Action Profiles.....	121
Εικόνα 28: Αναπαράσταση του διαγράμματος Walking Weights: Ίσα βάρη σε όλα τα κριτήρια	122
Εικόνα 29: Αναπαράσταση του διαγράμματος Walking Weights: Τυχαία μεταβολή βάρους κριτηρίων	122
Εικόνα 30: Visual Stability Intervals.....	123
Εικόνα 31: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με όλα τα κριτήρια με τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016.....	126
Εικόνα 32: Ανάλυση Diamond εταιρειών με όλα τα κριτήρια για το έτος 2016.....	127
Εικόνα 33: Κατάταξη εταιρειών με όλα τα κριτήρια για το έτος 2016.....	127
Εικόνα 34: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με όλα τα κριτήρια με τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2017.....	127
Εικόνα 35: Ανάλυση Diamond εταιρειών με όλα τα κριτήρια για το έτος 2017	128
Εικόνα 36: Κατάταξη εταιρειών με όλα τα κριτήρια για το έτος 2017.....	128
Εικόνα 37: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με τη μέθοδο PROMETHEE II για τα έτη 2016-2017 με ίδια βάρη στα σενάρια	129
Εικόνα 38: Ανάλυση Diamond εταιρειών με όλα τα κριτήρια για τα έτη 2016-2017	130
Εικόνα 39: Κατάταξη εταιρειών με όλα τα κριτήρια τα έτη 2016-2017.....	130
Εικόνα 40: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016 (>3%).	133

Εικόνα 41: Ανάλυση Diamond εταιρειών με τα κριτήρια >3% για το έτος 2016 .	133
Εικόνα 42: Κατάταξη εταιρειών με τα κριτήρια >3% για το έτος 2016.	134
Εικόνα 43: GAIA Visual Analysis: με τα κριτήρια >3% για το έτος 2016.	134
Εικόνα 44: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2017 (>3%).	135
Εικόνα 45: Ανάλυση Diamond εταιρειών με όλα τα κριτήρια για το έτος 2017 (>3%).	136
Εικόνα 46: Κατάταξη εταιρειών με όλα τα κριτήρια για το έτος 2017 (>3%).	136
Εικόνα 47: GAIA Visual Analysis: με τα κριτήρια >3% για το έτος 2017	137
Εικόνα 48: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με τη μέθοδο PROMETHEE II για τα έτη 2016-2017 (>3%).	138
Εικόνα 49: Ανάλυση Diamond εταιρειών με όλα τα κριτήρια για τα έτη 2016-2017(>3%).	138
Εικόνα 50: Κατάταξη εταιρειών με όλα τα κριτήρια τα έτη 2016-2017(>3%).	139
Εικόνα 51: GAIA Visual Analysis: με τα κριτήρια >3% για το έτος 2016-2017	139
Εικόνα 52: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016 (>2%).	141
Εικόνα 53: Ανάλυση Diamond εταιρειών με τα κριτήρια >2% για το έτος 2016	142
Εικόνα 54: Κατάταξη εταιρειών με τα κριτήρια >2% για το έτος 2016.	142
Εικόνα 55: GAIA Visual Analysis: με τα κριτήρια >2% για το έτος 2016.	143
Εικόνα 56: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2017 (>2%).	144
Εικόνα 57: Ανάλυση Diamond εταιρειών με τα κριτήρια >2% για το έτος 2017	144
Εικόνα 58: Κατάταξη εταιρειών με τα κριτήρια >2% για το έτος 2017.	145
Εικόνα 59: GAIA Visual Analysis: με τα κριτήρια >2% για το έτος 2017.	145
Εικόνα 60: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016-2017 (>2%).	146
Εικόνα 61: Ανάλυση Diamond εταιρειών με τα κριτήρια >2% για το έτος 2016-2017	147
Εικόνα 61: Κατάταξη εταιρειών με τα κριτήρια >2% για το έτος 2016-2017	147
Εικόνα 62: GAIA Visual Analysis: με τα κριτήρια >2% για το έτος 2016-2017	148
Εικόνα 63: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016	149
Εικόνα 64: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2016	150
Εικόνα 65: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2016....	150
Εικόνα 66: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2016...	151
Εικόνα 67: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2017	152

Εικόνα 68: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2017	153
Εικόνα 69: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2017....	153
Εικόνα 70: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2017...	154
Εικόνα 71: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016-2017	155
Εικόνα 72: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017	156
Εικόνα 73: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017.	156
Εικόνα 74: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017.	157
Εικόνα 75: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016.....	158
Εικόνα 76: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2016	159
Εικόνα 77: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2016.	159
Εικόνα 78: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2017.....	160
Εικόνα 79: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2017	161
Εικόνα 80: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2017.	161
Εικόνα 81: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016-2017	162
Εικόνα 82: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2016-2017	163
Εικόνα 83: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2016-2017.	163
Εικόνα 84: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016	165
Εικόνα 85: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2016	166
Εικόνα 86: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2016.	166
Εικόνα 87: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2017	167

Εικόνα 88: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2017	168
Εικόνα 89: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2017.	168
Εικόνα 89: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016-2017	169
Εικόνα 90: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017	170
Εικόνα 91: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017.	170
Εικόνα 92: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016.....	172
Εικόνα 93: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2016	173
Εικόνα 94: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2016..	173
Εικόνα 95: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2016.	174
Εικόνα 96: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2017.....	175
Εικόνα 97: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2017	176
Εικόνα 98: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2017..	176
Εικόνα 99: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2017.	177
Εικόνα 100: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016-2017	178
Εικόνα 101: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017	179
Εικόνα 102: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017.	179
Εικόνα 102: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017.	180
Εικόνα 102: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016.....	181
Εικόνα 103: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2016	182
Εικόνα 104: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2016.	182
Εικόνα 105: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2016.	183

Εικόνα 106: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2017.....	184
Εικόνα 107: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2017	185
Εικόνα 108: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2017.	185
Εικόνα 109: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2017	186
Εικόνα 110: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016-2017	187
Εικόνα 111: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017	188
Εικόνα 112: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017	188
Εικόνα 113: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017	189
Πίνακας 60: Ευρεση βαρών με την μέθοδο Simos	200
Εικόνα 115: Αρχικοποίηση Βαρών από την μέθοδο Simos για το 2016	201
Εικόνα 116: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με σταθμισμένα βάρη για όλους τους δείκτες (2016).....	201
Εικόνα 117: Ανάλυση Diamond με σταθμισμένα βάρη εταιρειών για όλους τους δείκτες (2016)	202
Εικόνα 118: Κατάταξη εταιρειών με σταθμισμένα βάρη για όλους τους δείκτες (2016).....	202
Εικόνα 119: Αρχικοποίηση Βαρών από την μέθοδο Simos για το 2017	Error! Bookmark not defined.
Εικόνα 121: Ανάλυση Diamond με σταθμισμένα βάρη εταιρειών για όλους τους δείκτες (2017)	203
Εικόνα 122: Κατάταξη εταιρειών με σταθμισμένα βάρη για όλους τους δείκτες (2017).....	204
Εικόνα 124: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με σταθμισμένα βάρη για όλους τους δείκτες (2016-2017).....	204
Εικόνα 125: Ανάλυση Diamond με σταθμισμένα βάρη εταιρειών για όλους τους δείκτες (2016-2017)	205
Εικόνα 126: Κατάταξη εταιρειών με σταθμισμένα βάρη για όλους τους δείκτες (2016-2017)	205
Εικόνα 127: Συγκριση καταταξης Ίσων έναντι Σταθμισμενων Βαρών για το 2016	207
Εικόνα 128: Συγκριση καταταξης Ίσων έναντι Σταθμισμενων Βαρών για το 2017	208
Εικόνα 129: Συγκριση καταταξης Ίσων έναντι Σταθμισμενων Βαρών για το 2016-2017.....	208
Εικόνα 130: Εικόνα 130: Διαγραμμα απεικονησης του συνολικου αριθμου παραγωγής για το κάθε προϊόν για το έτος 2016.....	77

1ο Κεφάλαιο

Εισαγωγή

1.1 Κίνητρα

Στη σημερινή εποχή η δομή της κοινωνίας γίνεται όλο και πιο πολύπλοκη. Η παγκοσμιοποίηση και η ταχεία ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει επηρεάσει αποφασιστικά όλους τους τομείς της διάρθρωσής της .

Φυσικά, ανεπηρέαστος δεν θα μπορούσε να μείνει ο επιχειρηματικός τομέας, ο οποίος δείχνει να έχει διαμορφώσει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, στα πλαίσια των οποίων καλούνται να προσαρμόζονται να λειτουργούν και να αναπτύσσονται μικρές ή μεγάλες επιχειρήσεις .

Κυρία γνωρίσματα, λοιπόν, αυτού του κλάδου είναι ο έντονος ανταγωνισμός από τη δημιουργία μιας παγκόσμιας αγοράς, οι νομοθετικοί περιορισμοί , η ανάπτυξη συστημάτων υγιεινής και ασφάλειας, η προστασία του περιβάλλοντος , αλλά ταυτόχρονα ο συνεχής περιορισμός του χρόνου και του κόστους παραγωγής, η αέναη προσπάθεια για τη μέγιστη δυνατή αξιοποίηση των πόρων και των παραγωγικών δυνατοτήτων.

Επαγωγικά, οι επιχειρήσεις στην προσπάθεια τους να εξασφαλίσουν την εύρυθμη λειτουργία τους, ήρθαν αντιμέτωπες με προβλήματα υψηλής πολυπλοκότητας, τα οποία απαιτούσαν με τη σειρά τους λύσεις πολυδιάστατης κλίμακας , πάντα με σκοπό την επίτευξη στόχων σπαταλώνοντας τις μικρότερες δυνατές εισροές για τη μέγιστη δυνατή αξιοποίηση των πόρων και των παραγωγικών δυνατοτήτων.

Στην πράξη, οι αποφασίζοντες έρχονται αντιμέτωποι με αντικρουόμενους στόχους και πρέπει να επιλέξουν ποιους από τους αυτούς επιθυμούν να βελτιστοποιήσουν και ποιούς είναι διατεθειμένοι να δεχθούν απόκλιση από τις βέλτιστες αποδόσεις. Έτσι, για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτού του είδους άρχισε να αναπτύσσεται μια καινούργια μέθοδος. Η μέθοδος της Πολυκριτήριας Ανάλυσης.

Η χρησιμότητα της Πολυκριτήριας Ανάλυσης έγκειται στο ότι βοηθάει τον αποφασίζοντα να οργανώσει τις διαθέσιμες πληροφορίες, να σκεφθεί συστηματικά για τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε λύσης, να συνειδητοποιήσει τις προτιμήσεις και ανοχές του, έτσι ώστε να είναι σε θέση να κάνει τους λιγότερους οδυνηρούς συμβιβασμούς και να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανότητες να μετανιώσει για την επιλογή που θα πραγματοποιήσει. [1]

1.2 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας

Στα πλαίσια του περιβάλλοντος που παρουσιάστηκε παραπάνω, ένας βασικός διαχρονικός παράγοντας που κρίνει σε μεγάλο βαθμό την προσαρμογή και επιβίωση μιας εταιρείας στις εξελίξεις της αγοράς, είναι η παραγωγικότητα. Αυτό είναι κάτι που επαγγελματίες και ερευνητές είχαν εντοπίσει ήδη από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης (Henry Fayol, Federick Taylor, Henry Gantt κ.α.) με αποτέλεσμα να έχει εκδηλωθεί σημαντικό ενδιαφέρον αναφορικά με την κατανόηση της έννοιας αρχικά, και με την έρευνα ως προς τον υπολογισμό της στη συνέχεια.

Σε αυτό το πλαίσιο κινείται και η παρούσα εργασία, η οποία ως βασικό αντικείμενο έχει την κατανόηση και τον ορισμό της πολυεπίπεδης έννοιας της παραγωγικότητας, την έρευνα και εφαρμογή τρόπων μέτρησης της που συναντώνται στη βιβλιογραφία .

Μετά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, ακολουθεί μελέτη περίπτωσης για εννέα εργοστάσια του ομίλου της Tetra Pak κατά την οποία γίνεται υπολογισμός εξειδικευμένων δεικτών παραγωγικότητας, χρήσιμων για την εξαγωγή συμπερασμάτων που θα μπορούσαν να βελτιώσουν τα επίπεδα αποδοτικότητας. Εδώ να σημειωθεί ότι κάποιοι από αυτούς χρησιμοποιούνται ήδη, ενώ κάποιοι άλλοι προτείνονται για πρώτη φορά.

Στη συνέχεια, γίνεται εφαρμογή Πολυκριτήριας Ανάλυσης με τη μέθοδο PROMETHEE όπου χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Visual PROMETHEE με το οποίο παρουσιάζονται και τα αποτελέσματα από την σύγκριση των 9 εργοστασίων.

Κατά συνέπεια, μετά από την εκτέλεση αυτού του χρήσιμου εργαλείου ανάλυσης θα είναι πλέον επιτεύξιμη η διεξαγωγή συμπερασμάτων που θα μας φέρουν πιο κοντά στην επίτευξη της βελτίωσης και εν τέλει , γιατί όχι, της βελτιστοποίησης της αποδοτικότητας της παραγωγής σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον.

1.3 Μέθοδος Επίλυσης

Αρχικά, για την εφαρμογή της μεθόδου έπρεπε να οριστούν συγκριμένοι παράμετροι του δείγματος. Πιο αναλυτικά, επιλέχτηκε ως περίοδος μελέτης τα έτη 2016-2017 για 9 μονάδες της TetraPak με κύριο κριτήριο τη διαφορετικότητα των εργοστασίων, μέσα σ' έναν όμιλο, όσον αφορά τον τύπο των προϊόντων παραγωγής.

Επίσης επιλέχθηκε ως μεθοδολογία μελέτης η χρήση αριθμοδεικτών που καταγράφουν τη παραγωγική δυναμικότητα τους. Σχετικά με τους αριθμοδείκτες, επιλέχθηκαν αυτοί οι οποίοι μπορούν να σχηματίσουν μια όσο το δυνατόν πιο καθαρή εικόνα για την παραγωγικότητα, συγκριτικά με όλους εκείνους που υπήρχαν στην βιβλιογραφία.

Τέλος, αφού μελετήθηκαν διάφορες μεθοδολογίες επιλέχθηκε η πλέον κατάλληλη μέθοδος Πολυκριτήριας Ανάλυσης από τη βιβλιογραφία, η PROMETHEE. Για την υλοποίηση των υπολογισμών της μεθόδου έγινε χρήση του λογισμικού Visual PROMETHEE. Σε αυτό το λογισμικό προστέθηκαν ως δεδομένα εισόδου οι τιμές των αριθμοδεικτών για κάθε εταιρεία και οι τιμές των βαρών οι οποίες ήταν ίδιες στους αντίστοιχους δείκτες για κάθε εργοστάσιο.

Κατά την χρήση του λογισμικού, εξετάστηκαν διάφορα σενάρια αλλάζοντας κάθε φορά τις τιμές στα βάρη. Έτσι, με τις απαραίτητες ενέργειες και εντολές εκτελέστηκαν διάφορες αναλύσεις πέρα από την απλή κατάταξη των εταιρειών (PROMETHEE table) όπως είναι η ανάλυση ευαισθησίας των βαρών (Visual Stability Intervals), η ανάλυση των προφίλ των εταιρειών σχετικά με την επίδραση των κριτηρίων (Action Profiles), η γραφική μερική κατάταξη (PROMETHEE I), η γραφική ολική κατάταξη (PROMETHEE II). Τέλος, σχολιάστηκαν τα αποτελέσματα και εξήχθησαν διάφορα συμπεράσματα σχετικά με τις εταιρείες και την επίδραση των βαρών στην παραγωγικότητα του εκάστοτε εργοστασίου.

1.4 Συνεισφορά της Διπλωματικής Εργασίας

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι, η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου πλαισίου μελέτης των εννέα μονάδων με στόχο την καλύτερη δυνατή προσέγγιση της παραγωγικότητας και της βελτίωσης της. Μέσω της συγκριτικής αξιολόγησης θα μπορέσουν να επισημανθούν τα δυνατά σημεία και οι αδυναμίες κάθε μονάδας, έτσι ώστε να επικεντρωθούν οι προσπάθειες των εργαζομένων στη βελτίωση τους. Η δυνατότητα που δίνει η Πολυκριτήρια μεθοδολογία να μελετάται η εξέλιξη των μεγεθών με το πέρασμα του χρόνου με χρήση ανανεωμένων στοιχείων επιτρέπει τη συνεχή παρακολούθηση της αποδοτικότητας κάθε επιμέρους μονάδας σε σχέση με τις υπόλοιπες.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγικότητα είναι πολλοί και παρουσιάζουν μεταξύ τους **περίπλοκες σχέσεις αλληλεπίδρασης**.

Πιο συγκεκριμένα, στο επίπεδο της επιχείρησης οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγικότητα είναι:

- το φυσικό κεφάλαιο (κτίρια, μηχανήματα),
- η τεχνολογία,
- η έρευνα και η καινοτομία
- το ανθρώπινο κεφάλαιο (εκπαίδευση και κατάρτιση),
- η οργάνωση της εργασίας και η διοίκηση των επιχειρήσεων (διαχείριση ανθρώπινου δυναμικού, διαχείριση διαδικασιών, διαχείριση άλλων πόρων, συνεργασίες, προγραμματισμός εργασιών κλπ.)
- το εργασιακό περιβάλλον
- οι οικονομίες κλίμακας
- ο ανταγωνισμός

[2]

Συμπερασματικά λοιπόν, μέσα από τη χρήση των εργαλείων της Πολυκριτήριας Ανάλυσης, θα γίνει δυνατή η κατάρτιση μιας λίστας κατάταξης των επιχειρήσεων και η μελέτη των μεταβολών ανάλογα με την αλλαγή των βαρών .

Σημείο αναφοράς αυτής της μελέτης αποτελεί η βιομηχανική μονάδα στο Sherborne, όπου πρωταρχικός στόχος ήταν η διεξαγωγή μιας έρευνα με στόχο την μελέτη και την βελτίωση της παραγωγικότητας του εργοστασίου. Λίγο αργότερα προέκυψε η ιδέα σύγκρισης με τα άλλα εργοστάσια του ομίλου. Ο λόγος είναι ότι για να καταστρώσει μια επιχείρηση ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα βελτίωσης της παραγωγικότητας, επικεντρωμένο στις ιδιαίτερες

αδυναμίες της, είναι σημαντικό εκτός από το να μετρήσει την παραγωγικότητα της, να κάνει σύγκριση με άλλες επιχειρήσεις, και να επενδύσει σε διαδικασίες συνεχούς μάθησης.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι η διαχρονική μέτρηση και παρακολούθηση της παραγωγικότητας της επιχείρησης στο σύνολό της αλλά και η μέτρηση της παραγωγικότητας των επί μέρους τμημάτων, λειτουργιών και διαδικασιών είναι πολύ σημαντική για οποιαδήποτε ουσιαστική προσπάθεια βελτίωσης. [2]

1.5 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Κεφάλαιο 1ο: Στο εισαγωγικό αυτό κεφάλαιο, παρουσιάστηκε το βασικό αντικείμενο της εργασίας, οι στόχοι που τέθηκαν, η μέθοδος επίλυσης που χρησιμοποιείται, καθώς και τα αντίστοιχα αποτελέσματα που αναμένεται να προκύψουν.

Κεφάλαιο 2ο: Παρουσιάζεται η θεωρία που προέκυψε από την έρευνα στη βιβλιογραφία αλλά και αναλυτική περιγραφή μεθόδων και δεικτών συμπεριλαμβανομένων και αυτών που τελικά χρησιμοποιήθηκαν.

Κεφάλαιο 3ο: Επιλέγεται η μεθοδολογία που θα χρησιμοποιηθεί και γίνεται εισαγωγή και ιστορική αναδρομή της μεθόδου. Παρουσιάζονται και επεξηγούνται οι απαιτήσεις και παραδοχές της μεθοδολογίας (κριτήρια, τρόπος σύνθεσης για εξαγωγή τελικής αξιολόγησης) . Αναφέρεται ο τρόπος μοντελοποίησης του προβλήματος και ο τρόπος παρουσίασης των αποτελεσμάτων.

Κεφάλαιο 4ο: Γίνεται μια σύντομη παρουσίαση της εταιρείας, της πορείας της μέχρι τώρα. Ακολουθεί μία πιο εκτενή αναφορά σχετικά με τα προϊόντα και τις εγκαταστάσεις των εννέα εργοστασίων. Έμφαση, φυσικά, και περισσότερες λεπτομέρειες δίνονται στο υπό μελέτη εργοστάσιο.

Κεφάλαιο 5ο: Επιλογή και υπολογισμός των τελικών δεικτών παραγωγικότητας.

Κεφάλαιο 6ο: Παρουσίαση του λογισμικού Visual PROMETHEE και των εργαλείων που θα χρησιμοποιηθούν. Σε αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιείται και η αρχικοποίηση των βασικών παραμετρών του προβλήματος ολοκληρώνοντας με αυτό τον τρόπο την προετοιμασία για την διαδικασία της ανάλυσης.

Κεφάλαιο 7ο: Αποτελεί το κατεξοχήν υπολογιστικό κομμάτι της διπλωματικής εργασίας. Γίνεται εφαρμογή της μεθοδολογίας, μέσα από την μορφή διαφόρων σεναρίων και στη συνέχεια παρουσιάζονται οι διάφορες αναλύσεις. Επιπροσθετα, παρατίθενται εικόνες και πίνακες που επεξηγούν τις αναλύσεις που γίνονται και παράλληλα γίνεται σχολιασμός των αποτελεσμάτων (παρουσίαση αποτελεσμάτων – κατάταξης).

Κεφάλαιο 8ο: Παρουσίαση της μεθοδολογίας Simos, η οποία χρησιμοποιήθηκε συμπληρωματικά για τον υπολογισμό βαρών και την επίλυση του προβλήματος.

Κεφάλαιο 9ο: Αναφέρονται οι προτάσεις και τα συμπεράσματα που εξάγονται μετά το τέλος της έρευνας και της ανάλυσης. Ακόμη, παρατίθενται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

Βιβλιογραφία: Γίνεται μια αναλυτική παρουσίαση της βιβλιογραφίας που χρησιμοποιήθηκε στην διπλωματική εργασία.

2ο Κεφάλαιο

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Ορισμός Παραγωγικότητας

Η Ευρώπη σήμερα αντιμετωπίζει μια πρωτοφανή κοινωνική και οικονομική κρίση η οποία έχει επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό εταιρείες και οργανισμούς ανεξάρτητα τον κλάδο της βιομηχανίας ή των υπηρεσιών στον οποίο δραστηριοποιούνται. Μια πολύ σημαντική μεταβλητή που θα τις καταστήσει ανταγωνιστικές και ικανές να επιβιώσουν υπό αυτές τις συνθήκες, είναι ένα υψηλό επίπεδο παραγωγικότητας.

Παραγωγικότητα είναι ο λόγος των εκροών προς το σύνολο των εισροών που δαπανήθηκαν για να παραχθούν οι συγκεκριμένες εκροές.

$$\text{Παραγωγικότητα} = \frac{\text{Σύνολο Εκροών}}{\text{Σύνολο Εισροών}}$$

Με άλλα λόγια η παραγωγικότητα εκφράζει, το πόσο αποδοτικά και αποτελεσματικά χρησιμοποιούνται οι πόροι (πχ. εργασία, κεφάλαιο, α' ύλες) για την παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών.

Από την κατανόηση αυτού του τύπου εύκολα προκύπτει ότι η αύξηση στην παραγωγικότητα από τη μια περίοδο στην άλλη παρατηρείται:

- α. Όταν παράγονται περισσότερα προϊόντα ή υπηρεσίες με τη χρήση των ίδιων παραγωγικών συντελεστών
- β. Όταν παράγονται τα ίδια (σε ποσότητα και ποιότητα) προϊόντα ή υπηρεσίες με τη χρήση λιγότερων παραγωγικών συντελεστών
- γ. Όταν η αύξηση στα προϊόντα και υπηρεσίες που παράγονται είναι μεγαλύτερη

από την αύξηση των παραγωγικών συντελεστών που χρησιμοποιούνται.[2]

Μια πολύ εύστοχη συνέχεια της παραπάνω διατύπωσης είναι ότι για να είναι κανείς παραγωγικός δεν αρκεί μόνο να είναι αποδοτικός «κάνοντας σωστά κάποιες ενέργειες», αλλά θα πρέπει να είναι και αποτελεσματικός «κάνοντας τις σωστές ενέργειες». Αβίαστα, λοιπόν, συνάγεται το συμπέρασμα ότι η παραγωγικότητα είναι το άθροισμα αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητας.

Παραγωγικότητα = Αποδοτικότητα + Αποτελεσματικότητα

Η παραγωγικότητα μιας εταιρείας, ενός εργοστασίου ή ακόμα και ενός ανθρώπου μπορεί να μετρηθεί με τη χρήση κατάλληλων δεικτών παραγωγικότητας και να βελτιωθεί με τη χρήση κατάλληλων μεθόδων βελτιστοποίησης. [3]

2.3 Μεθοδολογίες Πολυκριτήριας Αξιολόγησης (Καταγραφή – Σύντομη Παρουσίαση – Χαρακτηριστικά Κυριότερων Μεθοδολογιών Πολυκριτήριας Αξιολόγησης και Εφαρμογές τους)

2.3.1 Έννοια Πολυκριτήριας Αξιολόγησης

Ο άνθρωπος -από τη φύση του- καλείται συνεχώς τόσο στην προσωπική όσο και επαγγελματική/κοινωνική του ζωή να λαμβάνει αποφάσεις, καθιστώντας έτσι τη διαδικασία λήψης αποφάσεων μία σημαντική δραστηριότητα [4]. Ένας ορισμός που έχει δοθεί στην Πολυκριτήρια Αξιολόγηση είναι ότι αποτελεί μια συλλογή από επίσημες προσεγγίσεις που έχουν ως στόχο να λάβουν υπ' όψη πολλαπλά κριτήρια στη διαδικασία λήψης πολλαπλών αποφάσεων [5].

Οι αποφασίζοντες ενός προβλήματος βρίσκονται αντιμέτωποι με πολλαπλές, και αρκετές φορές, αντικρουόμενες επιλογές. Οι κυριότεροι πυλώνες που στηρίζουν τα θεμέλια της απόφασης είναι η **ελαχιστοποίηση του κόστους** και η **μεγιστοποίηση της ποιότητας και της ποσότητας των προσφερόμενων προϊόντων ή υπηρεσιών** [6]. Τα προβλήματα αυτά είναι πιο πολύπλοκα από όσο υποδεικνύουν οι συμβατικές θεωρήσεις των κλασικών οικονομικών. Η βελτίωση της απόδοσης σε έναν από τους στόχους συχνά λειτουργεί αντιστρόφως ανάλογα

έναντι της απόδοσης κάποιου άλλου. Δυστυχώς, η λήψη μιας απόφασης δε μπορεί να είναι πλήρης. Πιο αναλυτικά, η προσπάθεια επίλυσης διλημμάτων μπορεί να παρουσιάζει άριστες επιλογές μόνο ως προς ένα ή περισσότερους στόχους αλλά ποτέ προς όλους διότι τότε δε θα δημιουργούταν πρόβλημα προς επίλυση. Οπότε σε αυτήν την περίπτωση ο **συμβιβασμός** μοιάζει με μονόδρομο.

Ως λήψη απόφασης (decision-making) μπορεί να οριστεί η προσπάθεια επίλυσης των διλημμάτων που προβάλλουν οι αντικρουόμενες επιδιώξεις [7]. Συμβιβαστική λύση μπορεί να υπάρξει και μεταξύ διαφορετικών αποφασιζόντων που πιθανά αποδέχονται πιθανή απομάκρυνση από το στόχο ώστε να επιτευχθεί συναίνεση [8.]

Η Πολυκριτήρια Ανάλυση εκφράζει τις σχέσεις προτίμησης ανάμεσα στους διατιθέμενους στόχους που έχουν τεθεί από τον λήπτη της απόφασης. Ο αποφασίζων έχοντας ορίσει κριτήρια που μπορούν να μετρηθούν κάνει εφικτή την αξιολόγηση του βαθμού επίτευξης των στόχων του.

Η διαδικασία εντοπισμού των στόχων και των κριτηρίων σε πολλές περιπτώσεις μπορεί, χωρίς περαιτέρω έρευνα και ταξινόμηση, να παρέχει πληροφορίες για τους λήπτες αποφάσεων. Όταν απαιτείται πιο λεπτομερής ανάλυση, όπως πχ η Ανάλυση Κόστους-Οφέλους (Cost-Benefit Analysis), η Πολυκριτήρια ανάλυση παρέχει αρκετούς τρόπους συγκέντρωσης των στοιχείων για κάθε κριτήριο ξεχωριστά ώστε να παρέχει δείκτες για τη συνολική απόδοση των επιλογών[9].

Πιο συγκεκριμένα, ένας αποφασίζων (Decision-Maker – DM) επιθυμεί να επιλέξει μεταξύ διαφόρων εναλλακτικών δράσεων, χρησιμοποιώντας κάποια κριτήρια. Τις περισσότερες φορές δεν υπάρχει μία μόνο δράση που να αποδίδει καλύτερα το σύνολο των κριτηρίων. Συνεπώς η τελική λύση εξαρτάται από την επιλογή αυτών που αποφασίζουν και θα είναι συμβιβαστική λύση (compromise solution) [6]. Αυτός λοιπόν που παίρνει την απόφαση επιλέγει τους στόχους που θέλει ο ίδιος να συμβάλουν περισσότερο ή λιγότερο στην τελική λύση .

Η Πολυκριτήρια ανάλυση διερευνά τα προβλήματα στα οποία λαμβάνονται υπόψη πολλαπλά κριτήρια. «Ο κύριος στόχος δεν είναι να ανακαλύψουμε μια λύση αλλά να δημιουργήσουμε ή να κατασκευάσουμε κάτι το οποίο να θεωρείται ικανό να βοηθήσει κάποιον ενδιαφερόμενο να λάβει μέρος στη διαδικασία λήψης της απόφασης, άλλοτε για να

διαμορφώσει και άλλοτε για να μεταβάλλει τις προτιμήσεις του ή να αποφασίσει σε συμφωνία με τους τελικούς του στόχους» [10].

Γενικότερα, είναι αδύνατος ο χαρακτηρισμός μιας απόφασης ως ‘καλής’ ή ‘κακής’ αποκλειστικά και μόνο αναφορικά με ένα μαθηματικό μοντέλο. Όλα τα ζητήματα που ανακύπτουν από το σύνολο της διαδικασίας λήψης της απόφασης συνεισφέρουν στην ποιότητά της και στην μετέπειτα επιτυχία της. Η προσέγγιση της Πολυκριτηριακής Λήψης Απόφασης υποθέτει πως η προτίμηση του Αποφασίζοντα δύναται να παρασταθεί με σαφήνεια, και είναι σταθερή με το χρόνο, έτσι ώστε να αρκεί η θεώρηση ενός μαθηματικού μοντέλου για την εύρεση της λύσης που ικανοποιεί μέγιστα τα δεδομένα εισαγωγής.

Η λύση του προβλήματος είναι περισσότερο θέμα ‘δημιουργίας’ παρά ανακάλυψης. Στην Πολυκριτήρια Διευκόλυνση της Λήψης Απόφασης (Multiple- Criteria Decision Aid – MCDA), βασικό στόχο δεν αποτελεί η εύρεση της λύσης, αλλά η κατασκευή μίας λογικής έτοιμης να βοηθήσει αυτόν που αποφασίζει να διαμορφώσει την προτίμησή του, στη συνέχεια να τη μεταβάλει και τελικά να καταλήξει σε μία απόφασης συνεπή με τους στόχους του [10].

Η δημιουργία αναλυτικών εργαλείων διευκόλυνσης της διαδικασίας λήψης απόφασης προβάλλει πλέον ως επιτακτική ανάγκη, μιας και η εμπειρία έχει δείξει ότι οι αποφασίζοντες εστιάζουν σε ένα περιορισμένο σύνολο κριτηρίων επιλογής, βασίζονται σε ανεπαρκείς πληροφορίες και αδυνατούν να εκτιμήσουν την αβεβαιότητα (uncertainty) των μελλοντικών γεγονότων [6].

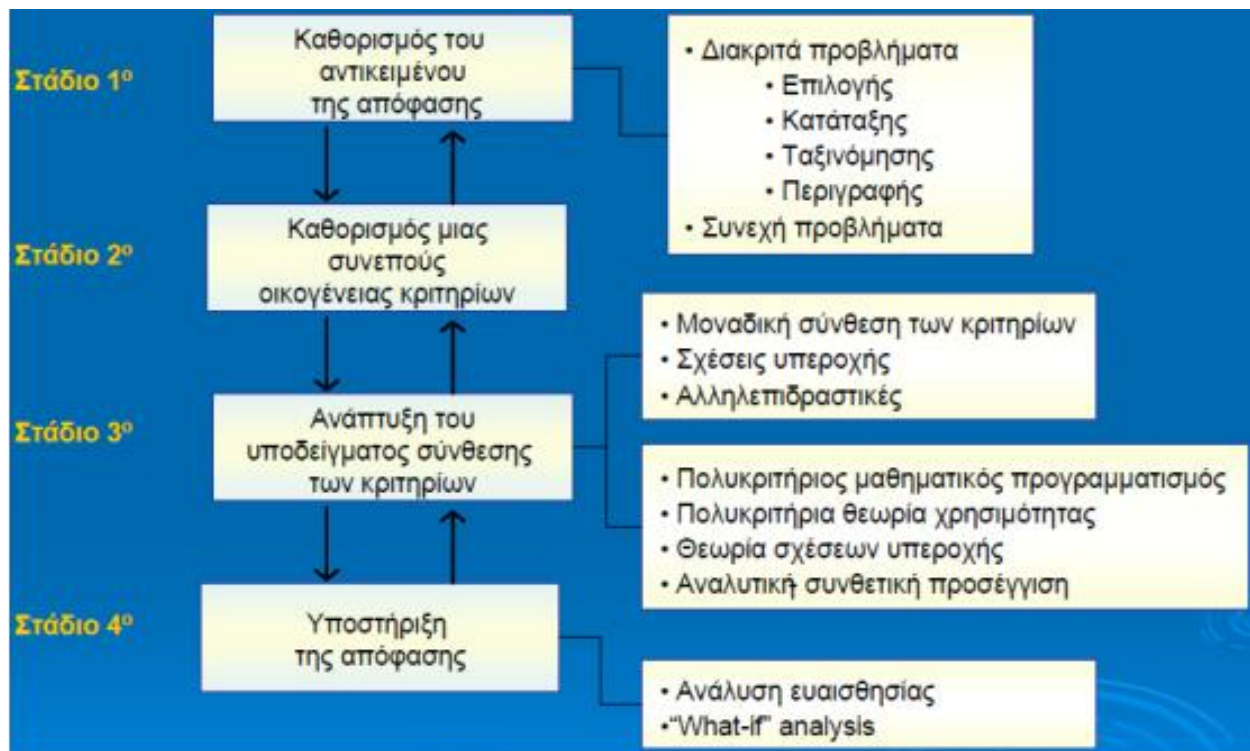
2.3.2 Μεθοδολογικό πλαίσιο της Πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων

Τα προβλήματα λήψης αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες, τις οποίες λαμβάνει υπόψη η Πολυκριτήρια Ανάλυση αποφάσεων έχοντας **τρεις βασικούς στόχους**:

1. Την ανάλυση της ανταγωνιστικής φύσης των κριτηρίων,
2. Τη μοντελοποίηση των προτιμήσεων του αποφασίζοντος και
3. Τον εντοπισμό ικανοποιητικών λύσεων [11].

Ο Roy Bernard στο βιβλίο του, *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*, πρότεινε ένα γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο που περιλαμβάνει τέσσερα στάδια για την επίτευξη αυτών των στόχων .

Παρακάτω, λοιπόν, φαίνεται μια σύντομη απεικόνιση των σταδίων, ώστε να δημιουργηθεί μια πρώτη εικόνα πριν εμβαθύνουμε σε μια πιο λεπτομερή ανάλυση:



Εικόνα 1: Τα στάδια της Πολυκριτήριας Ανάλυσης [12]

1ο Στάδιο: Εντοπισμός του συνόλου των εφικτών λύσεων και εναλλακτικών δραστηριοτήτων (αποφάσεων) ενώ παράλληλα καθορίζεται το αντικείμενο του προβλήματος. Το σύνολο μπορεί να είναι **συνεχές** ή **διακριτό**. Αν είναι συνεχές σημαίνει ότι οροθετείται μέσω των περιορισμών που τίθενται είτε από τον αποφασίζοντα είτε από το περιβάλλον όπου λαμβάνεται η απόφαση (σύνολο εφικτών λύσεων). Αντίθετα, στην περίπτωση όπου το σύνολο είναι διακριτό, θεωρείται ότι υπάρχει ένα σαφές σύνολο εναλλακτικών δραστηριοτήτων, οι οποίες αφού καταγραφούν μπορούν να αναλυθούν ώστε να ληφθεί η κατάλληλη απόφαση.

Με τον εντοπισμό του συνόλου καθορίζεται και το αντικείμενο της απόφασης, δηλαδή **ο τρόπος με τον οποίο θα πρέπει να εξεταστούν οι εναλλακτικές δραστηριότητες** ώστε το αποτέλεσμα της ανάλυσης να απαντά με σαφήνεια στο εξεταζόμενο πρόβλημα.

Η εξέταση των εναλλακτικών δραστηριοτήτων που ακολουθεί , πραγματοποιείται με τέσσερις προβληματικές:

Προβληματική α (επιλογή, choice): Η προβληματική τύπου α αναφέρεται στην επιλογή μίας ή περισσότερων εναλλακτικών οι οποίες θεωρούνται ως οι πλέον κατάλληλες.

Προβληματική β (ταξινόμηση, classification / sorting): Η προβληματική τύπου β αναφέρεται στην ταξινόμηση των εναλλακτικών δραστηριοτήτων σε προκαθορισμένες ομοιογενείς κατηγορίες.

Προβληματική γ (κατάταξη, ranking): Η προβληματική τύπου γ αναφέρεται στην κατάταξη των εναλλακτικών δραστηριοτήτων από τις καλύτερες προς τις χειρότερες.

Προβληματική δ (περιγραφή, description): Η προβληματική τύπου δ αναφέρεται στην περιγραφή των εναλλακτικών δραστηριοτήτων βάσει των επιδόσεών τους στα επιμέρους κριτήρια αξιολόγησης.

Δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί μια μόνο προβληματική αλλά και συνδυασμός περισσότερων, κάτι που εξαρτάται από το πρόβλημα που εξετάζεται. [12]

2ο Στάδιο: Καθορισμός μιας συνεπούς οικογένειας κριτηρίων αξιολόγησης και πλήρης ορισμός του συνόλου αυτού.

Αφορά στον εντοπισμό όλων εκείνων των παραγόντων που επιδρούν στο αποτέλεσμα της ανάλυσης των εναλλακτικών δραστηριοτήτων. Οι παράγοντες αυτοί εξαρτώνται από το συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο του προβλήματος υπό θεώρηση. Κάθε τέτοιος παράγοντας έχει τη μορφή κριτηρίου.

Ως κριτήριο ορίζεται κάθε πραγματική συνάρτηση g η οποία αποτυπώνει τη συμπεριφορά των εναλλακτικών δραστηριοτήτων σε ένα πραγματικό αριθμό, ώστε για δύο οποιεσδήποτε εναλλακτικές δραστηριότητες x και x' να ισχύουν:

$$g(x) > g(x') \quad x \succ x': \text{ η } x \text{ προτιμάται της } x'$$

$$g(x) = g(x') \quad x \sim x': \text{ η } x \text{ είναι ισοδύναμη της } x'$$

3ο Στάδιο: Περιλαμβάνει την κατασκευή και χρήση ενός μοντέλου ολικής προτίμησης, το οποίο θεωρείται η σύνθεση όλων των κριτηρίων έτσι ώστε να ολοκληρωθεί ο στόχος της ανάλυσης με βάση την προβληματική που έχει οριστεί.

Η ανάπτυξη του γίνεται με δυο τρόπους αλληλεπιδραστικά μέσω συνεργασίας του αναλυτή και του αποφασίζοντα, ή με ανάλυση των αποφάσεων που λαμβάνει ο αποφασίζων έτσι ώστε να αναπτυχθεί το κατάλληλο μοντέλο που είναι συμβατό με την πολιτική λήψης των αποφάσεων που ακολουθεί ο αποφασίζων.

4ο Στάδιο: Περιλαμβάνονται όλες εκείνες οι δραστηριότητες οι οποίες θα βοηθήσουν τον αποφασίζοντα να κατανοήσει τα αποτελέσματα της σύνθεσης των κριτηρίων που καθορίστηκαν στο προηγούμενο στάδιο καθώς και τον τρόπο εξαγωγής των αποτελεσμάτων αυτών. Έτσι, αυτός που αποφασίζει θα μπορεί να υλοποιήσει με επιτυχία τα αποτελέσματα της ανάλυσης και να τα υποστηρίξει, εάν αυτό κριθεί απαραίτητο.

Όλες οι παραπάνω ενότητες μπορούν να συμπληρωθούν με επιπλέον ενέργειες αλλά και να διαχωριστούν σε επιμέρους στάδια, έτσι ώστε να παρουσιαστεί πιο αναλυτικά και ολοκληρωμένα η λήψη αποφάσεων με τη βοήθεια της Πολυκριτήριας Ανάλυσης.

Η διευρυμένη διαδικασία που συνάγεται, περιγράφεται στη συνέχεια βήμα προς βήμα ως εξής:

1. Καθορισμός του αντικειμένου λήψης αποφάσεων και των στόχων της πολυκριτήριας ανάλυσης.
2. Προσδιορισμός των δυνητικών σεναρίων, δηλαδή των κύριων και δευτερευόντων αξόνων πολιτικής.
3. Καθορισμός των αντικειμενικών στόχων και κριτηρίων που καθορίζουν και προσδιορίζουν κάθε δυνατή επιλογή.
4. Περιγραφή του αναμενόμενου αποτελέσματος κάθε εναλλακτικής επιλογής
5. Επιλογή του μοντέλου σύνθεσης των κριτηρίων και της μεθόδου αξιολόγησης.
6. Καθορισμός της τιμής των στόχων.
7. Εύρεση συντελεστών βάρους για κάθε αντικειμενικό στόχο, έτσι ώστε να εκφράζουν τη σχετική τους σημασία στην τελική απόφαση.

8. Συνδυασμός συντελεστών βάρους και αντικειμενικών στόχων για την εύρεση του τελικού αποτελέσματος κάθε εναλλακτικής επιλογής.

9. Εξέταση των αποτελεσμάτων και των ιδιαιτεροτήτων των διαθέσιμων εναλλακτικών επιλογών.

10. Ανάλυση ευαισθησίας και υποστήριξη της τελικής απόφασης.

2.3.3 Μεθοδολογίες Πολυκριτήριας Ανάλυσης

Στην Πολυκριτήρια ανάλυση όλες οι μέθοδοι θεωρούνται ισοδύναμες και καμία δεν πλεονεκτεί έναντι των υπολοίπων. Πολλές μεθοδολογίες και τεχνικές έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια με στόχο να καλυφθούν όσο το δυνατόν πληρέστερα οι αυξανόμενες απαιτήσεις της επιχειρησιακής έρευνας [11]. Με άλλα λόγια, το είδος των προς εξέταση προβλημάτων είναι αυτό που σε κάθε περίπτωση καθορίζει ή τουλάχιστον υποδεικνύει την επιλογή και εφαρμογή μιας συγκεκριμένης μεθόδου.

Υπάρχουν τέσσερις βασικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις στην Πολυκριτήρια ανάλυση [13]:

- Η Πολυκριτήρια Θεωρία Χρησιμότητας (Multi-attribute Utility Theory - MAUT)
- Η Αναλυτική – Συνθετική Προσέγγιση (Preference Disaggregation approach)
- Ο Πολυκριτηριακός Μαθηματικός Προγραμματισμός (multi-objective mathematical programming).
- Οι μέθοδοι Τεχνικών Σχέσεων Υπεροχής (outranking relations theory).

Οι παραπάνω μέθοδοι επιτρέπουν την προσέγγιση προβλημάτων που χαρακτηρίζονται από πολλαπλούς στόχους και κριτήρια. Το κυριότερο χαρακτηριστικό, που καθορίζει την επιλογή μιας από αυτές τις κατηγορίες, είναι **το είδος των εναλλακτικών επιλογών** δηλαδή, αν χαρακτηρίζεται ως διακριτό ή συνεχές σύνολο.

Στις περιπτώσεις, που το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών καθορίζεται από τους περιορισμούς ενός προβλήματος προκρίνεται, συνήθως, μια μέθοδος που στηρίζεται στον πολυκριτήριο μαθηματικό προγραμματισμό, όταν επιζητείται η ταυτόχρονη βελτιστοποίηση πολλαπλών αντικειμενικών συναρτήσεων. Έτσι, κατ' αναλογία με τα προβλήματα γραμμικού

προγραμματισμού, οι μεταβλητές απόφασης είναι δυνατόν να πάρουν οποιεσδήποτε τιμές εντός ενός καθορισμένου πεδίου τιμών.

Όσον αφορά τα προβλήματα όπου είναι δυνατή η πλήρης καταγραφή όλων των εναλλακτικών επιλογών (διακριτά προβλήματα), επιλέγεται εναλλακτικά μία από τις υπόλοιπες τρεις μεθοδολογίες, οι οποίες αποσκοπούν στη σύνθεση όλων των κριτηρίων έτσι ώστε να καθίσταται δυνατή η αξιολόγηση ενός πεπερασμένου αριθμού δυνητικών επιλογών.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οποιαδήποτε από τις τέσσερις κατηγορίες μπορεί, υπό προϋποθέσεις και με την κατάλληλη διαμόρφωση του μοντέλου, να χρησιμοποιηθεί, τόσο για συνεχή, όσο και για διακριτά προβλήματα.

Στη συνέχεια, ακολουθεί μια πιο εκτεταμένη περιγραφή των κατηγοριών ώστε να γίνει πλήρης κατανόηση των χαρακτηριστικών και των λειτουργιών τους.

2.3.3.1 Πολυκριτήρια Θεωρία Χρησιμότητας MAUT (Multi-Attribute Utility Theory) [49]

Η Πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας (multi attribute utility theory) αποτελεί γενίκευση της κλασσικής θεωρίας χρησιμότητας. Στηρίζεται στην υπόθεση, σύμφωνα με την οποία η συλλογιστική του αποφασίζοντα μπορεί να συμπυκνωθεί στη μεγιστοποίηση μιας συνάρτησης χρησιμότητας. Αυτή η **συνάρτηση χρησιμότητας, που είναι αντιπροσωπευτική των προτιμήσεων του αποφασίζοντα**, δεν μεγιστοποιείται σε ένα, **αλλά σε πολλαπλά κριτήρια**.

Μια συνάρτηση χρησιμότητας **καθορίζει μια συνολική κατάταξη επάνω στο σύνολο των εναλλακτικών απόφασης**. Επομένως, η μη συγκρισιμότητα δεν είναι αποδεκτή και ο αποφασίζων είναι ικανός, υποτίθεται, να διακρίνει και τις πλέον μικρές διαφορές εκτίμησης επάνω στα κριτήρια. Αυτή η συνάρτηση χρησιμότητας υποτίθεται ότι προϋπάρχει και δεν είναι γνωστή στον αποφασίζοντα. Η καρδιά του προβλήματος είναι, λοιπόν, να την ανακαλύψει, δηλαδή να την εκτιμήσει, με βάση πληροφορίες που αφορούν τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα. Αυτό το αποτέλεσμα, που αντιστοιχεί σε μια προβληματική κατάταξης είναι το πιο πλούσιο που μπορεί να ληφθεί στην υποστήριξη των αποφάσεων, ενώ οι προβληματικές επιλογής και ταξινόμησης υπολείπονται.

Τα δύο πλέον χρησιμοποιούμενα μοντέλα σύνθεσης, είναι το αθροιστικό και πολλαπλασιαστικό μοντέλο, ανάλογα του αν ισχύει, ή όχι, η αμοιβαία προτιμησησική

ανεξαρτησία / ανεξαρτησία χρησιμότητας μεταξύ των κριτηρίων. Αυτές οι δύο μορφές σύνθεσης είναι οι μόνες, που είναι αρκετά απλές και χρησιμοποιούνται στην πράξη.

Η μέθοδος MAUT χρησιμοποιείται για να βοηθήσει τους λήπτες αποφάσεων να αποκτήσουν **διορατικότητα στις αποφάσεις** (πχ παράγοντες και προτεραιότητες). Η μέθοδος δεν αποσκοπεί στην ανακάλυψη ή την απόδειξη της "αλήθειας".

Η μέθοδος MAUT ως μαθηματικό μοντέλο

Τα βασικά στοιχεία μίας πολυκριτήριας μεθόδου περιλαμβάνουν :

- Μία αριθμητική τιμή της συνολικής χρησιμότητας μίας επιλογής
- Βάρη καθορισμένα σε μεμονωμένα χαρακτηριστικά
- Μέτρα της απόδοσης των επιλογών έναντι των χαρακτηριστικών
- Ένα προσθετικό κανόνα που να περικλείει όλα τα μέτρα απόδοσης

Έτσι, είναι:

$$U_Y = \sum_i w_i u_{i,Y}$$

όπου U_Y είναι η συνολική χρησιμότητα (ή τιμή) του προϊόντος Y , Σ ο προσθετικός κανόνας (που δεν είναι πάντοτε ένα άθροισμα), w_i το βάρος του χαρακτηριστικού i , και $u_{i,Y}$ η χρησιμότητα του προϊόντος Y σε σχέση με το i . Η U_Y είναι στην ουσία η συνάρτηση που υπολογίζει την περιοχή που "ταιριάζει" στα κριτήρια αξιολόγησης. Αυτή η κεντρική ιδέα έχει πολλές παραλλαγές.

Όσον αφορά την χρησιμότητα, αυτή για να αθροιστεί πρέπει πρώτα να προσδιοριστεί ποσοτικά:

- Πιο συχνά μία απλή συνάρτηση από μέτρα χρησιμότητας επαρκεί
- Η διαδικασία αυτή βασίζεται στην κρίση του καθενός
- Πειθαρχία στην απόκτηση των μέτρων των προϊόντων και συνεπής χρήση των συναρτήσεων μετατροπής μπορεί να αποτρέψει την ομοιότητα της λογικής.

Η μέθοδος MAUT έχει χρησιμοποιηθεί στην εργασία Decision-Making with Multiple Criteria Using AHP and MAUT: An Industrial Application, η οποία **μοντελοποιεί τη λήψη**

αποφάσεων σε μια μεταλλουργική εταιρεία, συστηματοποιώντας τις διαδικασίες για αγορά πρώτων υλών, λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές, την ποιότητα και τους παράγοντες παράδοσης από τρεις κύριους προμηθευτές [20]. Στην εργασία Critic and Maut Methods for the Contract Manufacturer Selection Problem, όπου αναζητείται η επιλογή του κατάλληλου εργολάβου εφαρμόζονται οι μέθοδοι CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) και MAUT (Θεωρία Πολλαπλών Χαρακτηριστικών). Τα βάρη των κριτηρίων επιλογής των εργολάβων προέρχονται από τη μέθοδο CRITIC ενώ η πλήρης κατάταξη των εναλλακτικών επιλογών του κατασκευαστή γίνεται με τη χρήση του MAUT. [19]

Στο πρόβλημα που καλείται να λύσει η παρούσα έρευνα, η μέθοδος MAUT θα καλούταν να κατατάξει της εταιρίες του δείγματος με βάση τα βάρη που θα αποδιδόταν από τη μέθοδο CRITIC στους δείκτες που θα είχαν οριστεί. Φυσικά και σε αυτή την περίπτωση στόχος της εφαρμογής θα ήταν η βελτιστοποίηση της παραγωγικότητας.

2.3.3.2 Αναλυτική – Συνθετική Προσέγγιση

Η μέθοδος της αναλυτικής – συνθετικής προσέγγισης (preference aggregation-disaggregation analysis), η οποία ξεκίνησε από τους Jacquet-Lagrèze και J. Siskos [22], συγγενεύει από ορισμένες απόψεις με τη θεωρία της πολυκριτήριας χρησιμότητας και από άλλες απόψεις με τις αλληλεπιδραστικές μεθόδους. Η προσέγγιση αυτή χρησιμοποιεί μεθόδους παλινδρόμησης. Η **πολλαπλή παλινδρόμηση** έχει για στόχο να ανιχνεύσει, να “συλλάβει”, ή να προσδιορίσει την “πολιτική κρίσης” του αποφασίζοντα. Η προσέγγιση της πολλαπλής παλινδρόμησης φαίνεται πολύ κοντά στη θεωρία της πολυκριτήριας χρησιμότητας, αφού χρησιμοποιεί την έννοια της συνάρτησης χρησιμότητας. Χρησιμοποιεί συναρτήσεις χρησιμότητας για τη μοντελοποίηση και αναπαράσταση των προτιμήσεων του λήπτη αποφάσεων, ώστε να γίνει επιλογή, κατάταξη ή ταξινόμηση των διακριτών εναλλακτικών λύσεων. Η διαφορά με την Πολυκριτήρια Θεωρία Χρησιμότητας έγκειται στη διαδικασία της ανάπτυξης της συνάρτησης χρησιμότητας. Η ανάλυση των προτιμήσεων του λήπτη αποφάσεων γίνεται μέσα σε ένα περιορισμένο σύνολο εναλλακτικών ενεργειών, το σύνολο αναφοράς. Ο λήπτης αποφάσεων εκφράζει τις συνολικές του προτιμήσεις για τις εναλλακτικές ενέργειες του συνόλου αναφοράς ανάλογα με τη μορφή που πρέπει να έχει το αποτέλεσμα της αξιολόγησης ή καθορίζοντας μια ταξινόμηση σε προκαθορισμένες ομάδες. Στη συνέχεια χρησιμοποιούνται τεχνικές παλινδρόμησης που βασίζονται στον Μαθηματικό

Προγραμματισμό, από όπου προκύπτει η συνάρτηση χρησιμότητας η οποία “αναπαράγει” τις αποφάσεις του αποφασίζοντα όπως αυτές εκφράστηκαν στο σύνολο αναφοράς.

2.3.3.3 Πολυκριτηριακός Μαθηματικός Προγραμματισμός

Ο πολυκριτήριος μαθηματικός προγραμματισμός (multiobjective linear programming) χρησιμοποιείται για την επίλυση προβλημάτων **ταυτόχρονης βελτιστοποίησης διαφόρων αντικειμενικών συναρτήσεων κάτω από ορισμένους περιορισμούς**, οι οποίοι είναι συνήθως γραμμικοί. Με άλλα λόγια, ο ΠΜΠ αποτελεί προέκταση του μαθηματικού προγραμματισμού, και ειδικότερα του γραμμικού προγραμματισμού, για τις περιπτώσεις εκείνες όπου υπάρχουν περισσότερες από μια αντικειμενικές συναρτήσεις [14].

Ο ΠΜΠ αντιμετωπίζει το πρόβλημα της κατανομής των βαρών (weights) σε ένα σύνολο από δραστηριότητες, σύμφωνα με το βαθμό σημαντικότητάς τους.

Για το σκοπό αυτό πραγματοποιούνται δυαδικές συγκρίσεις και αναπτύσσεται μια κλίμακα προτίμησης μεταξύ των δραστηριοτήτων με βάση τις εκτιμήσεις των αποφασιζόντων. Αυτή η διαδικασία καταλήγει στη δημιουργία ενός πίνακα βαρών κι ενός πίνακα εκτιμήσεων για κάθε κριτήριο.

Το αρχικό πρόβλημα διασπάται σε επιμέρους τμήματα ή μεταβλητές, οι μεταβλητές ταξινομούνται ιεραρχικά δίνοντας αριθμητικές τιμές στις εκτιμήσεις της σχετικής σημαντικότητας και τέλος, γίνεται η σύνθεση των εκτιμήσεων προκειμένου να προσδιοριστεί ποια μεταβλητή έχει τη μεγαλύτερη προτεραιότητα / επιρροή στο αποτέλεσμα.

Εφαρμόζονται κατά κύριο λόγο, τρεις τεχνικές πολυκριτηρίου μαθηματικού προγραμματισμού:

α) η μέθοδος των περιορισμών (constrained method),

β) η μέθοδος στάθμισης των κριτηρίων (weighting method) και

γ) η Πολυκριτήρια εφαρμογή της μεθόδου simplex (multi-objective simplex method).

Ο Πολυκριτηριακός Προγραμματισμός αποτελεί την τομή μεταξύ της πολυκριτηριακής ανάλυσης και του μαθηματικού προγραμματισμού και για το λόγο αυτό θεωρείται και προέκταση του τελευταίου.

Δύο είναι οι βασικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις του πολυκριτηριακού προγραμματισμού:

- η Μέθοδος Προγραμματισμού Στόχων (Goal programming), και
- η Μέθοδος Πολλαπλών στόχων ή Παραγωγή Αποτελεσματικών (κατά Pareto Άριστων) Λύσεων (Multi Objective Programming) [15]

Ο πολυκριτήριος μαθηματικός προγραμματισμός έχει χρησιμοποιηθεί στην εργασία A New Interactive Method to Solve Multiobjective Linear Programming Problems, όπου προτείνεται ένας νέος αλγόριθμος βασισμένος σε μια νέα προσέγγιση για την επίλυση του MOP ξεκινώντας από ένα ουτοπικό σημείο, το οποίο είναι συνήθως ανέφικτο, και μετακινώντας προς την εφικτή περιοχή μέσω σταδιακών κινήσεων και μια απλή συνεχή αλληλεπίδραση με τον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων [16].

Επίσης χρησιμοποιήθηκε στην εργασία Solving Multi Objective Linear Programming Problems Using Intuitionistic Fuzzy Optimization Method: A Comparative Study, όπου γίνεται προσπάθεια να αναπτυχθεί ένας υπολογιστικός αλγόριθμος, για την επίλυση ενός γραμμικού προβλήματος MOP χρησιμοποιώντας τη διαισθητική μέθοδο ασαφούς βελτιστοποίησης [17].

2.3.3.4 Μέθοδοι Τεχνικών Σχέσεων Υπεροχής

Η θεωρία των σχέσεων υπεροχής, που αναπτύχθηκε αρχικά από τον Roy Bernard (1991, 1996) [10], έχει στόχο την ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού πλαισίου που επιτρέπει την πραγματοποίηση διμερών συγκρίσεων μεταξύ των εναλλακτικών. Το γεγονός αυτό συνιστά και τη διαφορά από την πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας στην οποία κάθε εναλλακτική έχει και μια τιμή, ένα βαθμό χρησιμότητας.

Οι Σχέσεις Υπεροχής χρησιμοποιούνται για την ταξινόμηση των εναλλακτικών λύσεων σε προκαθορισμένες κατηγορίες προβαίνοντας σε σχετικές συγκρίσεις με προκαθορισμένα πρότυπα, όταν πληρούνται μια σειρά από προϋποθέσεις.

Η κύρια απαίτηση Μεθόδων Πολυκριτήριας Ανάλυσης είναι η **ύπαρξη ενός μέτρου σύγκρισης** με βάση το οποίο θα συγκρίνονται όλες οι εναλλακτικές. Σε περίπτωση όπου δεν υπάρχει αυτό το μέτρο σύγκρισης, τότε απλά οι εναλλακτικές είναι μη συγκρίσιμες.

Οι μέθοδοι σχέσεων υπεροχής/ ανάλυσης συμφωνίας επιτρέπουν τη γενική διάταξη των εναλλακτικών ενώ παράλληλα επιτρέπουν ξεχωριστά ζεύγη απόψεων να παραμείνουν μη συγκρίσιμα όταν δεν υπάρχουν επαρκείς πληροφορίες για να γίνει διάκριση μεταξύ των εναλλακτικών. Αντίθετα, οποιαδήποτε προσθετική μέθοδος, όπως η πολυδιάστατη θεωρία χρησιμότητας ή η διαδικασία αναλυτικής ιεραρχίας, από τις οποίες προκύπτει ένα μόνο σκορ για κάθε εναλλακτική, απαιτεί όλες οι επιλογές να είναι άμεσα συγκρίσιμες, ακόμη κι όταν τέτοιες συγκρίσεις είναι αμφισβητήσιμες λόγω έλλειψης κατάλληλων στοιχείων. Οι μέθοδοι υπεροχής διευκολύνουν τη σύγκριση μεταξύ των εναλλακτικών με την αντιστοίχιση αρχικών βαρών στα κριτήρια αποφάσεων και εν συνεχεία μεταβάλλοντας τα βάρη αυτά στα πλαίσια της ανάλυσης ευαισθησίας, εάν η ακριβή τους τιμή δεν είναι γνωστή. Η σύγκριση μεταξύ των εναλλακτικών συνεχίζεται ανά ζεύγη αναφορικά με κάθε κριτήριο απόφασης και καθορίζει το βαθμό επικράτησης ή «υπεροχής» της μία επιλογής έναντι της άλλης. Το αποτέλεσμα είναι η κατάταξη των διαφόρων επιλογών.

Οι πιο γνωστές μέθοδοι υπεροχής είναι η ομάδα των μεθόδων **ELECTRE**, και **PROMETHEE**.

- Η ELECTRE (σε όλες τις μορφές της), αναπτύχθηκε από τον Roy Bernard (1968, 1978, 1991, 1996) ως απάντηση στις ελλείψεις των μεθόδων λήψης αποφάσεων που υπήρχαν ως τότε (Buchanan et al., 1999). Η ιδέα της υπεροχής σχηματίστηκε από τον Roy Bernard (1968). Η μεθοδολογία του, ELECTRE, εφαρμόστηκε ευρέως σε διάφορα προβλήματα και είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν ένας μεγάλος αριθμός εναλλακτικών πρέπει να περιοριστεί ώστε να διευκολυνθεί η περαιτέρω λεπτομερής θεώρησή τους. Υπάρχουν τέσσερις βασικές μορφές της ELECTRE- I, II, III και IV- η καθεμία λίγο διαφορετική από την άλλη σε όρους απαιτούμενων στοιχείων και των αποτελεσμάτων που προκύπτουν. Όλες οι μέθοδοι βασίζονται στις ίδιες βασικές ιδέες αλλά διαφέρουν στη λειτουργία και ανάλογα με τον τύπο του προβλήματος. Ένα άλλο ελκυστικό στοιχείο που διαχωρίζει την ELECTRE από άλλες μεθόδους, είναι ότι είναι κατ' ουσία μη – αντισταθμιστική. Αυτό σημαίνει ότι ένα πολύ κακό σκορ σε ένα κριτήριο δεν μπορεί να αντισταθμιστεί από πολύ καλά σκορ σε άλλα κριτήρια. Ένα άλλο αρχικό στοιχείο είναι ότι τα μοντέλα ELECTRE επιτρέπουν την ασυμβατότητα. Η ασυμβατότητα, η οποία δεν

πρέπει να συγχέεται με την αδιαφορία, συμβαίνει μεταξύ δυο εναλλακτικών x_i και x_j όταν δεν υπάρχει καθαρή απόδειξη ούτε υπέρ της x_i ούτε υπέρ της x_j [21].

- Οι μέθοδοι PROMETHEE άρχισαν να αναπτύσσονται στα μέσα της δεκαετίας του 1980. Οι PROMETHEE I και II αποτελούν δύο από τις δημοφιλέστερες μεθόδους στο χώρο της πολυκριτήριας ανάλυσης. Οι δύο αυτές μέθοδοι είναι ίδιες όσον αφορά το στάδιο ανάπτυξης της σχέσης υπεροχής και διαφέρουν μόνο στη φάση της εκμετάλλευσης της σχέσης που αναπτύσσεται. Γενικά, οι μέθοδοι PROMETHEE απαιτούν τον καθορισμό μίας ορισμένης συνάρτησης προτίμησης για κάθε κριτήριο. Αυτή η συνάρτηση χρησιμοποιείται για να υπολογιστεί ο βαθμός προτίμησης που σχετίζεται με την καλύτερη εναλλακτική στην περίπτωση των ανά ζεύγος συγκρίσεων. Οι PROMETHEE υπολογίζουν θετικές και αρνητικές ροές προτίμησης για κάθε εναλλακτική. Η **θετική ροή** εκφράζει το κατά πόσο μία εναλλακτική είναι η κυρίαρχη (δύναμη) ως προς τις άλλες, και η **αρνητική** το κατά πόσο κυριαρχείται από τις υπόλοιπες. Η *PROMETHEE I* βασιζόμενη σε αυτές τις ροές μας οδηγεί σε μία μερική κατάταξη, ενώ η *PROMETHEE II* μας δίνει μία πλήρη κατάταξη που βασίζεται στην εξισορρόπηση των δύο ποών προτίμησης.

2.3.4 Κατανομή Σταθμισμένων Κριτηρίων (Weighted Criteria Matrix)

Η κατανομή των βαρών είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για την λήψης αποφάσεων (decision-making). Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται στην εκτίμηση εναλλακτικών λύσεων βάσει συγκεκριμένων σταθμισμένων κριτηρίων αξιολόγησης. Τα κριτήρια αυτά έχουν ιεραρχηθεί με γνώμονα το πόσο σημαντικό ρόλο παίζουν στη λύση του προβλήματος.

Αξιολογώντας τις εναλλακτικές λύσεις βάσει των επιδόσεών τους σε σχέση με μεμονωμένα κριτήρια, μπορεί να προσδιοριστεί μια τιμή για κάθε εναλλακτική λύση.

Οι τιμές για κάθε εναλλακτική λύση μπορούν στη συνέχεια να συγκριθούν για αναδημιουργήσουν μια σειρά προτεραιότητας καθορισμένη από τις επιδόσεις που παρουσιάζουν συνολικά για το κάθε κριτήριο.

Η χρησιμότητα αυτού του εργαλείου έγκειται στο ότι αντιμετωπίζει τα κριτήρια ανεξάρτητα, βοηθώντας στην αποφυγή της υπερβολικής επιρροής ή έμφασης σε συγκεκριμένα μεμονωμένα κριτήρια.

Ο παρακάτω πίνακας αποτελείται από τις εναλλακτικές που παρατίθενται , στη μία πλευρά, και τα κριτήρια αναθεώρησης κατά μήκος της άλλης. Επιπλέον , υπάρχει ένα πλαίσιο στο οποίο τοποθετούνται τα βάρη που αντιστοιχούν σε κάθε κριτήριο. Έτσι, καταρτίζεται μια κλίμακα αξιολόγησης για ολόκληρο τον πίνακα. Η κατάταξη της εναλλακτικής λύσης βασίζεται στην τιμή που παίρνει το εκάστοτε κριτήριο ανάλογα με το τι εισάγεται στο αντίστοιχο κελί.

Τέλος, προκύπτουν οι συνολικές βαθμολογίες με την ταυτόχρονη κατάταξη των εναλλακτικών λύσεων [17].

ALTERNATIVE	Criterion Weight	Criterion 1 Cost effectiveness for Div 4		Criterion 2 Cost effectiveness for Co 4		Criterion 3 Employee satisfaction 1		Criterion 4 Flexibility for Divs 3		TOTAL SCORE
		Raw Score	Wtd Score	Raw Score	Wtd Score	Raw Score	Wtd Score	Raw Score	Wtd Score	
1 Status Quo (incl same cost allocation scheme)		0		0		4	4	0		4
2 Keep all Divisions in the same hub office, with private offices		1	4	1	4	4	4	1	3	15
3 Keep all Divisions in the same hub office, with office-sharing (2 salespeople to 1 office)		2	8	2	8	3	3	1	3	22
4 Keep all Divisions in the same hub office, with hoteling (3 salespeople to 1 office)		3	12	3	12	2	2	3	9	35
5 All Divisions to work out of Executive Suites		2	8	2	8	3	3	4	12	31
										0

Cost effectiveness for Div	Cost effectiveness for Co	Employee satisfaction	Flexibility for Divs
0 Low	0 Low	0 Low	0 Low
2 Medium	2 Medium	2 Medium	2 Medium
4 High	4 High	4 High	4 High

Εικόνα 2: Υπόδειγμα Πίνακα Κατανομής Βαρών [17]

2.3.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα πολυκριτηριακής ανάλυσης

Η Πολυκριτήρια ανάλυση έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με την ανεπίσημη κρίση, η οποία δε στηρίζεται από κάποια ανάλυση:

- Είναι ανοιχτή και εκτεταμένη
- Δίνεται η δυνατότητα να συνυπολογιστούν πέραν των ποσοτικών και ποιοτικά μη μετρήσιμα μεγέθη, καθώς επίσης και να ενσωματωθούν στην αξιολόγηση ετερογενή κριτήρια. Αυτό επιτρέπει την εφαρμογή της πολυκριτηριακής ανάλυσης σε όλα τα επιστημονικά πεδία και την αντιμετώπιση κάθε είδους προβλήματος, όσο πολυδιάστατο και αν είναι αυτό.
- Η κατά ζεύγη σύγκριση επιτρέπει την καλή εποπτεία, ενώ η ανάλυση των κριτηρίων γίνεται σε δύο επίπεδα: α) ανάλυση ιεράρχησης επιδόσεων για κάθε κριτήριο ξεχωριστά και β) ιεράρχηση μεταξύ των κριτηρίων για το σύνολο τους. Έτσι εξασφαλίζεται υψηλός βαθμός αξιοπιστίας αναλύσεων.
- Η επιλογή των στόχων και των κριτηρίων που μπορεί να πάρει η οποιαδήποτε ομάδα ληπτών αποφάσεων είναι ανοιχτή στην ανάλυση και την αλλαγή εάν κριθούν ακατάλληλοι.
- Στην τελική απόφαση υπάρχει η δυνατότητα έκφρασης και συμμετοχής όσων εμπλεκόμενων μερών χρειαστεί ώστε να βρεθεί η κατάλληλη συμβιβαστική λύση.
- Ενισχύεται η διαφάνεια στη διαδικασία ανάλυσης, καθώς τα διάφορα ποιοτικά κριτήρια μπορούν να εκφραστούν με τις πραγματικές κλίμακες ή φυσικές μονάδες, χωρίς να απαιτείται η μετατροπή τους σε χρηματικές μονάδες.
- Με τα λογισμικά πολυκριτηριακής ανάλυσης που υπάρχουν πλέον, είναι προσιτή η χρήση των διαφόρων μεθόδων σε κάθε μελετητή-ερευνητή.
- Τα τελικά αποτελέσματα μπορούν να περάσουν από οποιαδήποτε διαδικασία ελέγχου και αν χρειαστεί να επανεξετάσουν οι παράμετροι του προβλήματος, διευκολύνοντας τη διαδικασία προσδιορισμού της τελικά κοινά αποδεκτής λύσης.
- Τα σκορ και τα βάρη, όταν χρησιμοποιούνται είναι επίσης αναλυτικά και διαμορφώνονται με βάση καθορισμένες τεχνικές. Μπορούν επίσης να διασταυρωθούν με άλλες πηγές πληροφορίας για τις σχετικές τιμές και να αλλαχθούν εάν κριθεί απαραίτητο.
- Η μέτρηση της αποδοτικότητας μπορεί να γίνει και από ειδικούς ώστε να μην αφήνεται απαραίτητα στους λήπτες αποφάσεων

- Μπορεί να παρέχει ένα σημαντικό μέσο επικοινωνίας μεταξύ των ληπτών αποφάσεων και ορισμένες φορές μεταξύ των ληπτών και της κοινότητας.[23], [24], [25].

Έχει όμως και μειονεκτήματα :

- Οδηγεί σε συμβιβαστικές λύσεις και όχι στις βέλτιστες.
- Οι συντελεστές βαρύτητας , που είναι καθοριστικοί για τα αποτελέσματα των αναλύσεων, συχνά αποφασίζονται από ένα άτομο ή ένα ενδιαφερόμενο φορέα με αποτέλεσμα να εμπεριέχουν μεγάλο βαθμό υποκειμενικότητας και να απαιτείται κατάλληλη εμπειρία για να αποφευχθεί αστοχία της ανάλυσης.
- Η επιλογή των κριτηρίων και η επιλογή των δικαιούχων συνήθως επαφίεται στον αναλυτή και πρέπει να ελέγχεται.
- Η βαθμολόγηση των επιδόσεων των εναλλακτικών, των βαρών των κριτηρίων και των συντελεστών βαρύτητας είναι συχνά πολύπλοκη .
- Δε λαμβάνεται ουσιαστικά η επίδραση του παράγοντα χρόνου.
- Η επίλυση του ίδιου προβλήματος με διαφορετικές μεθόδους μπορεί να δώσει διαφορετικά αποτελέσματα κατάταξης των εναλλακτικών λύσεων. Έχει αναπτυχθεί πληθώρα μεθόδων και λογισμικών και απαιτείται σημαντική ενασχόληση με το θεωρητικό υπόβαθρο των μεθόδων, έτσι ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη μέθοδος για κάθε πρόβλημα.[26], [25] .

2.3.6 Εφαρμογές της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων

Τα πολυκριτήρια συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (multicriteria decision analysis) και τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (Decision Support Systems, DSS), αποτελούν από τις σημαντικότερες προσεγγίσεις που έχουν εφαρμοστεί στην αντιμετώπιση προβλημάτων ταξινόμησης [27].

Προσφέρουν πλήρη υποστήριξη στους αναλυτές και αντιμετωπίζουν προβλήματα σχετικά με χρηματοοικονομική ταξινόμηση, πηγές χρηματοδότησης και αξιολόγηση μικρομεσαίων επιχειρήσεων, ανάλυση της ευρωπαϊκής αγοράς ενέργειας, διαχείριση περιουσιακών στοιχείων ενεργητικού και παθητικού τραπεζών, συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων marketing και άλλα.

Η ενσωμάτωση πολυκριτήριων μεθοδολογιών και τεχνικών στη λήψη αποφάσεων αποτελεί την κοινή συνισταμένη των δύο συστημάτων. Η διαφορά τους έγκειται στη δομή και στη λειτουργία τους [27], [40]-[43].

3ο Κεφάλαιο

Παρουσίαση της χρησιμοποιούμενης μεθοδολογίας

3.1 Επιλογή Μεθοδολογίας

Στην παρούσα εργασία αποφασίστηκε να γίνει χρήση της μεθόδου PROMETHEE. Μελετώντας άρθρα και βάσει της φύσης του υπό μελέτη προβλήματος θεωρήθηκε η πλέον κατάλληλη. Επίσης σημαντικό ρόλο έπαιξε η ύπαρξη κατάλληλου λογισμικού, και συγκεκριμένα του λογισμικού visual Promethee, για την υλοποίηση της, .

Σύμφωνα με τους Babic, Z. Και Plazibat [29] η PROMETHEE είναι η κατάλληλη μέθοδος για την ταυτόχρονη **χρήση πολλών δεικτών επίδοσης** με σκοπό την αναπαράσταση μιας πολύπλευρης εικόνας για την επιχείρηση, που θα την βοηθήσει να αντιληφθεί που βρίσκεται , ποια προβλήματα πρέπει να αντιμετωπίσει, και γενικότερα σε ποια σημεία πρέπει να επικεντρωθεί ώστε να επιτύχει τους στόχους της . Σύμφωνα με τους Brans, J., Vincke, P, και Mareschal, B. η PROMETHEE είναι πιο **σταθερή μέθοδος** από ότι η ELECTREIII [30].

3.2 Εισαγωγή στην οικογένεια PROMETHEE – Ιστορική αναδρομή

Οι μέθοδοι που ανήκουν στην οικογένεια *PROMETHEE* (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) αναπτύχθηκαν από τους J.P. Brans και Vincke το 1985 και ανήκουν στην κατηγορία των μεθόδων σχέσεων υπεροχής (outranking relations methods). Σε αυτές η κατάταξη των εναλλακτικών σεναρίων είναι εφικτή μέσω των ανά ζεύγος συγκρίσεων των επιδόσεων των εναλλακτικών σεναρίων ως προς τα κριτήρια της ανάλυσης. Οι *PROMETHEE* I και II αποτελούν δύο από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους στο χώρο της πολυκριτήριας ανάλυσης. Οι δύο αυτές μέθοδοι είναι ίδιες όσον αφορά το στάδιο ανάπτυξης της σχέσης υπεροχής και διαφέρουν μόνο στη φάση της εκμετάλλευσης της σχέσης που αναπτύσσεται.

Γενικά, οι μέθοδοι PROMETHEE απαιτούν τον **καθορισμό μίας ορισμένης συνάρτησης προτίμησης για κάθε κριτήριο**. Αυτή η συνάρτηση χρησιμοποιείται για να υπολογιστεί ο βαθμός προτίμησης που σχετίζεται με την καλύτερη εναλλακτική στην περίπτωση των ανά ζεύγος συγκρίσεων. Οι *PROMETHEE* υπολογίζουν θετικές και αρνητικές ροές προτίμησης για κάθε εναλλακτική. Η θετική ροή εκφράζει το κατά πόσο μία εναλλακτική είναι η κυρίαρχη (δύναμη) ως προς τις άλλες, και η αρνητική το κατά πόσο κυριαρχείται από τις υπόλοιπες. Η μέθοδος στηριζόμενη σε αυτές τις ροές, χωρίζεται σε διάφορες κατηγορίες για την αντιμετώπιση των προβληματικών απόφασης [28].

Η *PROMETHEE I* βασιζόμενη σε αυτές τις ροές μας οδηγεί σε μία μερική κατάταξη, ενώ η *PROMETHEE II* παρέχει μία πλήρη κατάταξη που βασίζεται στην εξισορρόπηση των δύο ροών προτίμησης.

Η *PROMETHEE* είναι χρήσιμη σε σύνθετα προβλήματα με πολλαπλά κριτήρια. Μπορεί να εφαρμοστεί για την επιλογή μεταξύ ενός συνόλου εναλλακτικών λύσεων, όπου εμπλέκονται πολλαπλά κριτήρια απόφασης, για τον καθορισμό προτεραιοτήτων, για την κατανομή πόρων, για την κατάταξη εναλλακτικών λύσεων και για την επίλυση συγκρούσεων, σε περίπτωση που υπάρχουν ασυμβίβαστοι στόχοι μεταξύ των μελών μιας ομάδας.

Η ανάπτυξη της σχέσης υπεροχής ξεκινάει με τον προσδιορισμό του **δείκτη προτίμησης** (preference index) $\pi(x_i, x_j)$ για κάθε ζεύγος εναλλακτικών δραστηριοτήτων x_i και x_j , που ορίζεται ως:

$$\pi(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^n w_k p_k(x_i, x_j)$$

Οι συντελεστές βαρύτητας παίζουν σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό των βαθμών υπεροχής μεταξύ των εναλλακτικών. Όπως έχει ήδη ειπωθεί, τα βάρη υποδηλώνουν την ισχύ κάθε κριτηρίου σε μια διαδικασία κατάταξης κριτηρίων από το χειρότερο στο καλύτερο. Υποθέτουμε ότι **τα βάρη** είναι θετικοί πραγματικοί αριθμοί και ότι το άθροισμά τους ισούται με τη μονάδα: $w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1$.

Ο μερικός δείκτης προτίμησης για το **κριτήριο x_k** ορίζεται σε συνάρτηση της διαφοράς $x_{ik} - x_{jk}$ μεταξύ των επιδόσεων των **δύο εναλλακτικών** στο κριτήριο x_k .

$$p_k(x_i, x_j) = \begin{cases} 0 & x_{ik} < x_{jk} \\ h_k(x_{ik} - x_{jk}) & x_{ik} \geq x_{jk} \end{cases}$$

Υπάρχουν **6 τύποι λειτουργιών προτίμησης** των κριτηρίων στην PROMETHEE για τη μορφή της **συνάρτησης h_k** (generalised criteria). Αυτές είναι ο *Συνήθης*, ο *Σχήματος U* , ο *σχήματος V* , ο *Επίπεδος*, ο *Γραμμικός* και ο *Gaussian*. Ειδικότερα :

- 1.** Το *Συνήθης Κριτήριο* (Usual Criterion): ο αποφασίζων είναι αδιάφορος μεταξύ δύο εναλλακτικών x_i και x_j στο κριτήριο x_k αν και μόνο αν $x_{ik} = x_{jk}$. Σε άλλη περίπτωση, αν $x_{ik} > x_{jk}$, ο αποφασίζων θεωρεί ότι υπάρχει σαφής προτίμηση της x_i έναντι της x_j . Οπότε η συνάρτηση h_k ορίζεται ως :

$$h_k(x_{ik} - x_{jk}) = \begin{cases} 0, & x_{ik} = x_{jk} \\ 1, & x_{ik} > x_{jk} \end{cases}$$

- 2.** Το *σχεδόν κριτήριο* (quasicriterion): με βάση αυτό το κριτήριο, ο αποφασίζων θεωρεί ότι υπάρχει αδιαφορία μεταξύ των δύο εναλλακτικών x_i και x_j στο κριτήριο x_k , όταν η διαφορά $x_{ik} - x_{jk}$ δεν υπερβαίνει ένα **κατώφλι αδιαφορίας q_k** . Διαφορετικά υπάρχει σαφής προτίμηση. Στην περίπτωση αυτού του κριτηρίου θα πρέπει να οριστεί το κατώφλι αδιαφορίας

$$h_k(x_{ik} - x_{jk}) = \begin{cases} 0, & x_{ik} - x_{jk} < q_k \\ 1, & x_{ik} - x_{jk} \geq q_k \end{cases}$$

- 3.** Το *Γραμμικής Προτίμησης Κριτήριο* (criterion with linear preference): ο αποφασίζων θεωρεί ότι εφόσον η διαφορά $x_{ik} - x_{jk}$ είναι μικρότερη από ένα **κατώφλι προτίμησης p_k** , τότε η προτίμηση του για την x_i αυξάνει γραμμικά συναρτήσει της διαφοράς $x_{ik} - x_{jk}$. Όταν αυτή η διαφορά ξεπερνάει το κατώφλι προτίμησης p_k , τότε θα έχουμε σαφή προτίμηση.

$$h_k(x_{ik} - x_{jk}) = \begin{cases} 1, & x_{ik} - x_{jk} \geq p_k \\ \frac{x_{ik} - x_{jk}}{p_k}, & x_{ik} - x_{jk} < p_k \end{cases}$$

- 4.** Το *Κριτήριο Επιπέδου* (level criterion) : στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούμε κατώφλι αδιαφορίας και κατώφλι προτίμησης. Εφόσον η διαφορά $x_{ik} - x_{jk}$ βρίσκεται εντός του διαστήματος $[q_k, p_k]$, τότε υπάρχει μία ελαφριά προτίμηση για την εναλλακτική x_i . Στις άλλες περιπτώσεις ισχύουν τα ίδια με τα δύο προηγούμενα κριτήρια. Δηλαδή, όταν η διαφορά $x_{ik} - x_{jk}$ είναι μικρότερη από το κατώφλι αδιαφορίας q_k , τότε υπάρχει αδιαφορία ανάμεσα στις δύο εναλλακτικές. Όταν η διαφορά $x_{ik} - x_{jk}$ είναι μεγαλύτερη από το κατώφλι προτίμησης p_k , τότε η προτίμηση είναι σαφώς για το x_i .

$$h_k(x_{ik} - x_{jk}) = \begin{cases} 0 & x_{ik} - x_{jk} < q_k \\ 0,5 & x_{ik} - x_{jk} \in [q_k, p_k] \\ 1 & x_{ik} - x_{jk} > p_k \end{cases}$$

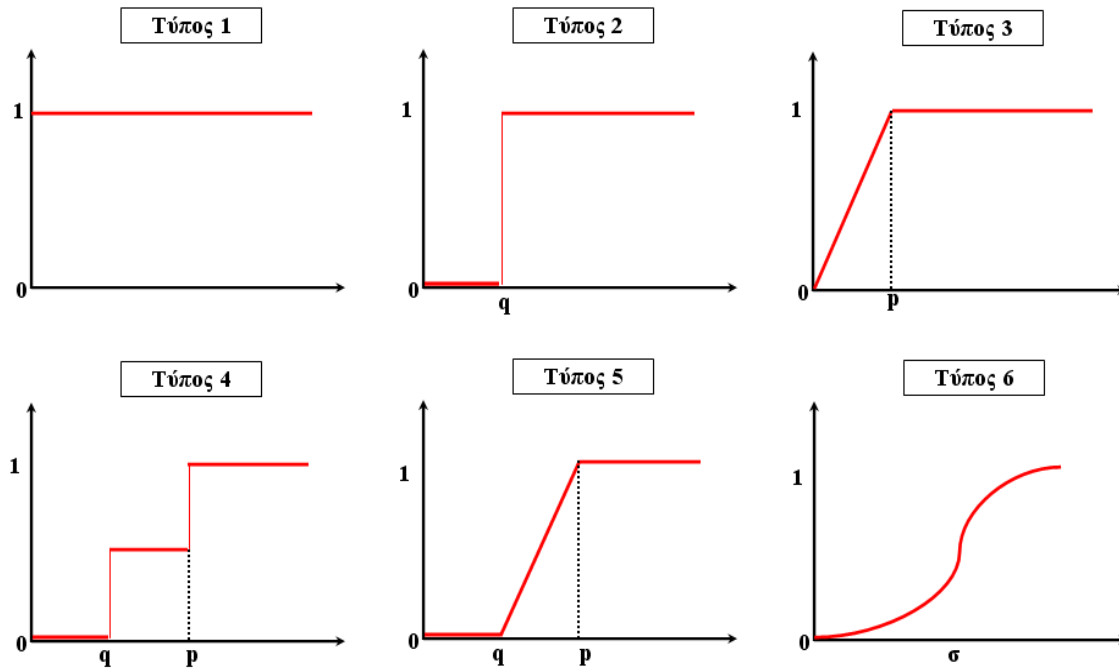
- 5.** Το Γραμμικής Προτίμησης και Περιοχής Αδιαφορίας (criterion with linear preference and in difference area) : ο αποφασίζων θεωρεί ότι η προτίμηση του αυξάνεται γραμμικά από την αδιαφορία στη σαφή προτίμηση, όταν η διαφορά $x_{ik}-x_{jk}$ βρίσκεται ανάμεσα στο όριο αδιαφορίας και το όριο προτίμησης.

$$h_k(x_{ik} - x_{jk}) = \begin{cases} 0 & x_{ik} - x_{jk} < q_k \\ \frac{x_{ik} - x_{jk} - q_k}{p_k - q_k} & x_{ik} - x_{jk} \in [q_k, p_k] \\ 1 & x_{ik} - x_{jk} > p_k \end{cases}$$

- 6.** Το κριτήριο του Gauss (Gaussian criterion): οι προτιμήσεις σε αυτήν την περίπτωση περιγράφονται από μία συνεχή συνάρτηση.

$$h_k(x_{ik} - x_{jk}) = 1 - \exp\left[-\frac{(x_{ik} - x_{jk})^2}{2\sigma^2}\right]$$

όπου σ είναι η παράμετρος που καθορίζει το σημείο αλλαγής στην καμπή της συνάρτησης.



Εικόνα 3: Οι 6 τύποι κριτηρίων της μεθόδου PROMETHEE

Ο καθορισμός της συνάρτησης h_k βοηθάει στον υπολογισμό του δείκτη προτίμησης $\pi(x_i, x_j)$ για κάθε ζεύγος εναλλακτικών. Ο δείκτης προτίμησης παίρνει τιμές από το 0 έως το 1 έτσι ώστε:

1. $\pi(x_i, x_j) \approx 0$ οριακή υπεροχή της x_i έναντι της x_j
2. $\pi(x_i, x_j) \approx 1$ ισχυρή υπεροχή της x_i έναντι της x_j .

Από τη σχέση υπεροχής, υπολογίζονται τα ακόλουθα μεγέθη:

1. Ροή εισόδου (entering flow): $\phi^-(x_i) = \sum_{\forall x_j \in A} \pi(x_j, x_i)$
2. Ροή εξόδου (leaving flow): $\phi^+(x_i) = \sum_{\forall x_j \in A} \pi(x_i, x_j)$
3. Καθαρή ροή (net flow): $\phi(x_i) = \phi^+(x_i) - \phi^-(x_i)$

Η **ροή εξόδου $\phi^+(x_i)$** δείχνει την **υπεροχή της εναλλακτικής x_i** ως προς τις υπόλοιπες εναλλακτικές και η **ροή εισόδου $\phi^-(x_i)$** δείχνει την **υπεροχή όλων των υπόλοιπων εναλλακτικών** έναντι x_i . Η καθαρή ροή είναι ένα συνολικό μέγεθος αξιολόγησης της εναλλακτικής x_i έναντι όλων των υπόλοιπων εναλλακτικών.

Στην *PROMETHEE* I οι παραπάνω ροές χρησιμοποιούνται στην ανάπτυξη δύο κατατάξεων. Η πρώτη κατάταξη Z_1 αναπτύσσεται βάσει των ρών εξόδου έτσι ώστε:

$$x_i P_1 x_j \quad \phi^-(x_i) < \phi^-(x_j)$$

$$x_i I_1 x_j \quad \phi^-(x_i) = \phi^-(x_j)$$

Η δεύτερη κατάταξη Z_2 αναπτύσσεται βάσει των ρών εξόδου έτσι ώστε:

$$x_i P_2 x_j \quad \phi^+(x_i) < \phi^+(x_j)$$

$$x_i I_2 x_j \quad \phi^+(x_i) = \phi^+(x_j)$$

Η τελική κατάταξη προκύπτει ως η τομή των δύο κατατάξεων ως εξής:

$$(x_i P_1 x_j) \wedge (x_i P_2 x_j)$$

$$x_i P x_j \Leftrightarrow (x_i P_1 x_j) \wedge (x_i I_2 x_j)$$

$$(x_i I_1 x_j) \wedge (x_i P_2 x_j)$$

$$x_i I x_j \Leftrightarrow (x_i I_1 x_j) \wedge (x_i I_2 x_j)$$

$x_i R x_j$ σε διαφορετική περίπτωση

Στην *PROMETHEE* II, αντίθετα, υπάρχει μόνο μία κατάταξη για τις εναλλακτικές, η οποία γίνεται βάση τις συνολικές τους ροές και η οποία είναι πλήρης (δηλαδή δεν λαμβάνουμε υπόψη τη σχέση ασυγκριτικότητας). Αυτή η κατάταξη ορίζεται ως εξής:

$$x_i P x_j \quad \phi(x_i) > \phi(x_j)$$

$$x_i I x_j \quad \phi(x_i) = \phi(x_j).$$

3.3 Απαιτήσεις και παραδοχές μεθοδολογίας (Κριτήρια, τρόπος σύνθεσης για εξαγωγή τελικής αξιολόγησης)

Στην παρούσα εργασία αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθούν ως περίοδος μελέτης τα έτη 2016-2017. Το δείγμα της έρευνας αφορούσε βιομηχανικές μονάδες με μοναδικό σημείο αναφοράς να ανήκουν στον ίδιο όμιλο.

Επομένως, όπως θα φανεί και στην συνέχεια οι εταιρίες που επιλέχτηκαν προέρχονται από διαφορετικούς κλάδους δραστηριοποίησης. Στόχος αυτής της επιλογής είναι η εξαγωγή

συμπερασμάτων από την “συμπεριφορά” των αποτελεσμάτων της έρευνας, ανάλογα με την επιλογή των κριτηρίων που παρέμεναν ενεργά στα διάφορα σενάρια που πραγματοποιήθηκαν.

Γενικότερα, η περιοχή δραστηριοποίησης κάθε εταιρείας έπαιξε κάποιο ρολό στην επιλογή του τελικού δείγματος, καθώς θεωρήθηκε ότι θα έχει ενδιαφέρον να συμπεριληφθούν εταιρίες από όλο τον κόσμο .

Παρακάτω θα πραγματοποιηθεί αναλυτική περιγραφή των προϊόντων και των εγκαταστάσεων των εργοστασίων αυτών.

Τα κριτήρια που θα επιλεγούν είναι δείκτες που “φωτογραφίζουν” την εικόνα της παραγωγικότητας με τον καλύτερο δυνατό τρόπο και υπολογίζονται σε επόμενο κεφάλαιο.

Τα βάρη που είναι σχετικά με τα κριτήρια που θα επιλεγούν, είναι μη αρνητικοί αριθμοί και είναι ανεξάρτητα από τη μέτρηση των μονάδων κριτηρίων. Όσο μεγαλύτερο είναι το βάρος, τόσο πιο σημαντικό είναι το κριτήριο. Στην παρούσα εργασία θα γίνει προσδιορισμός των βαρών με την μέθοδο Simos.

4ο Κεφάλαιο

Παρουσίαση του ομίλου βιομηχανικού εξοπλισμού και των επιμέρους μονάδων του

4.1 Πληροφορίες για τον Όμιλο και Ιστορικά στοιχεία.

Η TetraPak είναι μια πολυεθνική εταιρεία σουηδικής προέλευσης, που επεξεργάζεται και συσκευάζει τρόφιμα. Ιδρύθηκε το 1951 στο Lund της Σουηδίας, από τον Ρούμπεν Ράουζινγκ (Ruben Rausing).

Η εταιρία προσφέρει συσκευασίες, μηχανές υποδοχής και επεξεργασία για γαλακτοκομικά, ποτά, τυριά, παγωτά και παρασκευασμένα τρόφιμα, συμπεριλαμβανομένων των μηχανημάτων διανομής όπως συσσωρευτές, ειδικής τεχνολογίας ψυγείο-καταψύκτες, καπάκια, καλαμάκια, κιβώτια, ζελατίνη περιτυλίγματος, ελεγκτές γραμμών παραγωγής κλπ. Για την καλύτερη κατανόηση του τύπου και της μορφής των προϊόντων του ομίλου παρατίθεται η παρακάτω εικόνα :

Heat treatment

It doesn't matter whether you're looking for a single valve or, an equipment module, or you're planning to build multiple production facilities around the globe. Whatever you need, we're here for you, with a portfolio of 2,700 selected plant components, 200 high-performance products in core technology areas, and over 50 Best-practice lines.

PASTEURIZATION



Tetra Therm® Lacta



Tetra Therm® Aseptic Drink

UHT TREATMENT



Tetra Therm® Aseptic Flex



Tetra Therm® Aseptic VTIS



Tetra Therm® Aseptic Visco

HEAT EXCHANGERS



Tetra Spirallo®



Tetra Vertico®



Tetra Plex®

Sugar dissolving



Tetra Albrix®

Carbonization



Tetra Alcarb®

Automation

Tetra PlantMaster™

Our complete equipment portfolio is complemented by Tetra PlantMaster™ automation solutions. Tetra PlantMaster offers cutting edge technology dedicated to the food industry, contributing to efficient production, food safety and quality with full traceability throughout the value chain.

Blending, dosing and standardization

STANDARDIZATION



Tetra Alfast®

BLENDED



Tetra Albend®

DOSING



Tetra FlexDos®



Tetra Aldose®

Cleaning-in-place



Tetra Alcip®

Aseptic buffering



Tetra Alsafe®

Powder handling



Tetra Guerlin™ powder handling systems

Plant components



Valves
Pumps
Integration components
Automation & electrical components
Measuring instruments

Mixing



Tetra Almix®



Tetra Albatch®

Homogenization



Tetra Alex®

Separation

FILTRATION



Tetra Alcross®

CENTRIFUGAL SEPARATORS



Tetra Centri®

EVAPORATORS



Tetra Magna®



Tetra Scheffers®

EXTRACTION



Tetra Alwin®

SPRAY DRYERS



Tetra Magna®

Cheese-specific products

CURD MAKING



Tetra Tebel® OST
Tetra Damrow® Double-O
Tetra Damrow® ECCV
Tetra Scherping® HCV
Tetra Scherping® Yieldmaster

CURD HANDLING



Tetra Tebel® Casomatic • Tetra Tebel® Alfomatic
Tetra Tebel® Pressvatic • Tetra Scherping DMM
Tetra Damrow® Open Finishing vat • Tetra Tebel® Blockformer
Tetra Damrow® Blender • Tetra Damrow® Drainer/Washer

LIQUID FILLED CHEESE



Tetra Tebel® Casofill
Tetra Therm® MicroPart

Ice cream-specific products

EXTRUSION



Tetra Hoyer Straightline™

FREEZING



Tetra Pak® Continuous Freezers

INCLUSION



Tetra Pak® Ingredient Dosers

MOULDING

Tetra Hoyer Rollo™ RM
Tetra Hoyer Profil™

FILLING

Tetra Hoyer Comet™

HANDLING

Tetra Hoyer Dino™

CARTONING

Tetra Hoyer Flopac™

WRAPPING

Tetra Hoyer Flowrap™ SW
Tetra Hoyer Flowrap™ MW

HARDENING & AFTER-COOLING

Tetra Hoyer Procol™

Εικόνα 4: Συνολική παρουσίαση των προϊόντων του ομίλου.

Το πρώτο προϊόν της TetraPak, που κυκλοφόρησε το 1952, ήταν μια χάρτινη συσκευασία για την αποθήκευση και την μεταφορά γάλακτος, η οποία είχε τετράεδρο σχήμα (τρίπλευρη πυραμίδα) και την ονομασία TetraClassic. Ο Ράουζινγκ και η ομάδα του δούλεψαν στο σχεδιασμό αυτής της συσκευασίας από το 1944 και το 1952 είχαν πλέον τελειοποιήσει τις τεχνικές κατασκευής ώστε η χάρτινη συσκευασία να είναι πλήρως αεροστεγής με τη χρήση ενός συστήματος πλαστικοποιημένου χαρτιού. Στην πρώτη αυτή τετράεδρη συσκευασία οφείλεται και το όνομα της εταιρείας (Tetra από το ελληνικό "τέσσερα").



Εικόνα 5: Φωτογραφία από την εξαγωγή του TetraClassic στην Ιταλία (1960)

Το 1963, η εταιρεία παρουσίασε το **Tetra Brik**, μια συσκευασία με κυβοειδές σχήμα, και αργότερα συσκευασίες με διάφορα σχήματα.

Πρόσφατα, η TetraPak εισήγαγε και μια χάρτινη συσκευασία με επίστρωση αλουμινίου, την **Tetra Recart**, που προορίζεται για λαχανικά και μπορεί να αντικαταστήσει τις κονσέρβες, επιτρέποντας πιο ελαφριά επεξεργασία των προϊόντων.

Από το 2007, κάποιες οινοποιίες άρχισαν να διαθέτουν κρασιά σε συσκευασία **Tetra Prisma Aseptic**, με πώμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί πολλές φορές. Οι συσκευασίες αυτές δεν είναι κατάλληλες για τη μακρόχρονη αποθήκευση κρασιού και δεν επιτρέπουν την παλαιώσή του, μειώνουν όμως το βάρος και το χώρο που καταλαμβάνουν οι γυάλινες συσκευασίες.

Η καινοτομία της TetraPak τοποθετείται στον τομέα της ασηπτικής επεξεργασίας κατά τη συσκευασία υγρών τροφίμων, η οποία, σε συνδυασμό με την επεξεργασία υψηλής θερμότητας επιτρέπει την αποθήκευση των συσκευασμένων τροφίμων σε θερμοκρασία δωματίου για έως και ένα χρόνο. Έτσι, ευαίσθητα τρόφιμα μπορούν να διανεμηθούν σε μεγαλύτερες αποστάσεις χωρίς την ύπαρξη ψυχρής αλυσίδας.

Για την παραγωγή των υλικών συσκευασίας, η TetraPak χρησιμοποιεί χαρτόνι (73%), πλαστικό (22%) και –για τις ασηπτικές συσκευασίες– φύλλα αλουμινίου (5%).

Το πλαστικό (πολυαιθυλένιο) χρησιμοποιείται σε στρώσεις και από τις δύο πλευρές του χαρτονιού για να προστατεύει τη συσκευασία από την εξωτερική και εσωτερική υγρασία.

Οι χάρτινες συσκευασίες που έχουν σχεδιαστεί για μεγάλη διάρκεια ζωής ή για όξινο περιεχόμενο περιλαμβάνουν και στρώσεις αλουμινίου. Αυτή η στρώση προσφέρει πρόσθετη προστασία του περιεχομένου από το οξυγόνο, τα βακτήρια, διάφορες οσμές και γεύσεις και το φως.

Οι συσκευασίες TetraPak είναι πλήρως ανακυκλώσιμες, εφόσον υπάρχει η κατάλληλη μονάδα επεξεργασίας. Το 2009, το ποσοστό ανακύκλωσης συσκευασιών αυτού του είδους ήταν 33%, συνεχώς αυξανόμενο από το 1992 [33] [34].

4.2 Εγκαταστάσεις των οκτώ εργοστασίων και κατάλογος των προϊόντων τους.

Τα εργοστάσια που θα μελετηθούν κατά τη διεξαγωγή της έρευνας είναι τα εξής:

	Χώρα	Έδρα	Αντικείμενο Παραγωγής
1.	United Kingdom	Sherborne	Cheese And Powder Systems
2.	Denmark	Højbjerg	Ice Cream Solutions/Powder Handling System
3.	Minnesota	Winsted	Cheese And Powder Systems/ Liquid Food
4.	Indonesia	Jakarta	Cheese And Powder Systems/Packaging
5.	France	Le May	Powder Handling System, Treatment, Dairy-Beverage And Prepared Foods
6.	Poland	Obram	Cheese & Powders Systems
7.	Sweden	Lund	Packaging, Dairy-Beverage And Prepared Foods
8.	China	Shanghai	Packaging, Dairy-Beverage And Prepared Foods
9.	India	Pune	Packaging, Dairy-Beverage And Prepared Foods.

Πίνακας 1: Λίστα με όλες τις μονάδες του ομίλου που επιλέχτηκαν

Θεωρώντας ως πυρήνα το εργοστάσιο του Sherborne , αφού η όλη ιδέα και η έρευνα ξεκίνησε από εκεί, θα γίνει εκτενέστερη αναφορά για αυτό στο επόμενο κεφάλαιο.

Έτσι, λοιπόν, στην συνέχεια θα παρουσιαστεί πιο αναλυτικά ο τύπος του κάθε εργοστασίου και τα προϊόντα παραγωγής τους.

4.2.1 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στο Højbjerg, Denmark

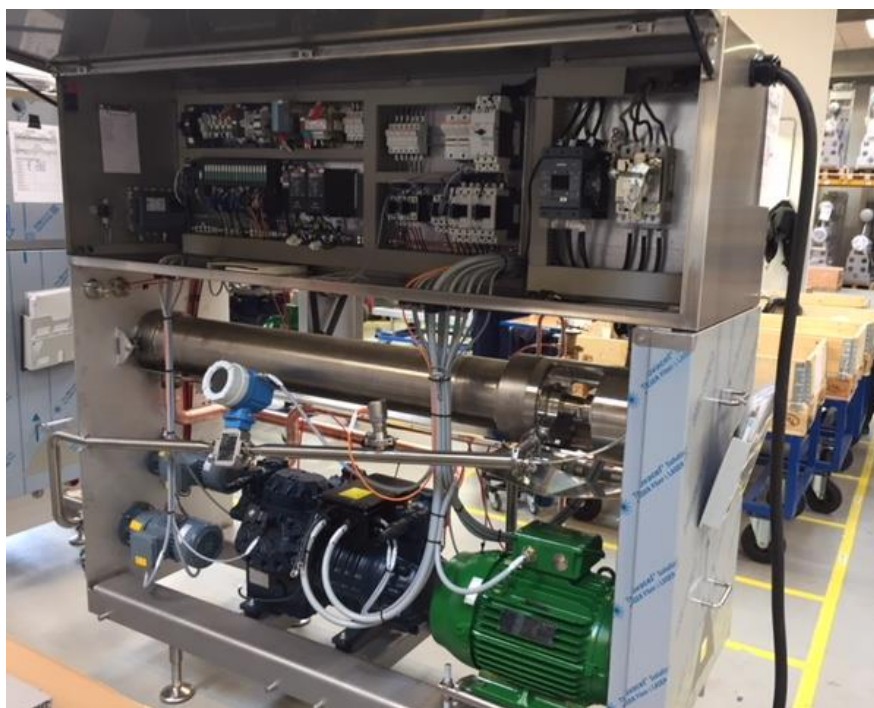
Σε αυτή την περίπτωση η βιομηχανική μονάδα ειδικεύεται στα συστήματα εξοπλισμού για βιομηχανίες διαχείρισης συστατικών σε σκόνη, εργοστάσια παραγωγής παγωτού καθώς επίσης μηχανημάτων μεταφοράς προϊόντων.

Κύρια Προϊόντα

Τα προϊόντα **Self-Sustainable Freezers** με μια αυτόνομη μονάδα ψύξης, έχουν σχεδιαστεί για εύκολη εγκατάσταση και μεταφορά στους διάφορους χώρους του εργοστασίου. Απαιτούν σύνδεση μόνο με νερό, ειδικής περιεκτικότητας αέρα και ηλεκτρικό ρεύμα.

Οι καταψύκτες αυτοί είναι εύκολοι στον χειρισμό. Πιο συγκεκριμένα, από έναν πίνακα ελέγχου οθόνης αφής και ένα σύστημα απόψυξης θερμού αερίου μαζί με τη ρύθμιση του φορτίου ψύξης παρέχεται ακριβή ρύθμιση του ιξώδους καθώς και αυτόματη προστασία κατά την κατάψυξης.

Η στοχευμένη και η εύκολη στην εκκίνηση λειτουργία του μηχανήματος υποστηρίζεται από τις αποθηκευμένες οδηγίες που εξασφαλίζουν την ασφαλή επανεκτέλεση των εντολών λειτουργίας όπως αυτές πραγματοποιήθηκαν προηγούμενα σε ίδια προϊόν.



Εικόνα 6.1: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Højbjerg

Το ***Ingredient Dosers*** χρησιμοποιείται για την προσθήκη συστατικών στο παγωτό, όπως: μαρμελάδα, κομμάτια φρούτων, καρύδια, κομμάτια σοκολάτας, μπισκότα, ζύμη μπισκότων κλπ.

Κύρια λειτουργία :

- μέτρηση και προσθήκη σωστής ποσότητας συστατικών.
- ειδικός χειρισμός των συστατικών ώστε να μην καταστρέφονται τα σωματίδια ακολουθώντας διαφορετική διαδικασία από το παγωτό, το οποίο πρέπει να είναι υπό πίεση κατά την έξοδο του από το μηχάνημα [34].



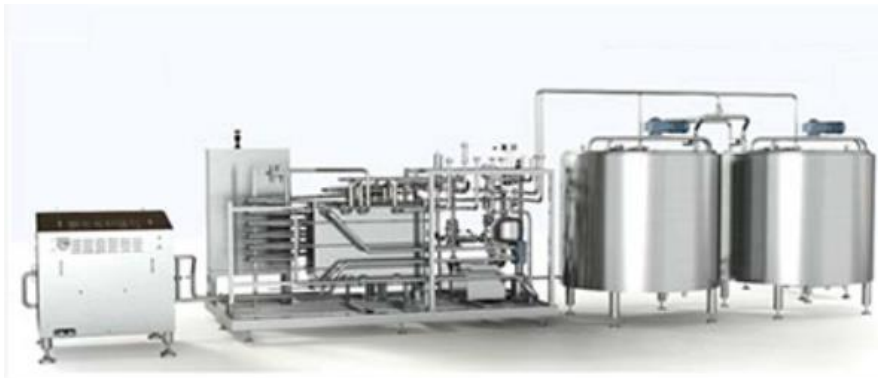
Εικόνα 6.2: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Højbjerg

Extrusion Tunnel M3 Η εξώθηση είναι η μέθοδος κατά την οποία το παγωτό εξέρχεται από ένα σωλήνα και τεμαχίζεται σε τμήματα και έπειτα τοποθετείται το ξυλάκι, προστίθενται και άλλα σχέδια ή και στρώσεις παγωτού όπως φαίνονται και στις φωτογραφίες [35].



Εικόνα 6.3: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Højbjerg

Ice Cream Mix units Η παραγωγή των παγωτών βασίζεται σε μείγμα φυτικών ελαίων ή βουτύρου, γάλακτος ή σκόνης ορού γάλακτος κλπ. Η παρασκευή μείγματος αφορά στη δημιουργία αυτής της γλυκιάς, κρεμώδους βάσης, στην οποία μπορούν αργότερα να προστεθούν γεύσεις, χρώματα και άλλα συστατικά [36].



Εικόνα 6.4: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Højbjerg

4.2.2 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στο Winsted, Minnesota

Η TetraPak στο Winsted είναι μια μεγάλη μονάδα παραγωγής εξοπλισμού επεξεργασίας που εξειδικεύεται στα :

Συστήματα Επεξεργασίας Τυριού και Σκόνης (Cheese And Powder Systems) :

Κύρια Προϊόντα

Cheese Vats: Είναι μια οριζόντια δεξαμενή για την παραγωγή διάφορων τύπων τυριού όπως cheddar και μοτσαρέλα, όπως φαίνεται και στην εικόνα 7.1. Έχει όλες τις απαιτούμενες

αρχικές λειτουργίες για μια ελεγχόμενη και προβλέψιμη διαδικασία. Πιο συγκριμένα περιλαμβάνει: την εισαγωγή ειδικού τύπου γάλακτος για την παραγωγή τυριού, ανάμειξη των συστατικών, πήξη του γάλακτος, κοπή του πηκτώματος, ανάμειξη, έμμεση θέρμανση, εκκένωση και αυτόματος καθαρισμός του εσωτερικού του μηχανήματος .

Τα προϊόντα του Vat ονομάζονται Curds ή στα Ελληνικά σβόλοι, πηκτόγάλα, τυρόπηγμα.



Εικόνα 7.1: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Winsted

Cheese Belts: Σε αυτό το σημείο πραγματοποιείται το δεύτερο μέρος της επεξεργασίας τυριού. Το συγκεκριμένο προϊόν έχει σχεδιαστεί για να εξασφαλίζει την απαλή αποστράγγιση του νερού πλύσης και ψύξης από τα κομμάτια πηκτού γάλακτος (curd) που προέκυψαν από τα Vats. Η μοναδική κατασκευή σε συνδυασμό με τα εργαλεία αποστράγγισης, υφαντού ιμάντα και πιεστικού τυμπάνου, με ρυθμιζόμενη πίεση, εξασφαλίζει την δημιουργία ξηρού τυροπήγματος (curd).



Εικόνα 7.2: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Winsted

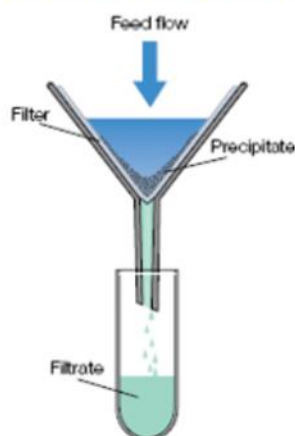
➤ **Συστήματα Φιλτραρίσματος:** Για προηγμένες λύσεις διαχωρισμού υγρών στην παγκόσμια βιομηχανία τροφίμων και γαλακτοκομικών προϊόντων η εταιρία παράγει μεμβράνες υψηλής τεχνολογίας.

Κάθε υγρό περιέχει έναν αριθμό διαλυμένων ή διεσπαρμένων συστατικών με διαφορετικό μοριακό ή σωματιδιακό μέγεθος. Έτσι λοιπόν, χρησιμοποιώντας μεμβράνες με πόρους διαφορετικών μεγεθών, πραγματοποιείται διαχωρισμός των επιθυμητών συστατικών σε ξεχωριστά ρεύματα υγρού. Η μεμβράνη διήθησης είναι μια τεχνολογία που χωρίζει ένα υγρό σε δύο ρεύματα χρησιμοποιώντας μια ημιπερατή μεμβράνη.

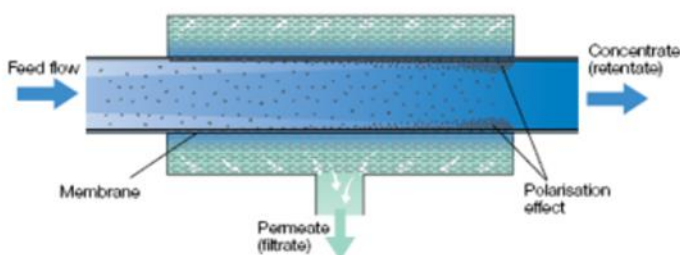
Κατά τη χρήση της μεμβράνης αυτής η διαφορά πίεσης αναγκάζει τα συστατικά που είναι μικρότερα από τους πόρους της να περάσουν μέσα από αυτή ως "διαπερατά". Τα υπόλοιπα συστατικά διατηρούνται ως "κατακράτημα". Μια ουσιαστική ροή που κινείται παράλληλα με τη μεμβράνη εμποδίζει την επιφάνεια της να μπλοκάρει κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Η διαδικασία αυτή αναπαρίσταται στην εικόνα 7.3.

Flow in filtration units

Ordinary filtration

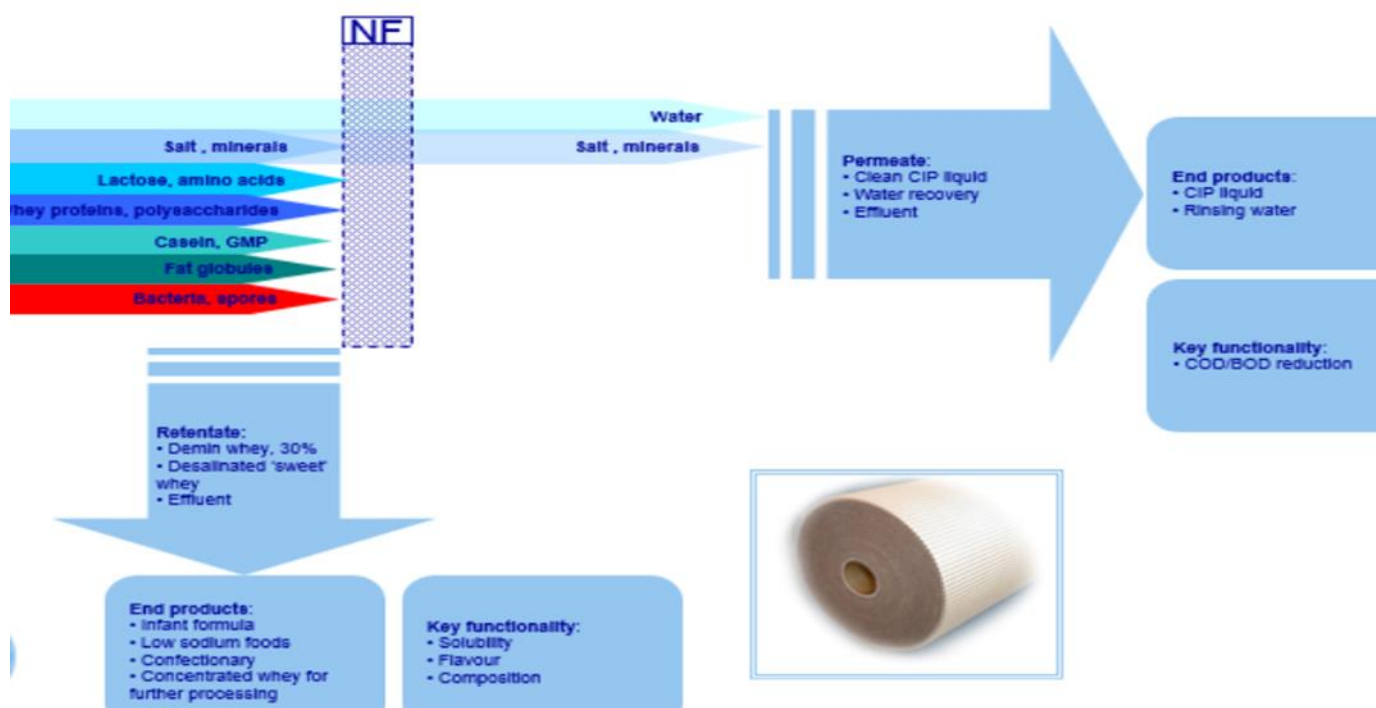


Membrane filtration



Filtration Introduction

Tetra Alcross NF



Εικόνα 7.3: Ενδεικτική αναπαράσταση της διαδικασίας φιλτραρίσματος.





Εικόνα 7.4: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Winsted

➤ **Συστήματα επεξεργασίας Υγρών Τροφίμων (Liquid Food processing)**: Ιδανικά για επεξεργασία με UHT (Ultra-High-Temperature) σε αγαθά ευαίσθητα στη θερμότητα. Τα κύρια προϊόντα της συγκεκριμένης γραμμής παραγωγής φαίνονται παρακάτω:

Aseptic VTIS: Το σύνολο των προϊόντων αυτής της παραγωγικής διαδικασίας δημιουργούν μια μονάδα ασηπτικής επεξεργασίας με συνεχή εφαρμογή UHT μέσω της άμεσης έγχυση ατμού.

Το Aseptic VTIS χρησιμοποιείται κυρίως για ευαίσθητα στη θερμότητα προϊόντα χαμηλής οξύτητας όπως το γάλα, το εμπλουτισμένο γάλα, την κρέμα γάλακτος, το γάλα σόγιας, τα τυποποιημένα γαλακτοκομικά προϊόντα, το μίγμα παγωτού, τα επιδόρπια γάλακτος καθώς και τα προϊόντα ESL (Extended Life Shelf Life).



Εικόνα 7.5: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Winsted

Tetra aseptic Flex: Η λειτουργία αυτού του προϊόντος χωρίζεται σε τέσσερα βήματα: προ-αποστείρωση, παραγωγή, ασηπτικό ενδιάμεσο καθαρισμό και CIP (καθαρισμός του εσωτερικού χώρου).

Προ-αποστείρωση

Πρώτα, η άσηπτη περιοχή αποστειρώνεται με την υπό πίεση κυκλοφορία ζεστού νερού, κατόπιν ψύχεται μέχρι να φτάσει στην επιθυμητή θερμοκρασία παραγωγής, καταλήγοντας στην έγχυση αποστειρωμένου νερού σε όλο το εσωτερικό του μηχανήματος .

Παραγωγή

Η παραγωγή ξεκινά γεμίζοντας τη συσκευή με το προϊόν μέσω της δεξαμενής ζυγοστάθμισης. Όταν το ασηπτικό δοχείο ή μια αντίστοιχη μηχανή γεμίσματος είναι έτοιμη, η παραγωγή μπορεί να ξεκινήσει. Το προϊόν προθερμαίνεται σε σωληνοειδή μετατροπέα θερμότητας ή εναλλακτικά σε θερμαινόμενη πλάκα μετατροπέα.

Το προϊόν κατόπιν ομογενοποιείται, στη συνέχεια θερμαίνεται μέχρι να φτάσει στη θερμοκρασία αποστείρωσης και διατηρείται σε ένα σωλήνα συγκράτησης για την απαιτούμενη χρονική περίοδο. Τέλος, ψύχεται στη θερμοκρασία της συσκευασίας.

Ασηπτικός ενδιάμεσος καθαρισμός και Τελικός καθαρισμός του εσωτερικού χώρου

Ο ασηπτικός ενδιάμεσος καθαρισμός πραγματοποιείται για την επέκταση των περιόδων παραγωγής μέχρι τον τελικό πλήρη εσωτερικό καθαρισμό.

Το Tetra Therm Aseptic Flex είναι κατάλληλο για γαλακτοκομικά προϊόντα όπως γάλα, αρωματισμένο γάλα, κρέμα γάλακτος, γιαούρτι, γάλα βουβάλου και τυποποιημένα γαλακτοκομικά προϊόντα, καθώς και για άλλες εφαρμογές όπως χυμό, γάλα σόγιας, τσάι και καφέ.



Εικόνα 7.6: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Winsted

4.2.3 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στη Jakarta, Indonesia

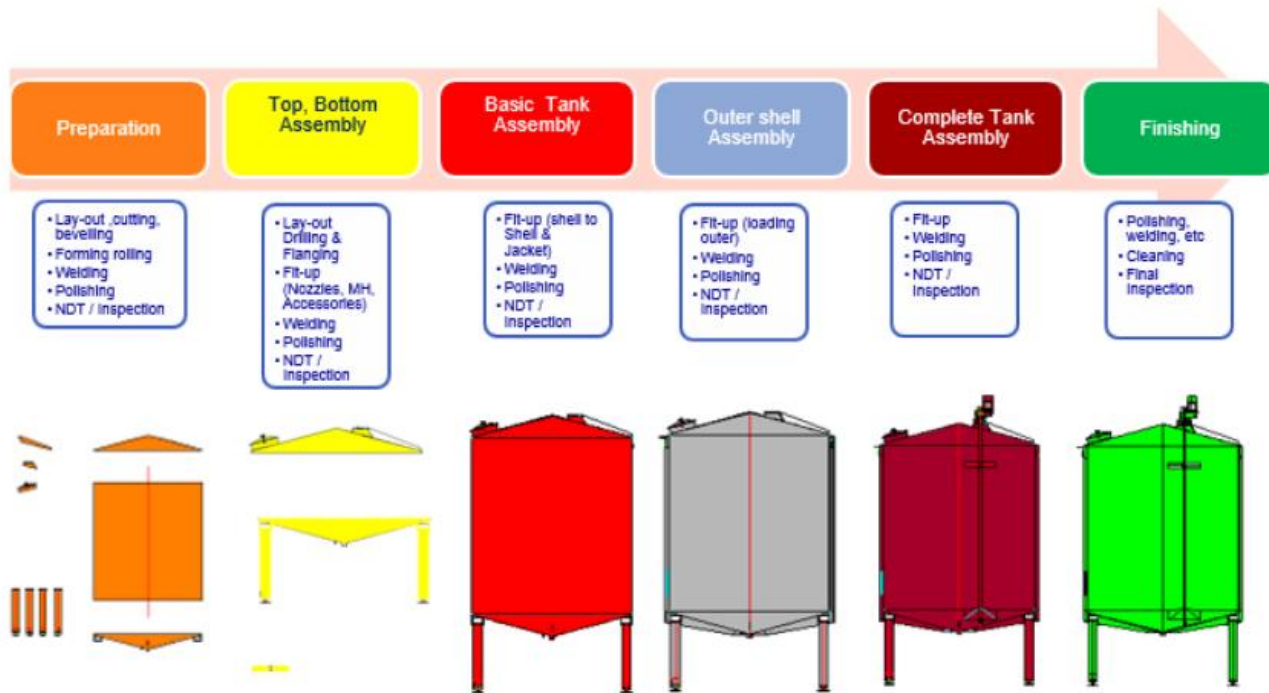
Το συγκεκριμένο εργοστάσιο παράγει συσκευασίες για εταιρίες με ευαίσθητα προϊόντα παραγωγής όπως καλλυντικά, φαρμακευτικά ενώ ταυτόχρονα παράγει εξοπλισμό για τυροκομικές βιομηχανίες (Cheese and Powder Systems).

Κύρια Προϊόντα



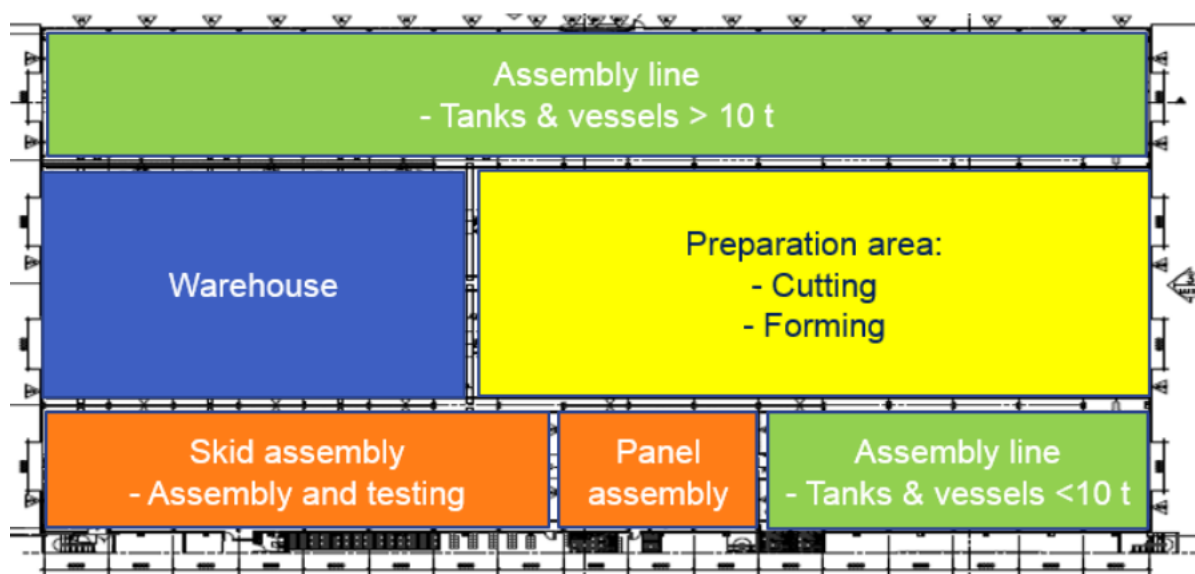
Εικόνα 8.1: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στη Jakarta

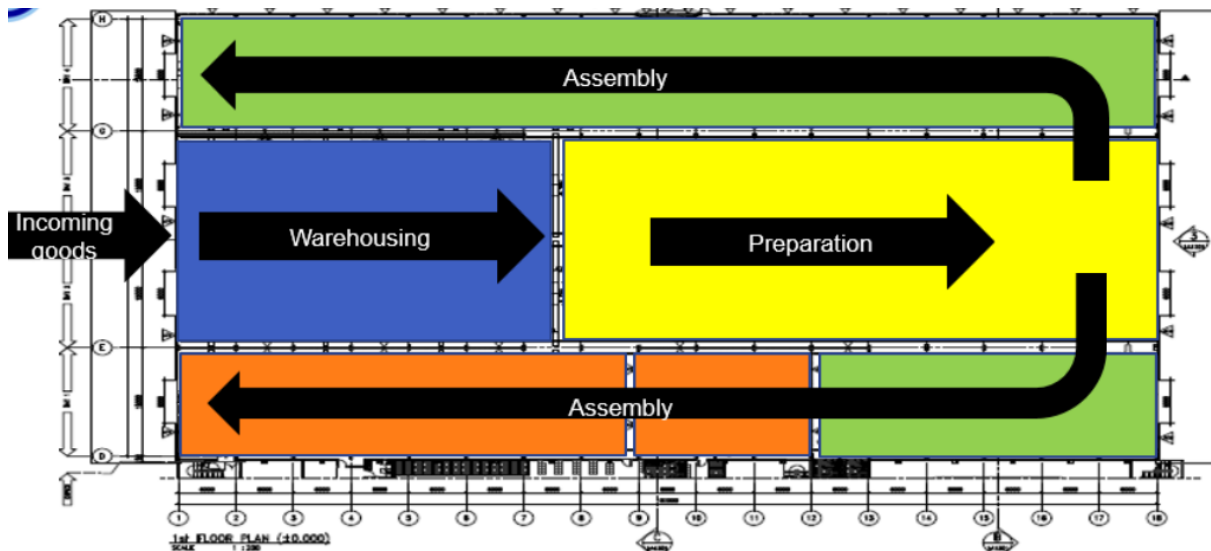
Κύριο προϊόν παραγωγής όπως φαίνεται στην εικόνα 8.1 είναι τα Tanks (δεξαμενές). Επομένως , κρίνεται σημαντικό να γίνει αναφορά στην ροή της παραγωγής από το αρχικό μέχρι το τελευταίο στάδιο μέσα από μια συνοπτική άλλα παρόλα αυτά πλήρη απεικόνιση της διαδικασίας.



Εικόνα 8.2: Αναπαράσταση της ροής παραγωγής των Vats

Παρακάτω, παρουσιάζεται μια πανοραμική απεικόνιση του Εργοστασίου (Workshop) που επιτρέπει την κατανόηση του διαμερισμού του σε επιμέρους τμήματα. Αποθήκη, Περιοχή Προετοιμασίας, Περιοχή Συναρμολόγησης .





Εικόνα 8.3: Πανοραμική απεικόνιση του Εργοστασίου (Workshop) στη Jakarta

4.2.4 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στο Le May, France

Το εργοστάσιο στην Γαλλία αναλαμβάνει την παραγωγή βιομηχανικού εξοπλισμού για την επεξεργασία τροφίμων και ποτών, την διαχείριση συστατικών σε σκόνη και την κατασκευή χρήσιμων για την συντήρηση και την μεταφορά προϊόντων.

Πιο συγκεκριμένα, ο εξοπλισμός που παρέχει υποστηρίζει ολοκληρωμένες γραμμές για την επεξεργασία κακάου, ολοκληρωμένες γραμμές για την παραγωγή ζαχαρωτών και ράβδων δημητριακών, παγωτό σοκολάτας σε σκόνη κακάου, γάλα, φυσικούς χυμούς, συστήματα αποθήκευσης για την παραγωγή σνακ και δημητριακών, πλήρεις γραμμές για την επεξεργασία άλλων τροφίμων προϊόντα (χωρίς μηχανήματα ζαχαροπλαστικής και αρτοποιίας) κλπ.

Τα προϊόντα και η διαδικασία παραγωγής δεν διαφέρει από τις αντίστοιχες μονάδες που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Κύρια Προϊόντα



Mixing for a smooth, homogenous product



Pneumatic Conveyor VDP FD: vacuum dense phase conveying



Bag Tipping unit



Dust Filter



Pneumatic Conveyor

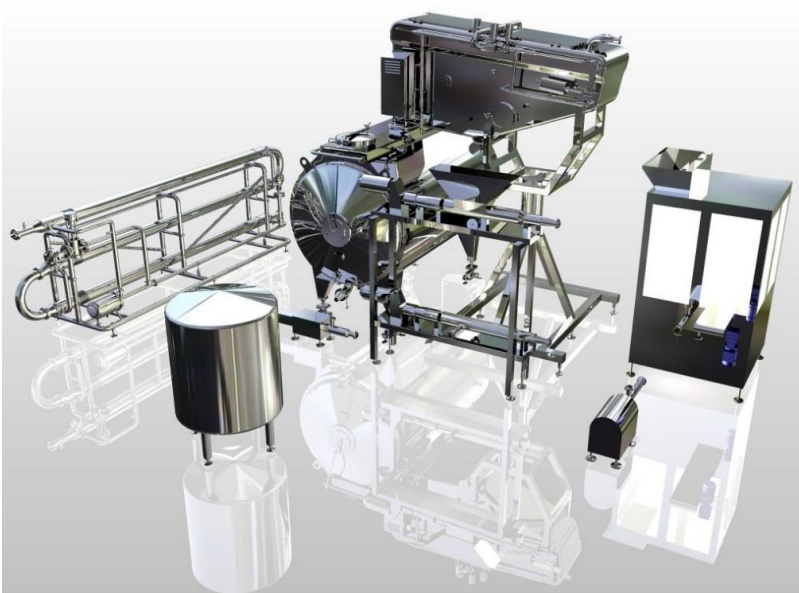


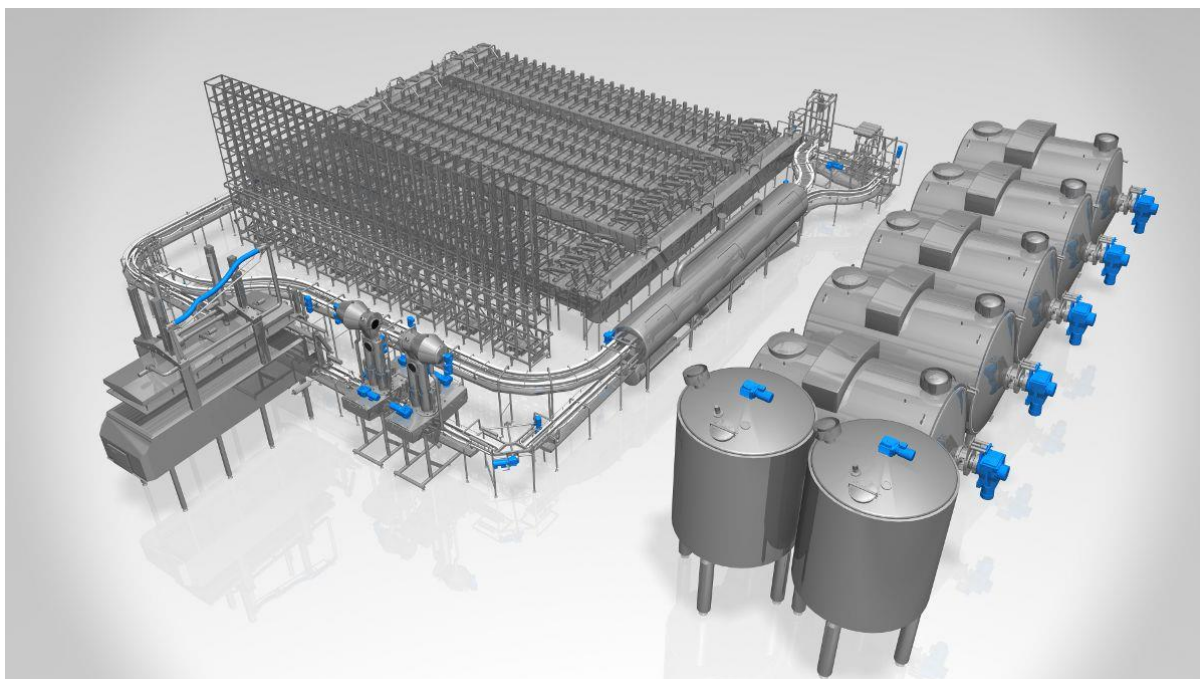
Εικόνα 8: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Le May

4.2.5 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στο Obram, Poland

Η συγκεκριμένη μονάδα είναι παρόμοιου τύπου με εκείνη του Winstedaφού και εδώ παράγονται ολοκληρωμένα Συστήματα Επεξεργασίας Τυριού και Σκόνης (Cheese And Powder Systems). Παρακάτω φαίνεται ο πλήρης εξοπλισμός που μπορεί να προμηθευτεί μια γαλακτοβιομηχανία από ένα τέτοιο εργοστάσιο.

Κύρια Προϊόντα

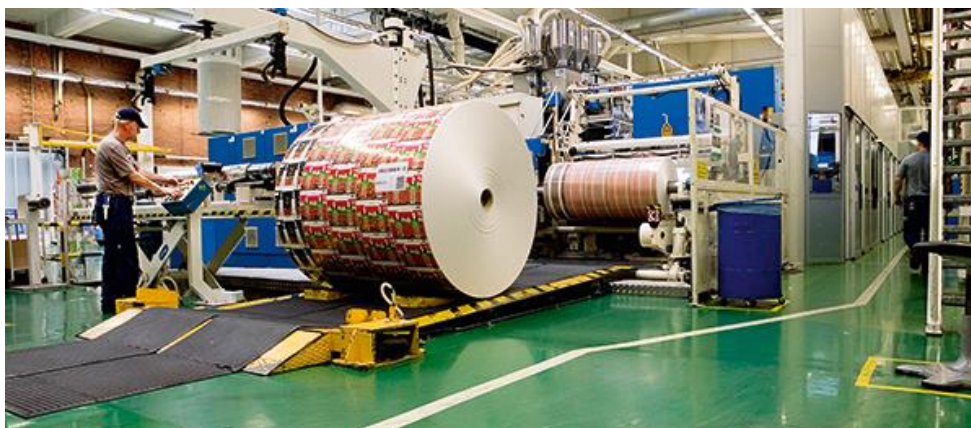




Εικόνα 9: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο O Bram

4.2.6 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στο Lund, Sweden

Η “μαμά” εταιρία του ομίλου, εκεί από όπου ξεκίνησαν όλα. Αποτελεί πρότυπο για όλες τις υπόλοιπες εταιρίες σε θέματα δομής, λειτουργίας, εγκαταστάσεων, αποδοτικότητας. Η μονάδα αυτή επικεντρώνεται σε εξοπλισμούς πακεταρίσματος άλλα και σε συστήματα επεξεργασίας τροφίμων και ποτών. Οι φωτογραφίες από το εσωτερικό και το εξωτερικό του εργοστασίου φαίνονται παρακάτω:





Εικόνα 10: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Lund

4.2.7 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στη Shanghai, China

Ένα ακόμα παράρτημα του ομίλου το οποίο ειδικεύεται στον εξοπλισμό πακεταρίσματος και συστημάτων επεξεργασίας τροφίμων και ποτών.

Κύρια Προϊόντα



Model for Aseptic



Cardboard Packer



High Speed Case Packer

Εικόνα 11: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στη Shanghai

4.2.8 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στο Pune, India

Το εργοστάσιο στην Ινδία εξειδικεύεται στα ίδια βιομηχανικά προϊόντων με την Σουηδία και την Κίνα . Οπότε, γίνεται αντιληπτό ότι δεν διαφέρει σε τίποτα από τις αντίστοιχες βιομηχανικές μονάδες που παρουσιάστηκαν παραπάνω.



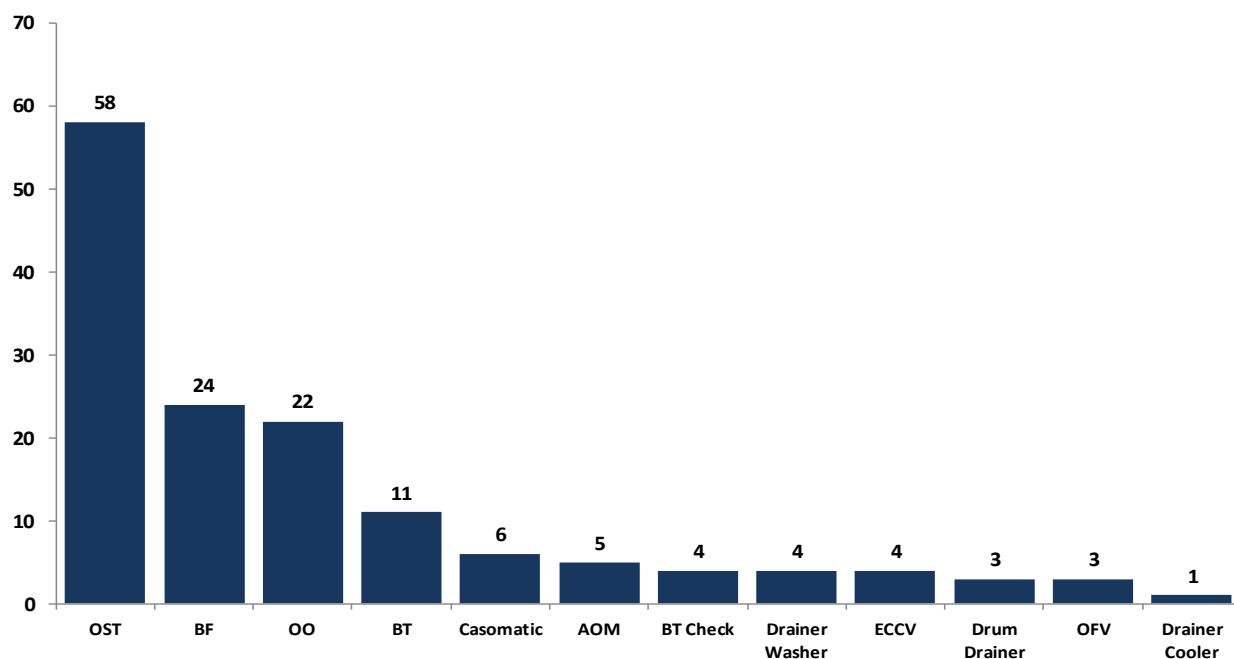
Εικόνα 12: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Pune

4.3 Αναλυτική παρουσίαση του εργοστασίου στο Sherborne, United Kingdom.

4.3.1 Εγκαταστάσεις και Προϊόντα Παραγωγής

Η συγκεκριμένη παραγωγική μονάδα εξειδικεύεται στα συστήματα Επεξεργασίας Τυριού και Σκόνης (Cheese And Powder Systems).

Οι βασικές κατηγορίες προϊόντων είναι τρεις : Vat, Alfomatic και Blockformer με το πρώτο να αποτελεί το κύριο προϊόν παραγωγής.



Εικόνα 130: Διαγράμμα απεικόνισης του συνολικού αριθμού παραγωγής για το κάθε προϊόν για το έτος 2016

Η δεξαμενή έχει όλες τις απαιτούμενες λειτουργίες για μια ελεγχόμενη και προβλέψιμη διαδικασία, η οποία περιλαμβάνει την εισαγωγή ειδικού τύπου γάλακτος για την παραγωγή τυριού, ανάμειξη των συστατικών, πήξη του γάλακτος, κοπή του πηκτώματος, ανάμειξη, εκροή ορού γάλακτος, προσθήκη νερού, έμμεση θέρμανση, εκκένωση και αυτόματος καθαρισμός του εσωτερικού του μηχανήματος (Cleaning in Place).

Το TetraPak Cheese Vat OST έχει σχεδιαστεί για να ικανοποιεί τον απαραίτητο καθαρισμό μετά από κάθε παρτίδα ειδικά για σκληρά και ημίσκληρα τυριά.

Με την χρήση ζεστού νερού πάνω στο περίβλημα επιτυγχάνεται η θέρμανση του προϊόντος, επιτρέποντας στον χειριστή να ελέγξει την ταχύτητα θέρμανσης και τη διαφορά θερμοκρασίας. Σε αυτό το σημείο επίσης, μπορεί να ρυθμιστεί η μέγιστη διαφορά

θερμοκρασίας μεταξύ του μέσου θέρμανσης και του προϊόντος, ώστε να επιτευχθεί ο βέλτιστος ρυθμός θέρμανσης.



Εικόνα 13.1: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Sherborne (Cheese Vat OST)

Το **Cheddaring** ή **Alfomatic** έχει σχεδιαστεί για συνεχή παραγωγή σύνθετων και αναδευόμενων τύπων τυριού όπως Cheddar και τυρί ζυμαρικών.

Πρόκειται για μια πλήρως κλειστή μηχανή, σχεδιασμένη να αποστραγγίζει αυτόματα, να προσθέτει οξύτητα, να υφαίνει, να αναδεύει, να αλατίζει και να ωριμάζει το τυρί.



Εικόνα 13.2: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Sherborne (Alfomatic)

Blockformer

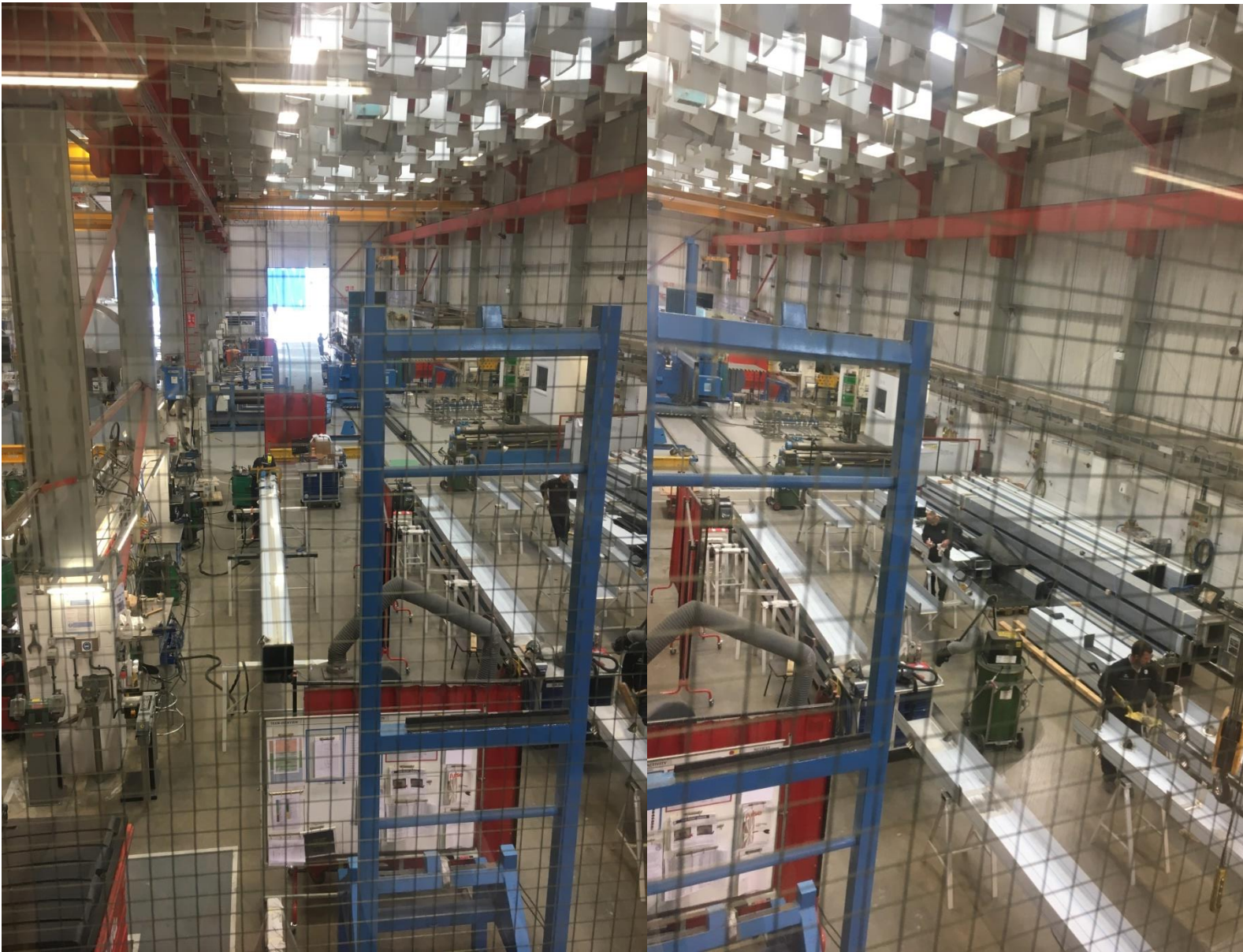
Το τυρόπηγμα συμπιέζεται σταδιακά αρχικά εκτονώντας την πίεση, και στη συνέχεια αφαιρώντας τον αέρα και τον ορό γάλακτος καθώς η άμορφη, ακόμα, μάζα του πηχτού γάλακτος μετακινείται καθοδικά στον «πύργο» λόγω της εφαρμογής της βαρυτικής δύναμης.

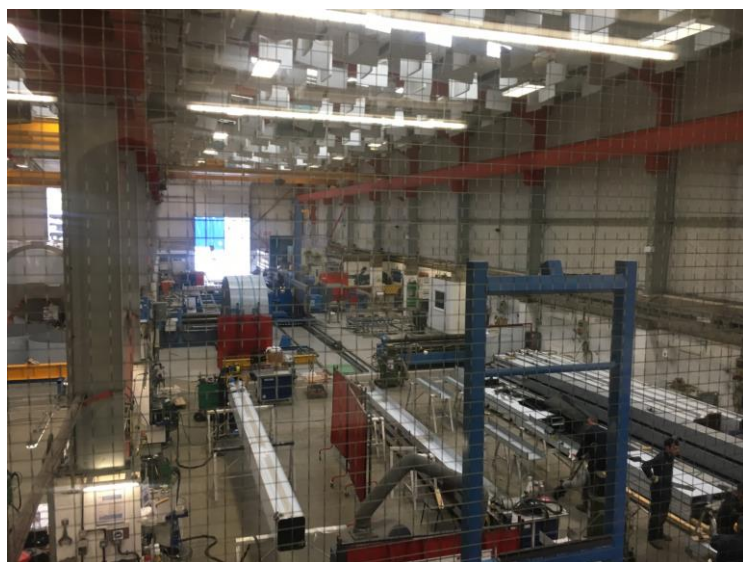
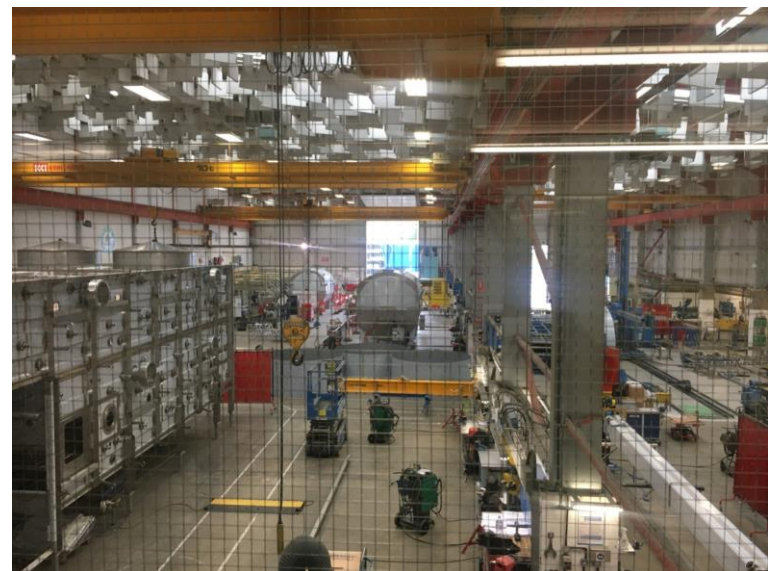
Στη συνέχεια, το συντηγμένο τυρόπηγμα κόβεται σε τεμάχια πολύ ομοιόμορφου μεγέθους και βάρους, τοποθετείται απαλά σε πλαστικές σακούλες και απομακρύνεται. Εν τω μεταξύ, το νέο τυρόπηγμα προστίθεται στην κορυφή του πύργου ακολουθώντας διαδοχικά την ίδια επεξεργασία.



Εικόνα 13.3: Κύρια Προϊόντα του εργοστασίου στο Sherborne (Blockformer)

Στη συνέχεια, ακολουθεί φωτογραφικό υλικό από το χώρο του εργοστασίου ώστε να δημιουργηθεί μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για τις εγκαταστάσεις του.





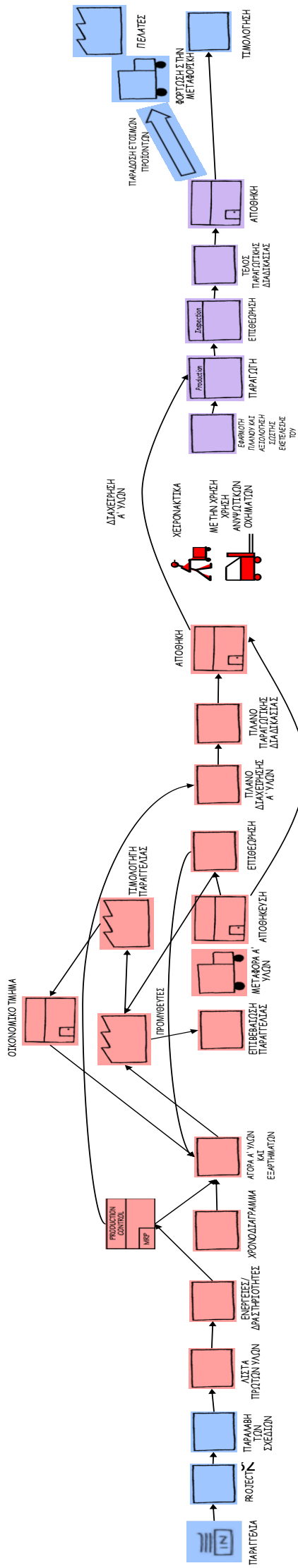
Εικόνα 13.4: Παρουσίαση των εγκαταστάσεων του εργοστασίου στο Sherborne

4.3.2 Value Stream Map

4.3.2.1 Ερμηνεία και Ανάλυση

Το Value Stream Map (VSM), θα μπορούσε να περιγραφεί ως μία απλοποιημένη σχηματική απεικόνιση της παραγωγικής ροής από τη στιγμή που γίνεται η παραγγελία μέχρι και την παράδοση του προϊόντος στον πελάτη

Η απεικόνιση αυτή πραγματοποιείται ώστε να γίνει πλήρης κατανόηση όλων των σταδίων παραγωγής με κύριο στόχο των εντοπισμό των Επτά Βαρών (απωλειών), όπως λέγονται που επιβαρύνουν την πρόοδο της παραγωγικότητας .



Εικόνα 14: Value Stream Map

Πιο αναλυτικά, όλα ξεκινούν όταν η εταιρεία παραλαμβάνει μία παραγγελία. Αυτή η παραγγελία μεταφράζεται για το εργοστάσιο ως ένα Project για την υλοποίηση του οποίου είναι απαραίτητη η παραλαβή των μηχανολογικών σχεδίων που θα κατευθύνουν τους εργαζόμενους του εργοστασίου κατά την κατασκευή των μηχανημάτων – προϊόντων.

Αφού λοιπόν γίνει η παραλαβή των σχεδίων, στο επόμενο στάδιο πραγματοποιείται στην καταγραφή των πρώτων υλών που θα χρειαστούν στη συνέχεια της διαδικασίας.

Κατόπιν, ακολουθεί μία πρώτη διαμόρφωση των απαιτούμενων ενεργειών/δραστηριοτήτων και το αντίστοιχο χρονοδιάγραμμα για την καίρια υλοποίηση τους.

Στο επόμενο βήμα ξεκινάει η διαδικασία απόκτησης των πρώτων υλών και εξαρτημάτων από τους προμηθευτές, όπου αφού γίνει η παραγγελία, η τιμολόγηση και η αποπληρωμή ακολουθεί η μεταφορά των πρώτων υλών στο εργοστάσιο.

Την παραλαβή και την αποθήκευση τους διαδέχεται η επιθεώρηση με στόχο την εξάλειψη του κίνδυνου εύρεσης ελαττωματικού εργαλείου, εξαρτήματος σε διαφορετικές διαστάσεις από αυτές που αναμένονταν κλπ.

Αφού, λοιπόν, είναι βέβαιη η σωστή και ακέραιη παραλαβή των πρώτων υλών ακολουθεί το πλάνο διαχείρισης τους και αμέσως μετά το πλάνο που θα εφαρμοστεί κατά την παραγωγική διαδικασία.

Έτσι, λοιπόν, αποθηκεύονται στην αποθήκη του εργοστασίου από όπου μεταφέρονται ανά περιόδους, ανάλογα με το χρονοδιάγραμμα του έργου, στο χώρο εργασίας.

Κάθε φορά που τελειώνει μία ροή παραγωγής είναι υποχρεωτικό να γίνει επιθεώρηση των προϊόντων. Μετά το τέλος της παραγωγικής διαδικασίας και της επιθεώρησης τα προϊόντα όντας έτοιμα πια φυλάσσονται στην αποθήκη και από εκεί αναμένεται η εκφόρτωση τους σε ειδικά οχήματα μεταφοράς από την εταιρία που έχει αναλάβει την μεταφορά τους. Το Project φτάνει στο τέλος του με την παράδοση των προϊόντων στον πελάτη.

4.3.2.2 Οι Επτά Λόγοι Απωλειών (Seven Wastes)

Οι απώλειες που συναντώνται στο VSM λειτουργούν **εις βάρος** της αποδοτικότητας και της σωστής λειτουργίας της παραγωγής. Εξού, λοιπόν, και η ονομασία τους στα αγγλικά (Seven Wastes). Τα “βάρη” ταξινομούνται σε επτά κύριες κατηγορίες και το να γίνει αντιληπτή η φύση της εκάστοτε απώλειας είναι το πρώτο βήμα για την αναγνώριση της ύπαρξης της και επομένως της έναρξης προσπαθειών για την εξάλειψή της.

Υπερπαραγωγή

Το πιο σοβαρό βάρος μιας παραγωγικής διαδικασίας είναι η υπερπαραγωγή, η οποία μπορεί να προκαλέσει όλα τα άλλα είδη απωλειών και να οδηγήσει σε υπερβολικό απόθεμα. Η φύλαξη υπερβολικού αριθμού αποθεμάτων ενός προϊόντος που δεν χρησιμοποιείται έχει προφανή κόστη: αποθήκευση, σπατάλη υλικών και υπερβολικό κεφάλαιο σε μορφή ανεκμετάλλευτου αποθέματος.

Ανάλογα, φυσικά, με το εκάστοτε προϊόν, η υπερπαραγωγή μπορεί να έχει πολύ σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Πιο συγκεκριμένα απαιτούνται περισσότερες πρώτες ύλες από τις απαραίτητες, το προϊόν μπορεί να χαλάσει ή να καταστεί ακατάλληλο, πράγμα που απαιτεί να απομάκρυνση του, και εάν το προϊόν παράγεται από επικίνδυνα υλικά, απαιτούνται περισσότερα επικίνδυνα υλικά από αυτά που είχαν προβλεφθεί, με αποτέλεσμα επιπλέον εκπομπές, επιπλέον κόστος απόρριψης αποβλήτων, περισσότερη έκθεση των εργαζομένων και πιθανά περιβαλλοντικά προβλήματα που προκύπτουν από τα ίδια τα απόβλητα.

Stock Αποθεμάτων

Οι απώλειες στο θέμα των αποθεμάτων αναφέρονται στις σπατάλες που προκύπτουν από την μακροχρόνια και άσκοπη αποθήκευση τους. Αυτό περιλαμβάνει τα κόστη αποθήκευσης, την δέσμευση κεφαλαίου, την άσκοπη μεταφορά του αποθέματος, την χρήση ειδικών εγκαταστάσεων αποθήκευσης που χρησιμοποιούνται για τη διατήρηση αποθέματος, ο φωτισμός του αποθηκευτικού χώρου κλπ.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του υπεράριθμου αποθέματος είναι το πακετάρισμα, οι φθορές κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, τα πρόσθετα υλικά για την αντικατάσταση κατεστραμμένου ή ακατάλληλου αποθέματος και η ενέργεια που απαιτεί ο χώρος αποθήκευσης σε θέματα φωτισμού, θέρμανσης ή ψύξης του χώρου ώστε να δημιουργηθούν συνθήκες κατάλληλες για την συντήρηση του αποθέματος.

Κίνηση

Η άσκοπη κίνηση από ένα άτομο ή από ένα μηχάνημα μπορεί να προκαλέσει μεγάλες απώλειες, που θα μπορούσαν να ελαχιστοποιηθούν. Ουσιαστικά, ο όρος “άσκοπη κίνηση” έχει υπόσταση εάν η αύξηση της προστιθέμενης αξίας θα μπορούσε να είναι η ίδια και χωρίς αυτήν την επιπλέον δραστηριότητα. Η κίνηση θα μπορούσε να αναφέρεται σε οτιδήποτε, από έναν εργάτη που σκύβει για να πάρει κάτι από το πάτωμα του εργοστασίου μέχρι οποιαδήποτε δραστηριότητα μπορεί να προκαλέσει φθορά στις μηχανές.

Υπάρχουν πολλές περιβαλλοντικές δαπάνες από υπερβολική, χωρίς λόγο κίνηση. Μια προφανή απώλεια είναι η περιττή χρήση εργαλείων που χρησιμοποιούνται για την αντικατάσταση ή την επισκευή φθαρμένων μηχανών, μια άλλη θα μπορούσε να είναι η επιπλέον επιβάρυνση για τους ήδη κουρασμένους εργάτες, η οποία ίσως να μην τους χρειαζόνταν αν η περιττή κίνηση και η επιπλέον δραστηριότητα είχε ελαχιστοποιηθεί.

Ελαττώματα

Τα ελαττώματα αφορούν ένα προϊόν που αποκλίνει από τα πρότυπα του σχεδιασμού του ή από τις προσδοκίες του πελάτη. Τα ελαττωματικά προϊόντα πρέπει να αντικαθίστανται και συχνά απαιτούν γραφειοκρατία και επιπλέον ανθρώπινη εργασία για να την επεξεργαστούν, ενδέχεται απώλεια πελατών, και κάποιες φορές οι πόροι που χρησιμοποιήθηκαν στο ελαττωματικό προϊόν δεν γίνεται να επαναχρησιμοποιηθούν, οπότε μιλάμε για μεγάλη σπατάλη.

Το περιβαλλοντικό κόστος των ελαττωμάτων είναι οι πρώτες ύλες που καταναλώνονται, τα ελαττωματικά μέρη του προϊόντος που απαιτούν απομάκρυνση ή

ανακύκλωση (τα οποία απαιτούν άλλους πόρους που το αναπροσαρμόζουν), καθώς και τον πρόσθετο απαιτούμενο χώρο και την αυξημένη χρήση ενέργειας για την αντιμετώπιση των ελαττωμάτων.

Υπέρ-επεξεργασία

Η υπέρ-επεξεργασία αναφέρεται σε οποιοδήποτε στοιχείο της διαδικασίας κατασκευής που δεν είναι απαραίτητο. Η σχεδίαση ενός πλάνου που δεν θα πραγματοποιηθεί ποτέ ή η προσθήκη χαρακτηριστικών που δεν θα χρησιμοποιηθούν είναι παραδείγματα υπερπαραγωγής. Ουσιαστικά, αναφέρεται στην προσθήκη περισσότερης αξίας από ό, τι απαιτεί ο πελάτης.

Ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος συνεπάγεται την υπερβολική κατανάλωση εξαρτημάτων, εργασίας και πρώτων υλών στην παραγωγή. Επιπλέον ο χρόνος, η ενέργεια και οι εκπομπές σπαταλούνται όταν χρησιμοποιούνται για να παράγουν κάτι που δεν είναι απαραίτητο σε ένα προϊόν. Έτσι, η απλούστευση και η αποδοτικότητα μειώνουν αυτές τις απώλειες και ωφελούν την εταιρεία και το περιβάλλον.

Αναμονή

Η αναμονή αναφέρεται σε σπατάλη χρόνου λόγω επιβράδυνσης ή διακοπής της παραγωγής σε ένα από τα στάδια της διαδικασίας. Πιο συγκεκριμένα, σε μια γραμμή παραγωγής, εάν μια εργασία διαρκεί περισσότερο από αυτή που την διαδέχεται, τότε κάθε στιγμή που ο υπάλληλος της επόμενης εργασίας ξοδεύει αναμένοντας θεωρείται σπατάλη.

Σε αυτή την περίπτωση, το έργο που απαιτεί περισσότερο χρόνο πρέπει να γίνει πιο αποτελεσματικό, πρέπει να προσληφθούν άλλοι εργαζόμενοι για να βοηθήσουν ή η ροή εργασίας πρέπει να συντονιστεί καλύτερα ή να προγραμματιστεί ώστε να αντισταθμιστεί αυτός ο χαμένος χρόνος.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις προέρχονται από τη σπατάλη εργασίας και ενέργειας από τον φωτισμό, τη θέρμανση ή την ψύξη κατά την περίοδο αναμονής. Επιπλέον, το υλικό μπορεί να χαλάσει και τα εξαρτήματα θα μπορούσαν να καταστραφούν εξαιτίας μιας αναποτελεσματικής ροής εργασίας.

Μεταφορά

Με τον όρο μεταφορά αναφερόμαστε στην κίνηση υλικών από μια θέση σε μια άλλη. Η ίδια η μεταφορά δεν αυξάνει την προστιθέμενη αξία του προϊόντος, επομένως η ελαχιστοποίηση αυτών των δαπανών είναι απαραίτητη. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, για παράδειγμα, με την ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς εφαρμόζοντας πιο αποτελεσματικές μεθόδους. Οι πόροι και ο χρόνος χρησιμοποιούνται για τον χειρισμό υλικών, απασχόληση του προσωπικού για την πραγματοποίηση μεταφορών, την εκπαίδευση, την εφαρμογή κανόνων ασφαλείας και τη χρήση επιπλέον χώρου. Η μεταφορά μπορεί επίσης να προκαλέσει αναμονή, καθώς ένα μέρος της παραγωγής μπορεί να χρειαστεί να περιμένει να φθάσουν κάποια υλικά [36].

5ο κεφάλαιο

Μελέτη Περίπτωσης των εννέα εργοστασίων του ομίλου Βιομηχανικού Εξοπλισμού

5.1 Τρόπος Μοντελοποίησης του Προβλήματος και Εργαλεία επίλυσης.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η PROMETHEE είναι η μέθοδος που επιλέχθηκε για την επεξεργασία των δεδομένων και την τελική κατάταξη των Εννέα Βιομηχανικών Μονάδων την περίοδο 2016-2017. Εργαλεία για την συλλογή αυτών των δεδομένων αποτέλεσαν οι δείκτες που θεωρήθηκαν κρίσιμοι για τον σκοπό αυτής της διπλωματικής.

Η εφαρμογή της μεθόδου θα γίνει με χρήση του προγράμματος Visual PROMETHEE (Federick Action). Φυσικά, όπως σε κάθε πολυκριτηριακής μέθοδο έτσι και στην περίπτωση αυτή κρίνεται αναγκαίο να καθοριστούν οι εναλλακτικές λύσεις και τα κριτήρια αξιολόγησης. Συνοπτικά, λοιπόν, επιλέχθηκαν ως εναλλακτικές λύσεις 9 Εργοστάσια από την ίδια εταιρεία, όπως αυτά αναφέρονται παραπάνω και 11 κριτήρια με την μορφή δεικτών με βάση την καλύτερη δυνατή μέτρηση της παραγωγικότητας.

Τα βήματα που ακολουθούνται για την εφαρμογή των μεθόδων PROMETHEE I, II είναι :

Βήμα 1: Αρχική καταγραφή όλων των υποψήφιων δεικτών από τους οποίους γίνεται η τελική επιλογή εκείνων που θα χρησιμοποιηθούν βάσει αναγκών, επιθυμιών κτλ.

Βήμα 2: Παρουσίαση των 11 επιλεγμένων δεικτών για την πλήρη κατανόηση των κριτηρίων που λήφθηκαν υπόψη.

Βήμα 3: Υπολογισμός δεικτών σύμφωνα με την μαθηματική φόρμουλα που χρησιμοποιήθηκε.

Βήμα 4: Υπολογισμός του βαθμού υπεροχής των σεναρίων.

Βήμα 5: Υπολογισμός των θετικών και των αρνητικών ροών προτίμησης των εναλλακτικών σεναρίων.

Βήμα 6: PROMETHEE I μερική κατάταξη (partial ranking).

5.2 Κατηγοριοποίηση υποψηφίων προς χρήση δεικτών.

Οι βασικοί δείκτες απόδοσης (Key Performance Indicators) αποτελούν σημαντικό μέρος των πληροφοριών που απαιτούνται για τον προσδιορισμό και την ανάλυση του τρόπου με τον οποίο μια εταιρεία θα πρέπει να πορευτεί για να επιτύχει τους επιχειρηματικούς και εμπορικούς της στόχους. Οι δείκτες KPI βοηθούν τους οργανισμούς να κατανοήσουν εάν η εταιρεία κατευθύνεται προς τη σωστή κατεύθυνση - και αν όχι, πού χρειάζεται να επικεντρώσει την προσοχή της [31].

Έτσι, λοιπόν, γίνεται αντιληπτό ότι μια εταιρία δεν μπορεί να διαχειριστεί κάτι εάν πρώτα δεν το μετρήσει. Οι αριθμοί είναι πολύ σημαντικοί παράγοντες στην εκτίμηση οποιασδήποτε κατάστασης. Η επιλογή των σωστών μέτρων μπορεί να οδηγήσει στην εύρεση των ελαττωμάτων και των αδύναμων σημείων στη γραμμή παραγωγής και των επιμέρους διαδικασιών της, δίνοντάς τις απαραίτητες πληροφορίες και ιδέες που χρειάζονται για τη συνεχή εξέλιξη και βελτίωση της επιχείρησής.

Αλλά αυτή η συστηματικότητα στην προσέγγιση του εκάστοτε προβλήματος δεν πρέπει να σταματάει εδώ. Εκτός από τη σωστή συλλογή και ανάλυση των μετρήσεων, χρειάζεται επίσης μια κατάλληλη διαδικασία για την επανεξέταση και έπειτα την εφαρμογή αναγκαίας δράσης, ανάλογης των αποτελεσμάτων [32].

Συμπερασματικά, έχει καταστεί σαφές ότι για το σκοπό της παρούσας διπλωματικής, η οποία στοχεύει στην εκτίμηση και την βελτιστοποίηση του επιπέδου παραγωγικότητας, είναι απαραίτητη η επιλογή καίριων δεικτών. Έτσι, λοιπόν, για την καλύτερη προσέγγιση της εικόνας της εταιρίας εξετάστηκαν δείκτες από διάφορους τομείς της δομής της (σχετικοί πάντα με την παραγωγικότητα), όπως αυτοί φαίνονται παρακάτω.

5.2.1 Δείκτες αναφορικά με τη Χρήση Εργατικού Δυναμικού.

Αυτή η κατηγορία δεικτών χρησιμοποιείται ευρέως για την συνολική μέτρηση της αποδοτικότητας του δυναμικού σε ένα εργοστάσιο. Ουσιαστικά, η χρήση αυτών των μέτρων επιδιώκει μια πρώτη και γενική προσέγγιση του επιπέδου παραγωγικότητας [51]

Use of Labour

1. Labour Productivity, μετράει την αποδοτικότητα του εργατικού δυναμικού στην διαμόρφωση της προστιθέμενης αξίας.
2. Product Yield per Employee, αφορά τις μονάδες προϊόντων που παράγει κάθε εργάτης.
3. Capability or Flexibility of Workforce, μετράει την ικανότητα του εργατικού δυναμικού να ανταπεξέλθει σε πολλαπλές εργασίες.
4. Losses, μετράει τις απώλειες δηλαδή τις ώρες των εργασιών που δεν αυξάνουν την προστιθέμενη αξία σε σχέση με τις συνολικές ώρες παραγωγής.

5.2.2 Δείκτες Έγκαιρης Παράδοσης και Ανταπόκρισης.

Δεδομένου ότι κάθε στόχος πρέπει να καθοδηγείται από κάποιου είδους προθεσμία (καταληκτική ημερομηνία ή ολόκληρη περίοδο) για την επίτευξη του, μια κατηγορία δεικτών βασισμένη στο χρόνο είναι σημαντική για να παραμείνει η παραγωγική διαδικασία συντονισμένη [50].

Lead Time Index & Responsiveness

5. Delivery Accuracy, αφορά την έγκαιρη παράδοση παραγγελιών στους πελάτες σε σχέση με τον συνολικό αριθμό παραγγελιών.
6. Design and Engineering Time, αφορά την έγκαιρη παραλαβή μηχανολογικών σχεδίων για την παραγωγή των προϊόντων σε σχέση με τον συνολικό αριθμό παραλαβών.
7. Supplier on Time Delivery Accuracy, αφορά την έγκαιρη παραλαβή πρώτων υλών και εξαρτημάτων από τους προμηθευτές για την παραγωγή των προϊόντων σε σχέση με τον συνολικό αριθμό παραλαβών.
8. Lead-Time Internal, μετράει την έγκαιρη ολοκλήρωση και παράδοση εξαρτημάτων και μερών των προϊόντων έπειτα από εσωτερικές διεργασίες σε σχέση με τον συνολικό αριθμό παραδόσεων.

5.2.3 Δείκτες αναφορικά με την Ποιότητα.

Σε κάθε βιομηχανία, η παραγωγή ποιοτικών προϊόντων ή υπηρεσιών είναι απαραίτητη για τη δημιουργία ικανοποιητικών επιπέδων κέρδους. Στη διαχείριση της παραγωγής, είναι σημαντικό να παρακολουθούνται συνεχώς τα ποιοτικά πρότυπα απόδοσης για να διασφαλίζεται μια παραγωγική διαδικασία χωρίς σφάλματα, επαναλήψεις, και δυσαρέσκεια από την μεριά των πελατών.

Με βάση τους δείκτες αυτής της κατηγορίας μπορούν να γίνουν προσπάθειες για την απλοποίηση των διαδικασιών, την μείωση λαθών και απωλειών και γενικότερα την αύξηση της συνολικής ποιότητας [52].

Quality Index

9. Rework, αφορά το ποσοστό του χρόνου που αφιερώνεται στην επανάληψη κάποιας εργασίας λόγω λάθους.
10. Production related to Technical Issues, μετράει το ποσοστό της παραγωγής που παρουσιάστηκαν τεχνικά προβλήματα σε σχέση με το σύνολο της παραγωγής.
11. Incoming Quality of Supplier Deliveries, μετράει το ποσοστό των ελαττωματικών πρώτων υλών και εξαρτημάτων σε σχέση με το σύνολο των παραγγελιών από τους προμηθευτές.
12. Customer Rejects/Returns, μετράει πόσες φορές οι πελάτες απέρριψαν ή επέστρεψαν προϊόν λόγω ελαττώματος, λάθος διαστασιολόγησης κλπ. σε σχέση με το σύνολο των πωλήσεων.

5.2.4 Δείκτες αναφορικά με την Βελτίωση της Αποδοτικότητας.

Οι βελτιώσεις στους δείκτες αποδοτικότητας απαιτούν μια συνεχή προσπάθεια στην στρατηγική πρόοδου που ακολουθεί μια επιχείρηση, αν επιδιώκει βιωσιμότητα και ανάπτυξη. Αυτή η προσπάθεια μπορεί να παρομοιωθεί με ένα κύκλο που δεν είναι ποτέ πλήρης ενώ οι δείκτες αυτής της κατηγορίας παίζουν τον ρόλο του κεντρικού πυλώνα αυτού του κύκλου συνεχούς βελτίωσης [50].

Increasing Efficiency

13. Throughput, μετράει πόσα προϊόντα παράγονται στο εργοστάσιο
14. Capacity Utilization, μετράει πόσα έσοδα αποδίδει κάθε m²
15. Overall Performance Effectiveness, αφορά την συνολική παρουσίαση/αποτελεσματικότητα του εργοστασίου.
16. Schedule or Production Attainment, μετράει τι ποσοστό του χρόνου επιτυγχάνεται ένας στόχος της παραγωγικής διαδικασίας στα πλαίσια κάποιου προγράμματος.

5.2.5 Δείκτες αναφορικά με την Μείωση του Κόστους και την Αύξηση της Κερδοφορίας.

Οι αναφερόμενοι δείκτες σε αυτήν την παράγραφο δεν περιορίζονται στη συνήθη αναλογία των μονάδων εξόδου ανά των αντίστοιχων μονάδων εισόδου. Περιλαμβάνουν άλλους δείκτες απόδοσης, πιο πολύ οικονομικής φύσεως που μετρούν την αποτελεσματικότητα των λειτουργιών της παραγωγικότητας [51].

Reducing cost & Increasing Profitability

17. Inventory Turnover, μετράει πόσο γρήγορα τα αποθέματα σε πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται και αντικαθίστανται.
18. Cost-To Sales ratio, αφορά την αποδοτικότητα του κόστους παραγωγής σε σχέση με τις πωλήσεις.
19. Turnover/ Resource, μετράει το κέρδος που αποφέρει κάθε πόρος που χρησιμοποιείται στην παραγωγική διαδικασία.
20. Total Manufacturing Cost / Unit Excluding Materials, αυτό είναι ένα μέτρο για όλες τις δυνητικά ελεγχόμενες κατασκευαστικές δαπάνες για την παραγωγή μιας δεδομένης μονάδας προϊόντος ή εξαρτήματος.
21. Net Operating Profit, μέτρηση της οικονομικής κερδοφορίας για όλους τους επενδυτές / μετόχους / κατόχους χρεών, είτε πριν είτε μετά από φόρους, για ένα εργοστάσιο παραγωγής ή μια επιχειρηματική μονάδα.

22. Energy Cost / Unit, μέτρο του ενεργειακού κόστους (ηλεκτρική ενέργεια, ατμός, πετρέλαιο, φυσικό αέριο κ.λπ.) που απαιτείται για την παραγωγή συγκεκριμένης μονάδας ή όγκου παραγωγής.
23. Cash-to-Cash Cycle Time, μετράει την διάρκεια μεταξύ της αγοράς αποθεμάτων ενός εργοστασίου ή μιας επιχειρησιακής μονάδας και της είσπραξης πληρωμών / λογαριασμών από την πώληση προϊόντων που χρησιμοποίησαν αυτό το απόθεμα (συνήθως μετράτε σε ημέρες).

5.3 Επιλογή και Υπολογισμός των Δεικτών που επιλέχθηκαν.

Από την λίστα των 23 δεικτών επιλέχθηκαν τελικά οι 11 . Κριτήριο της επιλογής των δεικτών είναι από τη μια , η σημασία τους σε σχέση με την καλύτερη δυνατή απεικόνιση της κατάστασης των εταιριών. Από την άλλη, η προσπάθεια για τον εντοπισμό και την αντιμετώπιση κάποιων προβλημάτων, ελαττωμάτων και ελλείψεων που θα οδηγούσε στην πιο εύρυθμη λειτουργεί τους. Σε αυτό το βήμα, καθαριστική ήταν η επαφή και η καθοδήγηση από τα ίδια τα στελέχη της επιχείρησης.

Στην συνεισφορά της επιλογής των δεικτών δεν θα μπορούσε να μην αναφερθεί ότι σημαντικό ρολό έπαιξε η ύπαρξη καταγεγραμμένων στοιχείων και μετρήσεων από την μεριά των εταιριών του ομίλου.

Δείκτης	Μονάδα Μέτρηση	Μαθηματικός Τύπος	Τι μετράει ο δείκτης	Ερμηνεία μιας χαμηλής τιμής του δείκτη	Ερμηνεία μιας υψηλής τιμής του δείκτη
Use of Labour					
Labour Productivity	Κ€	$\frac{\text{Value Added}^1}{\text{Total of Human Resources}^2}$ <p>¹ (hours booked on orders x hourly rate) + material mark-up.</p> <p>²All employees + Consultants in Production</p>	Την αποδοτικότητα του εργατικού δυναμικού στην διαμόρφωση της προστιθέμενης αξίας	Ανεπαρκές Management του εργατικού δυναμικού ή των υπόλοιπων πόρων που επηρεάζουν την αποδοτικότητα του εργοστασίου.	Αποτελεσματική χρήση των πόρων της επιχείρησης που συμβάλλουν στην αύξηση της προστιθέμενης αξίας .
Product Yield per Employee	Product Units / employee	$\frac{\text{No. of good output}}{\text{No. of employees}}$	Τις μονάδες προϊόντων που παράγει κάθε εργάτης	Ο παρονομαστής τείνει να έχει μεγάλες τιμές σε σχέση με τον αριθμητή που σημαίνει ότι χρειάζεται μεγάλος αριθμός εργατικού δυναμικού στην	Ο αριθμητής τείνει να έχει μεγάλες τιμές σε σχέση με τον παρονομαστή που σημαίνει ότι χρειάζεται μικρός αριθμός εργατικού δυναμικού στην

				παραγωγική διαδικασία. Με άλλα λόγια μεγάλο κόστος για μικρή παραγωγή.	παραγωγική διαδικασία. Με άλλα λόγια μικρό κόστος για μεγάλη παραγωγή.
Losses	%	$\frac{NVA^3 + NNVA^4}{\text{Total Available Hours}}$ ³ Non-Value Added ⁴ Necessary Non-Value Added	Τις ώρες των εργασιών που δεν αυξάνουν την προστιθέμενη αξία σε σχέση με τις συνολικές ώρες παραγωγής	Χαμηλό ποσοστό απωλειών στην χρήση των πόρων παραγωγής και επομένως σωστή εκμετάλλευσή τους.	Υψηλό ποσοστό απωλειών στην χρήση των πόρων παραγωγής, επομένως ανεπαρκής εκμετάλλευσή τους.
Lead Time Index & Responsiveness					
Supplier on Time Delivery Accuracy	%	$\frac{\text{Delivery On Time}}{\text{Total Delivery}}$	Είναι ένας δείκτης που αφορά τους προμηθευτές . Πιο συγκεκριμένα , απεικονίζει τι ποσοστό των πρώτων υλών έρχεται στην ώρα του σε σχέση με το σύνολο των παραγγελιών.	Οι καθυστερήσεις σ' αυτό το σημείο μπορούν να αποδειχτούν πολύ επιβλαβείς αφού είναι δυνατόν να προκαλέσουν ακόμα και προσωρινή παύση της παραγωγής.	Η αποστολή των πρώτων υλών βρίσκεται στα αρχικά στάδια της παραγωγής οπότε η 'ακριβείς' παράδοση προμηνύει και μια άνευ καθυστερήσεις παραγωγική διαδικασία.
Quality Index					
Rework	%	$\frac{\text{Hours of Rework}}{\text{Ideal Hours of Productions}}$	Το ποσοστό του χρόνου που αφιερώνεται στην επανάληψη κάποιας εργασίας λόγω λάθους	Ο αριθμητής τείνει να έχει μικρές τιμές οπότε ο χρόνος που χρειάζονται για την επανάληψη είναι μικρός.	Ο αριθμητής τείνει να έχει μεγάλες τιμές οπότε ο χρόνος που χρειάζονται για την επανάληψη είναι μεγάλος.
Increasing Efficiency					
Throughput	Product Units / Plant	$\frac{\text{Products}}{\text{Plant}}$	Πόσα προϊόντα παράγονται ανά εργοστάσιο	Χαμηλά κέρδη.	Υψηλά κέρδη.
Capacity Utilization	Κ€ / m ²	$\frac{\text{Sales}}{\text{Factory Area}}$	Πόσα έσοδα αποδίδει κάθε m ²	Χαμηλή αποδοτικότητα.	Υψηλή αποδοτικότητα.

OPE	%	$\frac{TAAH^5 - Losses}{TAAH}$ 5Total Actual Available Hours	Την συνολική παρουσίαση/αποτελεσματικότητα του εργοστασίου	Μεγάλες απώλειες, μικρή αποδοτικότητα στον πραγματικό χρόνο λειτουργίας	Μικρές απώλειες, μεγάλη αποδοτικότητα στον πραγματικό χρόνο λειτουργίας
Reducing cost & Increasing Profitability					
Inventory Turnover	Times/year	$\frac{Sales}{Raw\ Material\ \&\ Components\ in\ stock}$	Πόσο γρήγορα τα αποθέματα σε πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται και αντικαθίστανται	Αργός ρυθμός πωλήσεων και ανανέωσης αποθεμάτων γεγονός που μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ρευστότητα της εταιρίας.	Ισχυρή στρατηγική πωλήσεων. Ισχυρή αγορά που μπορεί να απορρόφησει τα προϊόντα παραγωγής. Υψηλή ρευστότητα για την εταιρία
Cost-To Sales ratio	%	$\frac{Cost\ of\ goods}{Sales}$	Την αποδοτικότητα του κόστους παραγωγής σε σχέση με τις πωλήσεις	Το κόστος παραγωγής είναι μικρό σε σχέση με τα κέρδη από τις πωλήσεις	Το κόστος παραγωγής είναι μεγάλο σε σχέση με τα κέρδη από τις πωλήσεις
Turnover/ Resource	Κ€/Resource	$\frac{Sales}{Total\ of\ Human\ Resources}$	Το κέρδος που αποφέρει κάθε πόρος που χρησιμοποιείται στην παραγωγική διαδικασία	Μικρές πωλήσεις με μεγάλο εργατικό κόστος	Μεγάλες πωλήσεις με μικρό εργατικό κόστος

Πίνακας 2: Τελική Επιλογή Δεικτών

Με την χρήση του εκάστοτε Μαθηματικού Τύπου πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί στο Excel ώστε να υπολογιστούν οι τιμές των δεικτών για τα δυο έτη της μελέτης.

OPE	Expectations	Unit of measurement	2016	2017
Sherborne	↑😊	%	64.20	75.49
Le May	↑😊	%	53.15	62.70
Denmark	↑😊	%	81.11	84.8
Lund	↑😊	%	80.1	83.52
Winsted	↑😊	%	59.33	79.28
Pune	↑😊	%	82.28	88.54
Shanghai	↑😊	%	56.21	58.21
Jakarta	↑😊	%	83.64	85.70
Obram	↑😊	%	52.1	55.6

Πίνακας 2: Οι τιμές του δείκτη OPE

Όπως γίνεται αντιληπτό, στον παραπάνω πίνακα ο συγκεκριμένος δείκτης σημειώνει αύξησή σε όλα τα εργοστάσια, γεγονός που σημαίνει καλύτερη συνολική εικόνα για την κάθε εταιρία ξεχωριστά.

Losses	Expectations	Unit of measurement	2016	2017
Sherborne	↓😊	%	35.80	24.51
Le May	↓😊	%	46.85	37.30
Denmark	↓😊	%	18.89	15.20
Lund	↓😊	%	19.90	16.48
Winsted	↓😊	%	40.67	20.72
Pune	↓😊	%	17.72	11.46
Shanghai	↓😊	%	43.79	41.79
Jakarta	↓😊	%	16.36	14.30
Obram	↓😊	%	47.90	44.40

Πίνακας 3: Οι τιμές του δείκτη Losses

Από την άλλη παρατηρείται μείωση στις απώλειες όπως ήταν και το αναμενόμενο.

Inventory Turnover	Expectations	Unit of measurement	2016	2017
Sherborne	↑😊	%	11,8	16,07
Le May	↑😊	%	5,51	8,87
Denmark	↑😊	%	8,10	5,63
Lund	↑😊	%	9,24	10,62
Winsted	↑😊	%	10,76	14,76
Pune	↑😊	%	8,10	5,63
Shanghai	↑😊	%	11,68	13,20
Jakarta	↑😊	%	8,1	5
Obram	↑😊	%	15,30	12,60

Πίνακας 4: Οι τιμές του δείκτη Inventory Turnover

Στο συγκεκριμένο δείκτη, τη μεγαλύτερη βελτίωση κατέχει το Sherborne το οποίο και τις δυο χρονιές κατείχε υψηλή θέση στην κατάταξη, ενώ αντιστρόφως ανάλογη ήταν η πορεία της Jakarta η οποία σημείωσε αισθητή μείωση σε σχέση με την προηγούμενη χρονιά.

Supplier On Time Delivery Accuracy	Expectations	Unit of measurement	2016	2017
Sherborne	↑😊	%	83.2	86.12
Le May	↑😊	%	86.90	84.92
Denmark	↑😊	%	86.50	83.00
Lund	↑😊	%	87.39	83.66
Winsted	↑😊	%	85.13	85.92
Pune	↑😊	%	75.33	77.77
Shanghai	↑😊	%	84.19	87.82
Jakarta	↑😊	%	93.9	48
Obram	↑😊	%	78.30	80.60

Πίνακας 5: Οι τιμές του δείκτη Supplier On Time Delivery Accuracy

Σε αυτό το μετρό εργοστάσια όπως αυτά στο Sherborne, τη Shanghai και το O Bram σημειώνουν αύξηση επιτυγχάνοντας ένα αρκετά υψηλό σκορ. Από την άλλη, δεν έλειπαν και οι μειώσεις όπως στο εργοστάσια της Jakarta όπου η πτώση του δείκτη ήταν δραματική.

Utilization of Space	Expectations	Unit of measurement	2016	2017
Sherborne	↑😊	kEuro/Sq. meter	3,5	2,70
Le May	↑😊	kEuro/Sq. meter	2,26	2,62
Denmark	↑😊	kEuro/Sq. meter	2,26	2,62
Lund	↑😊	kEuro/Sq. meter	5,40	7,34
Winsted	↑😊	kEuro/Sq. meter	5,28	4,69
Pune	↑😊	kEuro/Sq. meter	2,90	3,32
Shanghai	↑😊	kEuro/Sq. meter	6,18	7,24
Jakarta	↑😊	kEuro/Sq. meter	4,8	4,4
Obram	↑😊	kEuro/Sq. meter	3,70	2,66

Πίνακας 6: Οι τιμές του δείκτη Utilization of Space

Σε αυτόν το δείκτη μόνο το εργοστάσιο του Lund σημειώνει μία σχετικά σημαντική αύξηση ενώ τα υπόλοιπα παρουσιάζουν ανεπαίσθητη άνοδο έως και μείωση. Αυτό είναι κάτι λογικό καθώς τα μέτρα για την βελτίωση της εκμετάλλευσης του χώρου είναι δύσκολο να εντοπιστούν και να εφαρμοστούν.

Rework	Expectations	Unit of measurement	2016	2017
Sherborne	↓😊	%	4,5	4,59
Le May	↓😊	%	4,40	2,04
Denmark	↓😊	%	3,45	3,58
Lund	↓😊	%	4,07	3,78
Winsted	↓😊	%	2,55	2,27
Pune	↓😊	%	3,57	0,89
Shanghai	↓😊	%	3,35	2,23
Jakarta	↓😊	%	7,0	3,8
Obram	↓😊	%	0,96	1,38

Πίνακας 7: Οι τιμές του δείκτη Rework

Με βάση το κριτήριο αυτό, τα εργοστάσια που σημείωσαν πρόοδο είναι του Le May, του Pune και της Jakarta, αφού εκεί εντοπίζεται μείωση των τιμών του δείκτη. Στην αντίθετη περίπτωση κακή απόδοση δείχνουν να έχουν τα εργοστάσια στο Sherborne και στο Obram.

Turnover / Resources	Expectations	Unit of measurement	2016	2017
Sherborne	↑😊	kEuro / Resource	0,18	0,13
Le May	↑😊	kEuro / Resource	0,21	0,33
Denmark	↑😊	kEuro / Resource	0,56	0,51
Lund	↑😊	kEuro / Resource	0,32	0,41
Winsted	↑😊	kEuro / Resource	0,38	0,50
Pune	↑😊	kEuro / Resource	0,21	0,23
Shanghai	↑😊	kEuro / Resource	0,47	0,54
Jakarta	↑😊	kEuro / Resource	0,08	0,09
Obram	↑😊	kEuro / Resource	0,10	0,07

Πίνακας 8: Οι τιμές του δείκτη Turnover / Resources

Στο συγκεκριμένο δείκτη, τη ανοδική πορεία διαγράφουν τα εργοστάσια στο Le May, το Lund, το Winsted και την Shanghai δημιουργώντας ευνοϊκότερες συνθήκες για την επίτευξη του στόχου της κερδοφορίας. Ενώ αντίθετη πορεία δείχνουν να ακολουθούν το Sherborne και το O Bram.

Labour Productivity	Expectations	Unit of measurement	2016	2017
Sherborne	↑☺	k€	23,9	24,71
Le May	↑☺	k€	15,00	24,15
Denmark	↑☺	k€	85,57	65,80
Lund	↑☺	k€	50,86	63,49
Winsted	↑☺	k€	35,93	25,89
Pune	↑☺	k€	11,34	11,43
Shanghai	↑☺	k€	31,37	31,72
Jakarta	↑☺	k€	16,61	16,60
Obram	↑☺	k€	19,85	19,47

Πίνακας 9: Οι τιμές του δείκτη Labour Productivity

Οι μεταβολές αυτού του δείκτη, όπως είναι εμφανές, μπορεί να φτάσουν μεγάλα μεγέθη. Τέτοιο παράδειγμα συναντάται στο Le May και το Lund όπου σημειώνεται αισθητά η άνοδος, ενώ αντίστοιχα μεγάλη μείωση παρουσιάζει το Denmark και το Winsted.

Product Yield / Employee	Expectations	Unit of measurement	2016	2017
Sherborne	↑😊	Product Units / Employee	0,47	0,50
Le May	↑😊	Product Units / Employee	8,18	13,93
Denmark	↑😊	Product Units / Employee	4,97	4,01
Lund	↑😊	Product Units / Employee	6,87	7,07
Winsted	↑😊	Product Units / Employee	0,16	0,15
Pune	↑😊	Product Units / Employee	3,68	7,21
Shanghai	↑😊	Product Units / Employee	1,67	1,80
Jakarta	↑😊	Product Units / Employee	1,01	1,51
Obram	↑😊	Product Units / Employee	0,01	0,01

Πίνακας 10: Οι τιμές του δείκτη Product Yield / Employee

Ο δείκτης αυτός του μάρτυρα το πόσο αποδοτικά συμβάλουν οι εργαζόμενοι στην παραγωγή μίας μονάδας προϊόντος και δείχνει να είναι ευνοϊκός για εργοστάσια όπως το Le May και το Lund που σημειώνουν άνοδο. Ωστόσο, όταν παρουσιάζεται μείωση στις τιμές αυτού του δείκτη, φαίνεται να είναι σχεδόν ανεπαίσθητη (Denmark, Winsted) .

Cost-to Sales	Expectations	Unit of measurement	2016	2017
Sherborne	↓😊	%	0.67	0.74
Le May	↓😊	%	0.84	0.84
Denmark	↓😊	%	0.72	0.65
Lund	↓😊	%	1.00	1.00
Winsted	↓😊	%	0.96	0.88
Pune	↓😊	%	0.88	0.85
Shanghai	↓😊	%	0.60	0.69
Jakarta	↓😊	%	1.13	1.01
Obram	↓😊	%	0.82	1.02

Πίνακας 11: Οι τιμές του δείκτη Cost-to Sales

Σε αυτόν το δείκτη οι μεταβολές είναι πολύ ασθενείς, με το Sherborne, το Denmark και το Winsted να διαγράφουν ανοδική πορεία (με την μείωση της τιμής). Σταθερή ή ελαφρώς καθοδική ήταν η πορεία στα εργοστάσια του Le May, της Shanghai και του Lund.

Throughput	Expectations	Unit of measurement	2016	2017
Sherborne	↑😊	Product Units / Employee	103,00	98,00
Le May	↑😊	Product Units / Employee	1117,00	1753,00
Denmark	↑😊	Product Units / Employee	575,00	443,00
Lund	↑😊	Product Units / Employee	3877,00	3907,00
Winsted	↑😊	Product Units / Employee	31,00	29,00
Pune	↑😊	Product Units / Employee	312,00	577,00
Shanghai	↑😊	Product Units / Employee	276,00	268,00
Jakarta	↑😊	Product Units / Employee	642,00	712,00
Obram	↑😊	Product Units / Employee	8,00	8,00

Πίνακας 12: Οι τιμές του δείκτη Throughput

Ένας ακόμα δείκτης που μπορεί να παρουσιάσει από πολύ μικρές μέχρι πολύ μεγάλες μεταβολές. Στην συγκεκριμένη περίπτωση θετική επίδοση έχουν το Le May, το Pune και η Jakarta τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερη αύξηση στον δείκτη ενώ στον αντίποδα βρίσκονται τα εργοστάσια στο Sherborne και τη Shanghai.

6ο κεφάλαιο

Εφαρμογή πολυκριτηριακής μεθόδου

6.1 Παρουσίαση Εισαγωγής δεδομένων στην Visual PROMETHEE (Academic Edition).

Το Visual PROMETHEE αποτελεί λογισμικό για την επίλυση πολυκριτηριακών προβλημάτων που βασίζεται στις μεθόδους PROMETHEE II.

Η απόκτηση του λογισμικού γίνεται από τη διεύθυνση www.promethee-gaia.net [39]. Στο άνοιγμα του Visual PROMETHEE εμφανίζεται το παράθυρο της Εικόνας 15 στο οποίο φαίνονται τα παρακάτω :

Visual PROMETHEE Academic - unnamed (saved)

File Edit Model Control PROMETHEE-GAIA GDSS GIS Custom Assistants Snapshots Options Help

	Price	Power	Consumption	Habitability	Comfort
Unit	k€	kW	L/100km	5-point	5-point
Cluster/Group					
Preferences					
Min/Max	min	max	min	max	max
Weight	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Preference Fn.	V-shape	Linear	V-shape	Level	Level
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	5	n/a	1,0	0,5
- P: Preference	€ 15,000	30	2,0	2,5	2,5
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics					
Minimum	€ 15,000	50	7,0	1,0	1,0
Maximum	€ 38,000	110	9,0	5,0	5,0
Average	€ 28,083	83	8,2	3,2	3,0
Standard Dev.	€ 7,407	18	0,7	1,3	1,3
Evaluations					
<input checked="" type="checkbox"/> Tourism B	€ 25,500	85	7,0	good	average
<input checked="" type="checkbox"/> Luxury 1	€ 38,000	90	8,5	good	very good
<input checked="" type="checkbox"/> Tourism A	€ 26,000	75	8,0	average	average
<input checked="" type="checkbox"/> Luxury 2	€ 35,000	85	9,0	very good	good
<input checked="" type="checkbox"/> Economic	€ 15,000	50	7,5	bad	very bad
<input checked="" type="checkbox"/> Sport	€ 29,000	110	9,0	very bad	bad

\\All\\Bertrand/

Actions: 6 (6 active) Criteria: 5 (5 active) Scenarios: 1 (1 active) Locale: Belgium [€/€] Saved

Εικόνα 15: Παράθυρο του Visual PROMETHEE

- Το κύριο μενού στο άνω μέρος τους παραθύρου.
- Δύο γραμμές εργαλείων:
 - (1) Η διαχείριση των δεδομένων στην πρώτη γραμμή.
 - (2) Η διαχείριση της ανάλυσης στην δεύτερη γραμμή.
- Το κύριο μέρος του παραθύρου που έχει την μορφή υπολογιστικού φύλλου:
 - Εμφανίζονται τα δεδομένα όπου μπορούν να εισαχθούν και να τροποποιηθούν.
 - Πάνω αριστερά φαίνεται το όνομα του σεναρίου και τα ονόματα των κριτηρίων με τα τσεκαρισμένα να είναι τα ενεργοποιημένα κριτήρια.
 - Το υπολογιστικό φύλλο περιέχει τρία πτυσσόμενα μενού, των **προτιμήσεων** (Preferences), των **στατιστικών** (Statistics) και των **αξιολογήσεων** (Evaluations) :
- **Προτιμήσεις** (Preferences): Για κάθε κριτήριο θα πρέπει να καθοριστούν τα ακόλουθα:
 - Min / max: επιλέγεται εάν το κριτήριο πρέπει να ελαχιστοποιείται ή να μεγιστοποιείται.
 - Βάρος (Weight): εισάγεται το βάρος του κάθε κριτηρίου.
 - Συνάρτηση Προτιμήσεων (Preference Function): επιλέγεται η συνάρτηση των γενικευμένων κριτηρίων.
 - Κατώφλια (Thresholds): επιλέγεται είτε τα κατώφλια να εκφράζονται ως απόλυτα μεγέθη (absolute) είτε ως ποσοστά (percentages).
 - Q: Αδιάφορο κατώφλι (Indifference)
 - P: Κατώφλι προτίμησης (Preference)
 - S: Κατώφλι Gaussian
- **Στατιστικά** (Statistics): Για κάθε κριτήριο υπολογίζονται αυτόματα οι μέγιστες και οι ελάχιστες τιμές, ο μέσος όρος των τιμών και η τυπική απόκλιση.
- **Αξιολογήσεις** (Evaluations): Υπάρχει μία γραμμή για κάθε εναλλακτική λύση.
- Στο κάτω μέρος υπάρχουν οι καρτέλες με τα σενάρια. Η **καρτέλα All** εμφανίζει παράθυρο για ανάλυση πολλών σεναρίων.
- Στο κάτω μέρος του κύριου παραθύρου παρουσιάζεται μια μπάρα με γενικές πληροφορίες που σχετίζονται με το υφιστάμενο πρόβλημα.

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την διαμόρφωση του προβλήματος στο Visual PROMETHEE περιγράφονται ως εξής :

Create a new problem

Number of actions 2

Number of criteria 1

Number of scenarios 1

OK Cancel

Εικόνα 16: Αρχικοποίηση των βασικών συνιστωσών του προβλήματος

Βήμα 1ο: Δημιουργία νέου φύλλου

Εισάγονται οι αριθμοί των εναλλακτικών λύσεων-actions (9 Βιομηχανικές Μονάδες), των κριτηρίων (11 δείκτες) και των σεναρίων (2 έτη).

Βήμα 2ο: Εισαγωγή ονομάτων εναλλακτικών λύσεων

Στην κατηγορία των αξιολογήσεων (evaluations) με διπλό κλικ πάνω στις δράσεις (action 1, action 2, κλπ.) είναι δυνατή η εισαγωγή ονομάτων στις δράσεις.

Action properties

Select Sherborne

Name Sherborne

Shortname A10 ☒ Active

Description This is action action10

Category none

Location

Lat: 0 Long: 0

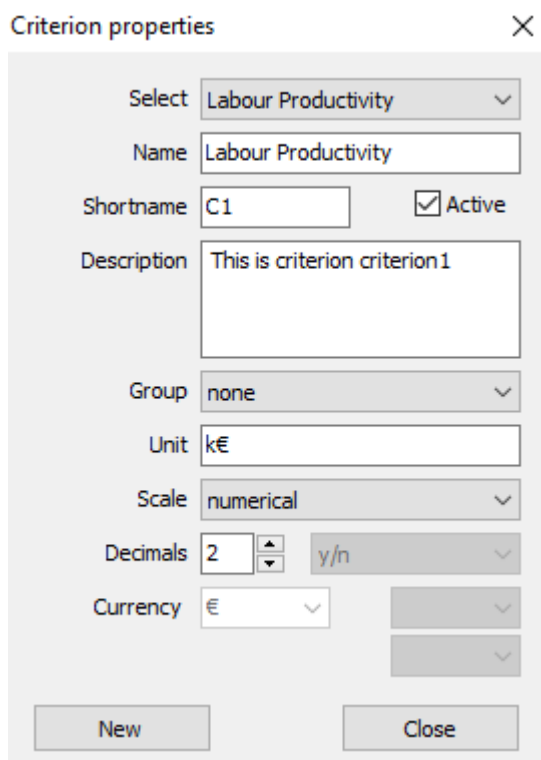
New Delete Close

PROMETHEE
MULTICRITERIA

Εικόνα 17: Εισαγωγή ονομάτων εναλλακτικών λύσεων

Βήμα 3ο: Εισαγωγή ονομάτων κριτηρίων

Με διπλό κλικ πάνω στα κριτήρια γίνεται η μετονομασία τους στους αντίστοιχους αριθμοδείκτες και επιλέγεται η μονάδα μέτρησης (scale) και το πλήθος των δεκαδικών ψηφίων (decimals). Στην προκείμενη περίπτωση οι δείκτες που χρησιμοποιούνται είναι ποσοτικοί και επομένως επιλέγεται το numerical.



Εικόνα 18: Εισαγωγή ονομάτων κριτηρίων

Βήμα 4ο: Εισαγωγή ονομάτων σεναρίων

Γίνεται επιλογή του σεναρίου από τις καρτέλες που βρίσκονται στο κάτω μέρος του παραθύρου και στη συνέχεια με διπλό κλικ στο όνομα του σεναρίου μπορεί να γίνει μετονομασία .

Βήμα 5ο: Συμπλήρωση παραμέτρων της κατηγορίας «Preferences» για κάθε κριτήριο

- Min / max: Όπως φαίνεται και στον Πίνακα Τελικής Επιλογής Δεικτών, υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στα κριτήρια, σχετικά με το αν είναι επιθυμητό να

μεγιστοποιούνται ή να ελαχιστοποιείται. Με διπλό κλικ στην ένδειξη max, που είναι προεπιλεγμένη από το πρόγραμμα, είναι δυνατή η επιλογή της ένδειξης min.

- Βάρος (Weight): Πληκτρολόγηση του βάρους για κάθε κριτήριο
- Συνάρτηση Προτιμήσεων (Preference Function): Με διπλό κλικ στην προεπιλεγμένη συνάρτηση δίνεται η επιλογή της καταλληλότερης. Στην προκείμενη περίπτωση για όλα τα κριτήρια επιλέγεται η κανονική κατανομή (Usual) που σημαίνει ότι και η πιο μικρή διαφορά μεταξύ δύο τιμών του συγκεκριμένου κριτηρίου για δύο εναλλακτικές αποτελεί σημαντική διαφορά. Γι' αυτόν τον λόγο δεν περιλαμβάνει κατώφλια.
- Κατώφλια (Thresholds): Με διπλό κλικ στην παράμετρο μπορεί να επιλεγεί η επιθυμητή παράμετρος. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, για όλα τα κριτήρια επιλέγεται η προεπιλεγμένη παράμετρος absolute.

Οι υπόλοιπες τρεις γραμμές που αναφέρονται με τα γράμματα Q, P και S δεν συμπληρώνονται, δηλαδή έχουν τον συμβολισμό n/a (no answer).

Βήμα 6ο: Συμπλήρωση τιμών κριτηρίων για κάθε εναλλακτική λύση

Σε αυτό το βήμα γίνεται η συμπλήρωση των υπολογισμένων αριθμοδεικτών για κάθε εταιρεία. Αυτές οι τιμές έχουν υπολογιστεί παραπάνω .

Σε αυτό το βήμα γίνεται η συμπλήρωση των υπολογισμένων αριθμοδεικτών για κάθε εταιρεία. Αυτές οι τιμές έχουν υπολογιστεί παραπάνω .

6.2 Παρουσίαση της Εισαγωγής δεδομένων στα Σενάρια.

Η μεθοδολογία PROMETHEE εφαρμόστηκε αρχικά σε όλο το δείγμα των επιχειρήσεων. Κάποιες από αυτές ωστόσο, κυρίως το έτος 2016, δεν είχαν αρχίσει ακόμα να μετράνε κάποιους δείκτες. Σε αυτή την περίπτωση έχει σημειωθεί n/a (not applicable).

Συνεπώς μετά την ολοκλήρωση της παραπάνω διαδικασίας το Υπολογιστικό Φύλλο διαμορφώνεται ως εξής:

2016	Labour Prod...	Product Yiel...	Losses	Supplier on T...	Rework	Throughput	Capacity Utili...	OPE	Inventory T...	Turnover/Re...	Cost-to Sales
Unit	k€	Prod	%	%	%	Prod	k€/m ²	%	Times/Year	k€/Resource	%
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Preferences											
Min/Max	max	max	min	max	min	max	max	max	max	max	max
Weight	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Preference Fn.	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics											
Minimum	11,34	0,01	16,36	75,33	0,96	8,00	2,26	52,10	5,51	0,08	0,60
Maximum	85,57	8,18	46,85	93,90	7,00	3877,00	6,18	83,64	15,30	0,56	1,13
Average	32,27	3,00	31,86	84,54	3,76	771,22	4,03	68,01	9,84	0,28	0,84
Standard Dev.	22,13	2,89	12,63	5,07	1,53	1147,64	1,36	12,77	2,71	0,16	0,17
Evaluations											
<input checked="" type="checkbox"/> Høbjerg	85,57	4,97	18,89	86,50	3,45	575,00	2,26	81,11	8,10	0,56	0,72
<input checked="" type="checkbox"/> Winsted	35,93	0,16	40,67	85,13	2,55	31,00	5,28	59,33	10,76	0,38	0,96
<input checked="" type="checkbox"/> Jakarta	16,61	1,01	16,36	93,90	7,00	642,00	4,80	83,64	8,10	0,08	1,13
<input checked="" type="checkbox"/> Le May	15,00	8,18	46,85	86,90	4,40	1117,00	2,26	53,15	5,51	0,21	0,84
<input checked="" type="checkbox"/> Ogram	19,85	0,01	46,80	78,30	0,96	8,00	3,70	52,10	15,30	0,10	0,82
<input checked="" type="checkbox"/> Lund	50,86	6,87	19,90	87,39	4,07	3877,00	5,40	80,10	9,24	0,32	1,00
<input checked="" type="checkbox"/> Shanghai	31,37	1,67	43,79	84,19	3,35	276,00	6,18	56,21	11,68	0,47	0,60
<input checked="" type="checkbox"/> Pune	11,34	3,68	17,72	75,33	3,57	312,00	2,90	82,28	8,10	0,21	n/a
<input checked="" type="checkbox"/> Sherborne	23,90	0,47	35,80	83,20	4,50	103,00	3,50	64,20	11,80	0,18	0,67

Εικόνα 19: Υπολογιστικό φύλλο Visual PROMETHEE

Σε αυτό το σημείο τονίζεται ότι και για τα δύο σενάρια οι συντελεστές βαρύτητας θεωρούνται οι ίδιοι .

Ως συνάρτηση προτίμησης επιλέγεται η συνάρτηση Usual επειδή θεωρείται ότι η μεταβολή μιας βαθμίδας στην κλίμακα αξιολόγησης είναι πολύ σημαντική.

Στη συνέχεια, λοιπόν, θα γίνει προσπάθεια χρήσης σ' ένα από τα πιο χρήσιμα πλεονεκτήματα της πολυκριτήριας ανάλυσης. Αυτό δεν είναι άλλο από την ενσωμάτωση ετερογενών κριτηρίων με διαφορετικές κλίμακες μέτρησης επιδόσεων στο ίδιο πρόβλημα λήψης αποφάσεων.

Με αυτό τον τρόπο όμως δημιουργείται δυσκολία, στην απευθείας έκφραση σε όρους απόλυτης ωφελιμότητας, των ανά κριτήριο επιδόσεων των διαφόρων εναλλακτικών λύσεων. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα, γίνεται αναγωγή των επιδόσεων κάθε κριτηρίου σε μια τεχνητή κλίμακα, η οποία εκφράζει τη σχετική ωφελιμότητα μεταξύ των επιδόσεων του ίδιου κριτηρίου και ακολουθεί η διαδικασία της «στάθμισης» των κριτηρίων αξιολόγησης.

Διευκρινίζεται ότι με τον όρο στάθμιση περιγράφεται η απόδοση συγκεκριμένων βαρών, τα οποία ουσιαστικά εκφράζουν τη συμβολή του κάθε κριτηρίου στο τελικό αποτέλεσμα. Στη συνέχεια τα βάρη αυτά πολλαπλασιάζονται με τις ανά κριτήριο επιδόσεις των εναλλακτικών λύσεων, για να προκύψει η απόλυτη ωφελιμότητα , των ανά κριτήριο επιδόσεών τους. Η άθροιση του συνόλου των βαρυτικά σταθμισμένων ανά κριτήριο

επιδόσεων, προσδιορίζει τις συνολικές επιδόσεις της κάθε εναλλακτικής [37]. Η επιλογή βαρών όπως είναι φυσικό διαφέρει για κάθε λήπτη απόφασης (scenario) και συμβαδίζει με τις απόψεις και τους στόχους του, σε σχέση με το υπάρχων πρόβλημα.

Ωστόσο, ο βαθμός αυτός υποκειμενικότητας είναι θεμιτός, μιας και ο στόχος της διαδικασίας είναι να ληφθούν υπόψη διαφορετικές οπτικές με στόχο την εύρεση συμβιβαστικών λύσεων μεταξύ των αποφασιζόντων.

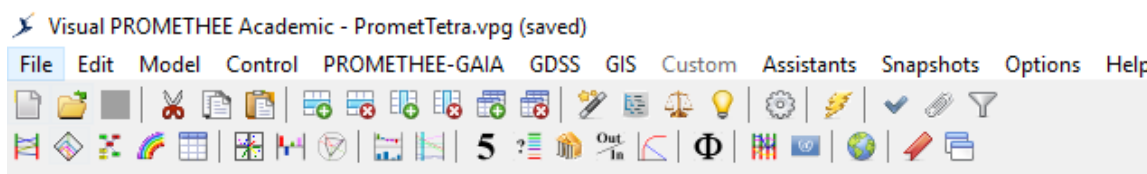
Είναι γεγονός ότι ιδιαίτερα κρίσιμη για την εξαγωγή ορθών αποτελεσμάτων, είναι η αξιοπιστία του αποφασίζοντα σε σχέση με την αποτίμηση της σπουδαιότητας του κάθε κριτηρίου. Άλλωστε, η αξιοπιστία των ληπτών απόφασης, αποτελεί μια από τις σημαντικότερες εγγενείς αδυναμίες όλων των μεθόδων ανάλυσης προβλημάτων ομαδικής λήψης απόφασης.

Κατά συνέπεια είναι ανάγκη να ληφθεί υπ' όψη η λεγόμενη «ουδέτερη άποψη», δηλαδή το αποτέλεσμα της επίλυσης με ίσα βάρη σε όλα τα κριτήρια. Μια τέτοια περίπτωση, αποτελεί το μέτρο σύγκρισης της επίπτωσης των βαρών σε κάθε σενάριο και συμβάλει καθοριστικά στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την ορθότητα τους ως προς την επιλογή τους.

Στην κατεύθυνση της αντιμετώπισης της αμφιβολίας για την αξιοπιστία των ληπτών απόφασης και κατ' επέκταση της αμφιβολίας για την ορθότητα των επιλεγμένων βαρών, είναι απαραίτητη η εκτέλεση «Ανάλυσης Ευαισθησίας» βαρών των κριτηρίων. Το λογισμικό Visual PROMETHEE περιλαμβάνει εργαλεία για τη διευκόλυνση αυτής της κρίσιμης διαδικασίας. Σημειώνεται ότι παρέχεται η δυνατότητα τροποποίησης των βαρών σε οποιοδήποτε στάδιο των επιλύσεων, με άμεση αναπροσαρμογή των αποτελεσμάτων της επίλυσης.

6.3 Παρουσίαση εργαλείων αποτελεσμάτων ανάλυσης λογισμικού Visual PROMETHEE

Το λογισμικό Visual PROMETHEE παρέχει μια πλήρη γκάμα εργαλεία για την ανάλυση των δεδομένων και την κατάταξη των εναλλακτικών, όπως φαίνονται παρακάτω:



Εικόνα 18: Παρουσίαση των εργαλεία ανάλυσης Visual PROMETHEE

Για την ενδεικτική παρουσίαση του λογισμικού, θα χρησιμοποιηθεί το σενάριο του έτους 2016 μέσα από την αξιολόγηση όλων των κριτηρίων όπου τα βάρη θα θεωρηθούν μοναδιαία. Αρχικά, θα παρουσιαστούν οι εναλλακτικοί τρόποι εμφάνισης των αποτελεσμάτων, που διαθέτει το λογισμικό και στη συνέχεια θα εκτελεσθεί η ανάλυση ευαισθησίας, από την οποία θα προκύψει η αναγκαία τροποποίηση των βαρών για κάθε σενάριο.

PROMETHEE Rankings: εμφανίζει σχηματικά την μερική κατάταξη των εταιρειών με βάση τη μέθοδο PROMETHEE I (Partial Ranking) αλλά και την κατάταξη της PROMETHEE II (Complete Ranking).

Για την **μερική κατάταξη** της μεθόδου PROMETHEE I υπάρχουν δύο κάθετοι άξονες με τιμές από 0 μέχρι 1, εκ των οποίων ο αριστερός απεικονίζει την θετική ροή και αυξάνει από κάτω προς τα πάνω ενώ ο δεξιός απεικονίζει τη αρνητική ροή και αυξάνει από πάνω προς τα κάτω. Οι συμβολισμοί που χρησιμοποιεί στο λογισμικό είναι :

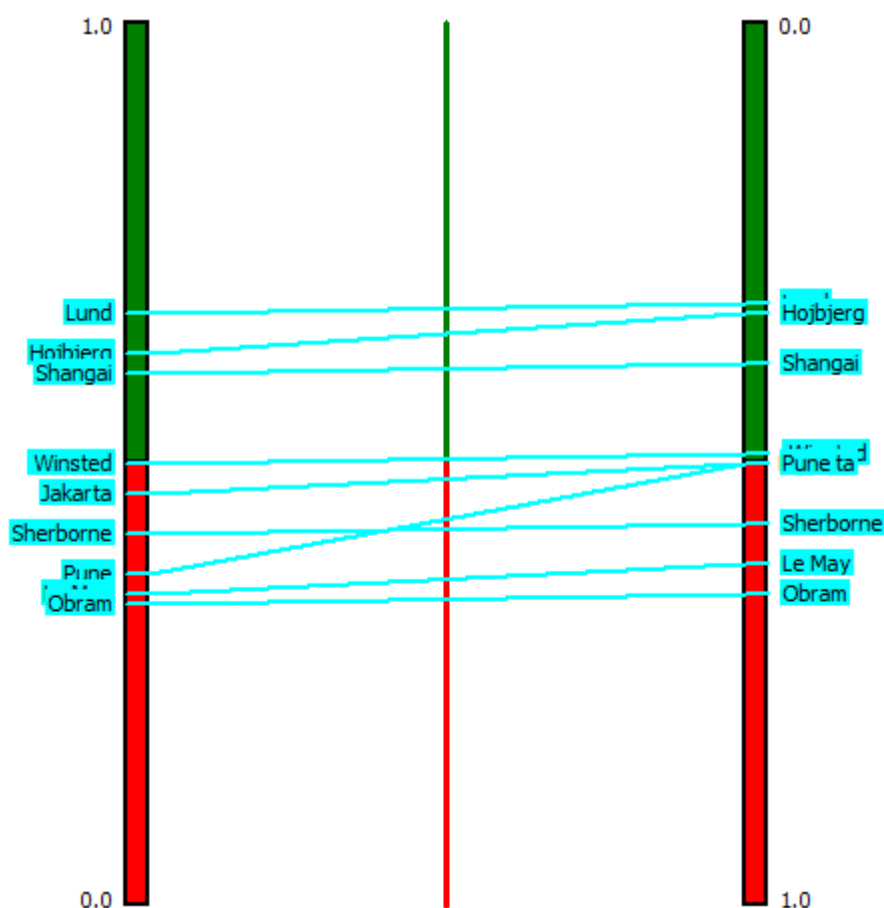
- Φ^+ : ροή εκροής (μέτρο ισχύος) η οποία αναπαριστάται στην αριστερή κατακόρυφη στήλη με τις βέλτιστες τιμές (max) προς τα πάνω και τις χειρότερες προς τα κάτω
- Φ^- : ροή εισροής (μέτρο αδυναμίας) η οποία αναπαριστάται στη δεξιά κατακόρυφη στήλη με τις βέλτιστες τιμές (min) προς τα πάνω και τις χειρότερες προς τα κάτω.

Ο άξονας που βρίσκεται ανάμεσα στους δυο παραπάνω αναπαριστά την καθαρή ροή Φ .

Υπενθυμίζεται ότι όσο πιο μεγάλη είναι η θετική ροή τόσο μεγαλύτερη η υπεροχή μιας Βιομηχανικής Μονάδας και όσο μικρότερη είναι η αρνητική ροή τόσο μικρότερη είναι η υστέρηση της έναντι των άλλων. Επομένως είναι επιθυμητή **η μεγάλη θετική ροή και η μικρή αρνητική ροή.**

Η μερική κατάταξη των λύσεων παρουσιάζεται με τη χάραξη μιας γραμμής για κάθε εναλλακτική, ανάμεσα στη Φ^+ της αριστερής στήλης και τη Φ^- της δεξιάς. Όταν μια γραμμή βρίσκεται υψηλότερα από μια άλλη σημαίνει πως η εναλλακτική που αντιστοιχεί στην πρώτη προτιμάται από την εναλλακτική που αντιστοιχεί στη δεύτερη, ενώ όταν δύο γραμμές διασταυρώνονται τότε οι αντίστοιχες εναλλακτικές είναι μη συγκρίσιμες με την PROMETHEE I.

Με βάση τα παραπάνω οι εναλλακτικές O Bram και Sherborne είναι χειρότερες από τις υπόλοιπες ενώ ως καλύτερη παρουσιάζεται η Lund. Η μερική κατάταξη της PROMETHEE I είναι ενδιαφέρουσα γιατί δίνει έμφαση στις εναλλακτικές λύσεις που είναι δύσκολο να συγκριθούν, βοηθώντας το λήπτη απόφασης να επικεντρωθεί σε αυτές.

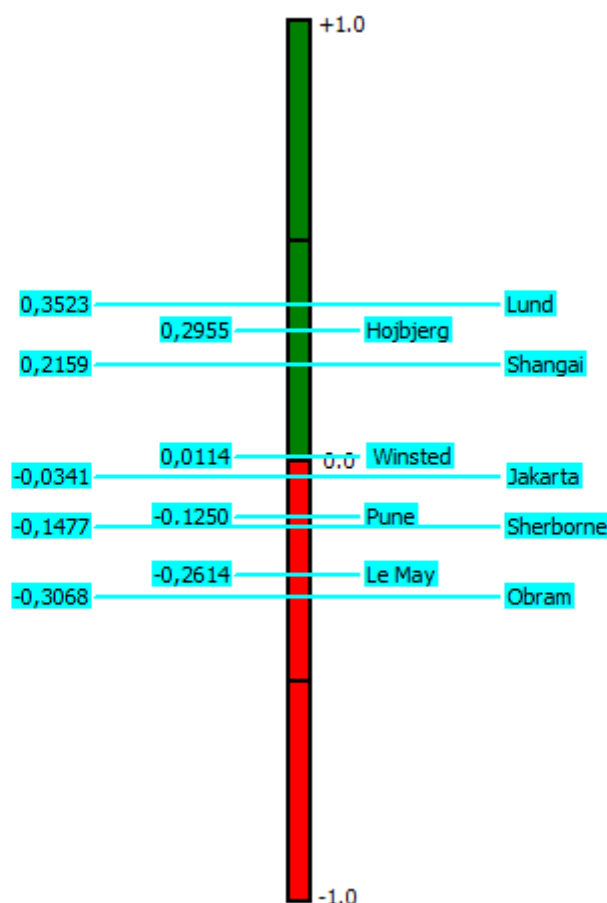


Εικόνα 19: Μερική κατάταξη εναλλακτικών με βάση τη μέθοδο PROMETHEE I

Σχετικά με την **ολική κατάταξη**, υπάρχει ένας μόνο άξονας ο οποίος απεικονίζει την καθαρή ροή με τιμές από -1 (κάτω άκρη) μέχρι 1 (πάνω άκρη).

Η πλήρης κατάταξη της μεθόδου PROMETHEE II , βασίζεται στην καθαρή ροή Φ_i , η οποία υπολογίζεται από τη σχέση: $\Phi_i = (\Phi_i^+) - (\Phi_i^-)$, με $-1 < \Phi_i < 1$. Το άνω τμήμα της στήλης αντιστοιχεί στα θετικά αποτελέσματα της Φ_i και το κάτω στα αρνητικά, άρα κάθε εναλλακτική είναι καλύτερη από όσες βρίσκονται κάτω από αυτή και χειρότερη από όσες βρίσκονται από πάνω της.

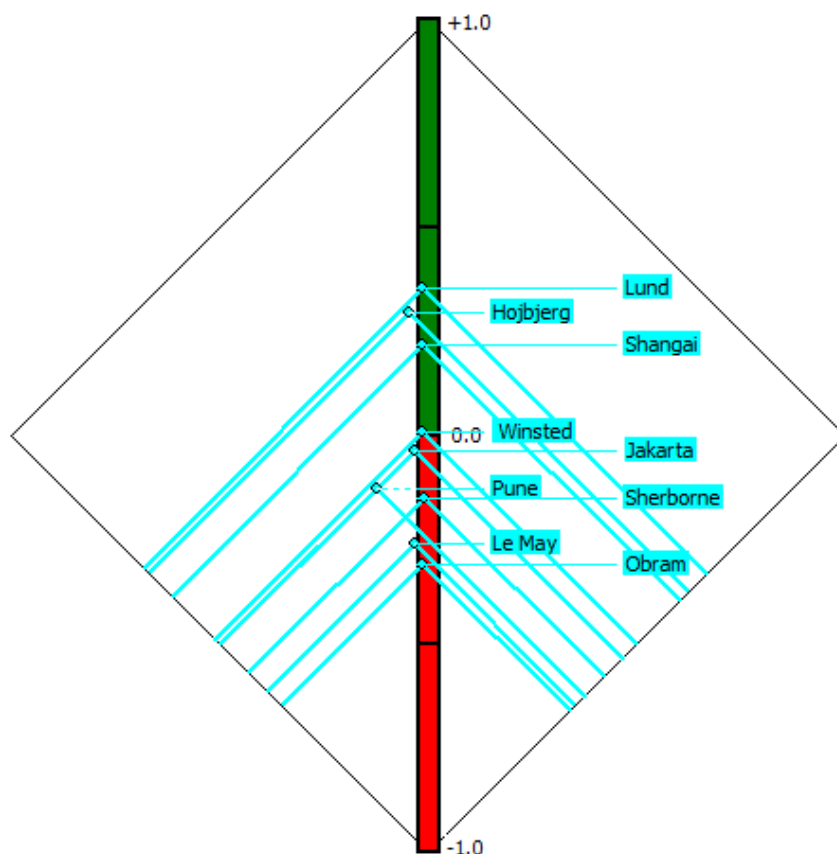
Όπως φαίνεται, λοιπόν , και παρακάτω οι εναλλακτικές Ogram και Le May συγκεντρώνουν αρνητικό σκορ και είναι εμφανώς χειρότερες από τις υπόλοιπες, ενώ το Lund παρουσιάζει την καλύτερη επίδοση.



Εικόνα 20: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II

Σημειώνεται ότι η πλήρης κατάταξη της PROMETHEE II δε δίνει πληροφορίες σχετικά με τη συγκρισιμότητα ή μη των εναλλακτικών λύσεων, αλλά παρέχει μια ξεκάθαρη εικόνα προτίμησης, με βάση τα υπολογιζόμενα σκορ της κάθε εναλλακτικής. Επομένως πλεονεκτεί σε σχέση με τη μερική κατάταξη κατά PROMETHEE I, ως προς το ότι παρέχει απόλυτη κατάταξη των εναλλακτικών λύσεων με τρόπο απλό και κατανοητό και μειονεκτεί ως προς το ότι δεν παρέχει ποιοτικές πληροφορίες για την κατάταξη αυτή.

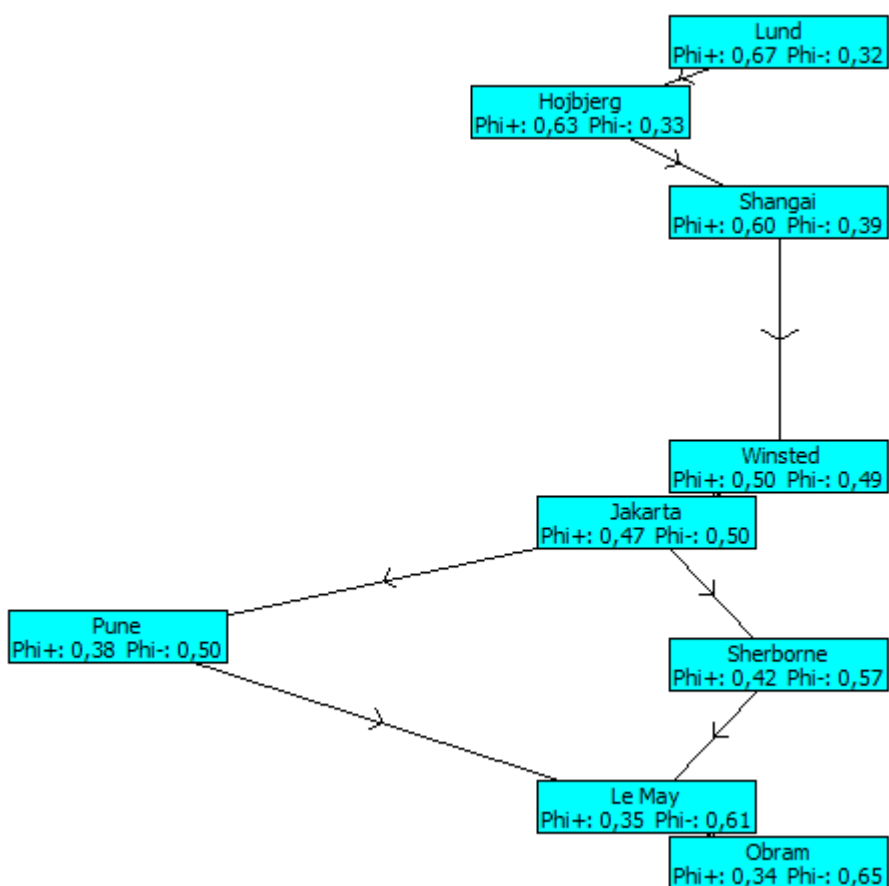
PROMETHEE Diamond: αποτελεί δισδιάστατη κοινή εναλλακτική απεικόνιση της κατάταξης των δύο μεθόδων PROMETHEE I και II στο δυσδιάστατο χώρο. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων γίνεται επί ενός τετραγώνου στραμμένου κατά 45°, έτσι ώστε η κατακόρυφη στήλη να παρέχει το σκορ της καθαρής ροής Φ . Τα σκορ της Φ^+ αυξάνουν από την αριστερή κορυφή του στραμμένου τετραγώνου προς την πάνω κορυφή του, δηλαδή παράλληλα της ΔΑ ενώ τα σκορ της Φ^- αυξάνουν από την αριστερή κορυφή του στραμμένου τετραγώνου προς την κάτω κορυφή του, δηλαδή παράλληλα της ΔΓ. Για κάθε δράση σχηματίζεται ένας κώνος από την θέση τους μέσα στο τετράγωνο. Πλεονέκτημα αυτής της ανάλυσης είναι η ευκολία απεικόνισης της εγγύτητας μεταξύ των τιμών των θετικών και αρνητικών ροών όλων των δράσεων. Η κορυφή του κώνου τοποθετείται στο σημείο με συντεταγμένες (Φ^+ ; Φ^-), δηλαδή στο Α είναι η Φ^+ και στο Γ η Φ^- . Όταν ένας κώνος επικαλύπτει έναν άλλο, αυτό σημαίνει ότι η εναλλακτική που του αντιστοιχεί είναι προτιμότερη από την άλλη στην μερική κατάταξη PROMETHEE I, ενώ τεμνόμενοι κώνοι αντιστοιχούν σε μη συγκρίσιμες εναλλακτικές.



Εικόνα 21: PROMETHEE Diamond: Κοινή παρουσίαση κατάταξης εναλλακτικών με βάση τις μεθόδους PROMETHEE I & II










Συνεπώς, προκύπτει ,με διαφορετικό τρόπο απεικόνισης, ότι το Ogram και το Le May είναι συγκεντρώνουν το χαμηλότερο σκορ, ενώ το Lund λαμβάνει την καλύτερη κατάταξη .

PROMETHEE Network : είναι ένας επιπλέον τρόπος αναπαράστασης της μερικής κατάταξης της PROMETHEE I. Οι εναλλακτικές λύσεις αναπαριστώνται με κόμβους και σχεδιάζονται βέλη τα οποία υποδεικνύουν τις προτιμήσεις. Οι κόμβοι τοποθετούνται σε σχετικές θέσεις που αντιστοιχούν στην PROMETHEE Diamond, έτσι ώστε η εγγύτητα μεταξύ των ροών προτίμησης να εμφανίζεται ξεκάθαρα και να είναι πολύ εύκολη η ανίχνευση των εναλλακτικών που είναι μη συγκρίσιμες μεταξύ τους. Οι Ogram και Le May είναι εμφανώς οι χειρότερες επιλογές, ενώ το Lund εμφανίζουν το καλύτερο σκορ θετικής ροής Phi+ και ελάχιστα δυνατό σκορ αρνητικής ροής Phi-.



Εικόνα 22: PROMETHEE Network : Κατάταξη εναλλακτικών με βάση τη μέθοδο PROMETHEE I

PROMETHEE Table: Αυτό το εργαλείο ανάλυσης εμφανίζει σε πίνακα την σειρά κατάταξης των εναλλακτικών και έπειτα για κάθε εναλλακτική την θετική, αρνητική και καθαρή ροή (Phi+, Phi-, Phi).

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund		0,3523	0,6705	0,3182
2	Hojbjerg		0,2955	0,6250	0,3295
3	Shangai		0,2159	0,6023	0,3864
4	Winsted		0,0114	0,5000	0,4886
5	Jakarta		-0,0341	0,4659	0,5000
6	Pune		-0,1250	0,3750	0,5000
7	Sherborne		-0,1477	0,4205	0,5682
8	Le May		-0,2614	0,3523	0,6136
9	Obram		-0,3068	0,3409	0,6477

Εικόνα 23: PROMETHEE Table: Πίνακας ροών εναλλακτικών λύσεων Phi ,Phi+ και Phi-

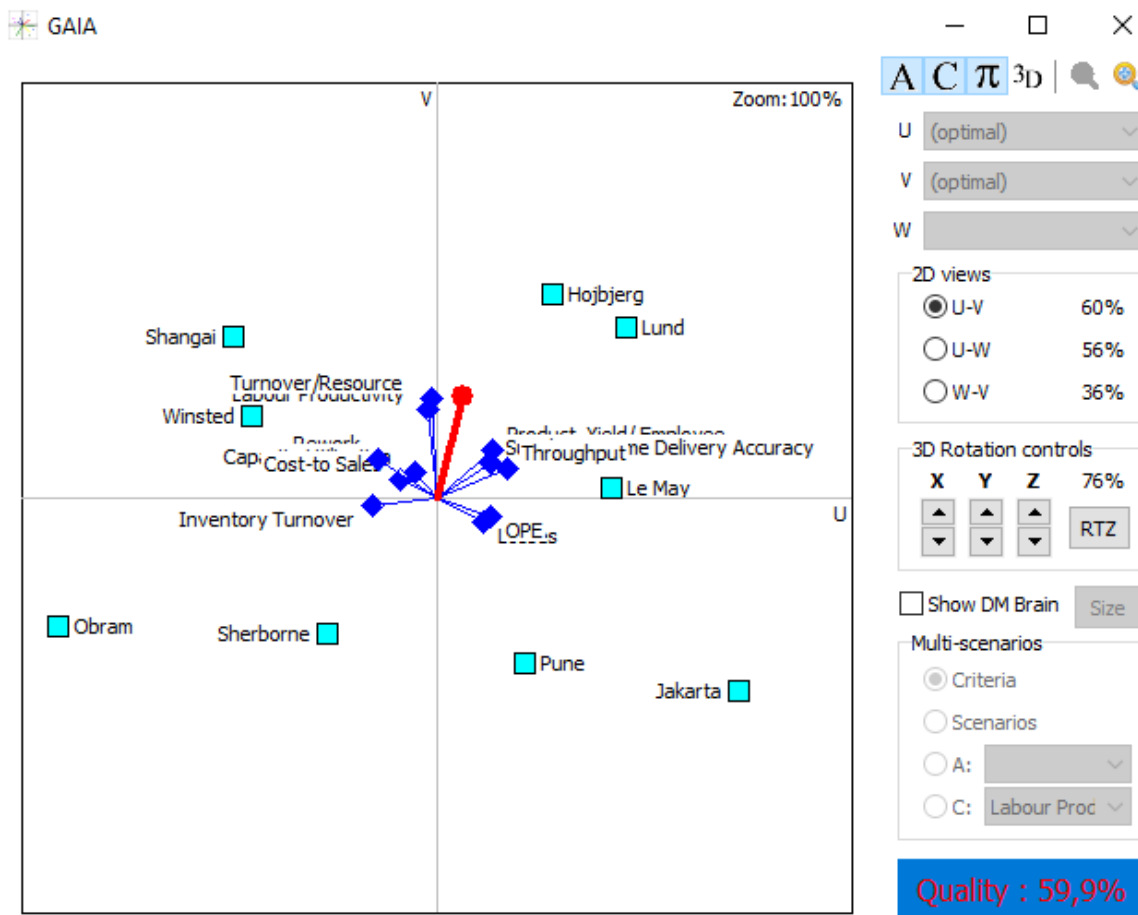
Εκτός από τους τρόπους εμφάνισης των παραπάνω αποτελεσμάτων, το λογισμικό περιλαμβάνει και το βοήθημα **GAIA** (Geometrical Analysis for Interactive Assistance)

Το GAIA Plane Visual Analysis, συνήθως, αποτελεί το πρώτο βήμα σε μια διαδικασία ανάλυσης καθώς βοηθάει στην καλύτερη κατανόηση του προβλήματος. Αυτή η μέθοδος οπτικής αποτύπωσης των αποτελεσμάτων, παρέχει πληροφορίες σχετικά με το συγκρουόμενο χαρακτήρα των κριτηρίων και την επίδραση των βαρών των κριτηρίων στα τελικά αποτελέσματα της ανάλυσης [38].

Για να θεωρείται αξιόπιστη η ανάλυση απαιτείται η ποιότητα των πληροφοριών να είναι πάνω από 70%. Στην συγκεκριμένη μελέτη το ποσοστό που συγκεντρώθηκε ήταν σχεδόν 60%, ένα ποσοστό το οποίο δεν μπορεί να θεωρηθεί ανησυχητικό αφού απέχει πολύ λίγο από το έγκυρο, ωστόσο πρέπει να ληφθεί υπόψιν ότι δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα από αυτή την οπτική αποτύπωση των αποτελεσμάτων. Αυτό φαίνεται και από το μήκος του άξονα απόφασης το οποίο δεν είναι αρκετά μεγάλο, ώστε να εξασφαλίζει υψηλού βαθμού αξιοπιστία.

Η παρουσίαση που εμφανίζει τις περισσότερες πληροφορίες είναι του επιπέδου U-V, το οποίο παρουσιάζει:

- ✓ τις εναλλακτικές με τη χρήση σημείων,
- ✓ τα κριτήρια με τη χρήση αξόνων και
- ✓ τα βάρη των κριτηρίων με τη χρήση αξόνων απόφασης .



Εικόνα 24: GAIA Visual Analysis: Εναλλακτικές-Κριτήρια-Άξονας Απόφασης

Η θέση των σημείων των εναλλακτικών σχετίζονται με την αξιολόγησή τους βάση των κριτηρίων, με αποτέλεσμα οι εναλλακτικές με κοντινό προφίλ να βρίσκονται κοντά η μια στην άλλη, όπως για παράδειγμα η Shanghai και το Winsted. Αντίθετα, εκείνες που διαφέρουν πολύ μεταξύ τους να βρίσκονται σε απόσταση όπως η Hojbjerg και το Ogram.

Οι άξονες των κριτηρίων περνάνε από το κέντρο του επιπέδου και ο προσανατολισμός τους δείχνει την σχέση μεταξύ των κριτηρίων.

Αντικρουόμενα κριτήρια έχουν άξονες με αντίθετο προσανατολισμό, όπως το Rework και το OPE. Από την άλλη κριτήρια που εκφράζουν παρόμοιες προτιμήσεις έχουν άξονες οι οποίοι βρίσκονται κοντά ο ένας στον άλλο (Turnover Resource και Labour Productivity). Επιπλέον, ο προσανατολισμός των αξόνων των κριτηρίων δείχνει που βρίσκονται στο επίπεδο οι καλύτερες εναλλακτικές.

Όσον αφορά τον **άξονα απόφασης**, η θέση των εργοστασίων (actions) σε σχέση με τους άξονες των κριτηρίων υποδεικνύει πόσο καλή είναι η επίδοση τους στο κάθε κριτήριο. Επίσης σημαντικό ρόλο παίζει και το μήκος του άξονα κάθε κριτηρίου, καθώς όσο μεγαλύτερο είναι αυτό, τόσο πιο διακριτό είναι το κριτήριο. Η διακριτότητα ενός κριτηρίου εξαρτάται από τη σχέση, του εύρους των τιμών των επιδόσεων των διαφόρων εναλλακτικών με τα κατώφλια που έχουν τεθεί, δηλαδή εκφράζει τη σπουδαιότητα των διακυμάνσεων των επιδόσεων για ένα κριτήριο. Με άλλα λόγια όλα έχουν τη συμβολή τους αυτά με το μεγαλύτερο μήκος περισσότερο και αυτά με το μικρότερο λιγότερο. Σημειώνεται πως η διακριτότητα και το βάρος ενός κριτηρίου είναι διαφορετικά πράγματα.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η κατεύθυνση των αντίστοιχων αξόνων. Για τις ανάγκες της παρουσίασης επιλέχτηκε τυχαία το κριτήριο Labour Productivity, που είναι προσανατολισμένο προς τα αριστερά. Αυτό σημαίνει ότι όσο περισσότερο βρίσκεται ένα εργοστάσιο προς τα αριστερά, τόσο καλύτερο είναι σε σχέση με το κριτήριο αυτό.

Με βάση αυτή την θεωρία και την παρατήρηση της προηγούμενης εικόνας :

- Οι Βιομηχανικές Μονάδες στη Shanghai, το Winsted, το Sherborne και το O Bram παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα παραγωγικότητας, εφόσον βρίσκονται αριστερά στο GAIA Plane.
- Από την άλλη εργοστάσια όπως το Le May και η Jakarta, που βρίσκονται στα δεξιά της εικόνας, έχουν χαμηλή επίδοση στο κριτήριο αυτό.

Το Visual PROMETHEE επιβεβαιώνει την παραπάνω διαπίστωση επιλέγοντας με Right-Click → Show axis/κριτήριο στο GAIA Visual Analysis. Όπως φαίνεται παρακάτω, χαράζεται μια

γραμμή κατά μήκος του άξονα του κριτηρίου που επιλέχθηκε, ο οποίος είναι προσανατολισμένος. Με διακεκομμένες αναπαριστώνται οι προβολές του συνόλου των εναλλακτικών στον άξονα αυτό. Και σε αυτή την περίπτωση, οι "καλύτερες" τιμές βρίσκονται στα δεξιά και οι "χειρότερες" στα αριστερά, σύμφωνα με τον προσανατολισμό του άξονα κριτηρίου.

Κάθε ενέργεια προβάλλεται ορθογώνια στην κατεύθυνση του κριτηρίου. Οι προβολές δείχνουν την σχετική επίδοση των εργοστασίων στο επιλεγμένο κριτήριο. Η απόσταση από το κριτήριο στην προκειμένη δεν παίζει κάποιο ρόλο. Αυτό, όμως, που μετράει στη σχέση της κάθε εναλλακτικής με το συγκεκριμένο κριτήριο, είναι η θέση της προβολής των εναλλακτικών στο σχηματιζόμενο άξονα.

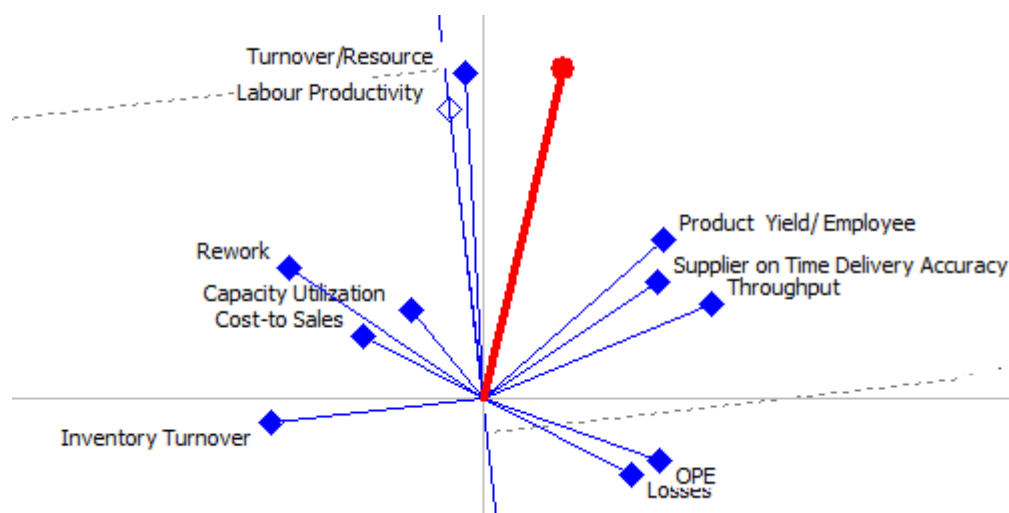


Εικόνα 25: GAIA Visual Analysis

Τέλος, η αναπαράσταση των βαρών που έχουν τεθεί στα διάφορα κριτήρια αξιολόγησης γίνεται με τον άξονα απόφασης (Decision Axis), τον παχύ κόκκινο άξονα που ξεκινά από το σημείο τομής των αξόνων U-V. Πρακτικά απεικονίζει την κατεύθυνση της πλήρους κατάταξης της μεθόδου PROMETHEE II και δείχνει ποια κριτήρια βρίσκονται σε συμφωνία με αυτή και ποια όχι. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, σύμφωνα με το Gaia Plane που φαίνεται παραπάνω θα προτεινότουσαν εργοστάσια με καλή επίδοση στα κριτήρια όπως Product yield per Employ, Throughput και Supplier Accuracy και πιθανή κακή επίδοση στα κριτήρια όπως Inventory Turnover και OPE .

Αδιαμφισβήτητα, ο άξονας απόφασης είναι πολύ χρήσιμος. Από την μια, βοηθάει στην ανάδειξη των εναλλακτικών που προκρίνονται με βάση το σκετ βαρών που έχει επιλεγεί, από την άλλη όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος του, τόσο πιο αξιόπιστα είναι τα αποτελέσματα της ανάλυσης. Στην πράξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βρεθεί ένα σκετ βαρών και να βοηθήσει στην κατάλληλα αναπροσαρμογή αυτών.

Η τροποποίηση των βαρών, επιφέρει μεταβολή μόνο στον άξονα απόφασης και όχι στα σημεία των εναλλακτικών και στους άξονες των κριτηρίων. Όταν τα βάρη της ανάλυσης οριστικοποιηθούν, θα πρέπει να επιλέγει η εναλλακτική που «συμμορφώνεται» καλύτερα στην κατεύθυνσή του άξονα απόφασης, όσο το δυνατόν πιο μακριά από το κέντρο των αξόνων.

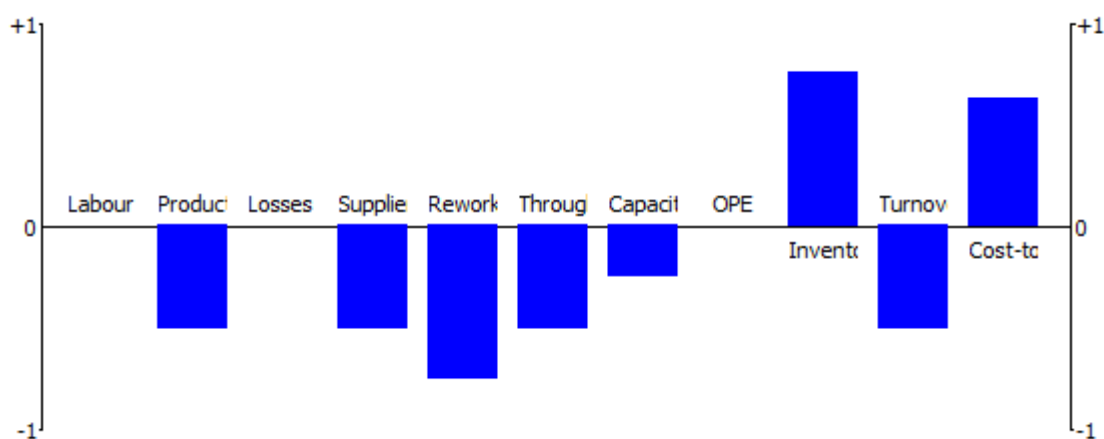


Εικόνα 26: GAIA Visual Analysis: Κριτήρια-Άξονας Απόφασης σε μεγέθυνση

Action Profiles: Οι θέσεις των εργοστασίων στο GAIA plane σχετίζονται άμεσα με τα προφίλ που παρουσιάζουν. Ωστόσο, το εργαλείο αυτό έχει περιορισμένο ποιοτικό επίπεδο και μπορεί να υπάρξουν ορισμένες στρεβλώσεις.

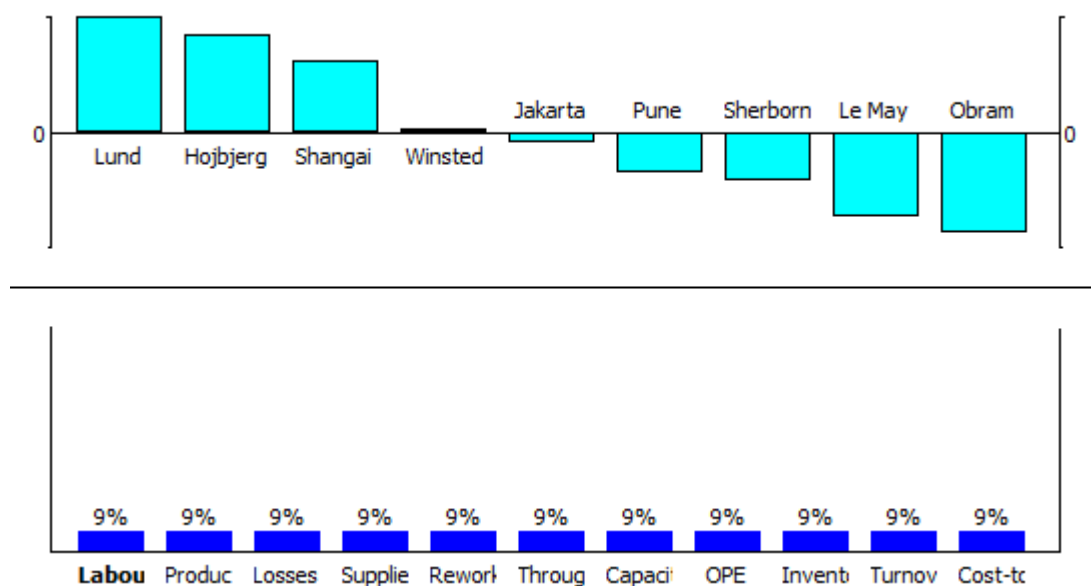
Στον οριζόντιο άξονα βρίσκονται τα κριτήρια και στο κατακόρυφο οι στήλες με τις τιμές των κριτηρίων. Ο κάθετος άξονας έχει τιμή από -1 μέχρι 1. Ενώ με γκρι χρώμα εμφανίζεται και η καθαρή ροή της δράσης.

Η διαδικασία μεταβολής των βαρών και προσδιορισμού των επιπτώσεων που αυτή επιφέρει στα αποτελέσματα της αξιολόγησης ονομάζεται **ανάλυση ευαισθησίας** και μπορεί να μεταβάλει σημαντικά τα αρχικά συμπεράσματα. Γι' αυτό και είναι απαραίτητη πριν την οριστικοποίηση της τελικής απόφασης κατά τη διερεύνηση οποιουδήποτε προβλήματος [38].

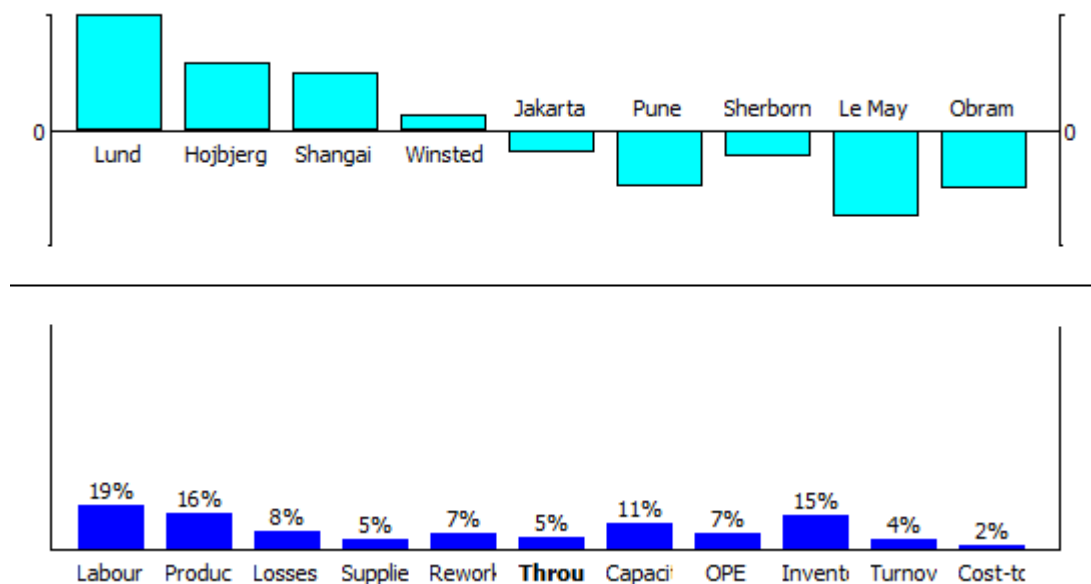


Εικόνα 27:Αναπαράσταση του διαγράμματος Action Profiles

Walking Weights : εμφανίζεται ένα παράθυρο στο οποίο είναι δυνατή η μεταβολή των βαρών των κριτηρίων με ταυτόχρονη οπτική αναπαράσταση των αλλαγών αυτών στην ανάλυση. Το παράθυρο χωρίζεται σε δύο διακριτά τμήματα. Στο κάτω τμήμα του, μεταβάλλονται τα σχετικά (ποσοστιαία) βάρη των κριτηρίων και στο πάνω τμήμα γίνεται αναπαράσταση με τη μορφή στηλών, της καθαρής ροής Phi που προκύπτει από τη μέθοδο PROMETHEE II για τις διάφορες εναλλακτικές.



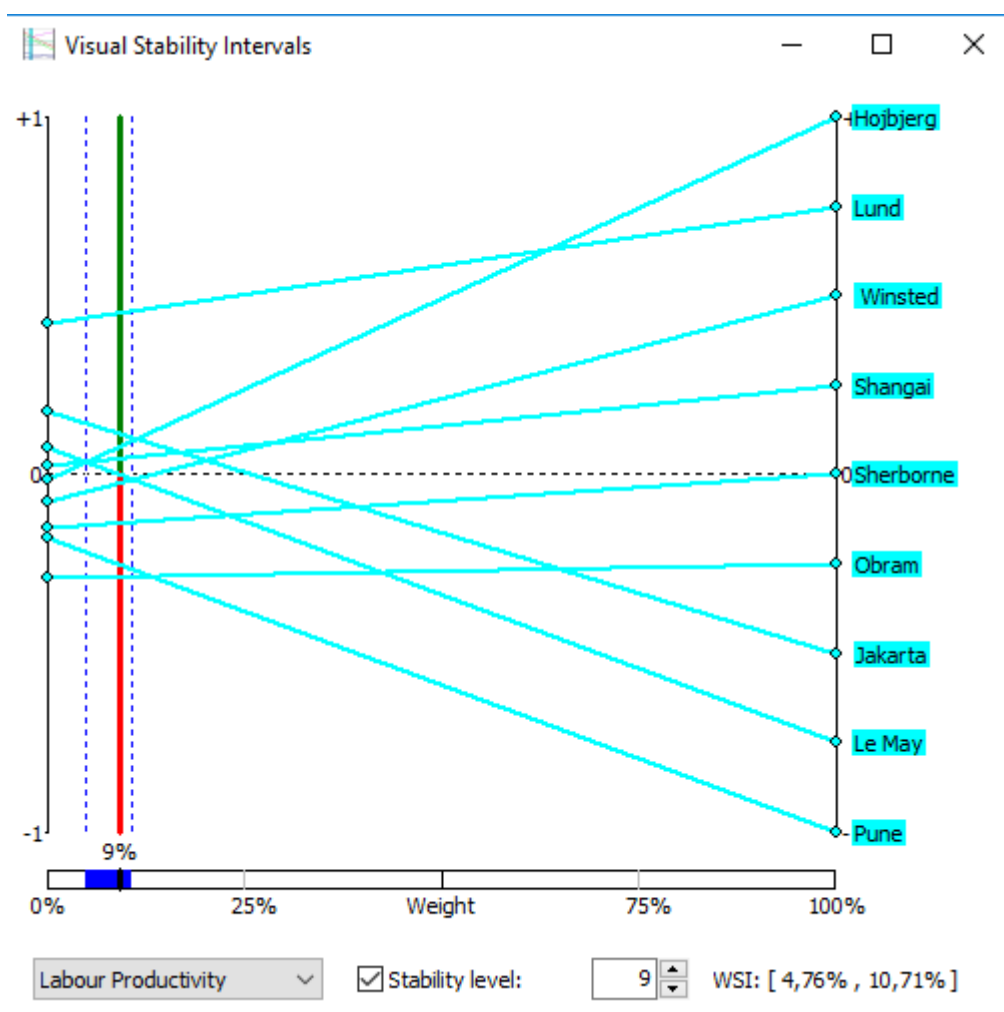
Εικόνα 28: Αναπαράσταση του διαγράμματος Walking Weights: Ίσα βάρη σε όλα τα κριτήρια



Εικόνα 29: Αναπαράσταση του διαγράμματος Walking Weights: Τυχαία μεταβολή βάρους κριτηρίων

Ακολουθώντας, το παράθυρο του **Visual Stability Intervals** επιτρέπει την εύκολη μεταβολή στα βάρη των κριτηρίων άλλα και τον άμεσο εντοπισμό των αλλαγών όσων αφορά τα συμπεράσματα της ανάλυσης.

Επιπλέον το εργαλείο αυτό παρουσιάζει κατά πόσο η κατάταξη που έχει διαμορφωθεί επηρεάζεται από τα βάρη των κριτηρίων.



Εικόνα 30: Visual Stability Intervals

Ο οριζόντιος άξονας αντιστοιχεί στα ποσοστιαία βάρη των κριτηρίων, ενώ ο κατακόρυφος, χρώματος κόκκινου-πράσινου, στην καθαρή ροή Phi της μεθόδου PROMETHEE II. Από το αναδυόμενο μενού επιλέγεται το κριτήριο Labour Productivity και για κάθε εναλλακτική εμφανίζεται μια γαλάζια γραμμή, που εκφράζει τις μεταβολές της Phi για τις διάφορες τιμές βάρους του κριτηρίου αξιολόγησης. Οι δύο κατακόρυφες διακεκομμένες, που εμφανίζονται με το τσεκάρισμα της επιλογής Stability level, προσδιορίζουν το διάστημα βαρών μέσα στο οποίο δε μεταβάλλεται η πρώτη στην κατάταξη της PROMETHEE II εναλλακτική. Με βάση το παραπάνω σχήμα παρατηρείται ότι τα σκορ των Pune και Le May συγκεντρώνουν χαμηλή βαθμολογία όταν το βάρος του κριτηρίου που επιλέχτηκε αυξάνεται. Αντίθετα, το

σκορ του Hojbjerg δείχνει να είναι η καλύτερη εναλλακτική για ποσοστιαία βάρη στο κριτήριο αυτό από 4.76% έως 10.71%.

7ο κεφάλαιο

Μελέτη περίπτωσης των μονάδων του ομίλου με το λογισμικό Visual PROMETHEE.

Στο κεφάλαιο αυτό θα πραγματοποιηθεί κατάταξη των επιχειρήσεων για τα έτη 2016-2017 σύμφωνα με το λογισμικό που επιλέχθηκε για οκτώ διαφορετικά σενάρια, τα οποία φαίνονται και στον Πίνακα 51.

Κατηγορίες Κριτηρίων	Περιεχόμενο Κατηγοριών
ΌΛΑ	Όλα τα κριτήρια με τα βάρη να συμμετέχουν ισόποσα
>3%	Losses, Capacity Utilization, Turnover/Resource
>2%	Losses, Delivery Accuracy, Capacity Utilization, Inventory Turnover, Turnover/Resource
1 ^η ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ (Use of Labour)	Labour Productivity, Prod Yield/Employee, Losses
2 ^η ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ(Lead Time Index & Res)	Delivery Accuracy
3 ^η ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ(Quality Index)	Rework
4 ^η ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ(Increasing Efficiency)	Throughput, Capacity Utilization, OPE
5 ^η ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ(Red cost & IncProf)	Inventory Turnover, Turnover/Resource, Cost-to Sales ratio

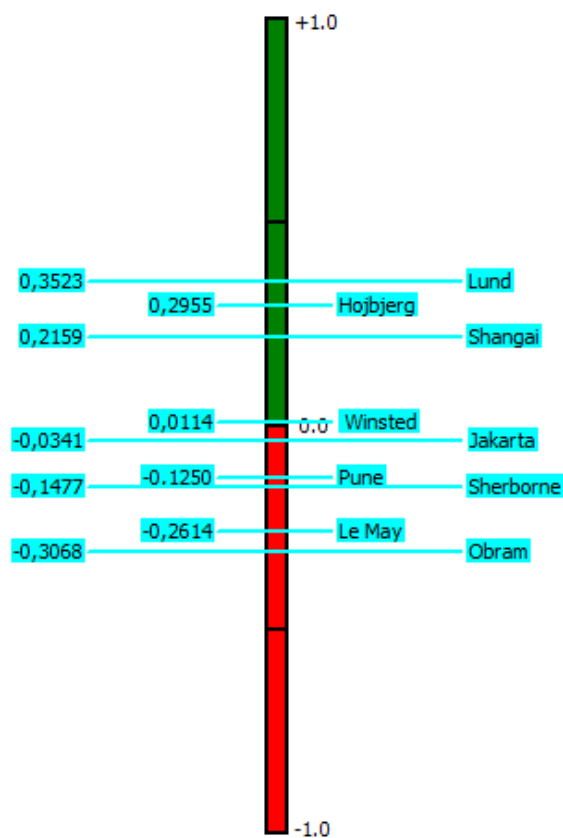
Πίνακας 51:Κατάλογος Κριτηρίων

Το πώς προέκυψε το κάθε ένα από αυτά περιγράφεται αναλυτικά στις παραγράφους που ακολουθούν

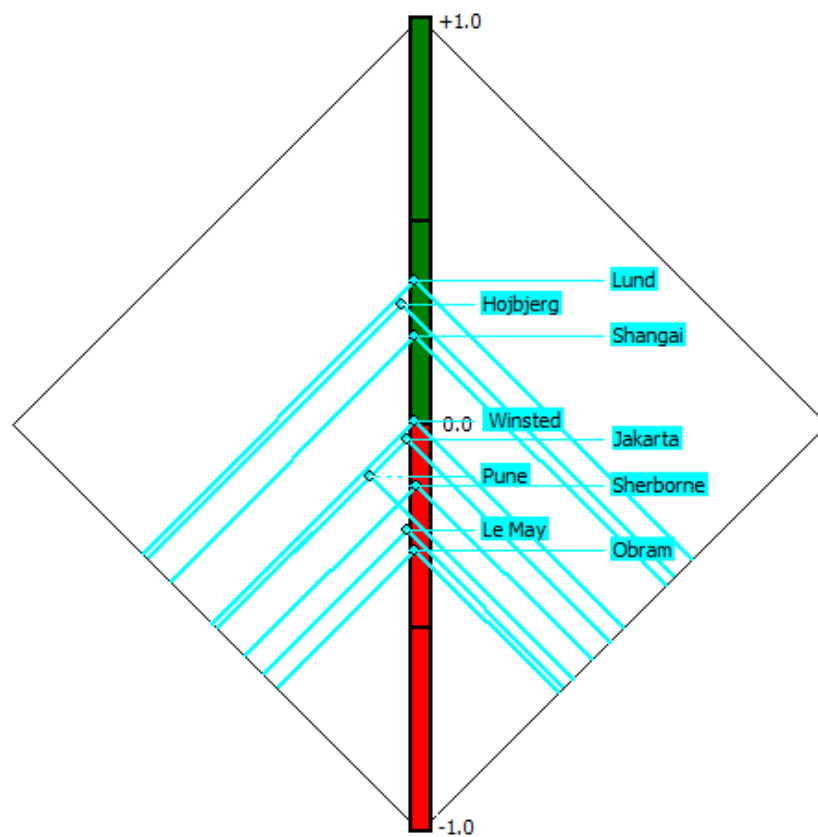
7.1 Περίπτωση 1η: Κατάταξη με Όλα τα Κριτήρια

Εφόσον έχουν εισαχθεί όλα τα στοιχεία στον πίνακα εισαγωγής , πλέον είναι εφικτή η κατάταξή τους με βάση τα πρότυπα PROMETHEE I και PROMETHEE II. Επειδή γίνεται συνολική κατάταξη επιλέχθηκε από το μενού η εξαγωγή των αποτελεσμάτων για τις κατατάξεις PROMETHEE, δηλαδή η επιλογή “Promethee Rankings”. Παρακάτω περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία :

Έτσι λοιπόν για το **έτος 2016** τα αποτελέσματα της ανάλυσης είναι τα εξής :



Εικόνα 31: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με όλα τα κριτήρια με τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016

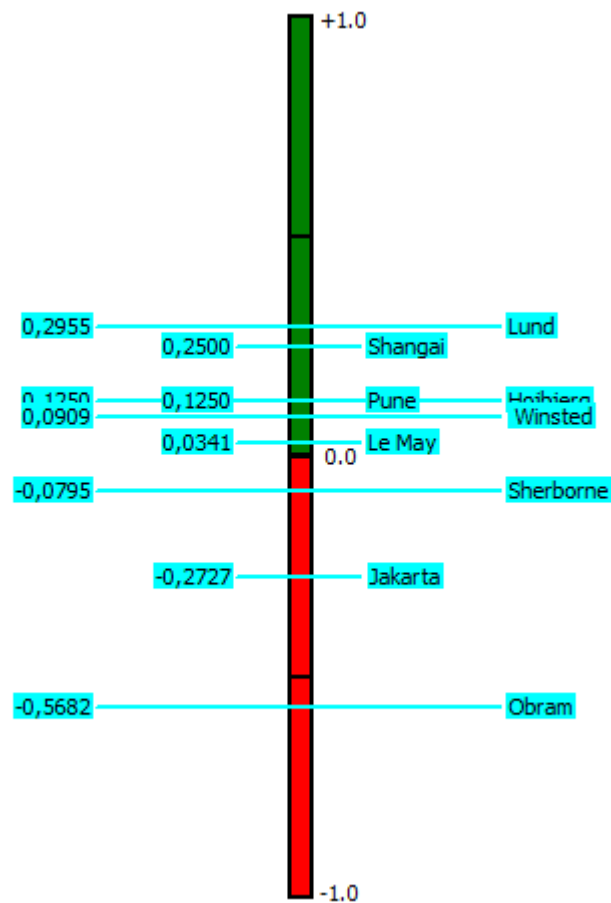


Εικόνα 32: Ανάλυση Diamond εταιρειών με όλα τα κριτήρια για το έτος 2016

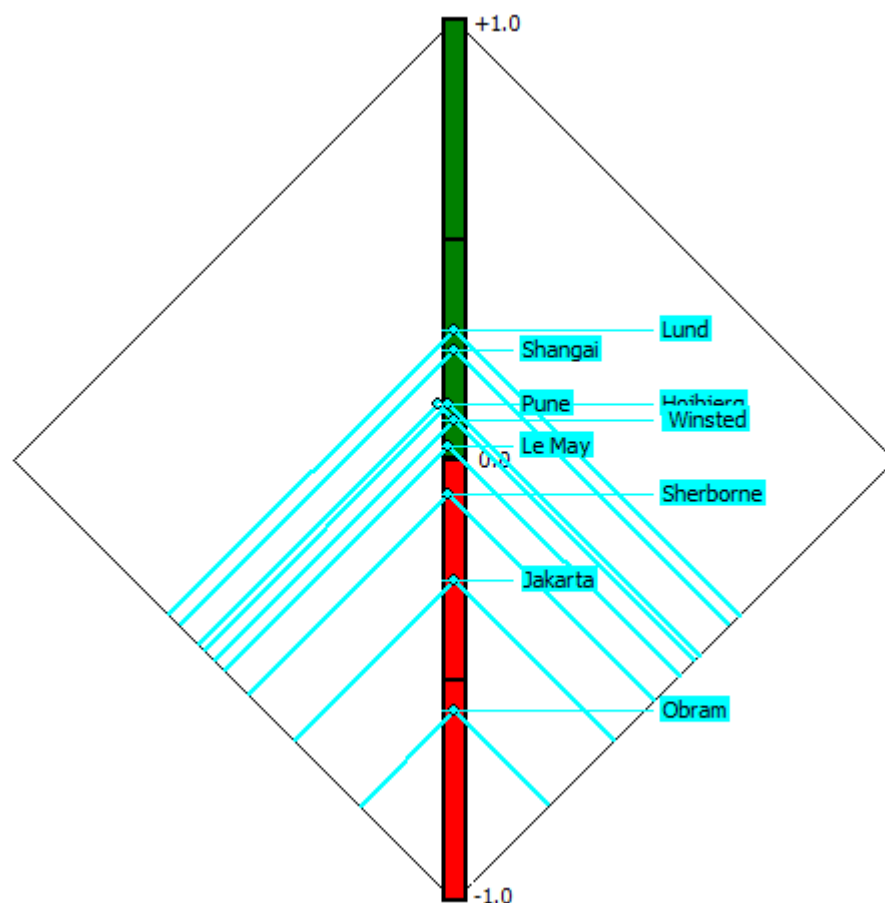
Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund	■	0,3523	0,6705	0,3182
2	Hojbjerg	■	0,2955	0,6250	0,3295
3	Shangai	■	0,2159	0,6023	0,3864
4	Winsted	■	0,0114	0,5000	0,4886
5	Jakarta	■	-0,0341	0,4659	0,5000
6	Pune	■	-0,1250	0,3750	0,5000
7	Sherborne	■	-0,1477	0,4205	0,5682
8	Le May	■	-0,2614	0,3523	0,6136
9	Obram	■	-0,3068	0,3409	0,6477

Εικόνα 33: Κατάταξη εταιρειών με όλα τα κριτήρια για το έτος 2016

Ακολούθως, για το έτος 2017 τα αποτελέσματα της ανάλυσης φαίνονται παρακάτω :



Εικόνα 34: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με όλα τα κριτήρια με τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2017

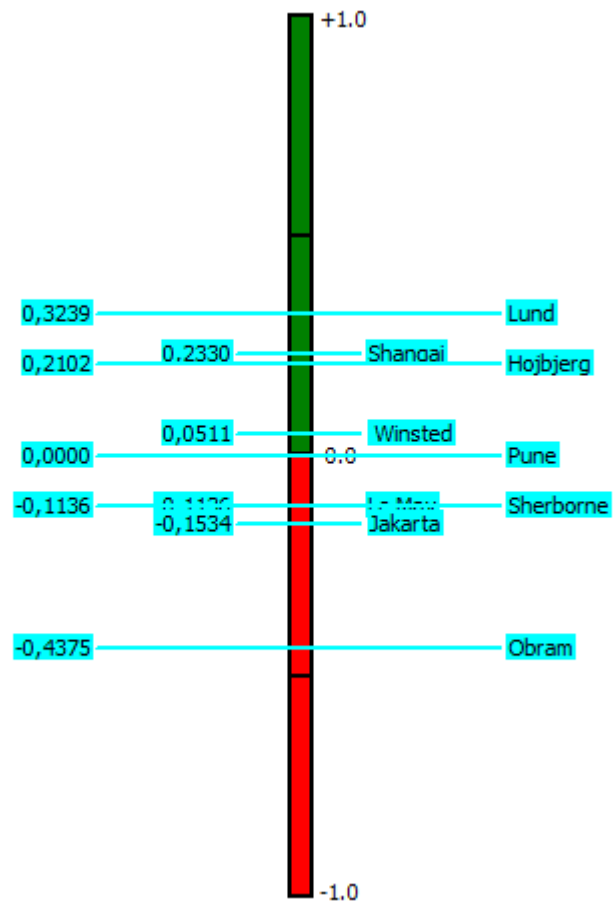


Εικόνα 35: Ανάλυση Diamond εταιρειών με όλα τα κριτήρια για το έτος 2017

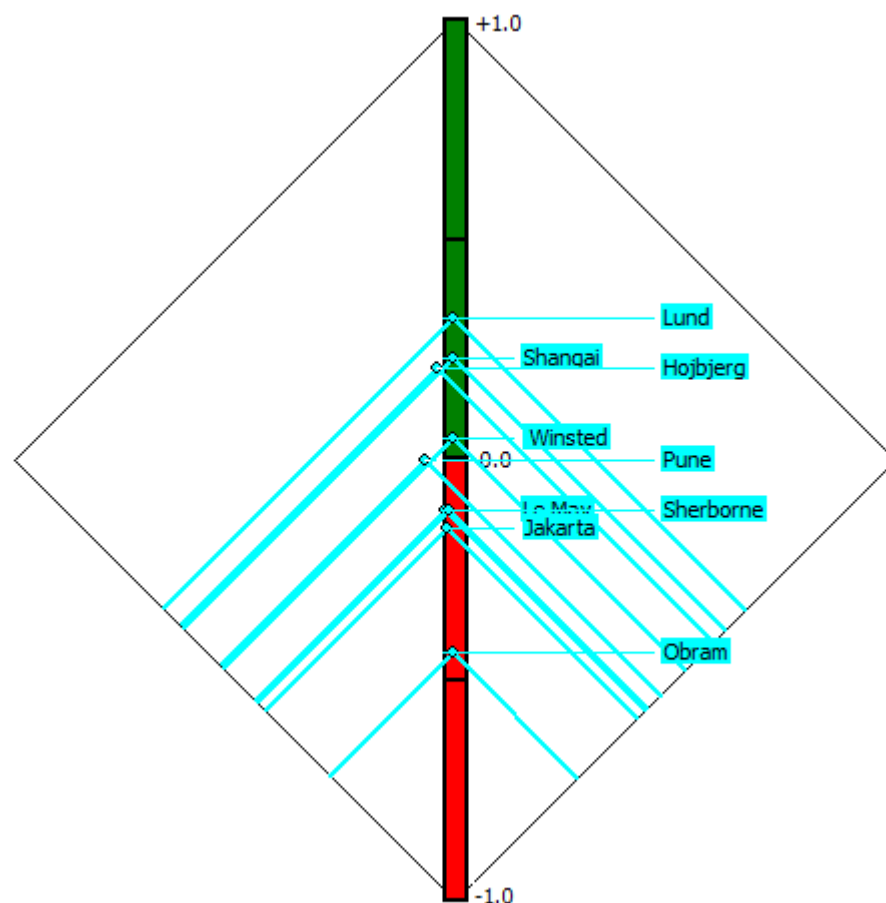
Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund	■	0,2955	0,6477	0,3523
2	Shangai	■	0,2500	0,6250	0,3750
3	Hojbjerg	■	0,1250	0,5455	0,4205
3	Pune	■	0,1250	0,5568	0,4318
5	Winsted	■	0,0909	0,5455	0,4545
6	Le May	■	0,0341	0,5114	0,4773
7	Sherborne	■	-0,0795	0,4545	0,5341
8	Jakarta	■	-0,2727	0,3636	0,6364
9	Ogram	■	-0,5682	0,2159	0,7841

Εικόνα 36: Κατάταξη εταιρειών με όλα τα κριτήρια για το έτος 2017

Τέλος, για τα έτη 2016-2017 τα αποτελέσματα διαμορφώνονται ως εξής:



Εικόνα 37: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με τη μέθοδο PROMETHEE II για τα έτη 2016-2017 με ίδια βάρη στα σενάρια



Εικόνα 38: Ανάλυση Diamond εταιρειών με όλα τα κριτήρια για τα έτη 2016-2017

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund	■	0,3239	0,6591	0,3352
2	Shangai	■	0,2330	0,6136	0,3807
3	Hojbjerg	■	0,2102	0,5852	0,3750
4	Winsted	■	0,0511	0,5227	0,4716
5	Pune	■	0,0000	0,4659	0,4659
6	Le May	■	-0,1136	0,4318	0,5455
7	Sherborne	■	-0,1136	0,4375	0,5511
8	Jakarta	■	-0,1534	0,4148	0,5682
9	Ogram	■	-0,4375	0,2784	0,7159

Εικόνα 39: Κατάταξη εταιρειών με όλα τα κριτήρια τα έτη 2016-2017

Από όλα τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι το Lund,η Shanghai και το Højbjerg βρίσκονται σταθερά στην πρώτη τριάδα ενώ στην τελευταία θέση των κατατάξεων και για τις τρεις περιπτώσεις παραμένει το O bram, ενώ ταυτόχρονα χαμηλές θέσεις κράτησαν και η Jakarta και το Le May.

Στα παραπάνω αποτελέσματα πρέπει να γίνει ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων. Σε περίπτωση που μια μικρή μεταβολή οδηγεί σε έντονες αλλαγές τότε η λύση που προτείνεται δεν είναι σταθερή. Επομένως πρέπει να μελετηθεί το διάστημα τιμών μέσα στο οποίο η κατάταξη παραμένει σταθερή. Όλα κριτήρια έχουν αρχική τιμή 9,09% (ίδιο βάρος 1 δια 11 κριτήρια δηλαδή 1/11).

Το κριτήριο Labour Productivity έχει διάστημα σταθερότητας 4.76% έως 10.71% οποιαδήποτε μεταβολή εντός του διαστήματος αυτού δεν θα επιφέρει αλλαγές στη σειρά κατάταξης των εταιρειών.

Ακολουθεί πίνακας που παρουσιάζει το διάστημα σταθερότητας για όλα τα κριτήρια. Γίνεται αντιληπτό, ότι υπάρχουν κριτήρια που έχουν πολύ μικρό διάστημα σταθερότητας , συνεπώς οποιαδήποτε μεταβολή τους επηρεάζει την κατάταξη. Οι πλέον ευαίσθητοι δείκτες μπορεί να θεωρηθούν αυτοί που έχουν εύρος μικρότερο από 0,4% , 2% , 3% .

	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Min (%)	Max(%)	Διαφορά(%)	>=0,4%	>=2%	>=3%
1	Labour Productivity	8.5	9.86	1.36	NAI		
	Prod						
2	Yield/Employee	9.09	9.39	0.3			
3	Losses	5.41	9.09	3.68	NAI	NAI	NAI
4	Delivery Accuracy	9.09	11.5	2.41	NAI	NAI	
5	Rework	9.09	9.68	0.59	NAI		
6	Throughput Capacity	9.09	9.43	0.34			
7	Utilization	9.09	13.79	4.7	NAI	NAI	NAI
8	OPE Inventory	7.69	9.09	1.4	NAI		
9	Turnover	8.63	11.5	2.87	NAI	NAI	
10	Turnover/Resource	0	9.09	9.09	NAI	NAI	NAI
11	Cost-To Sales ratio	7.69	9.09	1.4	NAI		

Πίνακας 13: Διάστημα σταθερότητας κριτηρίων

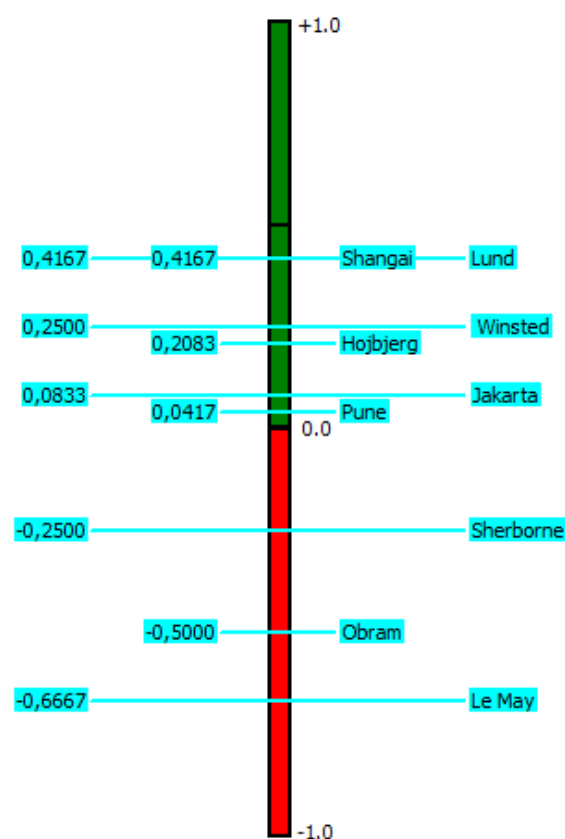
Στη μέθοδο PROMETHEE η εκτιμώμενη σχέση υπεροχής είναι λιγότερο ευαίσθητη σε μικρές αλλαγές, επομένως, είναι εύκολη η ερμηνεία της [46]. Συνεπώς, στην επόμενη παράγραφο θα γίνει εστίαση στα δυο μεγαλύτερα διαστήματα σταθερότητας.

7.2 Περίπτωση 2η: Κατάταξη ανάλογα με το διάστημα σταθερότητας των Κριτηρίων.

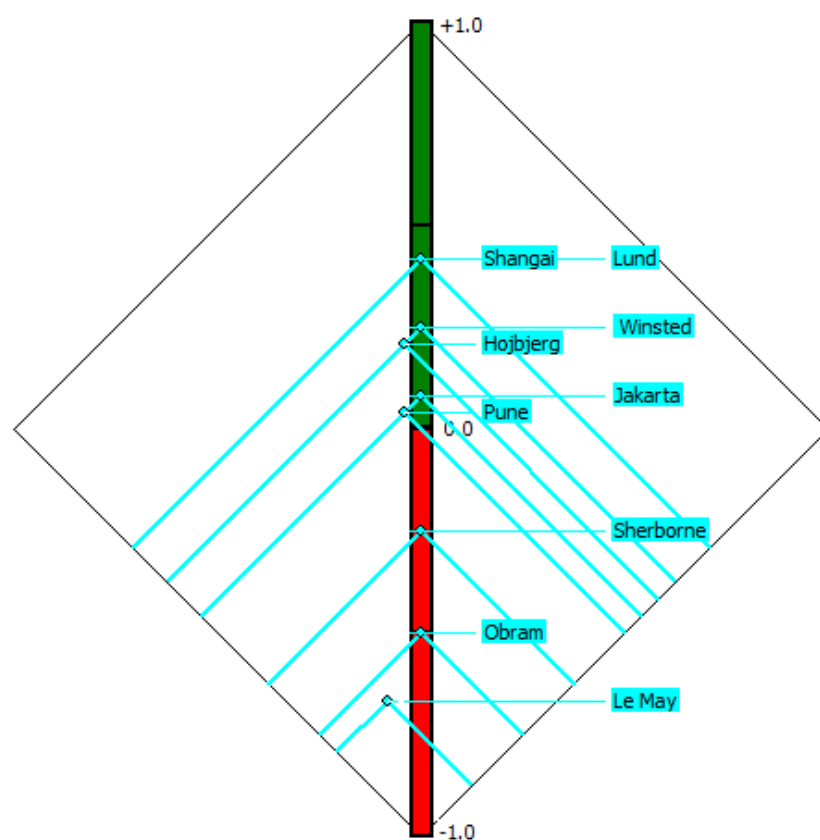
Τα δυο μεγαλύτερα διαστήματα σταθερότητας είναι το 2% και το 3%, σύμφωνα με τον πίνακα 13. Για την πιο αναλυτική παρουσίαση των 2 αυτών περιπτώσεων δημιουργήθηκαν δυο ξεχωριστές υποπαράγραφοι, οι οποίες φαίνονται παρακατω.

7.2.1 Περίπτωση 2η: Κατάταξη για διάστημα εμπιστοσύνης μεγαλύτερο του 3%










Η πλήρης κατάταξη της μεθόδου PROMETHEE II εξετάζεται αν αφαιρεθούν οι χρηματοοικονομικοί δείκτες που έχουν διάστημα εμπιστοσύνης μικρότερο του 3%. Στην περίπτωση αυτή παραμένουν ενεργά 3 κριτήρια και προκύπτει η ακόλουθη νέα κατάταξη :



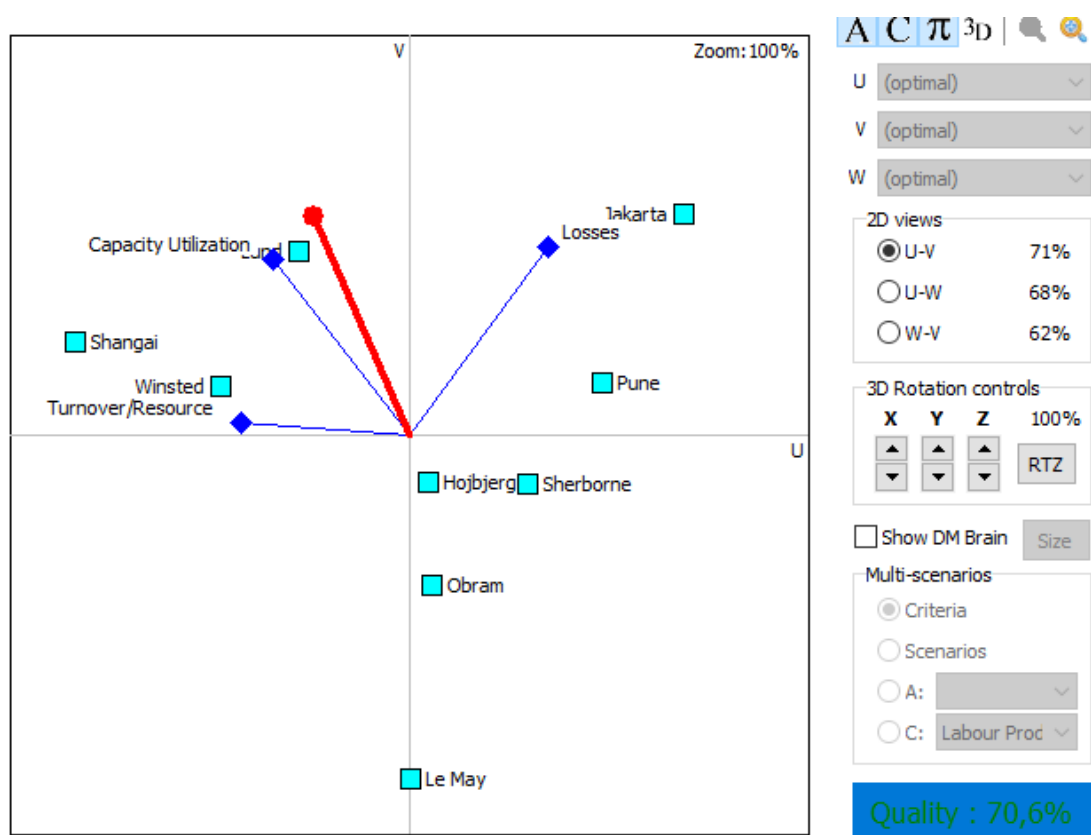
Εικόνα 40: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016 (>3%).



Εικόνα 41: Ανάλυση Diamond εταιρειών με τα κριτήρια >3% για το έτος 2016 .

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund		0,4167	0,7083	0,2917
1	Shangai		0,4167	0,7083	0,2917
3	Winsted		0,2500	0,6250	0,3750
4	Hojbjerg		0,2083	0,5833	0,3750
5	Jakarta		0,0833	0,5417	0,4583
6	Pune		0,0417	0,5000	0,4583
7	Sherborne		-0,2500	0,3750	0,6250
8	Obram		-0,5000	0,2500	0,7500
9	Le May		-0,6667	0,1250	0,7917

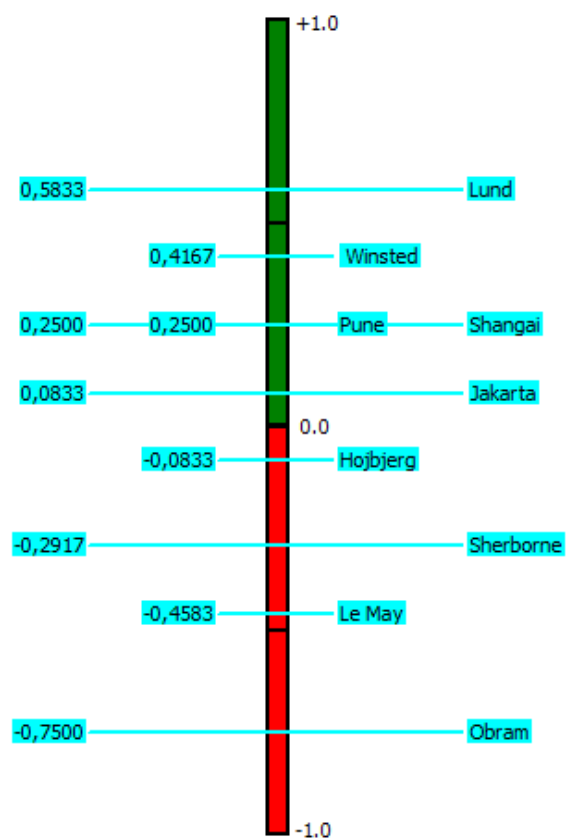
Εικόνα 42: Κατάταξη εταιρειών με τα κριτήρια >3% για το έτος 2016.



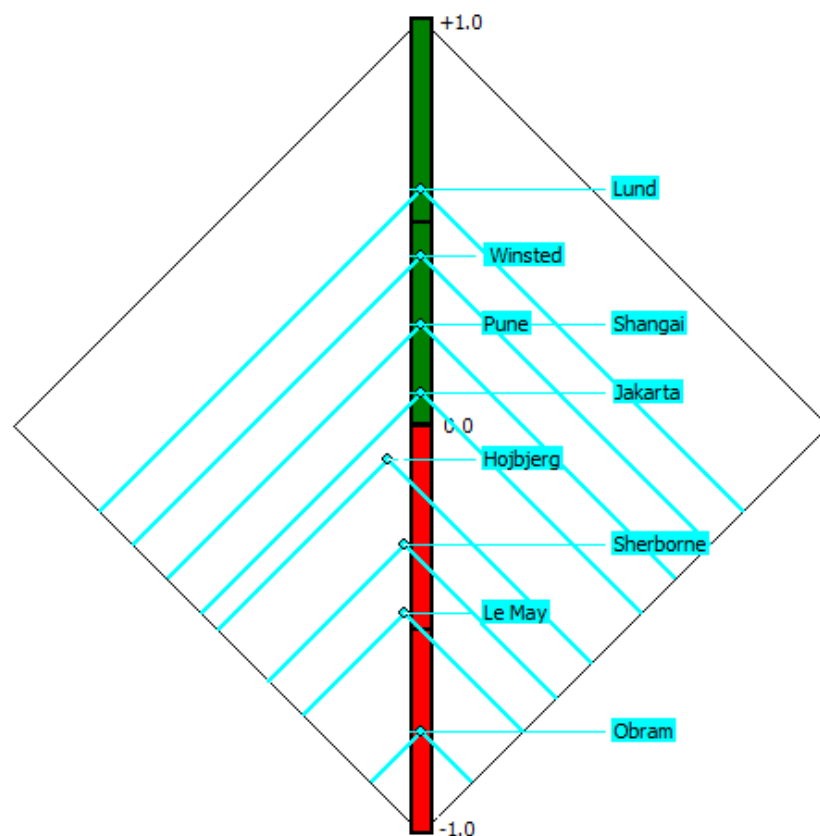
Εικόνα 43: GAIA Visual Analysis: με τα κριτήρια >3% για το έτος 2016.

3%,2016	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
3	Losses	33.33	33.33	0
7	Capacity Utilization	33.33	33.33	0
10	Turnover/Resource	33.33	33.33	0

Πίνακας 14: Διάστημα σταθερότητας κριτηρίων >3% για το έτος 2016



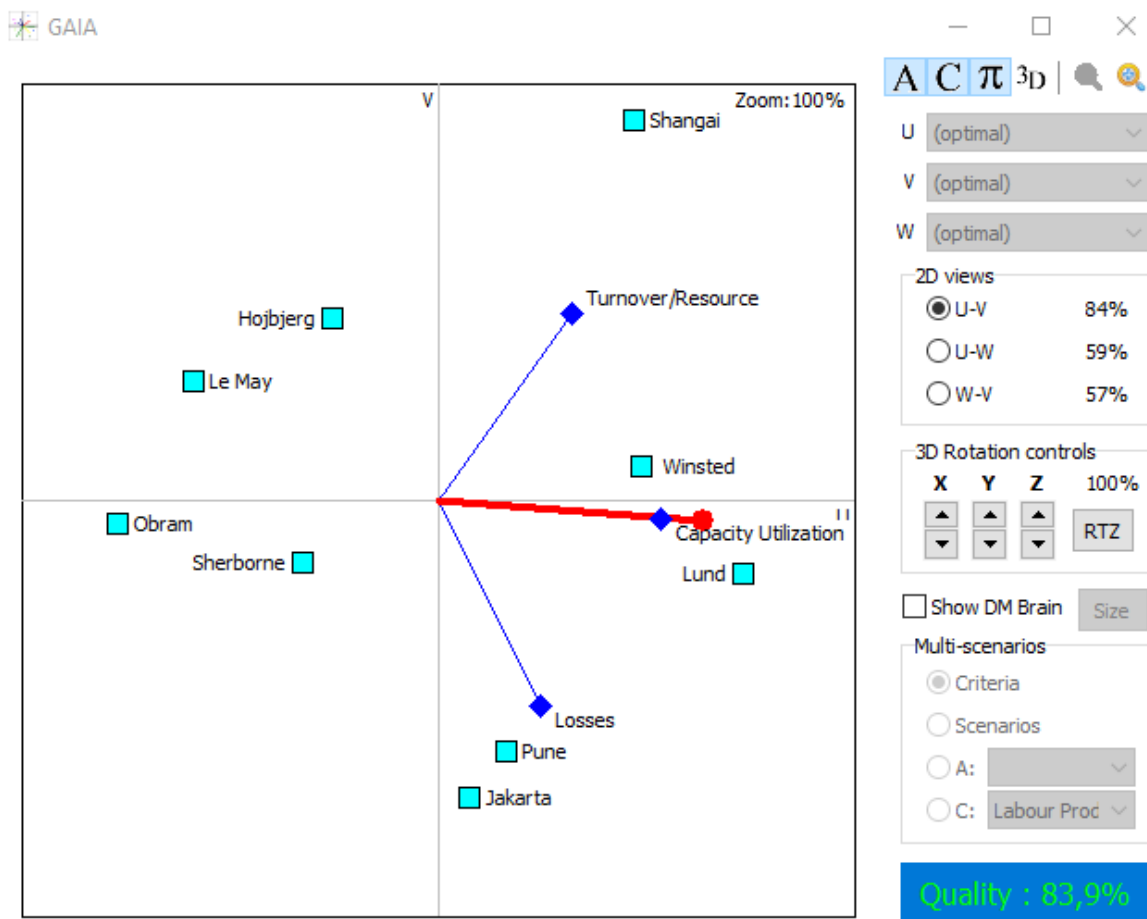
Εικόνα 44: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2017 (>3%).



Εικόνα 45: Ανάλυση Diamond εταιρειών με όλα τα κριτήρια για το έτος 2017 (>3%)

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund	■	0,5833	0,7917	0,2083
2	Winsted	■	0,4167	0,7083	0,2917
3	Shangai	■	0,2500	0,6250	0,3750
3	Pune	■	0,2500	0,6250	0,3750
5	Jakarta	■	0,0833	0,5417	0,4583
6	Hojbjerg	■	-0,0833	0,4167	0,5000
7	Sherborne	■	-0,2917	0,3333	0,6250
8	Le May	■	-0,4583	0,2500	0,7083
9	Ogram	■	-0,7500	0,1250	0,8750

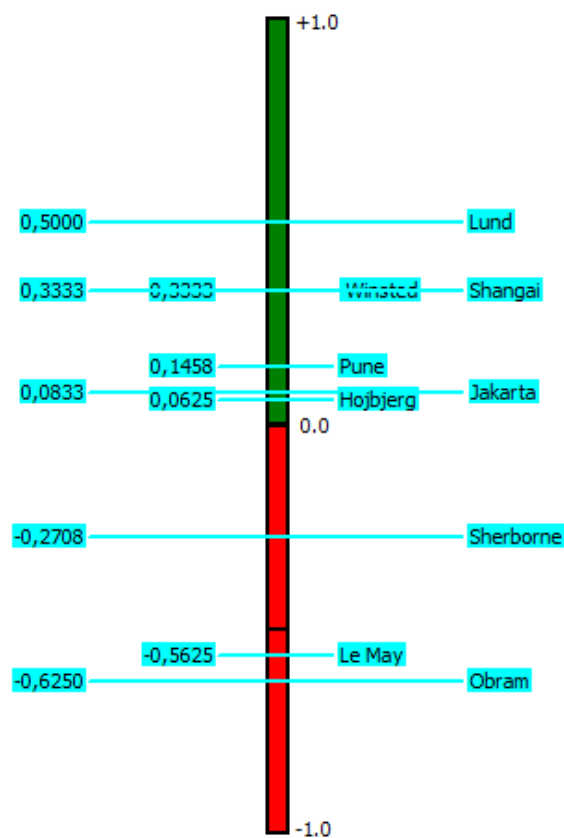
Εικόνα 46: Κατάταξη εταιρειών με όλα τα κριτήρια για το έτος 2017 (>3%).



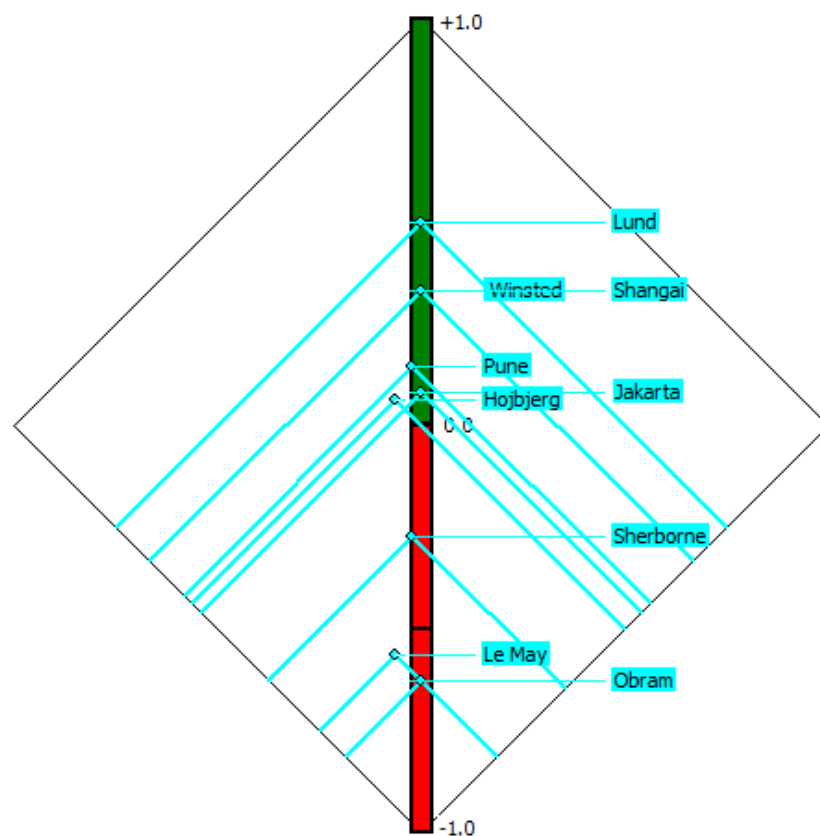
Εικόνα 47: GAIA Visual Analysis: με τα κριτήρια >3% για το έτος 2017

3%,2017	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
3	Losses	33.33	33.33	0
7	Capacity Utilization	33.33	33.33	0
10	Turnover/Resource	33.33	33.33	0

Πίνακας 15: Διάστημα σταθερότητας κριτηρίων > 3% για το έτος 2017



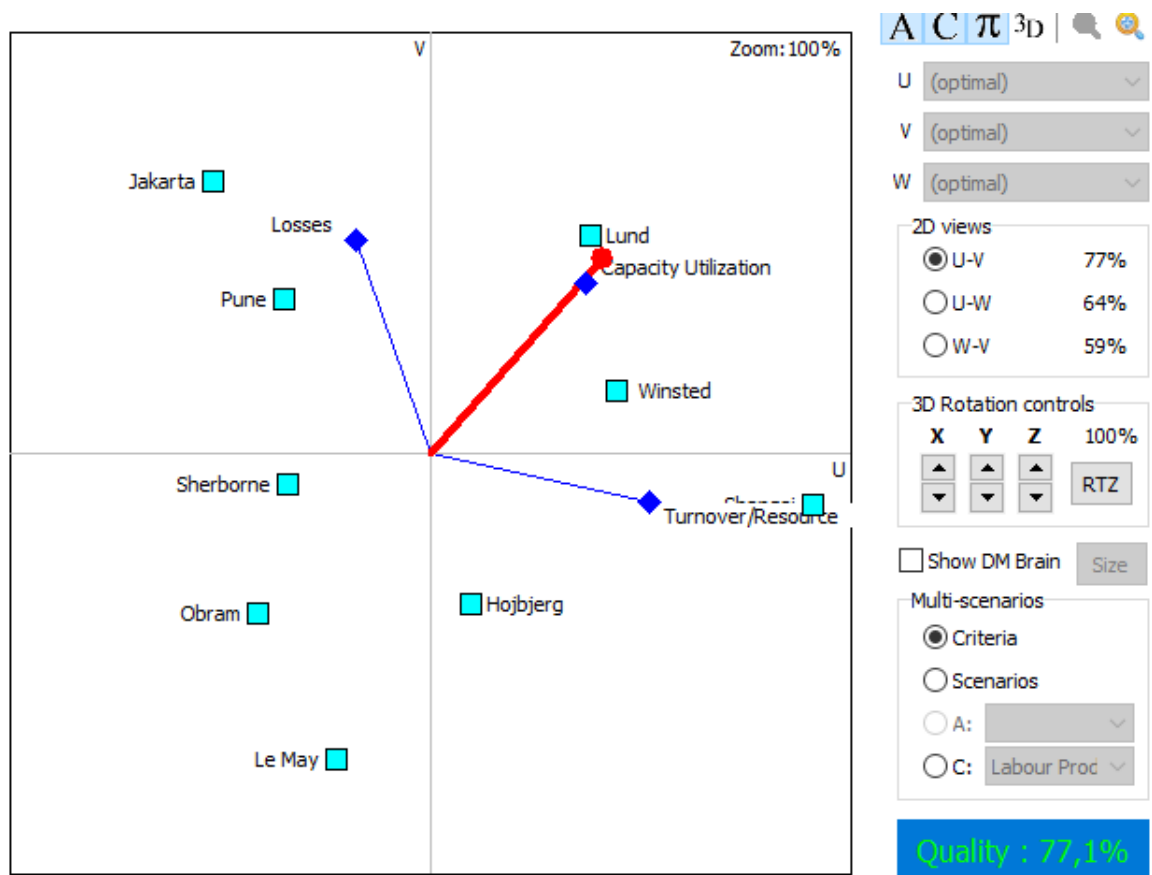
Εικόνα 48: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με τη μέθοδο PROMETHEE II για τα έτη 2016-2017 (>3%)



Εικόνα 49: Ανάλυση Diamond εταιρειών με όλα τα κριτήρια για τα έτη 2016-2017(>3%).

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund	■	0,5000	0,7500	0,2500
2	Winsted	■	0,3333	0,6667	0,3333
2	Shangai	■	0,3333	0,6667	0,3333
4	Pune	■	0,1458	0,5625	0,4167
5	Jakarta	■	0,0833	0,5417	0,4583
6	Hojbjerg	■	0,0625	0,5000	0,4375
7	Sherborne	■	-0,2708	0,3542	0,6250
8	Le May	■	-0,5625	0,1875	0,7500
9	Obram	■	-0,6250	0,1875	0,8125

Εικόνα 50: Κατάταξη εταιρειών με όλα τα κριτήρια τα έτη 2016-2017(>3%).



Εικόνα 51: GAIA Visual Analysis: με τα κριτήρια >3% για το έτος 2016-2017

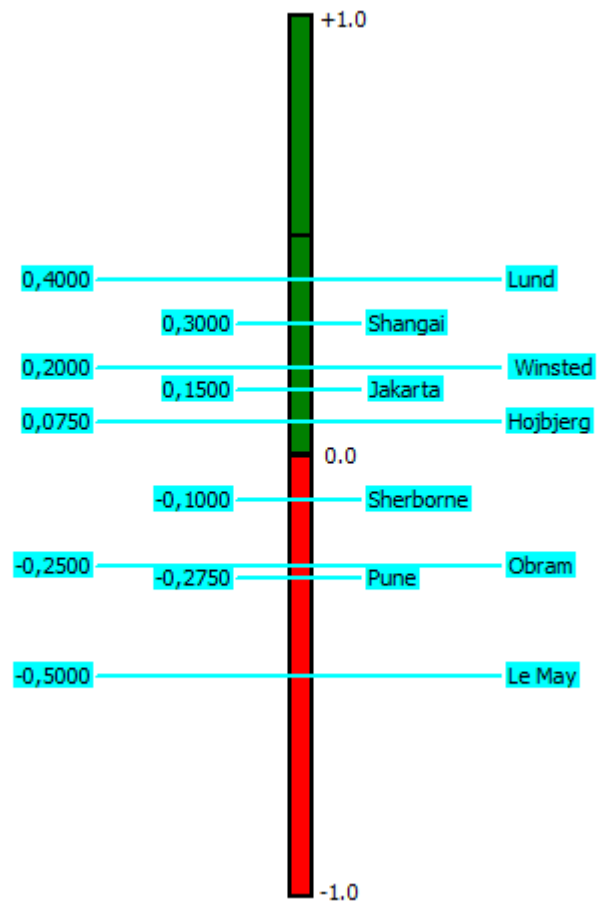
3%,All	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
3	Losses	33.33	33.33	0
7	Capacity Utilization	33.33	33.33	0
10	Turnover/Resource	33.33	33.33	0

Πίνακας 16: Διάστημα σταθερότητας κριτηρίων >3% για το έτος 2016-2017

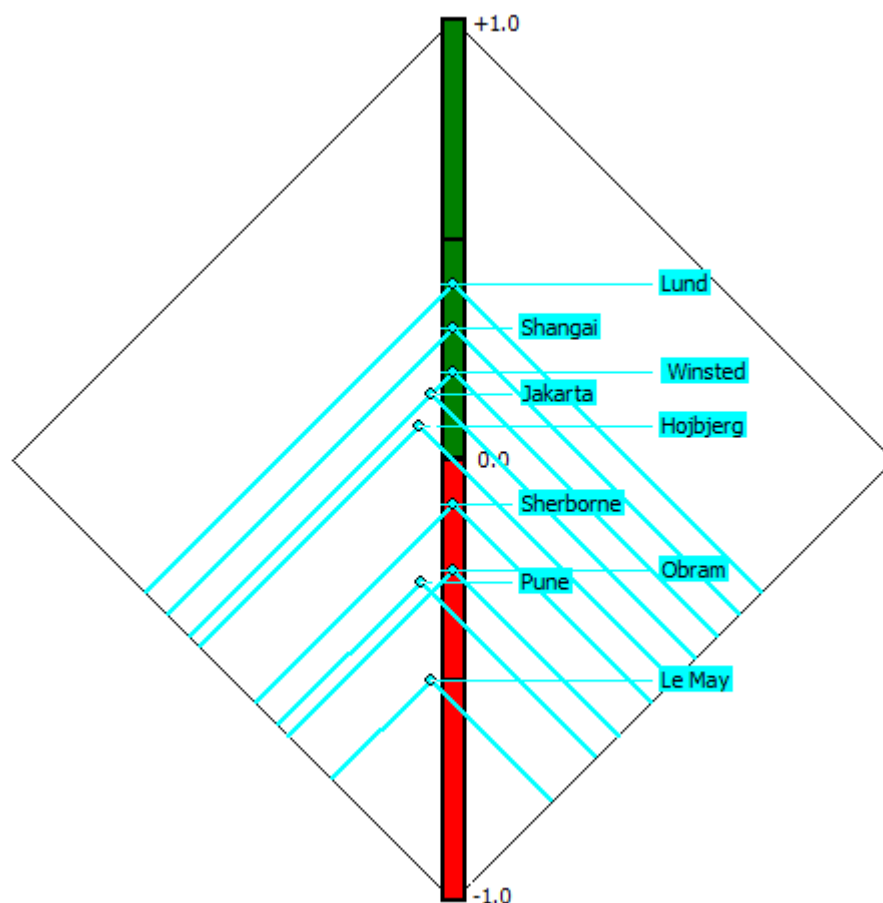
Κρατώντας ενεργά μόνο τα 3 κριτήρια (Losses, Capacity Utilization, Turnover/Resource) δεν παρατηρείται μεγάλη διαφορά στις πρώτες τρεις θέσεις καθώς η μόνη αλλαγή βρίσκεται στην εμφάνιση του Winsted στη θέση του Hojbjerg. Παράλληλα, αυτή τη φορά στην τελευταία θέση εκτός από το Obram βρίσκεται και το Le May.

7.2.2 Περίπτωση 2η: Κατάταξη για διάστημα εμπιστοσύνης μεγαλύτερο του 2%

Η πλήρης κατάταξη της μεθόδου PROMETHEE II εξετάζεται αν αφαιρεθούν οι χρηματοοικονομικοί δείκτες που έχουν διάστημα εμπιστοσύνης μικρότερο του 2% . Στην περίπτωση αυτή παραμένουν ενεργά 5 κριτήρια και προκύπτει η ακόλουθη νέα κατάταξη :



Εικόνα 52: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016 (>2%)

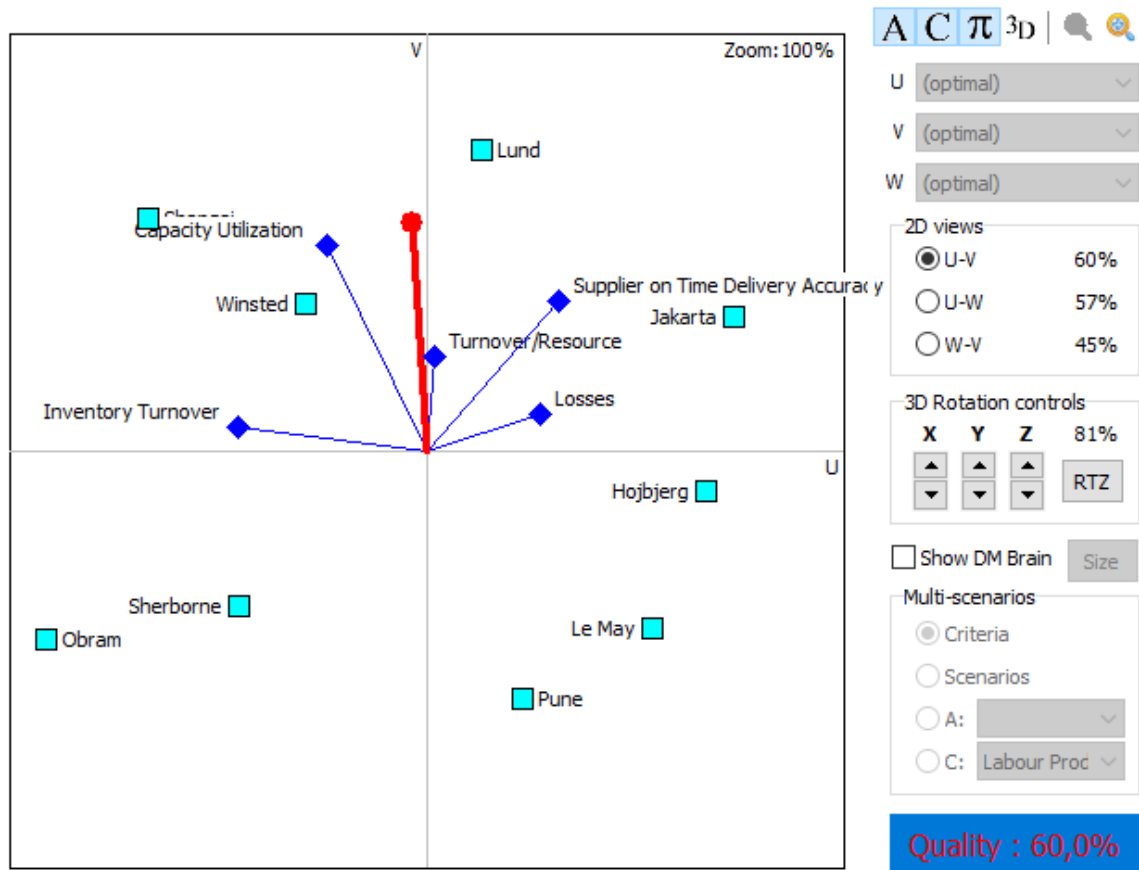


Εικόνα 53: Ανάλυση Diamond εταιρειών με τα κριτήρια >2% για το έτος 2016

PROMETHEE Flow Table

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	Lund	0,4000	0,7000	0,3000
2	Shangai	0,3000	0,6500	0,3500
3	Winsted	0,2000	0,6000	0,4000
4	Jakarta	0,1500	0,5500	0,4000
5	Hojbjerg	0,0750	0,5000	0,4250
6	Sherborne	-0,1000	0,4500	0,5500
7	Ogram	-0,2500	0,3750	0,6250
8	Pune	-0,2750	0,3250	0,6000
9	Le May	-0,5000	0,2250	0,7250

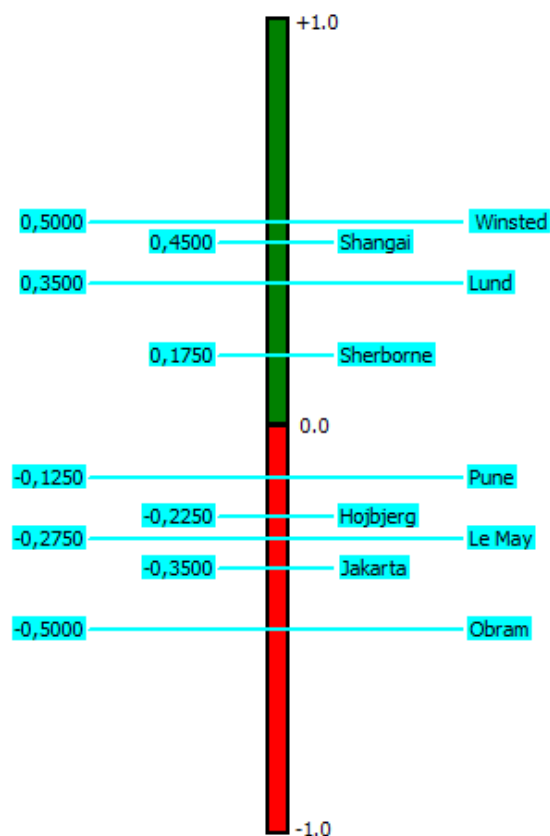
Εικόνα 54: Κατάταξη εταιρειών με τα κριτήρια >2% για το έτος 2016.



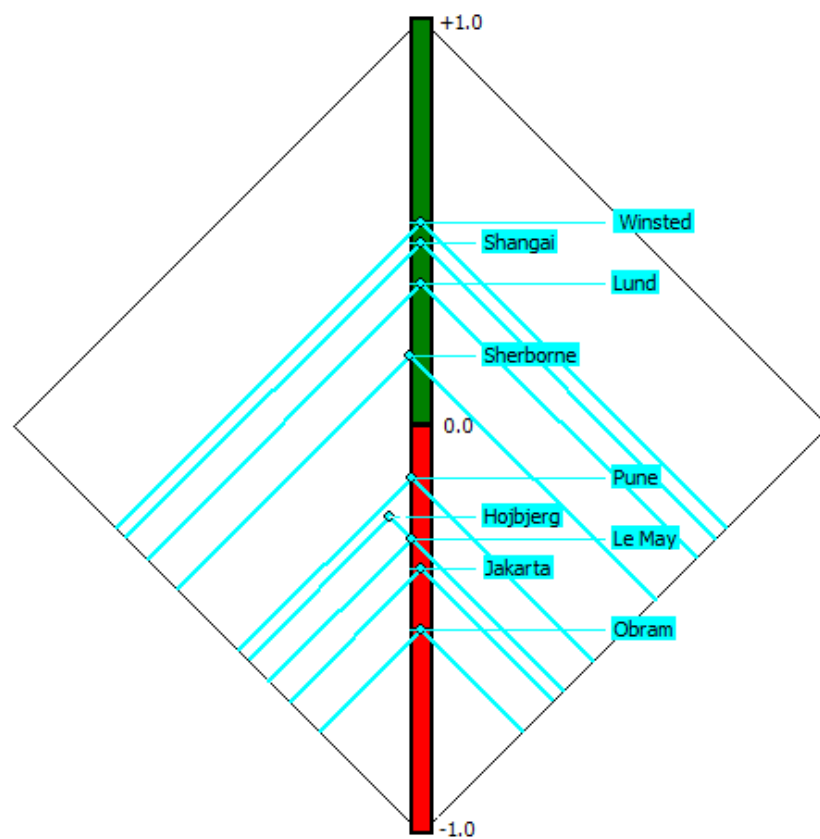
Εικόνα 55: GAIA Visual Analysis: με τα κριτήρια >2% για το έτος 2016.

3%,2016	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
3	Losses	4,76	10,71	5,95
4	Delivery Accuracy	7,89	13,04	5,15
7	Capacity Utilization	0	18,92	18,92
9	Inventory Turnover	4,76	12,5	7,74
10	Turnover/Resource	7,41	13,04	5,63










Πίνακας 17: Διάστημα σταθερότητας κριτηρίων >2% για το έτος 2016



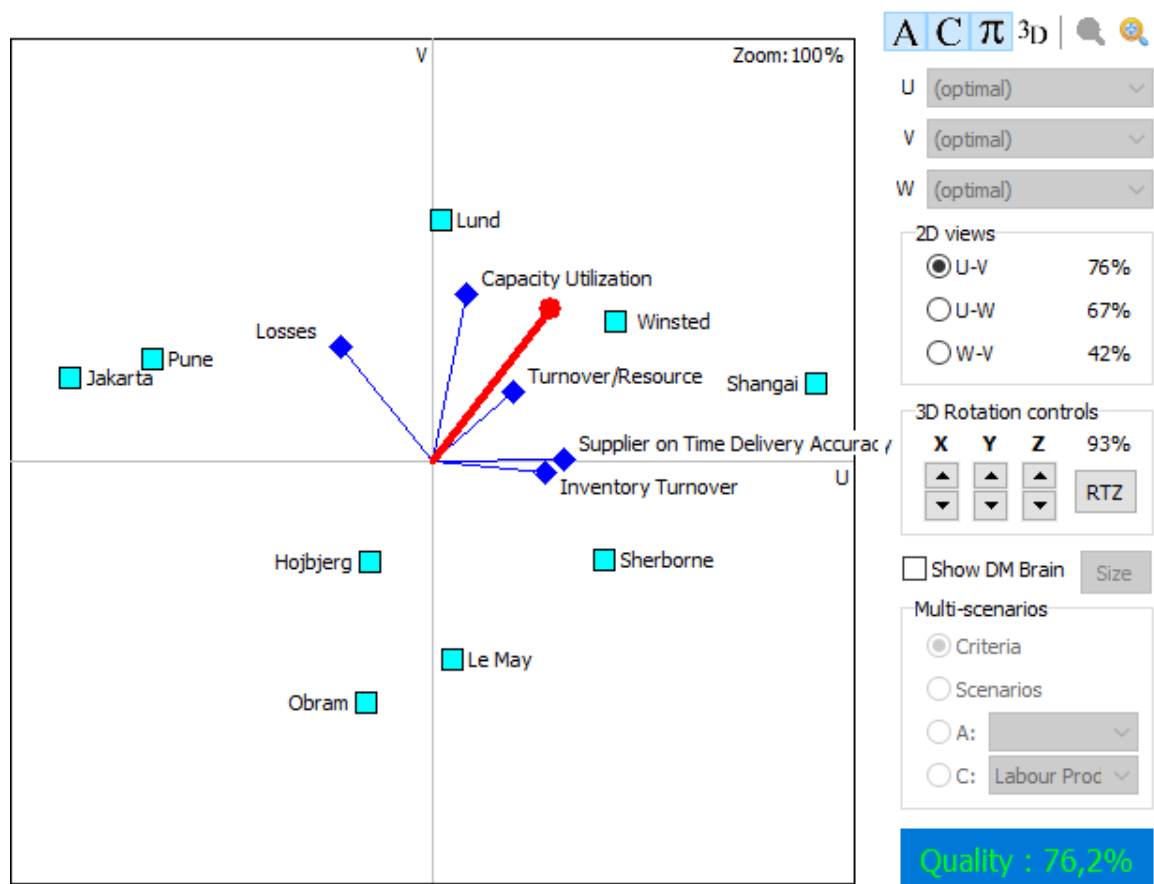
Εικόνα 56: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2017 (>2%)



Εικόνα 57: Ανάλυση Diamond εταιρειών με τα κριτήρια >2% για το έτος 2017

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Winsted		0,4583	0,7292	0,2708
1	Shangai		0,4583	0,7292	0,2708
3	Lund		0,4167	0,7083	0,2917
4	Sherborne		0,1458	0,5625	0,4167
5	Hojbjerg		-0,0208	0,4583	0,4792
6	Le May		-0,2708	0,3542	0,6250
6	Pune		-0,2708	0,3542	0,6250
8	Jakarta		-0,4167	0,2917	0,7083
9	Obram		-0,5000	0,2500	0,7500

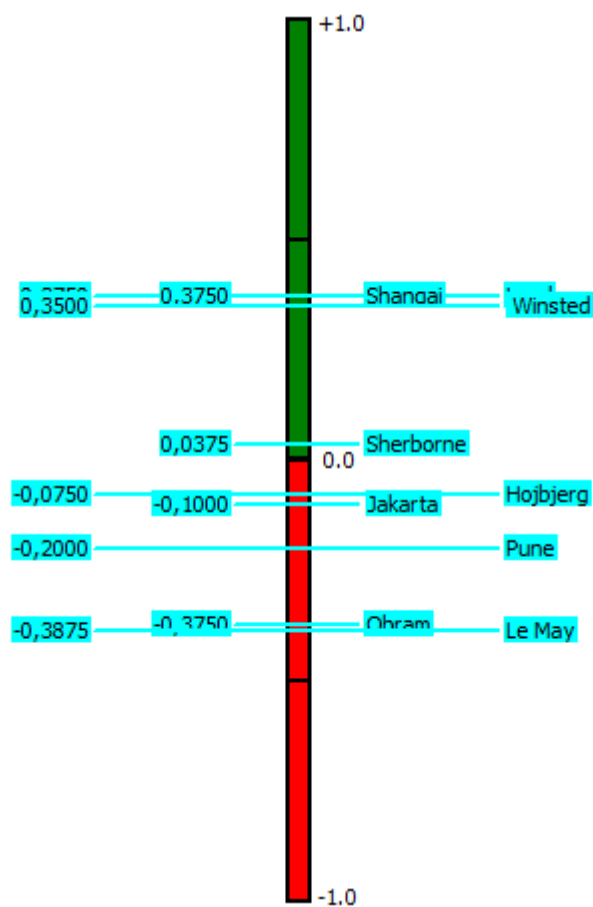
Εικόνα 58: Κατάταξη εταιρειών με τα κριτήρια >2% για το έτος 2017.



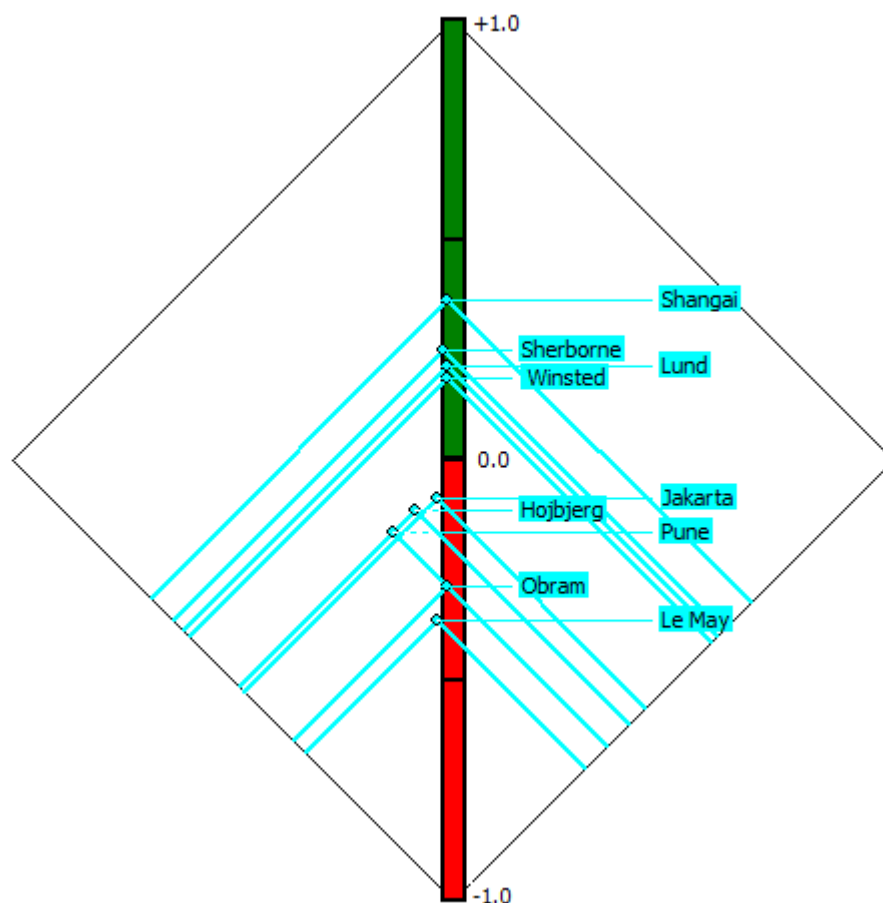
Εικόνα 59: GAIA Visual Analysis: με τα κριτήρια >2% για το έτος 2017.

3%,2017	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
3	Losses	11,11	26,15	15,04
4	Delivery Accuracy	12,73	26,32	13,59
7	Capacity Utilization	18,64	24,53	5,89
9	Inventory Turnover	14,29	27,27	12,98
10	Turnover/Resource	16,88	21,57	4,69

Πίνακας 18: Διάστημα σταθερότητας κριτηρίων >2% για το έτος 2017



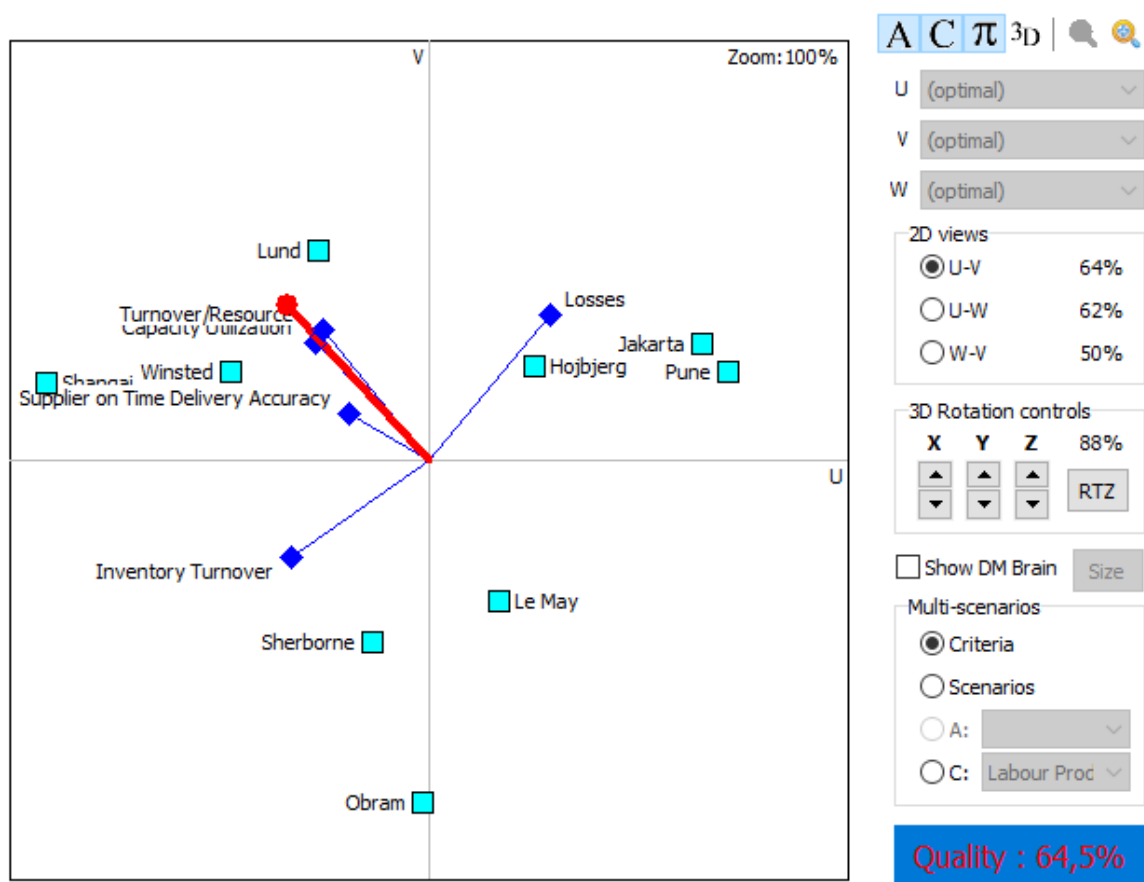
Εικόνα 60: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016-2017 (>2%)



Εικόνα 61: Ανάλυση Diamond εταιρειών με τα κριτήρια >2% για το έτος 2016-2017

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund	■	0,3750	0,6875	0,3125
1	Shangai	■	0,3750	0,6875	0,3125
3	Winsted	■	0,3500	0,6750	0,3250
4	Sherborne	■	0,0375	0,5125	0,4750
5	Hojbjerg	■	-0,0750	0,4250	0,5000
6	Jakarta	■	-0,1000	0,4375	0,5375
7	Pune	■	-0,2000	0,3750	0,5750
8	Ogram	■	-0,3750	0,3125	0,6875
9	Le May	■	-0,3875	0,2875	0,6750

Εικόνα 61: Κατάταξη εταιρειών με τα κριτήρια >2% για το έτος 2016-2017.



Εικόνα 62: GAIA Visual Analysis: με τα κριτήρια >2% για το έτος 2016-2017.

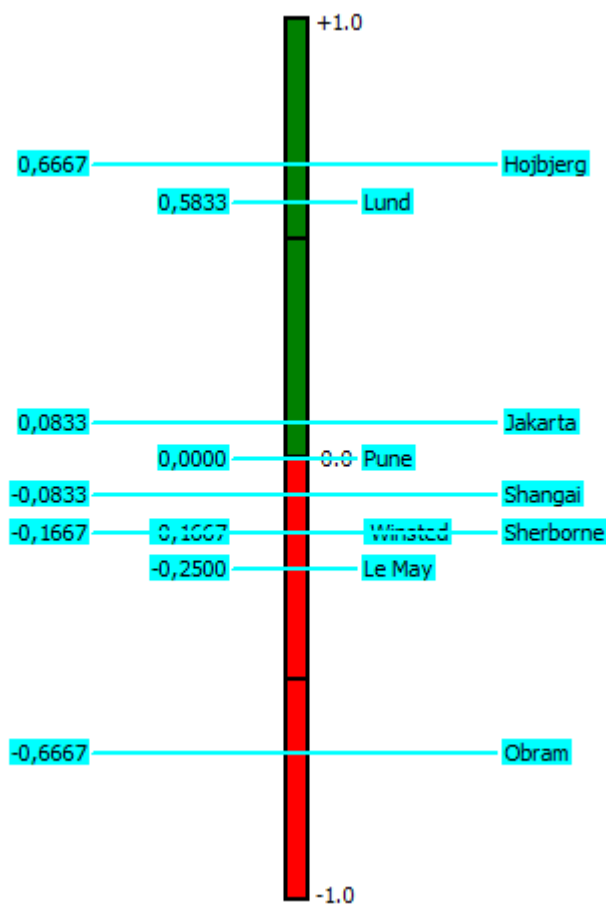
3%,All	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
3	Losses	20	20	0
4	Delivery Accuracy	14,29	23,81	9,52
7	Capacity Utilization	17,24	22,58	5,34
9	Inventory Turnover	20	20	0
10	Turnover/Resource	20	20	0

Πίνακας 19: Διάστημα σταθερότητας κριτηρίων >2% για το έτος 2016-2017

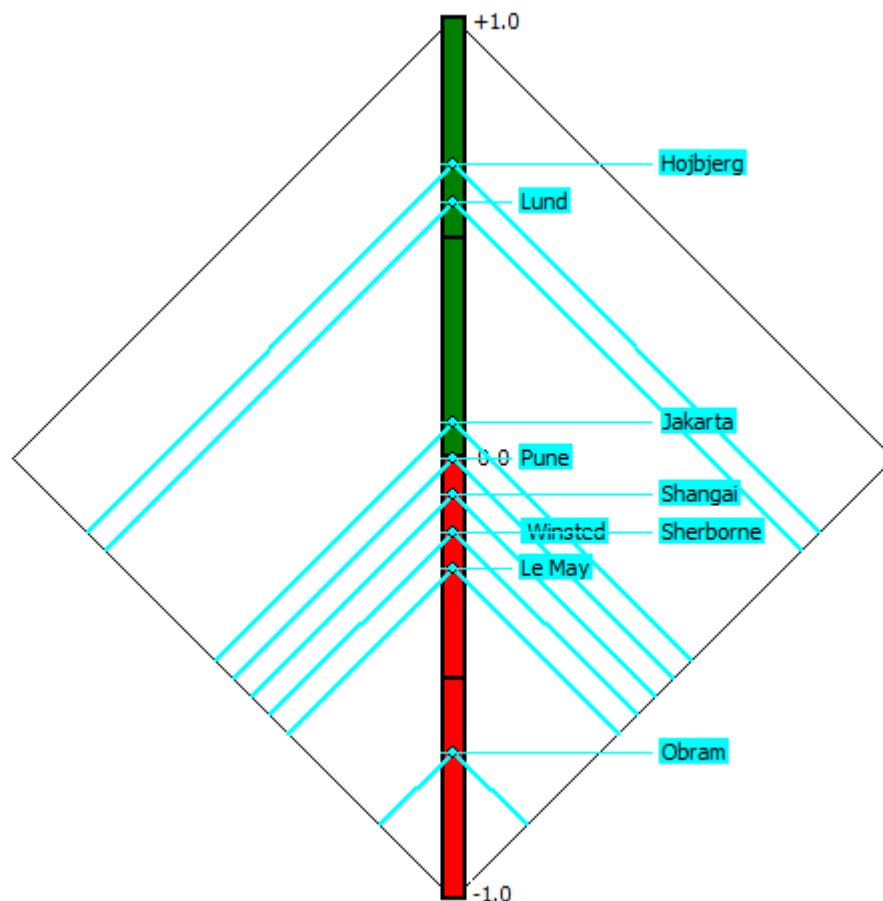
Συμπερασματικά, σ' αυτή την περίπτωση οι θέσεις δείχνουν να είναι σταθερές και στις τρεις χρονικές περιόδους που εξετάστηκαν. Πιο συγκεκριμένα, το εργοστάσιο στο Lund, τη Shanghai και το Winsted παραμένουν στην πρώτη τριάδα ενώ αντίθετα τα εργοστάσια στο Le May και το Ogram φτάνουν τελευταία στις κατατάξεις.

7.3 Περίπτωση 3η: Κατάταξη με βάση τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας Κριτηρίων.

Στο σενάριο αυτό δημιουργείται η πλήρης κατάταξη της μεθόδου PROMETHEE II λαμβάνοντας υπόψη δείκτες από την Πρώτη κατηγορία (**Use of Labour**). Σε αυτήν την ενότητα συναντώνται τους δείκτες Labour Productivity, Production Yield/Employee, Losses. Στην περίπτωση αυτή η νέα κατάταξη έχει ως εξής :



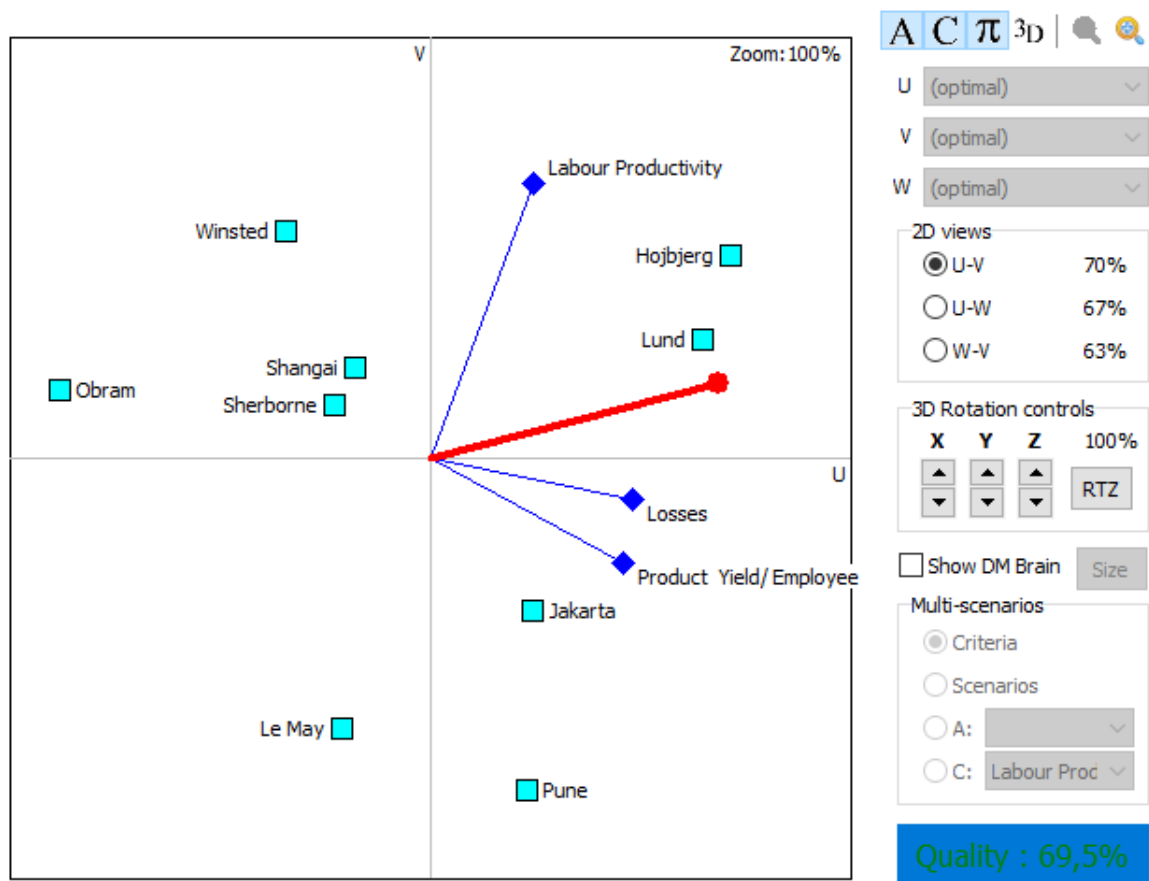
Εικόνα 63: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016



Εικόνα 64: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2016

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Højbjerg	■	0,6667	0,8333	0,1667
2	Lund	■	0,5833	0,7917	0,2083
3	Jakarta	■	0,0833	0,5417	0,4583
4	Pune	■	0,0000	0,5000	0,5000
5	Shangai	■	-0,0833	0,4583	0,5417
6	Winsted	■	-0,1667	0,4167	0,5833
6	Sherborne	■	-0,1667	0,4167	0,5833
8	Le May	■	-0,2500	0,3750	0,6250
9	Oram	■	-0,6667	0,1667	0,8333

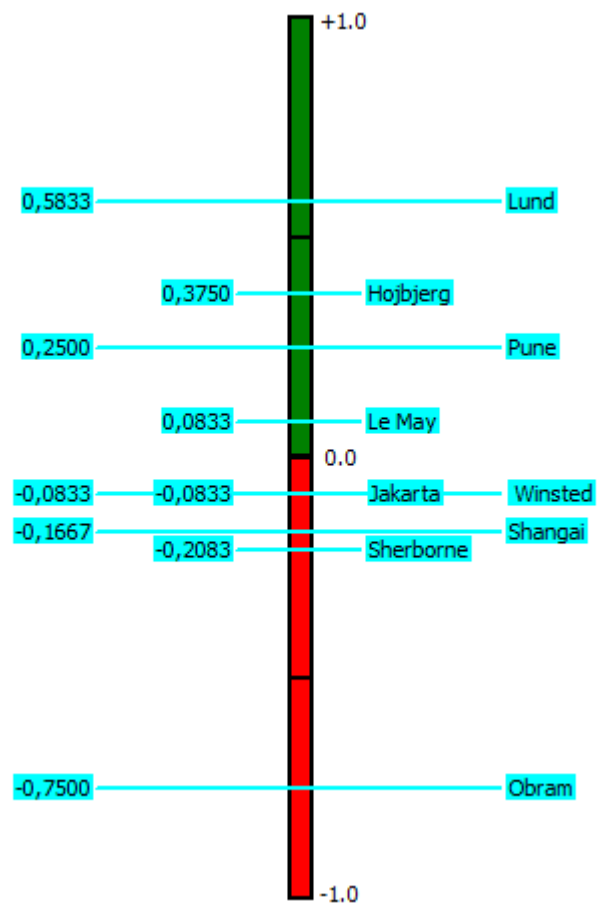
Εικόνα 65: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2016.



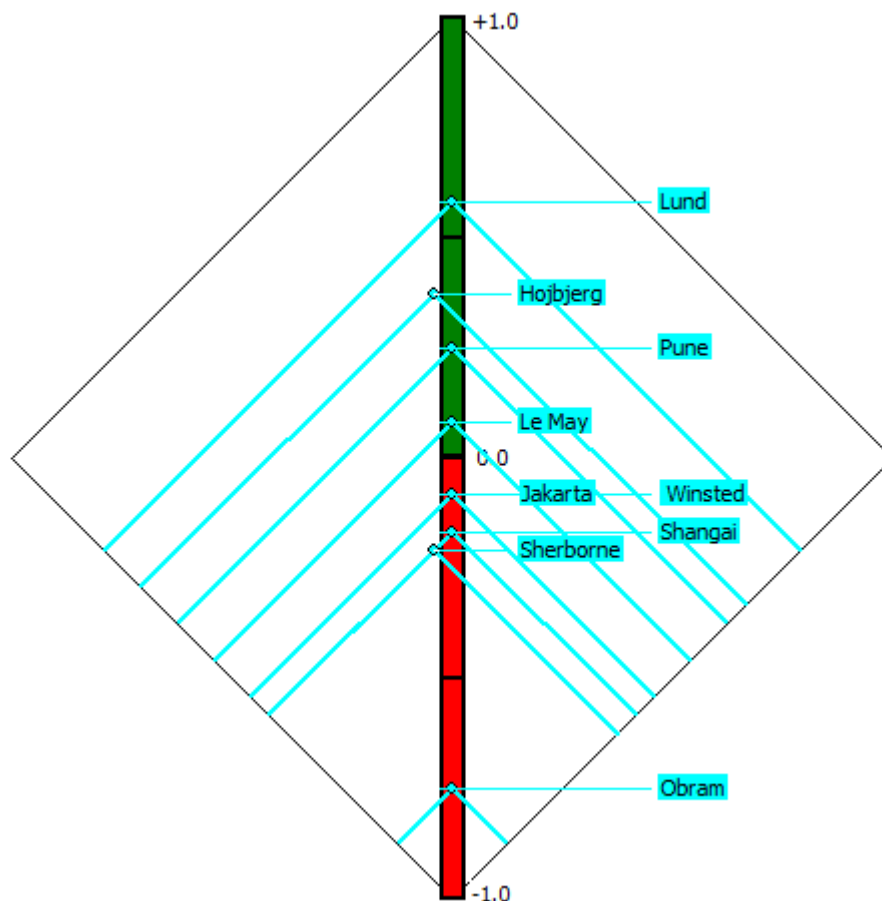
Εικόνα 66: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2016.

2016	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
1	Labour Productivity	4,76	10,71	5,95
2	Prod Yield/Employee	7,89	13,04	5,15
3	Losses	0	18,92	18,92

Πίνακας 20: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2016



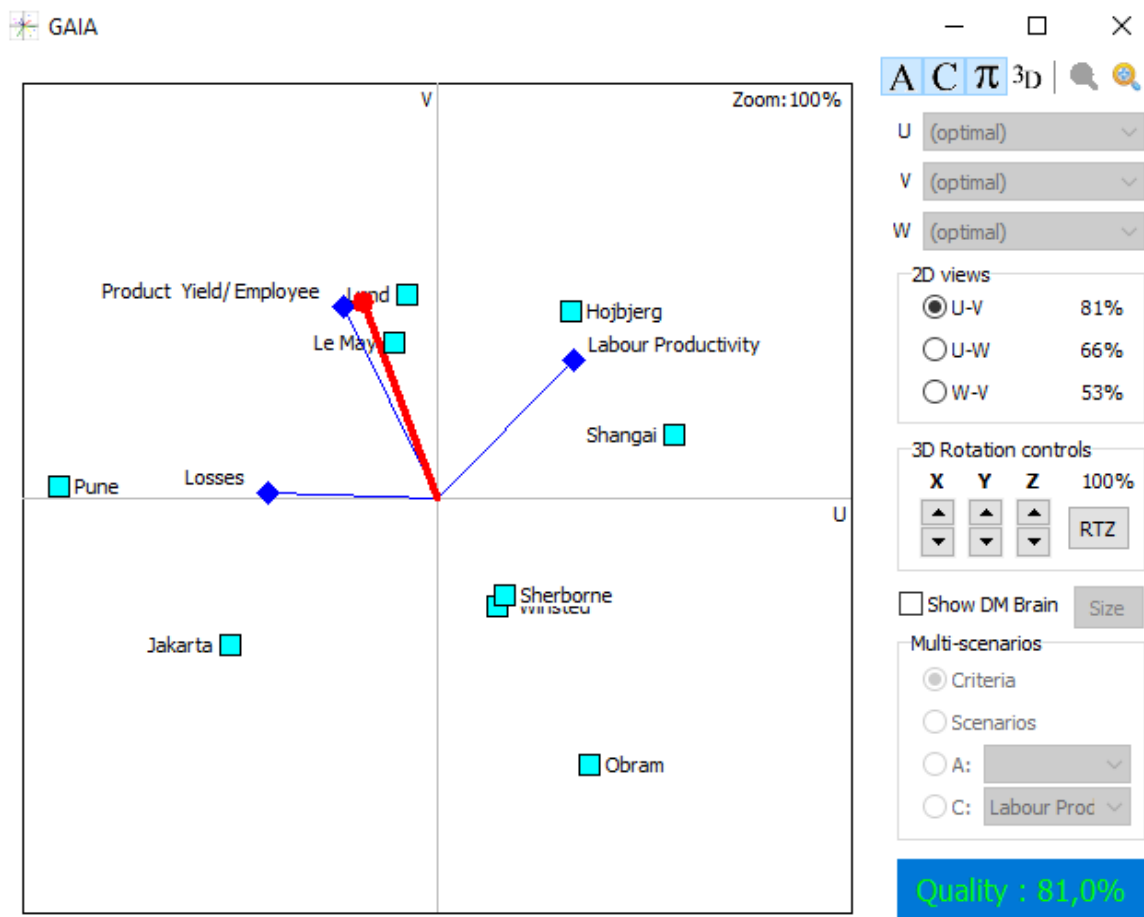
Εικόνα 67: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2017



Εικόνα 68: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2017

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund	■	0,5833	0,7917	0,2083
2	Højbjerg	■	0,3750	0,6667	0,2917
3	Pune	■	0,2500	0,6250	0,3750
4	Le May	■	0,0833	0,5417	0,4583
5	Winsted	■	-0,0833	0,4583	0,5417
5	Jakarta	■	-0,0833	0,4583	0,5417
7	Shangai	■	-0,1667	0,4167	0,5833
8	Sherborne	■	-0,2083	0,3750	0,5833
9	Oram	■	-0,7500	0,1250	0,8750

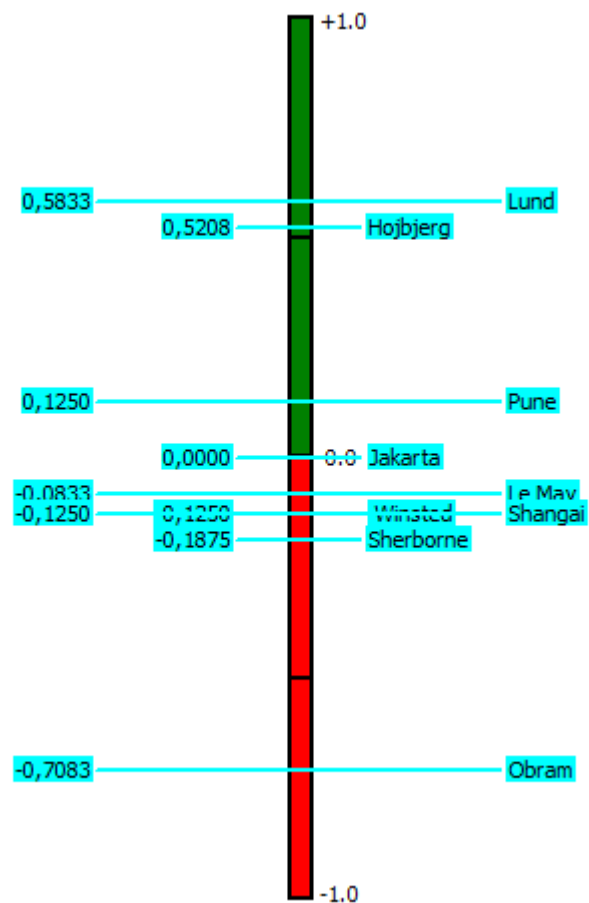
Εικόνα 69: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2017.



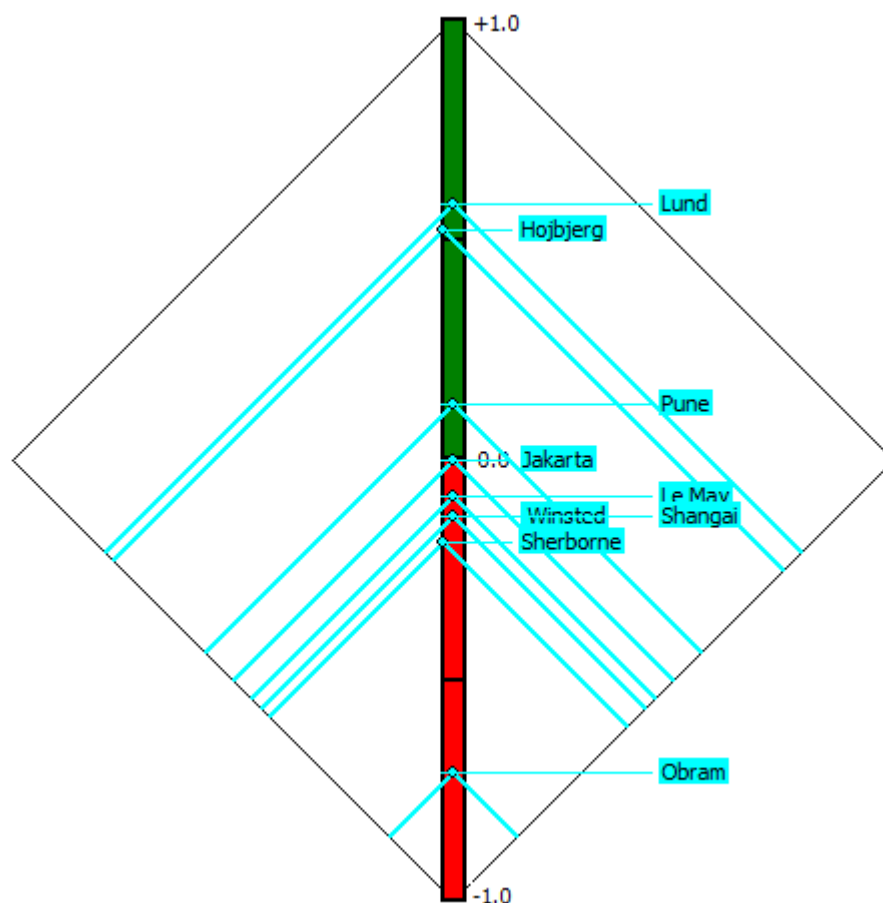
Εικόνα 70: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2017

2017	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
1	Labour Productivity	4,76	10,71	5,95
2	Prod Yield/Employee	7,89	13,04	5,15
3	Losses	0	18,92	18,92

Πίνακας 21: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2017



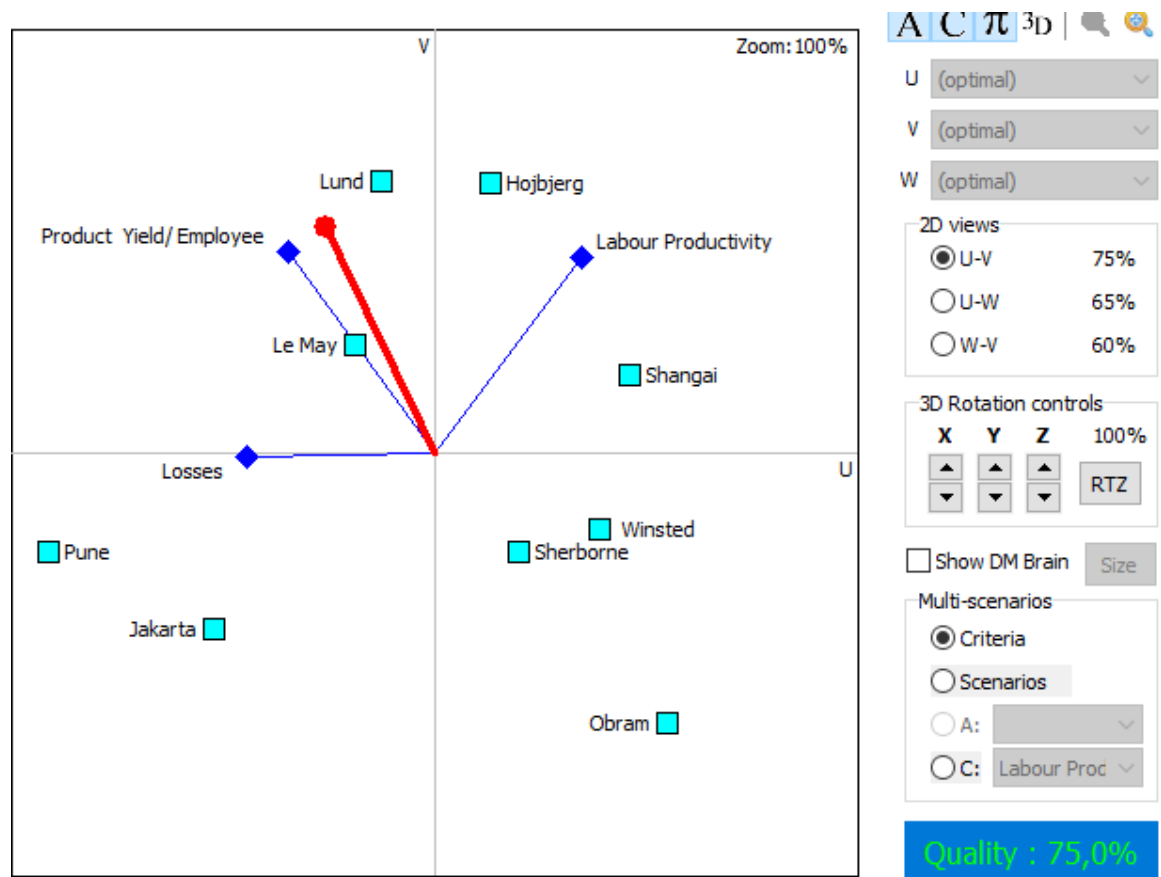
Εικόνα 71: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016-2017



Εικόνα 72: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund	■	0,5833	0,7917	0,2083
2	Højbjerg	■	0,5208	0,7500	0,2292
3	Pune	■	0,1250	0,5625	0,4375
4	Jakarta	■	0,0000	0,5000	0,5000
5	Le May	■	-0,0833	0,4583	0,5417
6	Winsted	■	-0,1250	0,4375	0,5625
6	Shanghai	■	-0,1250	0,4375	0,5625
8	Sherborne	■	-0,1875	0,3958	0,5833
9	Oram	■	-0,7083	0,1458	0,8542

Εικόνα 73: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017.



Εικόνα 74: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017.

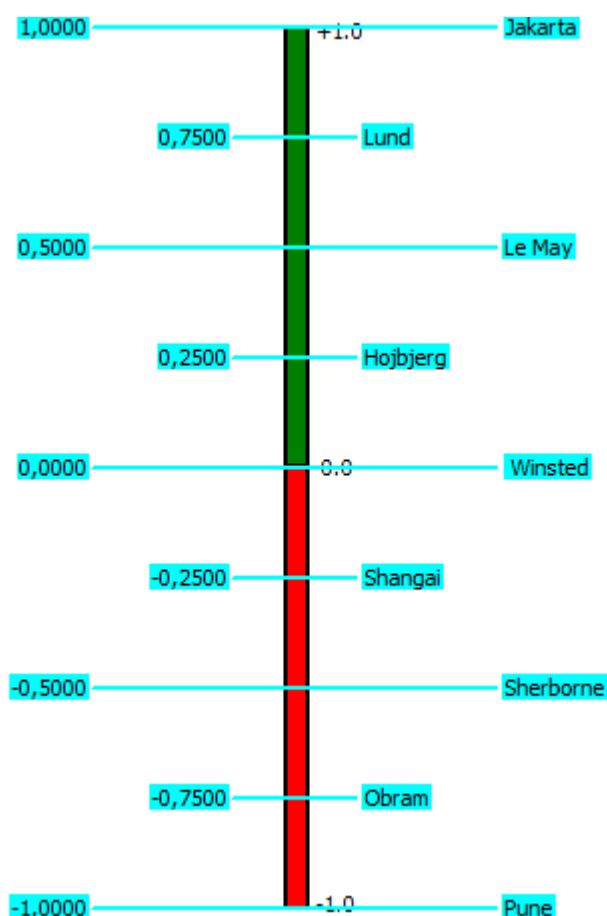
All	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
1	Labour Productivity	31,25	36,23	4,98
2	Prod Yield/Employee	29,82	38,46	8,64
3	Losses	16,67	36,84	20,17

Πίνακας 22: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Πρώτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017

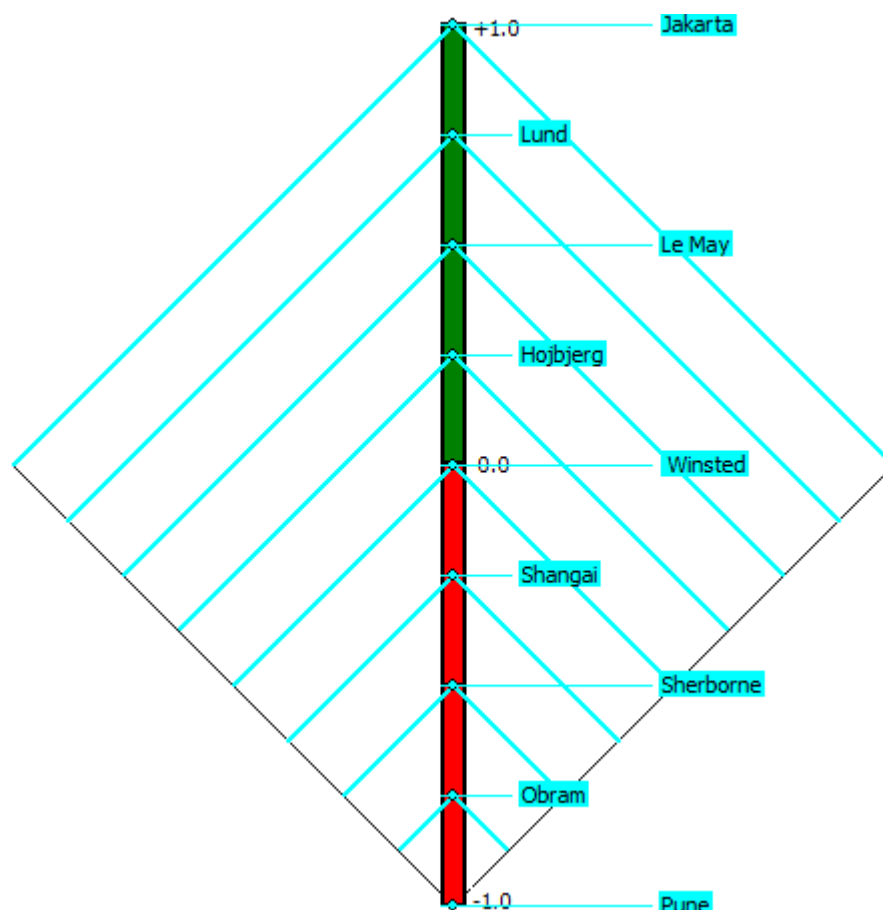
Σε αυτή την ενότητα επεξεργασίας δεδομένων, τις καλύτερες επιδόσεις δείχνουν να έχουν οι Lund, Højbjerg, Pune και Jakarta ενώ στις τελευταίες θέσεις βρίσκονται το Le May, Sherborne και το Oram. Ωστόσο, η κατάταξη δεν εμφανίζει τρομερές αλλαγές και στις υπόλοιπες δυο χρονικές περιόδους αφού οι μονάδες καταλαμβάνουν τις ίδιες περίπου θέσεις στο πίνακα των επιδόσεων.

7.4 Περίπτωση 4η: Κατάταξη με βάση τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας Κριτηρίων.

Στο σενάριο αυτό δημιουργείται η πλήρης κατάταξη της μεθόδου PROMETHEE II λαμβάνοντας υπόψη τον δείκτη Delivery Accuracy της Δεύτερης κατηγορίας (Leadtime Index&Responsiveness), οπότε τα αποτελέσματα έχουν ως εξής:



Εικόνα 75: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016



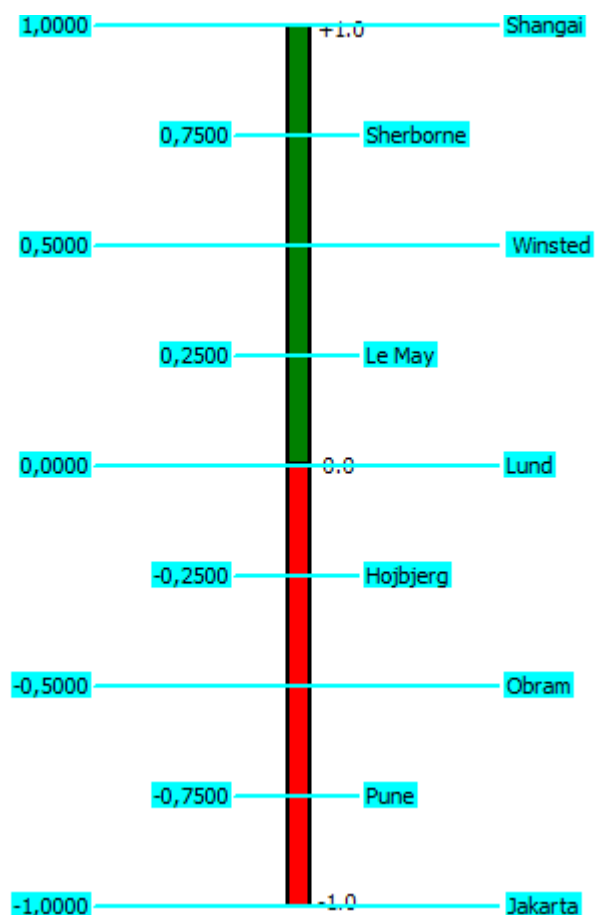
Εικόνα 76: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2016

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Jakarta	■	1,0000	1,0000	0,0000
2	Lund	■	0,7500	0,8750	0,1250
3	Le May	■	0,5000	0,7500	0,2500
4	Hojbjerg	■	0,2500	0,6250	0,3750
5	Winsted	■	0,0000	0,5000	0,5000
6	Shangai	■	-0,2500	0,3750	0,6250
7	Sherborne	■	-0,5000	0,2500	0,7500
8	Ogram	■	-0,7500	0,1250	0,8750
9	Pune	■	-1,0000	0,0000	1,0000

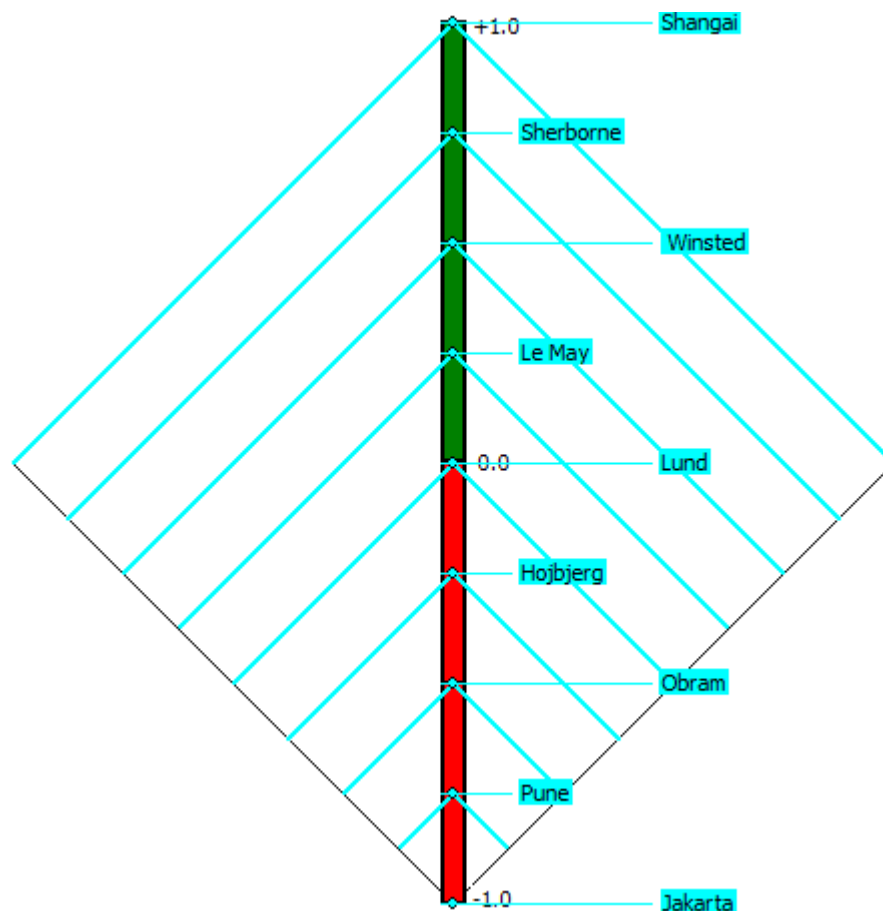
Εικόνα 77: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2016.

2016	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
4	Delivery Accuracy	4,76	10,71	5,95

Πίνακας 23: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2016



Εικόνα 78: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2017



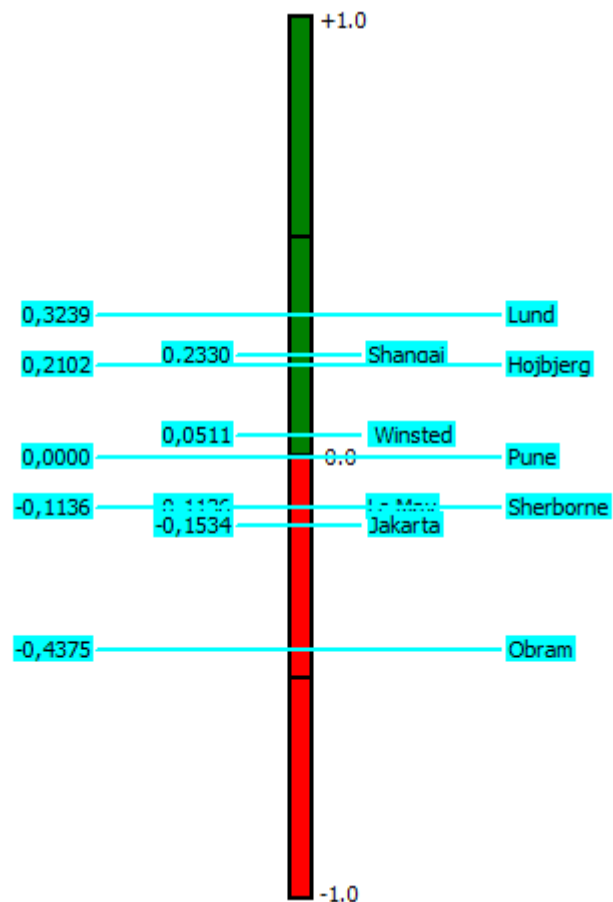
Εικόνα 79: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2017

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Shangai	■	1,0000	1,0000	0,0000
2	Sherborne	■	0,7500	0,8750	0,1250
3	Winsted	■	0,5000	0,7500	0,2500
4	Le May	■	0,2500	0,6250	0,3750
5	Lund	■	0,0000	0,5000	0,5000
6	Højbjerg	■	-0,2500	0,3750	0,6250
7	Ogram	■	-0,5000	0,2500	0,7500
8	Pune	■	-0,7500	0,1250	0,8750
9	Jakarta	■	-1,0000	0,0000	1,0000

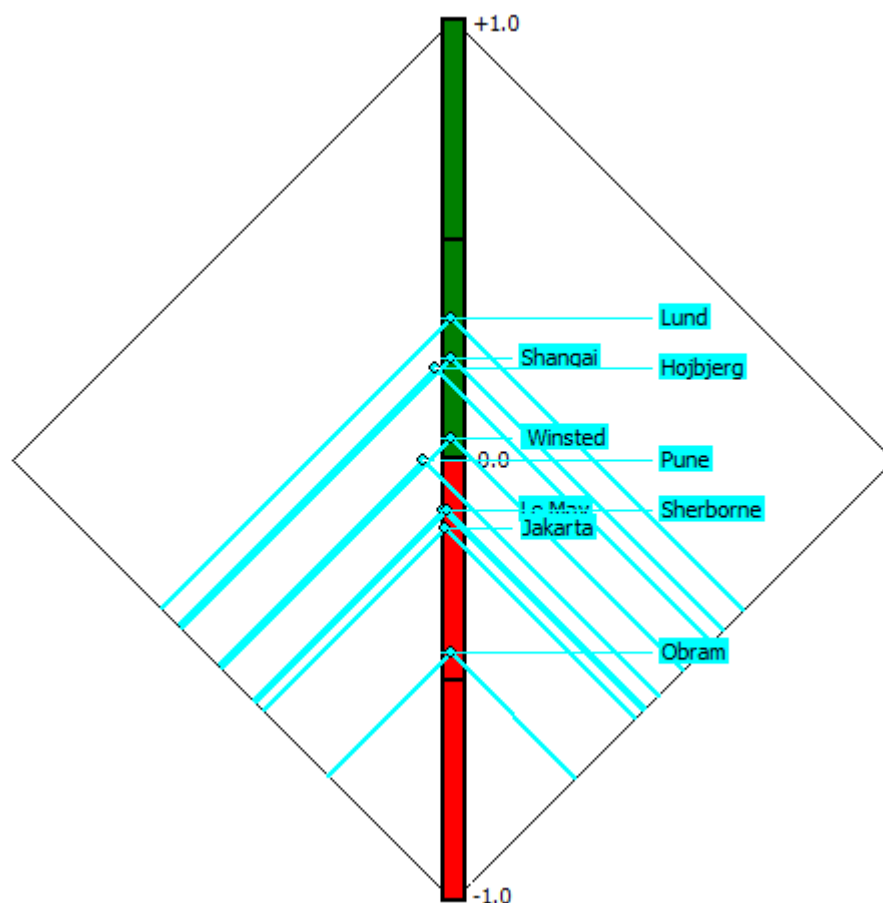
Εικόνα 80: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2017.

2017	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
4	Delivery Accuracy	85,07	100	14,93

Πίνακας 24: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2017



Εικόνα 81: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016-2017



Εικόνα 82: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2016-2017

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund	■	0,3239	0,6591	0,3352
2	Shangai	■	0,2330	0,6136	0,3807
3	Hojbjerg	■	0,2102	0,5852	0,3750
4	Winsted	■	0,0511	0,5227	0,4716
5	Pune	■	0,0000	0,4659	0,4659
6	Le May	■	-0,1136	0,4318	0,5455
7	Sherborne	■	-0,1136	0,4375	0,5511
8	Jakarta	■	-0,1534	0,4148	0,5682
9	Ogram	■	-0,4375	0,2784	0,7159

Εικόνα 83: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2016-2017.

All	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
4	Delivery Accuracy	66,67	100	33,33

Πίνακας 25: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Δεύτερης κατηγορίας για το έτος 2016-2017

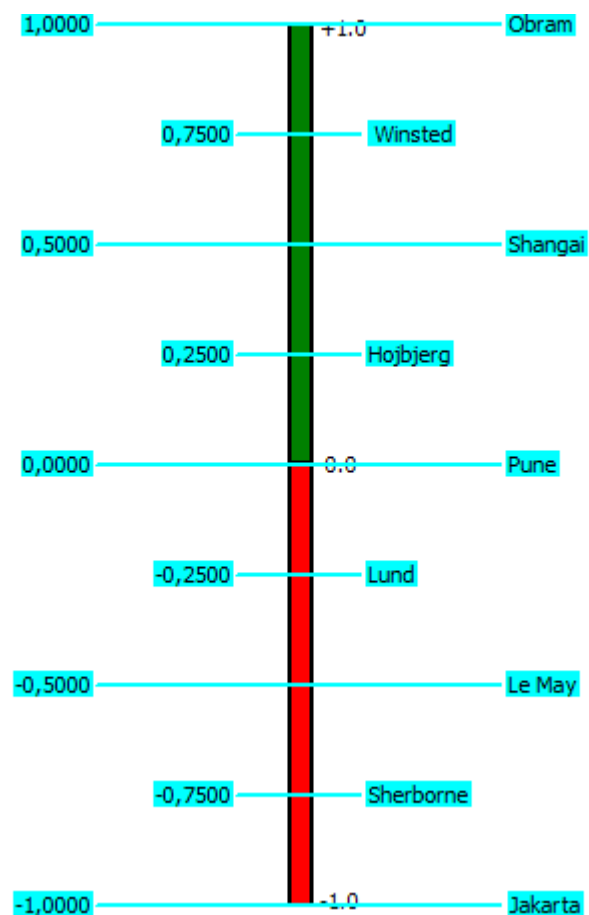
Στο πρώτο έτος που εξετάζεται στην πρώτη τριάδα βρίσκονται οι μονάδες στην Jakarta, το Lund και το Le May ενώ από την άλλη το Ogram και το Pune καλύπτουν τις τελευταίες θέσεις.

Στο δεύτερο έτος, η κατάταξη των εργοστασίων διαμορφώνεται τελείως διαφορετικά βλέποντας στις πρώτες θέσεις την Shanghai, το Sherborne, και το Winsted μονάδες που το προηγούμενο έτος είχαν αρκετά χαμηλές επιδόσεις. Αντίθετα, η Jakarta που έφτασε στην πρώτη θέση τώρα βρίσκεται στην τελευταία.

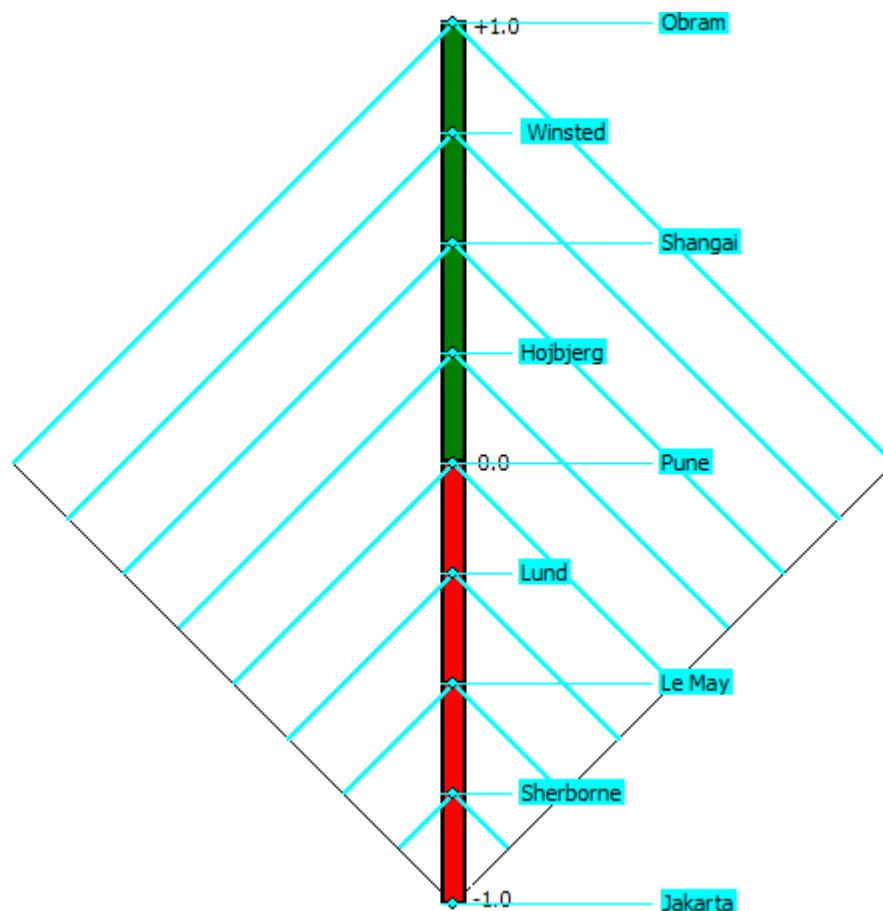
Στο τέλος, στην περίπτωση της συνολικής εκτίμησης στις πρώτες θέσεις παρέμεινε η Shanghai και το Lund, ενώ το Ogram να τερματίζει τελευταίο.

7.5 Περίπτωση 5η: Κατάταξη με βάση τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας Κριτηρίων.

Στο σενάριο αυτό δημιουργείται η πλήρης κατάταξη της μεθόδου PROMETHEEII λαμβάνοντας υπόψη τον δείκτη Rework της Τρίτης κατηγορίας (Quality Index), οπότε τα αποτελέσματα έχουν ως εξής:



Εικόνα 84: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016



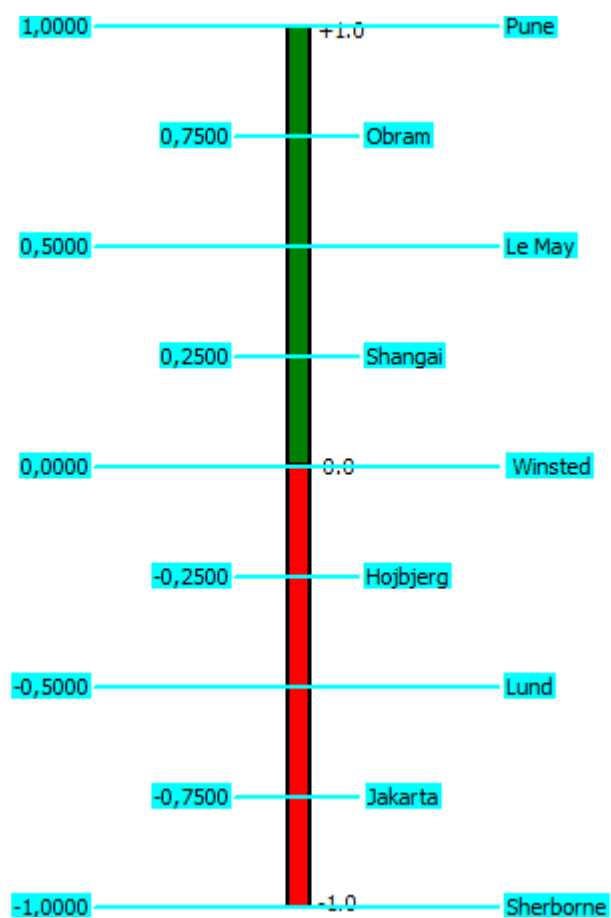
Εικόνα 85: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2016

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Ogram	■	1,0000	1,0000	0,0000
2	Winsted	■	0,7500	0,8750	0,1250
3	Shangai	■	0,5000	0,7500	0,2500
4	Hojbjerg	■	0,2500	0,6250	0,3750
5	Pune	■	0,0000	0,5000	0,5000
6	Lund	■	-0,2500	0,3750	0,6250
7	Le May	■	-0,5000	0,2500	0,7500
8	Sherborne	■	-0,7500	0,1250	0,8750
9	Jakarta	■	-1,0000	0,0000	1,0000

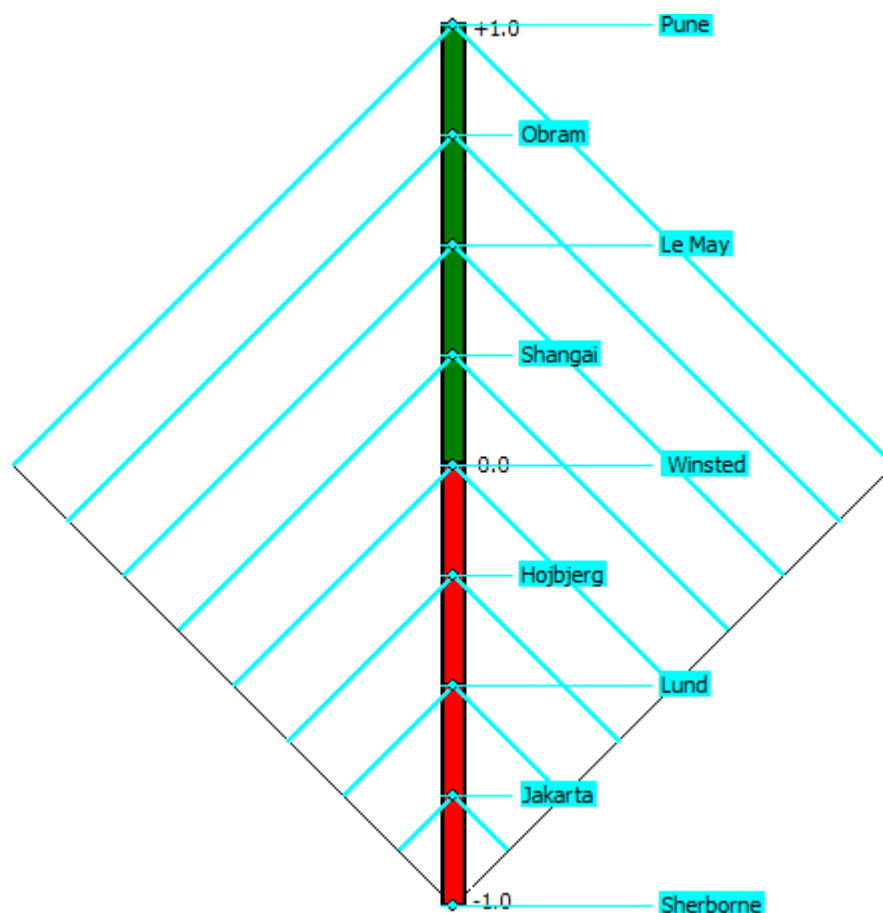
Εικόνα 86: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2016.

2016	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
5	Rework	58,33	100	41,67

Πίνακας 26: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2016



Εικόνα 87: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2017



Εικόνα 88: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2017

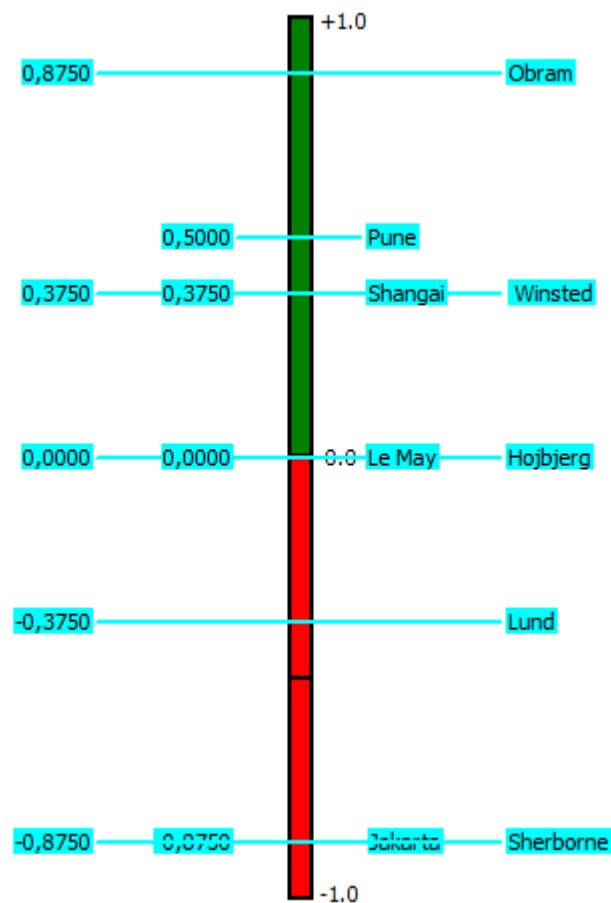
PROMETHEE Flow Table

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Pune		1,0000	1,0000	0,0000
2	Ogram		0,7500	0,8750	0,1250
3	Le May		0,5000	0,7500	0,2500
4	Shangai		0,2500	0,6250	0,3750
5	Winsted		0,0000	0,5000	0,5000
6	Hojbjerg		-0,2500	0,3750	0,6250
7	Lund		-0,5000	0,2500	0,7500
8	Jakarta		-0,7500	0,1250	0,8750
9	Sherborne		-1,0000	0,0000	1,0000

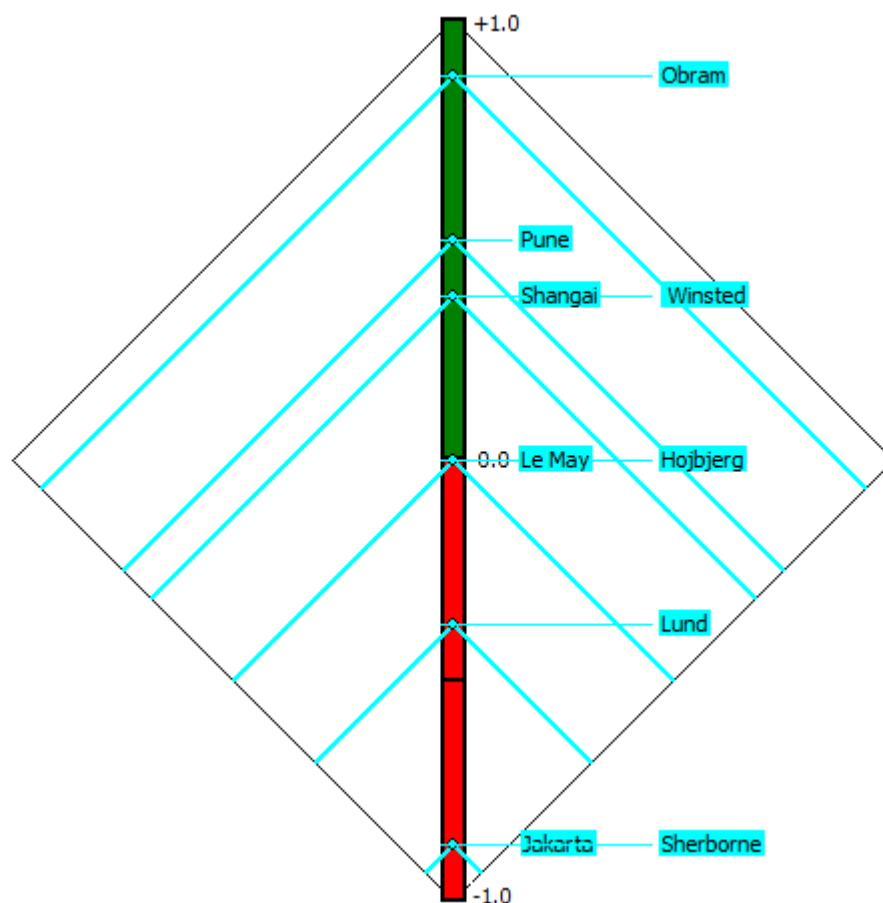
Εικόνα 89: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2017.

2017	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
5	Rework	63,64	100	36,36

Πίνακας 27: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2017



Εικόνα 89: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016-2017



Εικόνα 90: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Ogram	■	0,8750	0,9375	0,0625
2	Pune	■	0,5000	0,7500	0,2500
3	Winsted	■	0,3750	0,6875	0,3125
3	Shangai	■	0,3750	0,6875	0,3125
5	Hojbjerg	■	0,0000	0,5000	0,5000
5	Le May	■	0,0000	0,5000	0,5000
7	Lund	■	-0,3750	0,3125	0,6875
8	Jakarta	■	-0,8750	0,0625	0,9375
8	Sherborne	■	-0,8750	0,0625	0,9375

Εικόνα 91: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017.

All	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
5	Rework	52,38	100	47,62

Πίνακας 28: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Τρίτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017

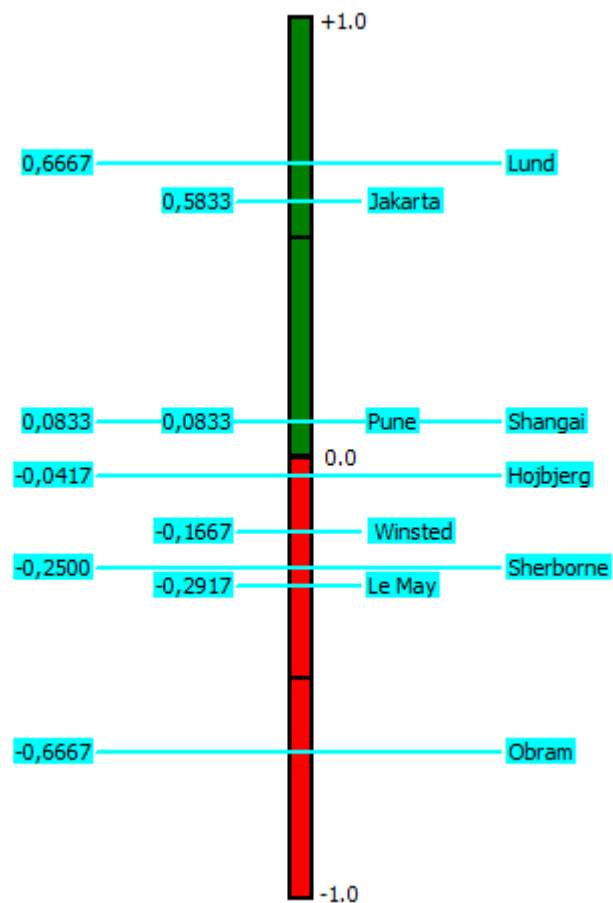
Ανακεφαλαιώνοντας, το 2016 πρώτο στην κατάταξη έρχεται το εργοστάσιο στο Ogram, Winsted και Shanghai . Σε αντίθεση με τη Jakarta και το Sherborne που έρχονται τελευταία.

Το 2017 υπάρχει μια γενική ανακατάταξη εφόσον, πρώτες έρχονται οι μονάδες στο Pune, Ogram, Le May και τελευταίες οι μονάδες στην Jakarta και το Sherborne τις οποίες είδαμε πρώτες προηγουμένως.

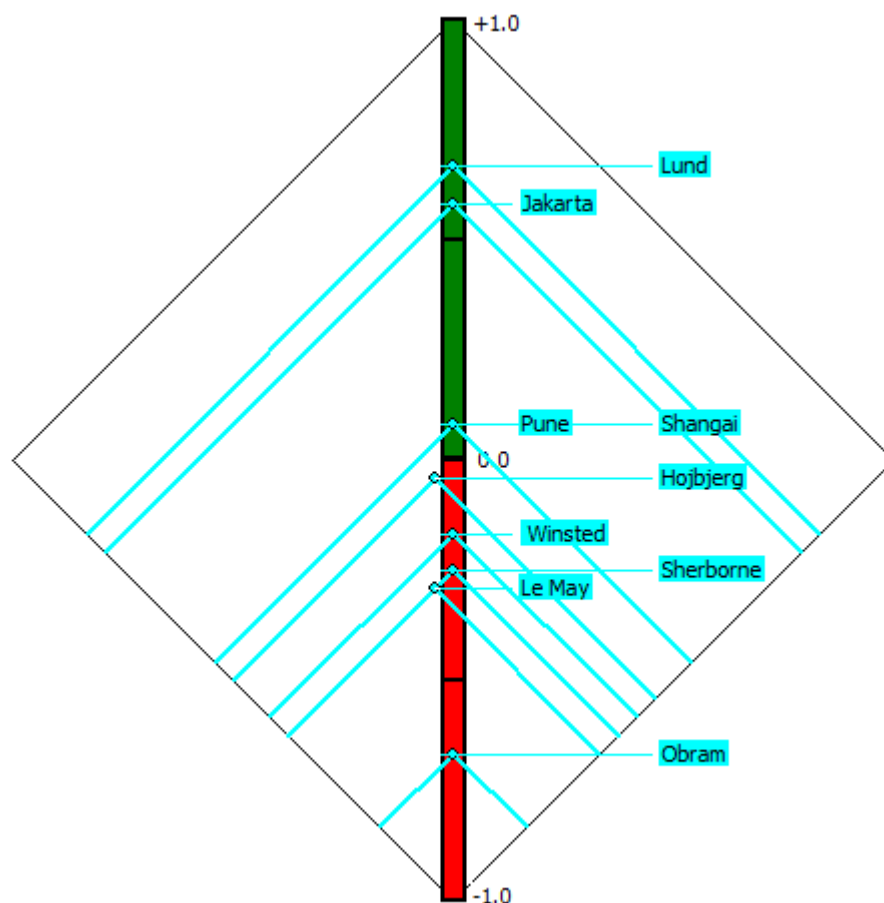
Στην συνολική κατάταξη, διαμορφώνουν την πρώτη τριάδα τα εργοστάσια Ogram, Winsted, Pune ενώ τελευταία έρχονται η Jakarta και το Sherborne.

7.6 Περίπτωση 6η: Κατάταξη με βάση τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας Κριτηρίων.

Στο σενάριο αυτό δημιουργείται η πλήρης κατάταξη της μεθόδου PROMETHEE II λαμβάνοντας υπόψη δείκτες από την Τέταρτη κατηγορία (**Increasing Efficiency**). Σε αυτήν την ενότητα συναντάμε τους δείκτες Throughput, Capacity Utilization, OPE. Στην περίπτωση αυτή η νέα κατάταξη έχει ως εξής :



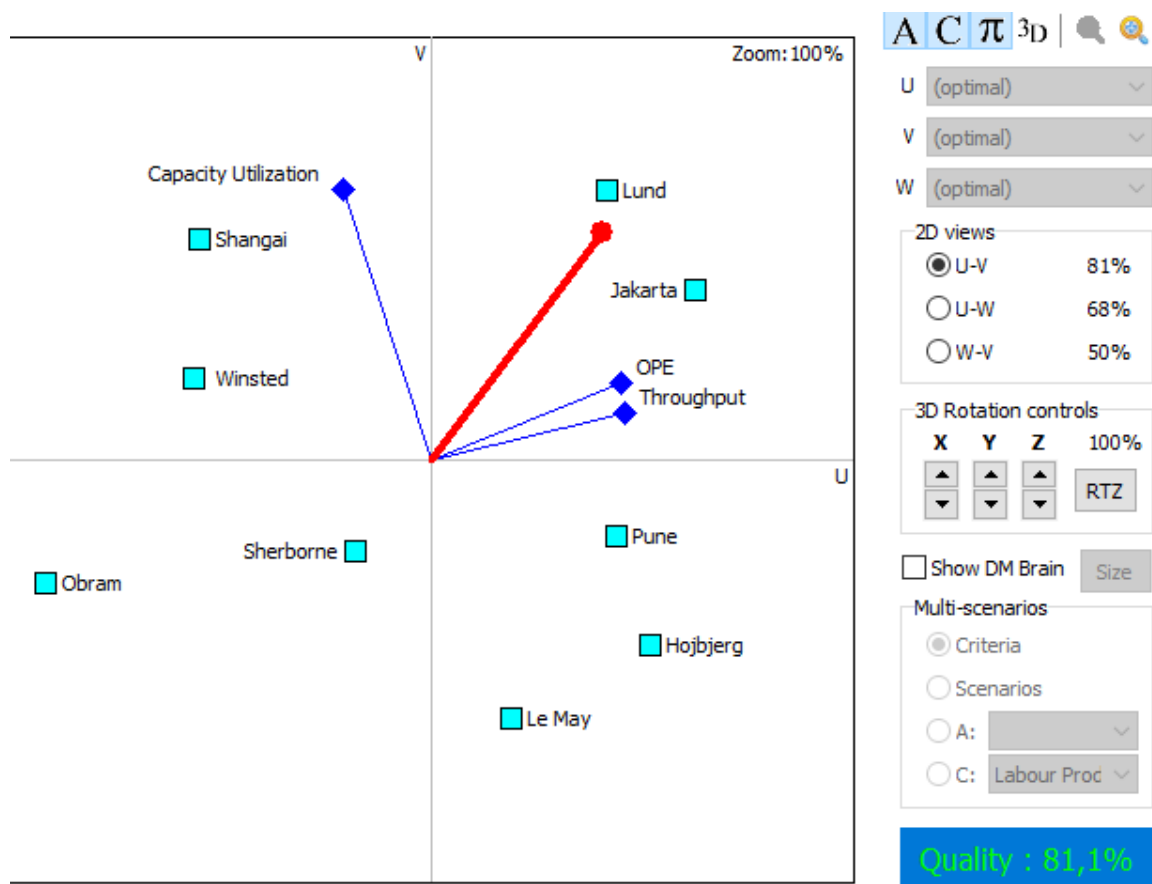
Εικόνα 92: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016



Εικόνα 93: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2016

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund	■	0,6667	0,8333	0,1667
2	Jakarta	■	0,5833	0,7917	0,2083
3	Shangai	■	0,0833	0,5417	0,4583
3	Pune	■	0,0833	0,5417	0,4583
5	Højbjerg	■	-0,0417	0,4583	0,5000
6	Winsted	■	-0,1667	0,4167	0,5833
7	Sherborne	■	-0,2500	0,3750	0,6250
8	Le May	■	-0,2917	0,3333	0,6250
9	Oram	■	-0,6667	0,1667	0,8333

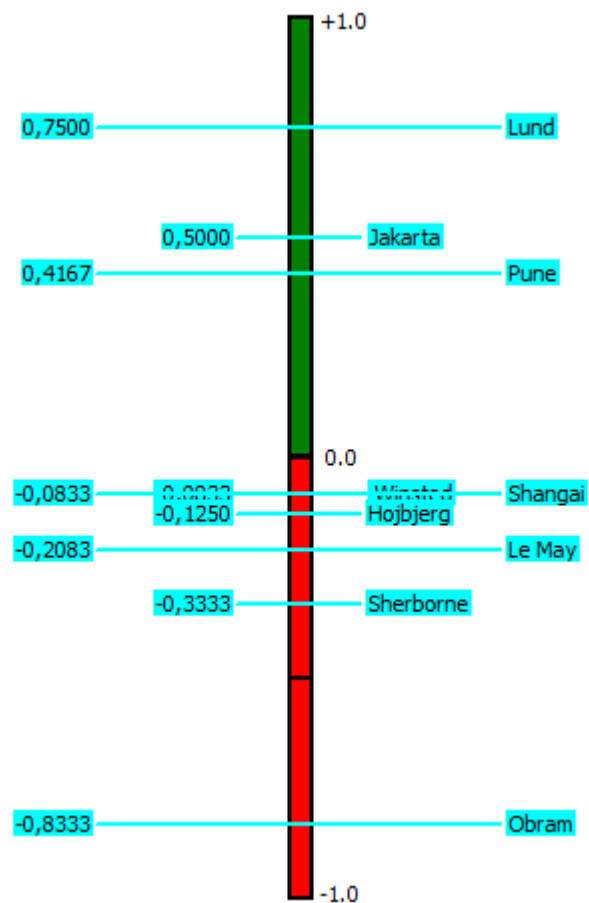
Εικόνα 94: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2016.



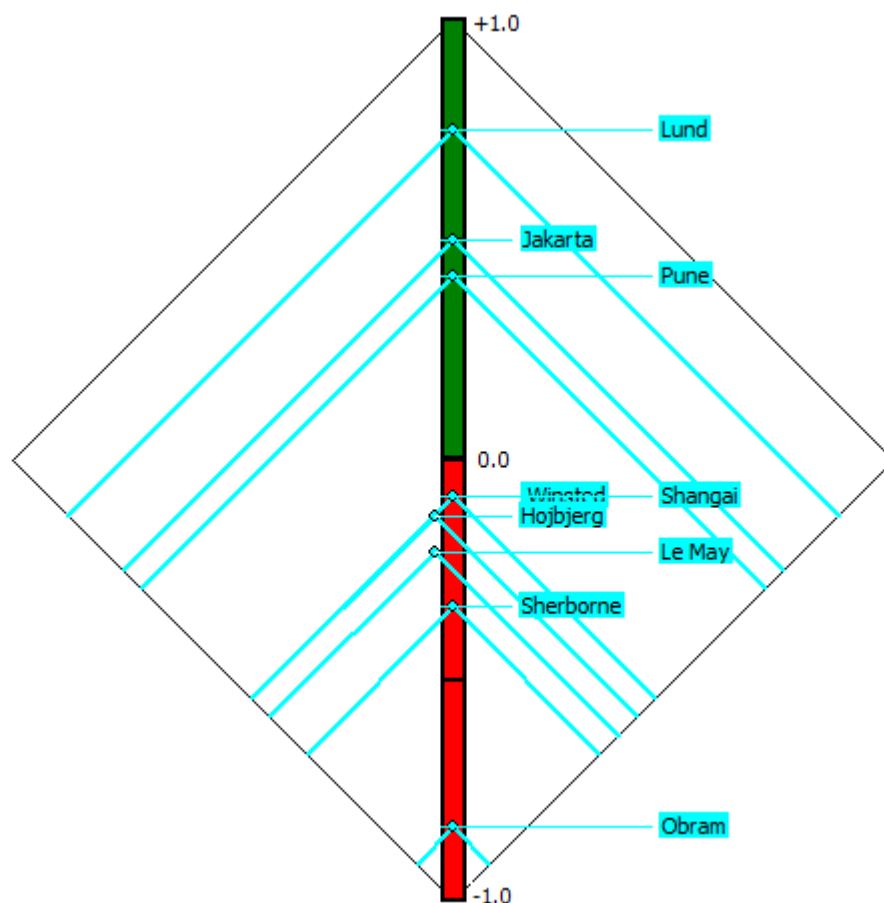
Εικόνα 95: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2016.

2016	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
6	Throughput	4,76	10,71	5,95
7	Capacity Utilization	7,89	13,04	5,15
8	OPE	0	18,92	18,92

Πίνακας 29: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2016



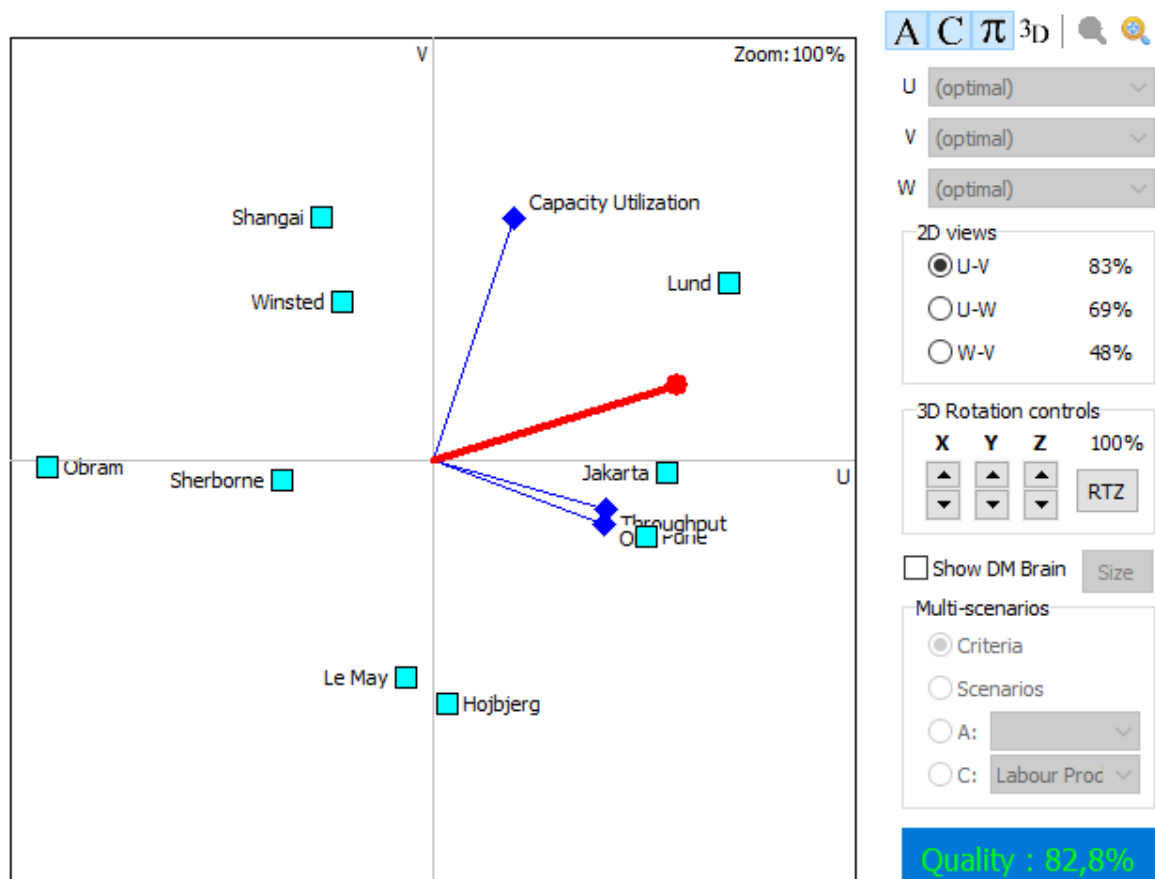
Εικόνα 96: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2017



Εικόνα 97: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2017

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund	■	0,7500	0,8750	0,1250
2	Jakarta	■	0,5000	0,7500	0,2500
3	Pune	■	0,4167	0,7083	0,2917
4	Winsted	■	-0,0833	0,4583	0,5417
4	Shangai	■	-0,0833	0,4583	0,5417
6	Hojbjerg	■	-0,1250	0,4167	0,5417
7	Le May	■	-0,2083	0,3750	0,5833
8	Sherborne	■	-0,3333	0,3333	0,6667
9	Ogram	■	-0,8333	0,0833	0,9167

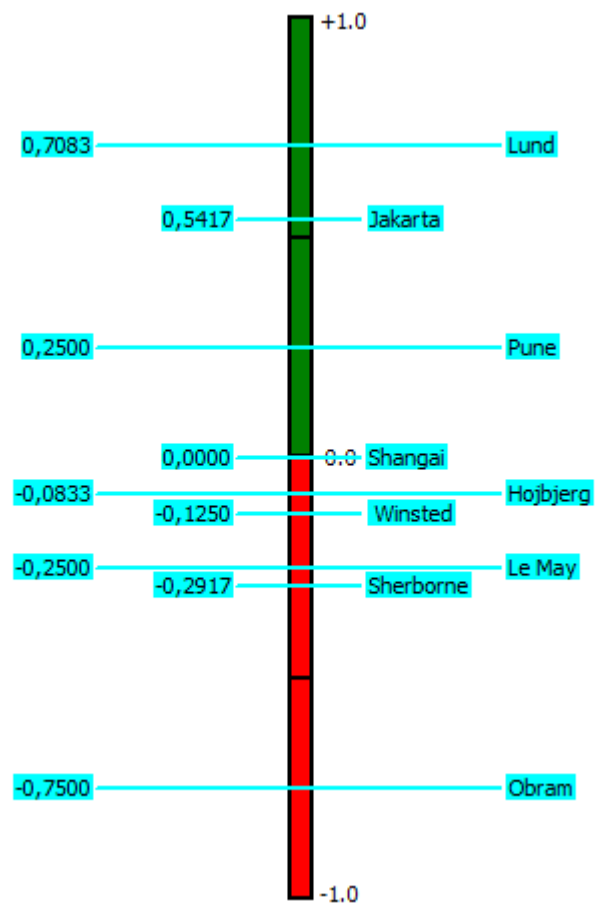
Εικόνα 98: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2017.



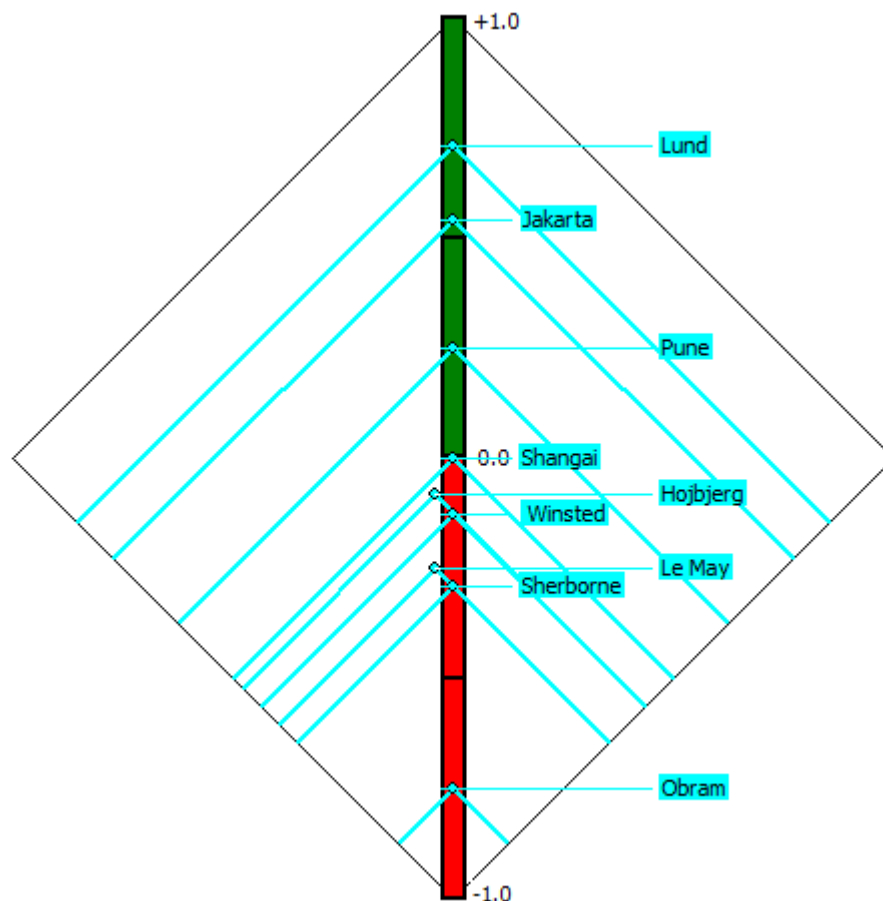
Εικόνα 99: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2017

2017	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
6	Throughput	33,33	33,33	0
7	Capacity Utilization	33,33	33,33	0
8	OPE	33,33	33,33	0

Πίνακας 30: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2017



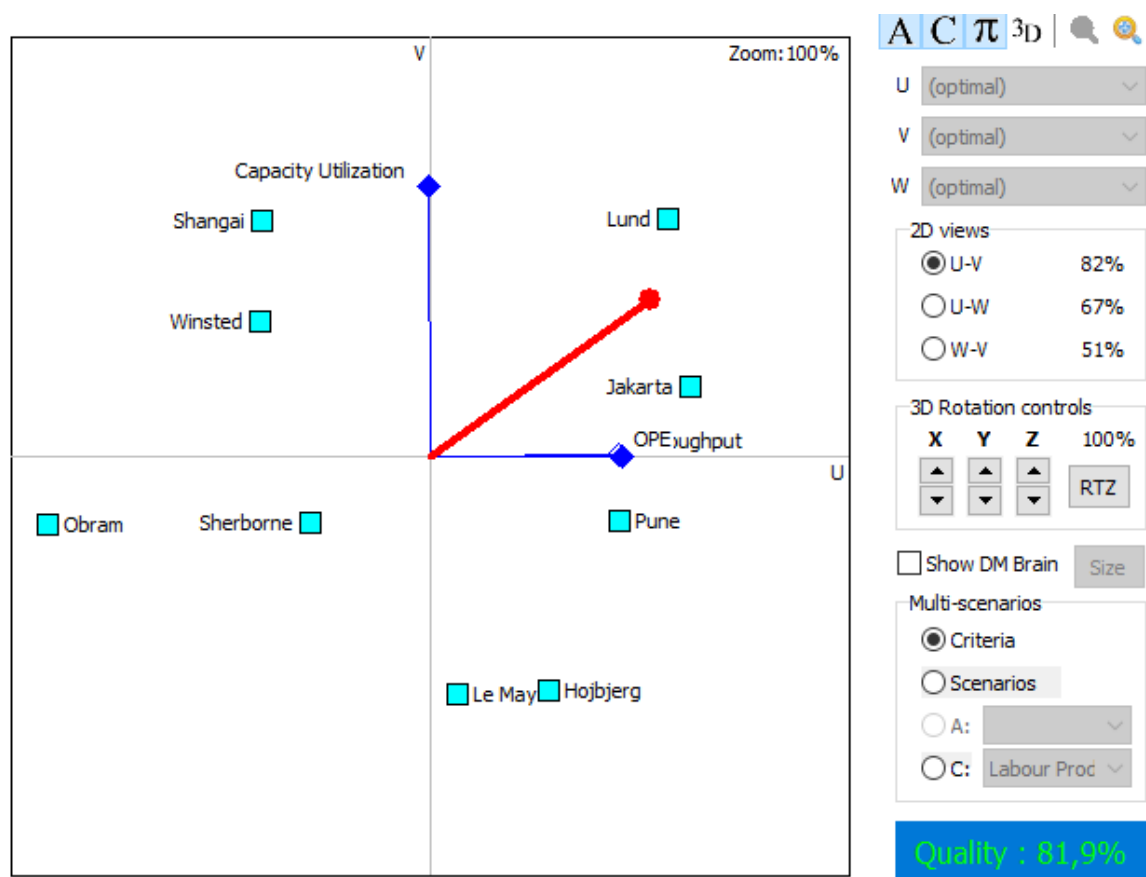
Εικόνα 100: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016-2017



Εικόνα 101: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund	■	0,7083	0,8542	0,1458
2	Jakarta	■	0,5417	0,7708	0,2292
3	Pune	■	0,2500	0,6250	0,3750
4	Shangai	■	0,0000	0,5000	0,5000
5	Højbjerg	■	-0,0833	0,4375	0,5208
6	Winsted	■	-0,1250	0,4375	0,5625
7	Le May	■	-0,2500	0,3542	0,6042
8	Sherborne	■	-0,2917	0,3542	0,6458
9	Oram	■	-0,7500	0,1250	0,8750

Εικόνα 102: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017.



Εικόνα 102: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017.

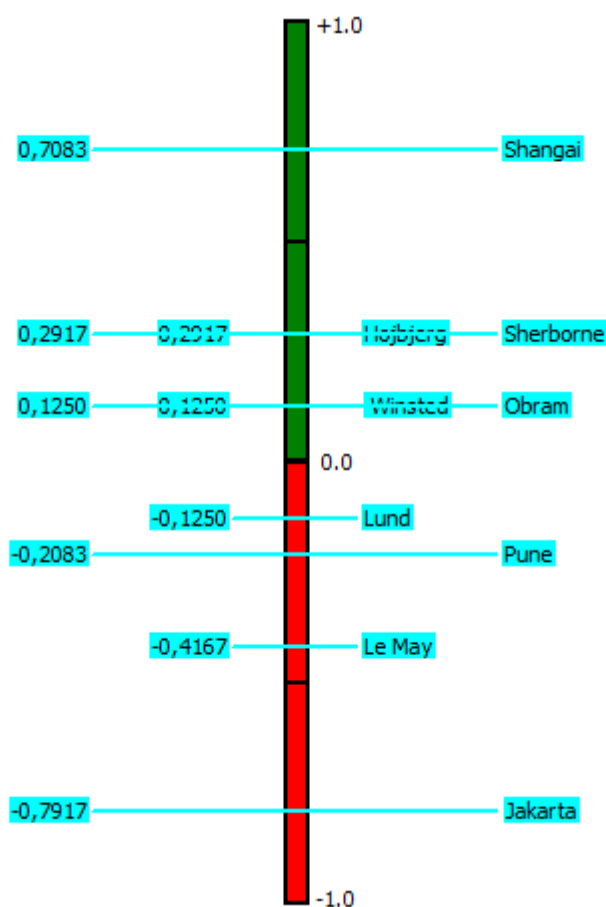
All	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
6	Throughput	28,57	36,84	8,27
7	Capacity Utilization	32,08	39,39	7,31
8	OPE	14,29	35,29	21

Πίνακας 31: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Τέταρτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017

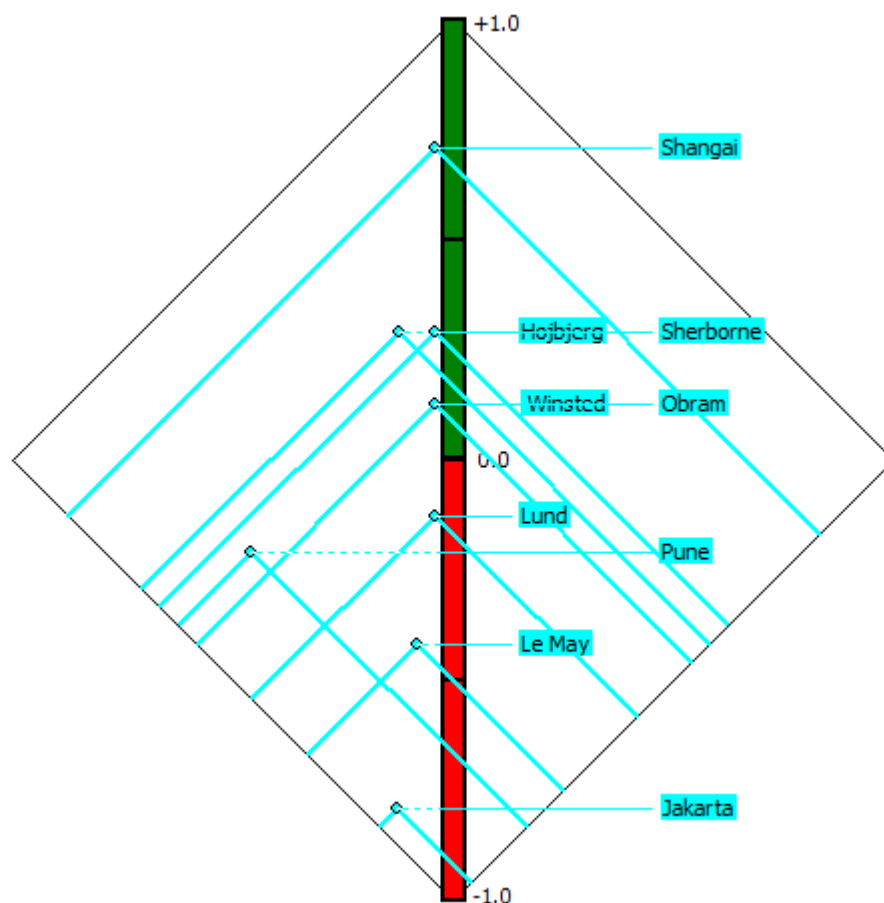
Για την πρώτη χρονιά που εξετάζεται το Lund, η Jakarta, η Shanghai έρχονται πρώτα στην κατάταξη ενώ τελευταία φαίνεται πως έρχονται το Sherborne, το Le May και το Oram. Ίδια περίπου παραμένουν τα αποτελέσματα τόσο για το 2017 όσο και για την συνολική εκτίμηση των ετών.

7.7 Περίπτωση 7η: Κατάταξη με βάση τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας Κριτηρίων.

Στο σενάριο αυτό δημιουργείται η πλήρης κατάταξη της μεθόδου PROMETHEE II λαμβάνοντας υπόψη δείκτες από την Πέμπτη κατηγορία (**Reducing cost & Increasing Profitability**). Σε αυτήν την ενότητα συναντάμε τους δείκτες Inventory Turnover, Turnover/Resource, Cost-To Sales ratio. Στην περίπτωση αυτή η νέα κατάταξη έχει ως εξής :



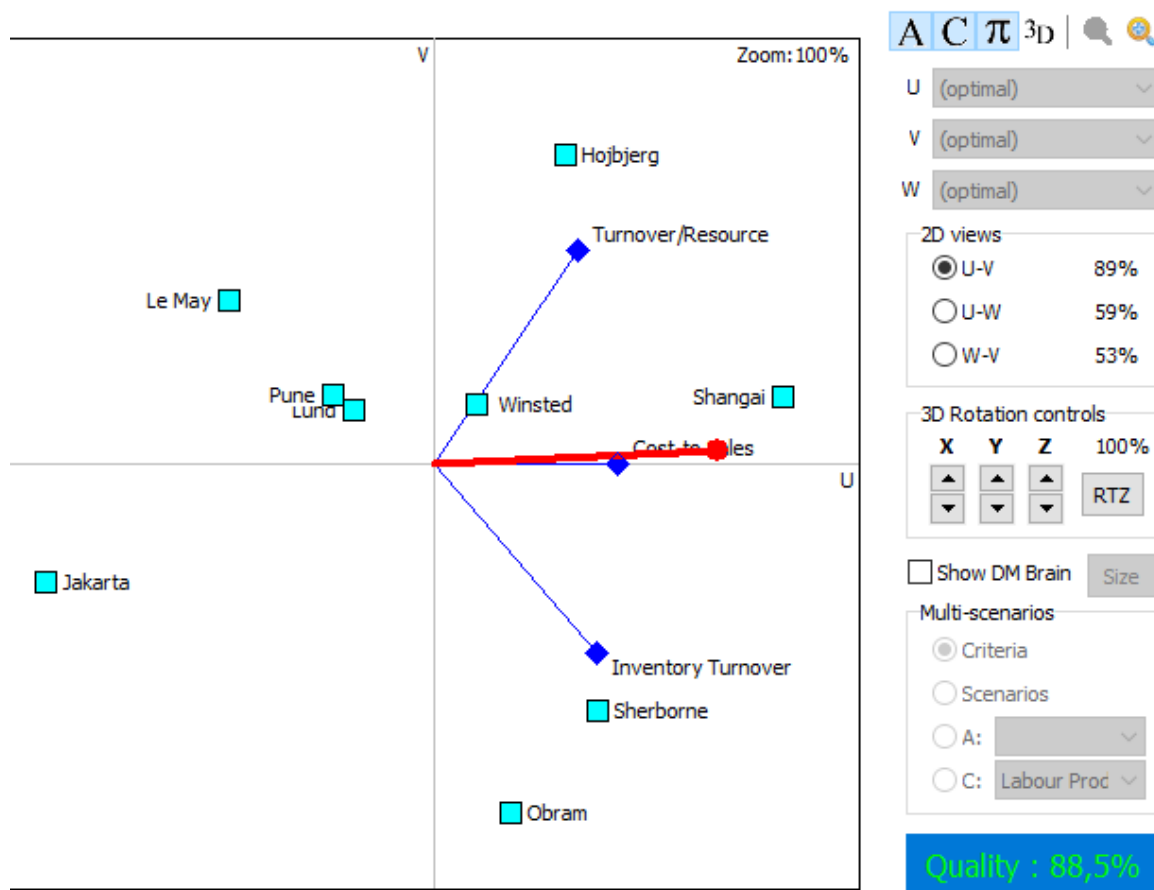
Εικόνα 102: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016



Εικόνα 103: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2016

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Shangai	■	0,7083	0,8333	0,1250
2	Højbjerg	■	0,2917	0,5833	0,2917
2	Sherborne	■	0,2917	0,6250	0,3333
4	Winsted	■	0,1250	0,5417	0,4167
4	Ogram	■	0,1250	0,5417	0,4167
6	Lund	■	-0,1250	0,4167	0,5417
7	Pune	■	-0,2083	0,1667	0,3750
8	Le May	■	-0,4167	0,2500	0,6667
9	Jakarta	■	-0,7917	0,0417	0,8333

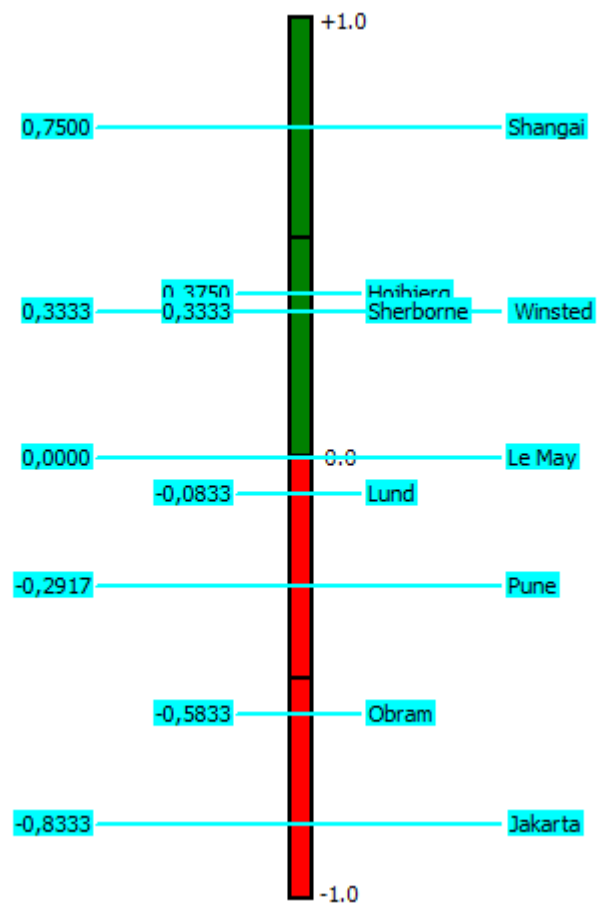
Εικόνα 104: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2016.



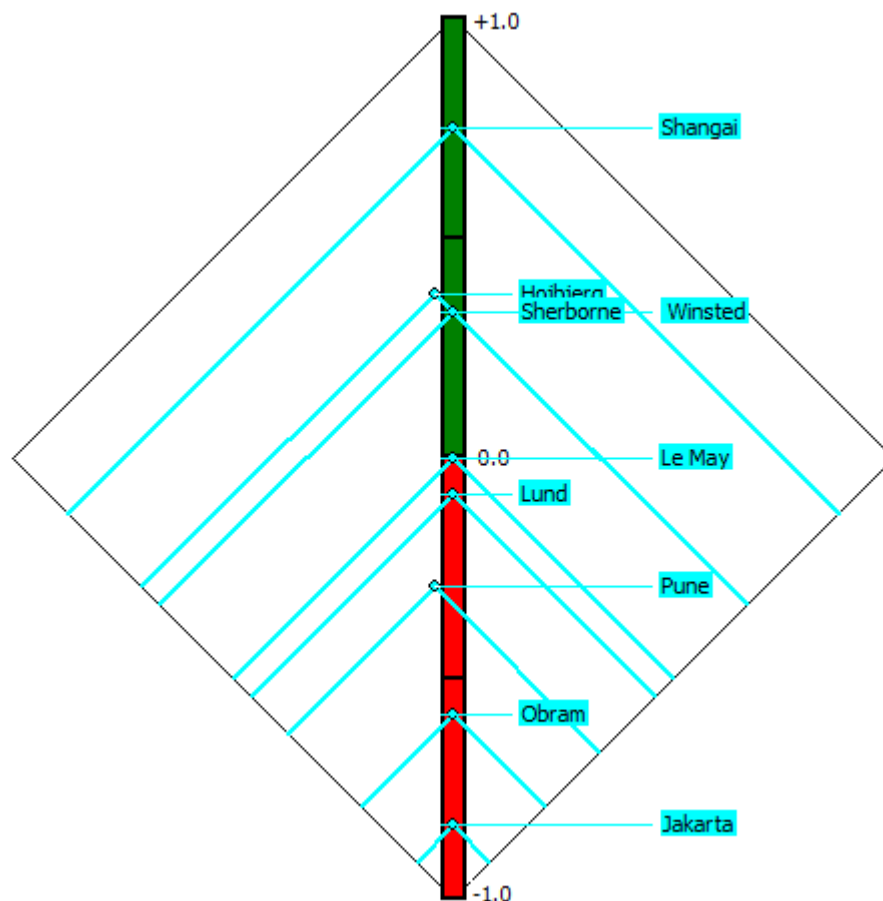
Εικόνα 105: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2016.

2016	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
9	Inventory Turnover	33,33	33,33	0
10	Turnover/Resource	33,33	33,33	0
11	Cost-To Sales ratio	33,33	33,33	0

Πίνακας 32: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2016



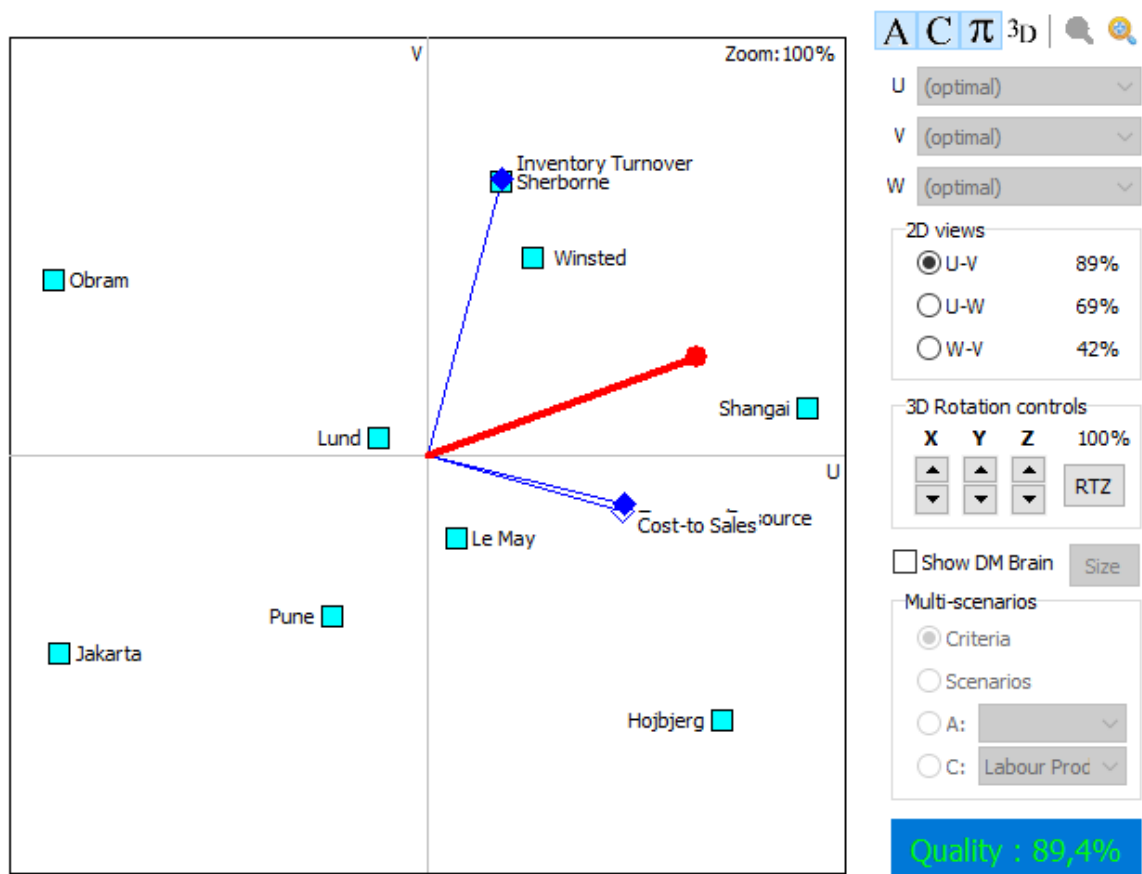
Εικόνα 106: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2017



Εικόνα 107: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2017

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Shangai	■	0,7500	0,8750	0,1250
2	Højbjerg	■	0,3750	0,6667	0,2917
3	Winsted	■	0,3333	0,6667	0,3333
3	Sherborne	■	0,3333	0,6667	0,3333
5	Le May	■	0,0000	0,5000	0,5000
6	Lund	■	-0,0833	0,4583	0,5417
7	Pune	■	-0,2917	0,3333	0,6250
8	Ogram	■	-0,5833	0,2083	0,7917
9	Jakarta	■	-0,8333	0,0833	0,9167

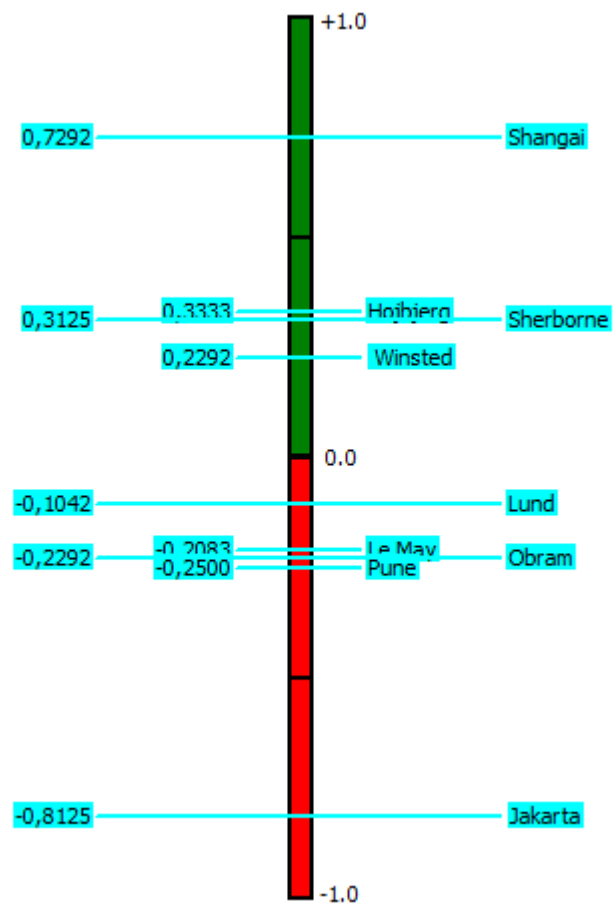
Εικόνα 108: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2017.



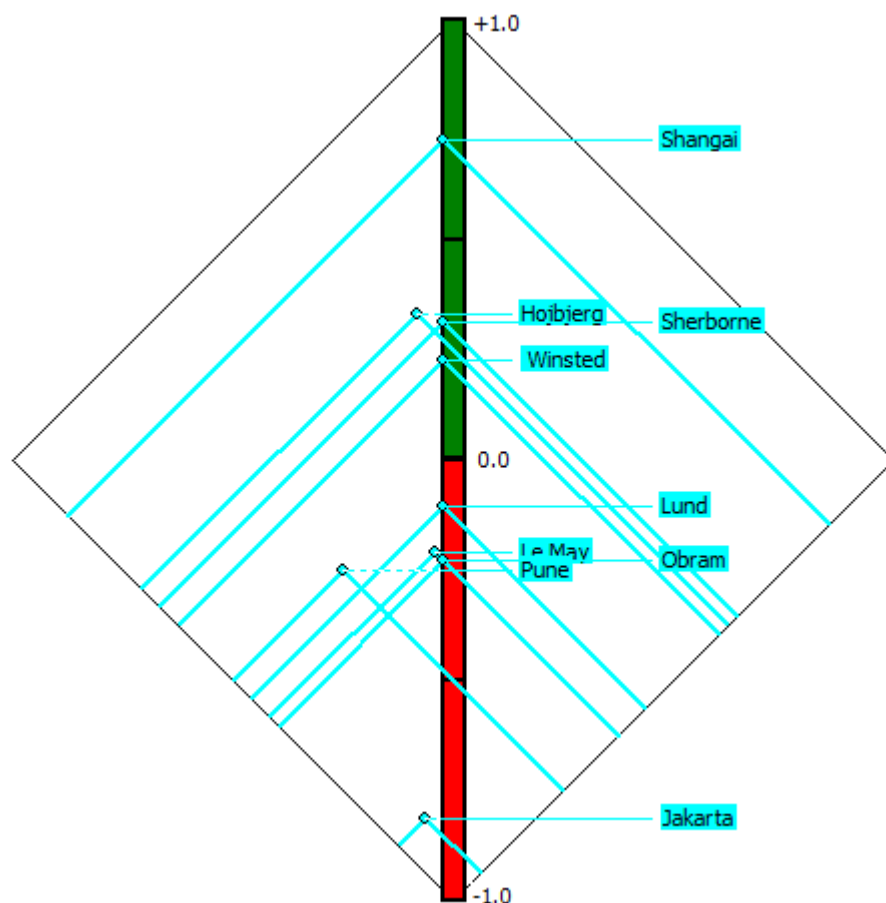
Εικόνα 109: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2017

2017	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	min	max	Διαφορά
9	Inventory Turnover	33,33	33,33	0
10	Turnover/Resource	33,33	33,33	0
11	Cost-To Sales ratio	33,33	33,33	0

Πίνακας 33: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2017



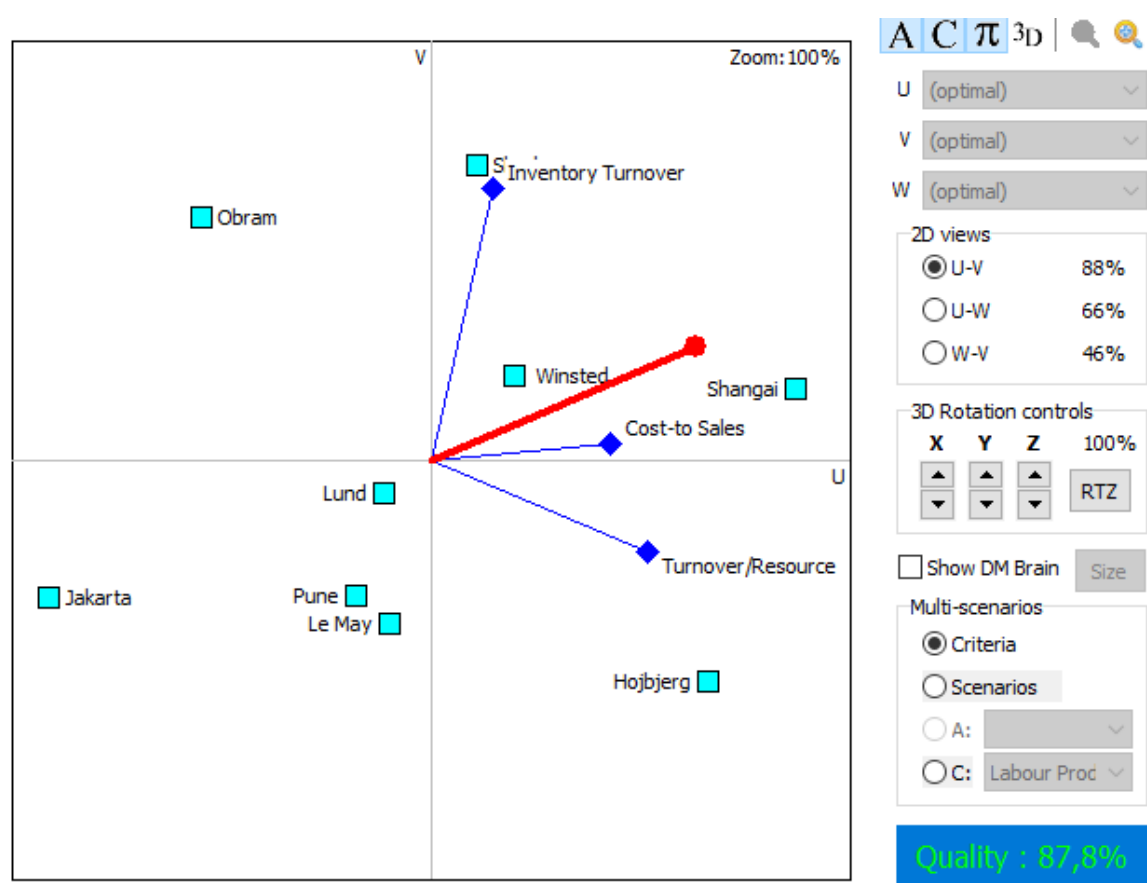
Εικόνα 110: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας με βάση τη μέθοδο PROMETHEE II για το έτος 2016-2017



Εικόνα 111: Ανάλυση Diamond εταιρειών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Shangai		0,7292	0,8542	0,1250
2	Højbjerg		0,3333	0,6250	0,2917
3	Sherborne		0,3125	0,6458	0,3333
4	Winsted		0,2292	0,6042	0,3750
5	Lund		-0,1042	0,4375	0,5417
6	Le May		-0,2083	0,3750	0,5833
7	Ogram		-0,2292	0,3750	0,6042
8	Pune		-0,2500	0,2500	0,5000
9	Jakarta		-0,8125	0,0625	0,8750

Εικόνα 112: Κατάταξη εταιρειών για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017



Εικόνα 113: GAIA Visual Analysis: για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017.

All	KPITHPIA	min	max	Διαφορά
9	Inventory Turnover	32	39,13	7,13
10	Turnover/Resource	0	40	40
11	Cost-To Sales ratio	28	35	7

Πίνακας 34: Διάστημα σταθερότητας για τους δείκτες της Πέμπτης κατηγορίας για το έτος 2016-2017

Συμπερασματικά, στο έτος 2016 συναντώνται διαδοχικά στις πρώτες θέσεις τα εργοστάσια στη Shanghai, Hojbjerg, Sherborne ενώ στο τελευταία έρχονται τα εργοστάσια στο Jakarta και το Le May.

Το έτος 2017 παρατηρείτε μια μικρή στην κατάταξη καθώς τις πρώτες θέσεις καταλαμβάνουν τα εργοστάσια Shanghai, Hojbjerg και Winsted. Από την άλλη, στις τελευταίες θέσεις έρχεται το Ogram και η Jakarta .

Μια, επίσης, παρόμοια διαμόρφωση συναντάται και στην συνολική κατάταξη των δυο ετών όπου πρώτες έρχονται οι μονάδες Shanghai, Højbjerg, Sherborne (όπως ακριβώς δηλαδή και το 2016) ενώ τελευταία η μονάδα στο Jakarta, που κρατούσε χαμηλή θέση σε όλες τις περιπτώσεις αυτής της κατηγορίας.

7.8 Ποιοτική Ανάλυση αποτελεσμάτων

Παρακάτω παρουσιάζονται συγκεντρωτικοί πίνακες με όλες τις εταιρείες και τις θέσεις που καταλαμβάνουν για κάθε κριτήριο στα σενάρια των ετών 2016,2017 και συνολικά για τις χρονιές 2016-2017. Η ταξινόμηση έχει γίνει κατά αύξουσα σειρά, σύμφωνα με την αξιολόγηση όπου λήφθηκαν υπόψιν όλοι οι δείκτες- κριτήρια.

Προς διευκόλυνση του αναγνώστη, στη συνέχεια, ακολουθούν πίνακες που παρουσιάζουν:

- ❖ Την μέγιστη και ελάχιστη θέση που καταλαμβάνει κάθε εταιρεία στην κατάταξη
- ❖ Την ταξινόμηση των εταιριών κατά αύξουσα σειρά ανάλογα με το μέγεθος της απόκλισης της Ελάχιστης και Μέγιστης θέσης στη σειρά κατάταξης.
- ❖ Την ομαδοποίηση των εταιριών σε τέσσερις ομάδες ανάλογα με τη σειρά κατάταξης που έχουν λάβει . Παραδείγματος χάριν, η ομάδα Α να αποτελείται από αυτές που καταλαμβάνουν τις θέσεις 1 έως 5. Η ακριβής ταξινόμηση των εταιριών στις υπόλοιπες ομάδες ορίζεται από τον παρακάτω πίνακα:

ΟΜΑΔΑ	ΘΕΣΕΙΣ	ΟΡΙΑ	
A	0-2	0	2
B	3-5	3	5
Γ	6-8	6	8

Πίνακας 35: Ομαδοποίηση εταιρειών ανάλογα με την κατάταξη τους

Φυσικά, η ίδια διαδικασία δημιουργίας πινάκων επαναλαμβάνεται για όλες τις χρονικές περιόδους που εξετάζονται.

Ξεκινώντας, λοιπόν από το πρώτο έτος παρατηρείται ότι:

2016

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	ΌΛΑ	>3%	>2%	1ης Κατηγορίας	2ης Κατηγορίας	3ης Κατηγορίας	4ης Κατηγορίας	5ης Κατηγορίας
Lund	1	1	1	2	2	6	1	6
Hojbjerg	2	4	3	1	4	4	5	2
Shanghai	3	1	2	5	6	3	3	1
Winsted	4	3	4	6	5	2	6	4
Jakarta	5	5	6	3	1	9	2	9
Pune	6	6	5	4	9	5	3	7
Sherborne	7	7	6	6	7	8	7	2
Le May	8	9	9	8	3	7	8	8
Obram	9	8	8	9	8	1	9	4

Πίνακας 36: Θέσεις εταιρειών ανάλογα με τα κριτήρια για το 2016

Όπως είναι εμφανές, ένα εργοστάσιο μπορεί να βρεθεί από τις πρώτες μέχρι τις τελευταίες θέσεις στην κατάταξη ανάλογα την περίπτωση που εξετάζεται. Για τον λόγο αυτό δημιουργήθηκε ο επόμενος πίνακας που επιτρέπει μια πιο συγκεντρωτική ματιά σχετικά με την καλύτερη και την χειρότερη θέση που μπορεί να πάρει μια εταιρία.

2016

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	Ελάχ. Απο Rank	Μέγ. Απο Rank	Διαφορά
Lund	1	6	5
Hojbjerg	1	5	4
Shanghai	1	6	5
Winsted	2	6	4
Jakarta	1	9	8
Pune	3	9	6
Sherborne	2	8	6
Le May	3	9	6
Obram	1	9	8

Πίνακας 37: Ελάχιστη και μέγιστη θέση για το έτος 2016 για όλες τις περιπτώσεις

Δεδομένου ότι οι θέσεις στην κατάταξη είναι μόλις 9, δεν αναμένονται πολύ μεγάλοι αριθμοί στην Τρίτη στήλη του πίνακα. Έτσι, υπάρχουν μόνο δυο περιπτώσεις σχετικά μεγάλης απόκλισης (Obram, Jakarta).

Ακολουθως, στον επόμενο πίνακα έχουν ταξινομηθεί οι εταιρίες με αύξουσα σειρά ανάλογα με την απόκλιση τους.

2016

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	Ελάχ. Απο Rank	Μέγ. Απο Rank	Διαφορά
Hojbjerg	1	5	4
Winsted	2	6	4
Lund	1	6	5
Shanghai	1	6	5
Pune	3	9	6
Sherborne	2	8	6
Le May	3	9	6
Jakarta	1	9	8
Obram	1	9	8

Πίνακας 38: Ταξινόμηση σύμφωνα με την Διάφορα Ελάχιστης και Μέγιστης θέσης για το έτος 2016 για όλες τις περιπτώσεις

Στην συνέχεια ακολουθεί κατάταξη των Εννέα Μονάδων στις τρεις ομάδες, όπως αυτές δημιουργήθηκαν νωρίτερα.

2016

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	ΌΛΑ	>3%	>2%	1ης Κατηγορίας	2ης Κατηγορίας	3ης Κατηγορίας	4ης Κατηγορίας	5ης Κατηγορίας
Lund	A	A	A	A	A	B	A	B
Hojbjerg	A	B	A	A	B	B	B	A
Shanghai	A	A	A	B	B	A	A	A
Winsted	A	A	B	B	B	A	B	B
Jakarta	B	B	B	A	A	Γ	A	Γ
Pune	B	B	B	B	Γ	B	A	Γ
Sherborne	Γ	Γ	B	B	Γ	Γ	Γ	A
Le May	Γ	Γ	Γ	Γ	A	Γ	Γ	Γ
Obram	Γ	Γ	Γ	Γ	Γ	A	Γ	B

Πίνακας 39: Κατάταξη εταιρειών ανά ομάδα στο έτος 2016

2016

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	A	B	Γ
Lund	6	2	0
Hojbjerg	4	4	0
Shanghai	6	2	0
Winsted	3	5	0
Jakarta	3	3	2
Pune	1	5	2
Sherborne	1	2	5
Le May	1	0	7
Obram	1	1	6

Πίνακας 40: Πλήθος στις ομάδες κατάταξης των εταιρειών στο έτος 2016

Η ίδια ακριβώς επεξεργασία δεδομένων επαναλαμβάνεται και στις επόμενες δυο περιπτώσεις

Έτσι για το 2017 ισχύει:

2017

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	ΌΛΑ	>3%	>2%	1ης Κατηγορίας	2ης Κατηγορίας	3ης Κατηγορίας	4ης Κατηγορίας	5ης Κατηγορίας
Lund	1	1	1	1	7	5	1	6
Shanghai	2	3	3	7	4	1	4	1
Hojbjerg	3	6	6	2	6	6	6	2
Pune	4	3	3	3	1	8	3	7
Winsted	5	2	2	5	5	3	4	3
Le May	6	8	8	4	3	4	7	5
Sherborne	7	7	7	8	9	2	8	3
Jakarta	8	5	5	5	8	9	2	9
Obram	9	9	9	9	2	7	9	8

Πίνακας 41: Θέσεις εταιρειών ανάλογα με τα κριτήρια για το σενάριο 2017

2017

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	Ελάχ. Απο Rank	Μέγ. Απο Rank	Διαφορά
Lund	1	7	6
Shanghai	1	7	6
Hojbjerg	2	6	4
Pune	1	8	7
Winsted	2	5	3
Le May	3	8	5
Sherborne	2	9	7
Jakarta	2	9	7
Obram	2	9	7

Πίνακας 42: Ελάχιστη και μέγιστη θέση για το έτος 2017 για όλες τις περιπτώσεις

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	Ελάχ. Απο Rank	Μέγ. Απο Rank	Διαφορά
Winsted	2	5	3
Hojbjerg	2	6	4
Le May	3	8	5
Lund	1	7	6
Shanghai	1	7	6
Pune	1	8	7
Sherborne	2	9	7
Jakarta	2	9	7
Obram	2	9	7

Πίνακας 43: Ταξινόμηση σύμφωνα με την Διάφορα Ελάχιστης και Μέγιστης θέσης για το έτος 2017 για όλες τις περιπτώσεις

2017

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	ΌΛΑ	>3%	>2%	1ης Κατηγορίας	2ης Κατηγορίας	3ης Κατηγορίας	4ης Κατηγορίας	5ης Κατηγορίας
Lund	A	A	A	A	Γ	B	A	B
Shanghai	A	A	A	Γ	B	A	B	A
Hojbjerg	A	B	B	A	B	B	B	A
Pune	B	A	A	A	A	Γ	A	Γ
Winsted	B	A	A	B	B	A	B	A
Le May	B	Γ	Γ	B	A	B	Γ	B
Sherborne	Γ	Γ	Γ	Γ	Γ	A	Γ	A
Jakarta	Γ	B	B	B	Γ	Γ	A	Γ
Obram	Γ	Γ	Γ	Γ	A	Γ	Γ	Γ

Πίνακας 44: Κατάταξη εταιρειών ανά ομάδα στο έτος 2017

2017

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	A	B	Γ
Lund	5	2	1
Shanghai	5	2	1
Hojbjerg	3	5	0
Pune	5	1	2
Winsted	4	4	0
Le May	1	4	3
Sherborne	2	0	6
Jakarta	1	3	4
Obram	1	0	7

Πίνακας 45: Πλήθος στις ομάδες κατάταξης των εταιρειών στο έτος 2017

2016-2017

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	ΌΛΑ	>3%	>2%	1ης Κατηγορίας	2ης Κατηγορίας	3ης Κατηγορίας	4ης Κατηγορίας	5ης Κατηγορίας
Lund	1	1	1	1	1	7	1	5
Shanghai	2	2	1	2	1	3	4	1
Hojbjerg	3	6	5	6	6	5	5	2
Winsted	4	2	3	6	4	3	6	4
Pune	5	4	7	4	9	2	3	8
Le May	6	8	9	3	1	5	7	6
Sherborne	7	7	4	8	5	8	8	3
Jakarta	8	5	6	5	6	8	2	9
Obram	9	9	8	9	8	1	9	7

Πίνακας 46: Θέσεις εταιρειών ανάλογα με τα κριτήρια για το σενάριο 2016-2017

2016-2017

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	Ελάχ. Απο Rank	Μέγ. Απο Rank	Διαφορά
Lund	1	7	6
Shanghai	1	4	3
Hojbjerg	2	6	4
Winsted	2	6	4
Pune	2	9	7
Le May	1	9	8
Sherborne	3	8	5
Jakarta	2	9	7
Obram	1	9	8

Πίνακας 47: Ελάχιστη και μέγιστη θέση για το έτος 2016-2017 για όλες τις περιπτώσεις

2016-2017

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	Ελάχ. Απο Rank	Μέγ. Απο Rank	Διαφορά
Shanghai	1	4	3
Hojbjerg	2	6	4
Winsted	2	6	4
Sherborne	3	8	5
Lund	1	7	6
Pune	2	9	7
Jakarta	2	9	7
Le May	1	9	8
Obram	1	9	8

Πίνακας 48: Ταξινόμηση σύμφωνα με την Διάφορα Ελάχιστης και Μέγιστης θέσης για το έτος 2016-2017 για όλες τις περιπτώσεις

2016-2017

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	ΌΛΑ	>3%	>2%	1ης Κατηγορίας	2ης Κατηγορίας	3ης Κατηγορίας	4ης Κατηγορίας	5ης Κατηγορίας
Lund	A	A	A	A	A	Γ	A	B
Shanghai	A	A	B	A	A	A	B	A
Hojbjerg	A	B	A	B	B	B	B	A
Winsted	A	A	A	B	B	A	B	B
Pune	B	B	B	B	Γ	A	A	Γ
Le May	B	Γ	Γ	A	A	B	Γ	B
Sherborne	Γ	Γ	B	Γ	B	Γ	Γ	A
Jakarta	Γ	B	Γ	B	B	Γ	A	Γ
Obram	Γ	Γ	Γ	Γ	Γ	A	Γ	Γ

Πίνακας 49: Κατάταξη εταιρειών ανά ομάδα στο έτος 2016-2017

2016-2017

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	A	B	Γ
Lund	6	1	1
Shanghai	6	2	0
Hojbjerg	3	5	0
Winsted	4	4	0
Pune	2	4	2
Le May	2	3	3
Sherborne	1	2	5
Jakarta	1	3	4
Obram	1	0	7

Πίνακας 50: Πλήθος στις ομάδες κατάταξης των εταιρειών στο έτος 2016-2017

8ο Κεφάλαιο

Η Μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε συμπληρωματικά για την επίλυση του προβλήματος

8.1 [Error! Reference source not found.](#)

Ένα από τα βασικότερα βήματα της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων αλλά και της μεθόδου Promethee ειδικότερα είναι η καταγραφή των προτιμήσεων του λήπτη της απόφασης μέσω της απόδοσης αριθμητικών τιμών σε κάθε ένα από τα κριτήρια του προβλήματος.

Φυσικά, υπάρχουν πολλοί μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί έχοντας ως σκοπό τον καθορισμό των συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων. Ωστόσο στην παρούσα διπλωματική θα γίνει εφαρμογή της μεθοδολογίας που ανέπτυξε ο Simos λόγω της απλότητας που την διακρίνει καθώς το γεγονός ότι έχει εφαρμοστεί σε ένα ευρύ φάσμα πραγματικών περιπτώσεων με ιδιαίτερη επιτυχία .

Εντούτοις, σημαντικά μειονεκτήματα της μεθόδου είναι το γεγονός ότι δε βασίζεται σε πραγματικές υποθέσεις, λόγω έλλειψης σημαντικών πληροφοριών και δε μπορεί να γίνει περεταίρω ανάλυση των κριτηρίων που έχουν τον ίδιο βαθμό σημαντικότητας, δηλαδή που έχουν το ίδιο βάρος [44] .

8.2 Εφαρμογή της μεθόδου Simos

Η μέθοδος ξεκινάει με την συγκέντρωση των απαραίτητων πληροφοριών και ακολουθεί ο προσδιορισμός των βαρών.

Αρχικά, λοιπόν, ο αποφασίζων κρατάει στα χέρια του από την μια ένα πακέτο με κάρτες ίσες στον αριθμό με τον εκείνο των κριτηρίων και από την άλλη ένα πακέτο με λευκές. Έτσι, λοιπόν, καλείται να επιλέξει τα λιγότερο σημαντικά κριτήρια που έχουν την ίδια βαρύτητα, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο την πρώτη κλάση. Αφού αφαιρεθούν οι κάρτες

από το πακέτο, επιλέγονται τα επόμενα λιγότερο σημαντικά κριτήρια, μέχρι την εξάντληση των καρτών με τα ονόματα των κριτηρίων.

Εντωμεταξύ, για να πολλαπλασιάσει ο αποφασίζων την απόσταση μεταξύ των κλάσεων παρεμβάλλει 1,2 ή περισσότερες λευκές κάρτες δείχνοντας έτσι πόσο πιο σημαντικό είναι το ένα κριτήριο από το προηγούμενο.

Ο υπολογισμός των βαρών γίνεται ως εξής:

- **Αριθμός καρτών:** Για κάθε κλάση που δημιουργείται (περιλαμβάνοντας τις κλάσεις των λευκών καρτών) καταγράφονται οι κάρτες που την αποτελούν και υπολογίζεται το άθροισμα τους.
- **Θέσεις:** Για κάθε κάρτα γίνεται η αρίθμηση – θέση 1, 2, 3, ... αρχίζοντας από την ουρά κατάταξης μέχρι την κεφαλή. Η θέση της τελευταίας κάρτας είναι ο συνολικός αριθμός των καρτών.
- **Μη κανονικοποιημένα βάρη:** Ως βάρος της κάθε κλάσης υπολογίζεται το άθροισμα των θέσεων της κλάσης δια του αριθμού των καρτών της κλάσης.
- **Κανονικοποιημένα βάρη – στρογγύλευση:** Τα μη κανονικοποιημένα βάρη διαιρούνται δια του αθροίσματος των θέσεων, όπου δεν συνυπολογίζονται οι θέσεις των λευκών καρτών και πολλαπλασιάζονται επί 100. Έπειτα τα βάρη στρογγυλεύονται στον πλησιέστερο ακέραιο [45].

Για την εφαρμογή, λοιπόν, της μέθοδο έστω ότι χρησιμοποιούνται 11 κάρτες όσα και τα κριτήρια και ένα πακέτο με λευκές που θα εισχωρήσει ενδεχομένως ανάμεσα στις πρώτες για να αναδείξει το μέγεθος της διαφοράς βάρους που χωρίζει τα κριτήρια. Η διαδικασία αυτή αρχίζει με τα λιγότερο σημαντικά κριτήρια { Throughput, Product Yield / Employee, Turnover / Resources}, 2 λευκές κάρτες κλπ. Και τελειώνει με τα πιο σημαντικά κριτήριο { Labour Productivity, OPE, Cost-to Sales }. Η όλη υπολογιστική διαδικασία περιγράφεται στις διαδοχικές στήλες του πίνακα 60 [48].

Κλάση	Αριθμός καρτών	Θέσεις στην Κατάταξη	Μη κανον/νο Βάρος	Κανον/νο Βάρος	Βάρος κλάσης
Throughput, Product Yield / Employee, Turnover / Resources	3	1,2,3	$\frac{1+2+3}{3}=2$	$2 \times \frac{100}{91} = 2$	6
Αριθμός Λευκών Καρτών	2	(4,5)	_____		
Utilization of Space , Inventory Turnover	2	6,7	$\frac{6+7}{2}=6,5$	$6,5 \times \frac{100}{91} = 7$	15
Αριθμός Λευκών Καρτών	1	(8)	_____		
Losses, Supplier On Time delivery accuracy, Rework	3	9,10,11	$\frac{9+10+11}{3}=10$	$10 \times \frac{100}{91} = 11$	34
Αριθμός Λευκών Καρτών	1	(12)	_____		
Labour Productivity, OPE, Cost-to Sales	3	13,14,15	$\frac{13+14+15}{3}=15$	$14 \times \frac{100}{91} = 15$	45
Total	15	91	_____	_____	100

Πίνακας 60: Ευρεση βαρων με την μεθοδο Simos

Πλέον, αφού υπολογίστηκαν τα βάρη, σύμφωνα με τη μέθοδο Simos, είναι εφικτή η υλοποίηση του επόμενου βήματος.

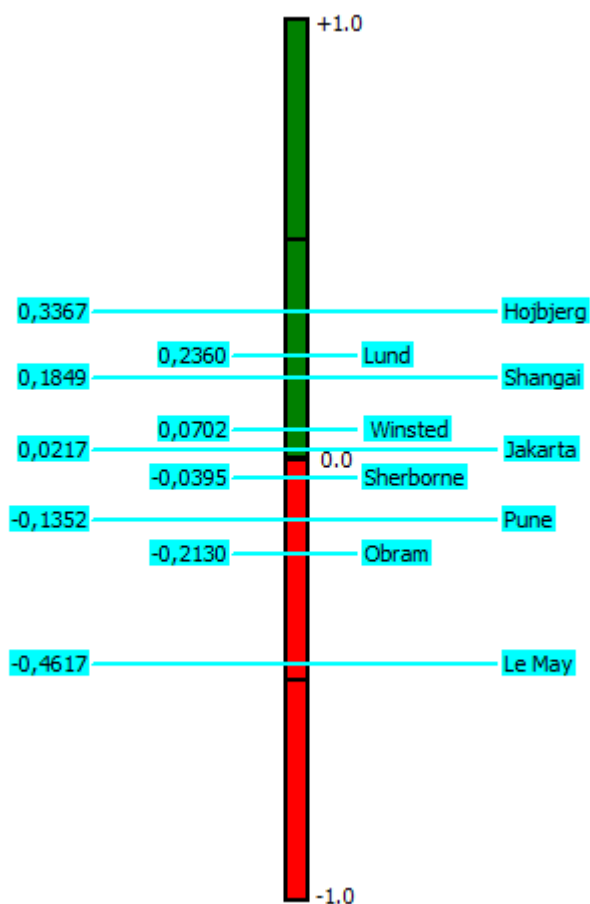
Το βήμα αυτό περιλαμβάνει την διαμόρφωση των κατάλληλων συνιστωσών στην χρήση του λογισμικού Visual Promethee ώστε το σενάριο που θα τρέξει, να αποδώσει την κατάταξη των εταιρών σύμφωνα με τα σταθμισμένα βάρη που υπολογίστηκαν παραπάνω. Η διαδικασία αυτή περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο που ακολουθεί.

8.3 Εφαρμογή της πολυκριτηριακής μεθόδου Visual Promethee με σταθμισμένα βάρη

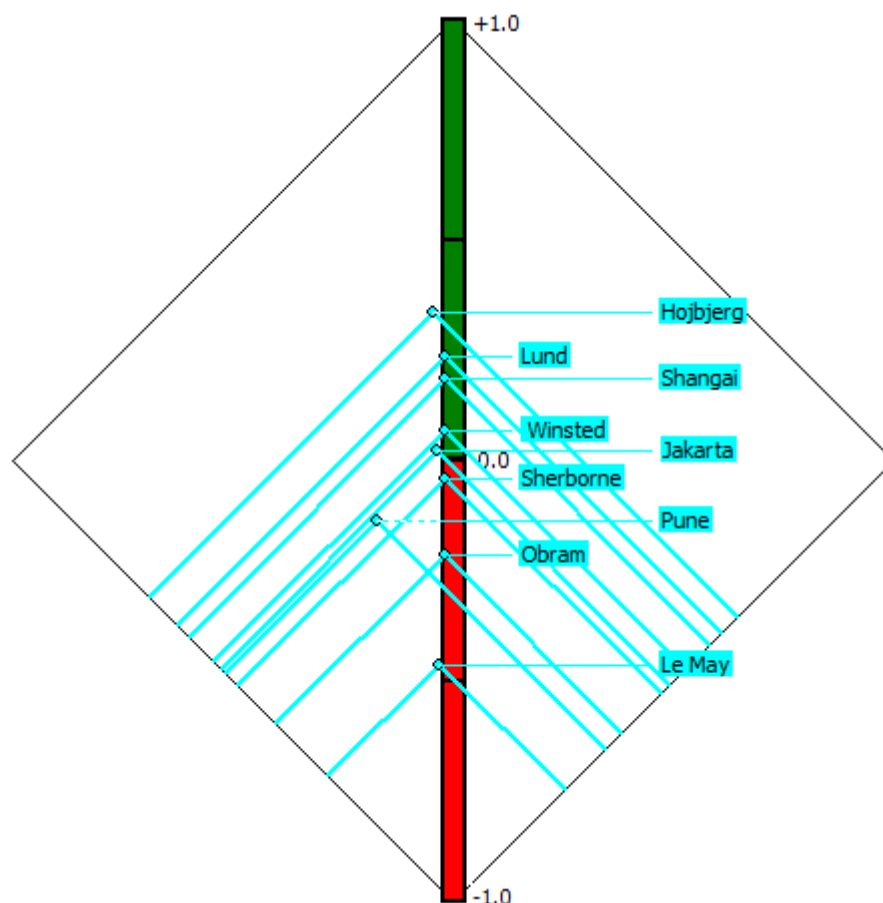
Ξεκινώντας, με την καταχώρηση των βαρών στα αντίστοιχα κριτήρια ουσιαστικά σηματοδοτείται η έρευνα για ένα καινούργιο σενάριο για κάθε μια από τις εξεταζόμενες χρονιές.

2016	Labour Prod...	Product Yiel...	Losses	Supplier on T...	Rework	Throughput	Capacity Utili...	OPE	Inventory T...	Turnover/Re...	Cost-to Sales
Unit	k€	Prod	%	%	%	Prod	k€/m ²	%	Times/Year	k€/Resource	%
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Preferences											
Min/Max	max	max	min	max	min	max	max	max	max	max	min
Weight	15,00	2,00	11,00	11,00	11,00	2,00	7,00	15,00	7,00	2,00	15,00

Εικόνα 115: Αρχικοποίηση Βαρών από την μέθοδο Simos για το 2016



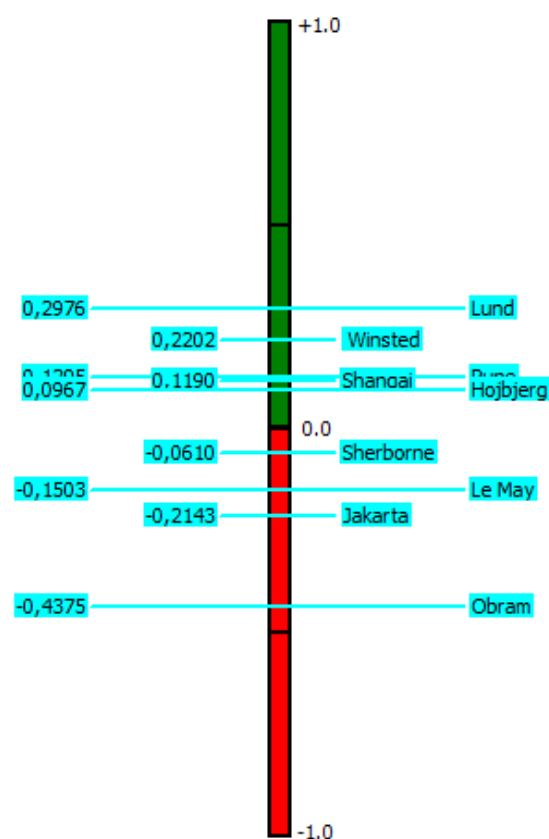
Εικόνα 116: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με σταθμισμένα βάρη για όλους τους δείκτες (2016)



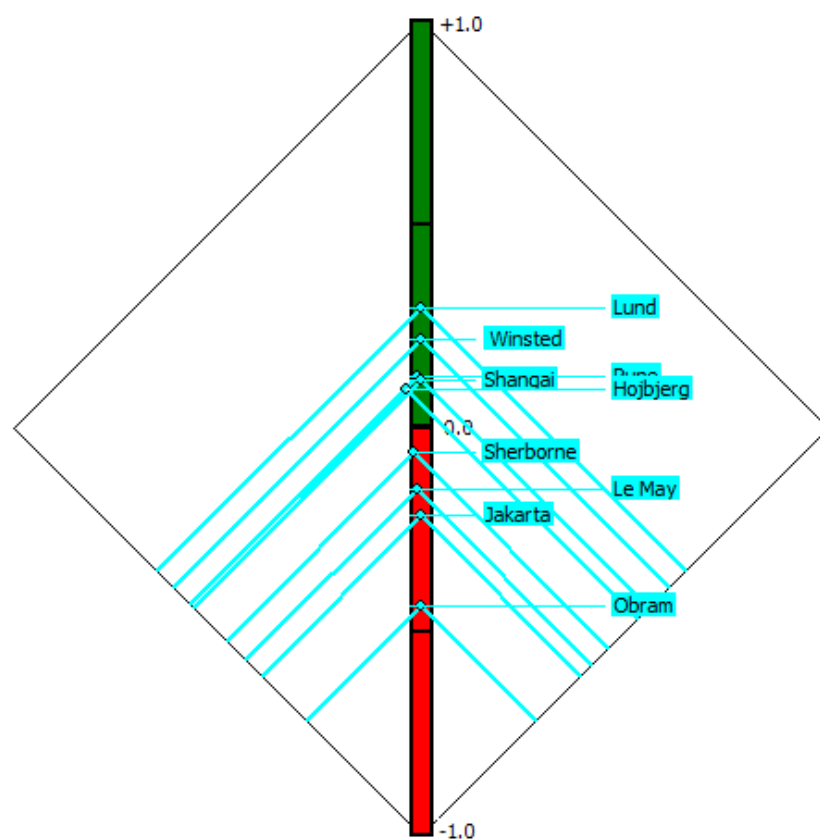
Εικόνα 117: Ανάλυση Diamond με σταθμισμένα βάρη εταιρειών για όλους τους δείκτες (2016)

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Højbjerg	■	0,3367	0,6454	0,3087
2	Lund	■	0,2360	0,6084	0,3724
3	Shangai	■	0,1849	0,5829	0,3980
4	Winsted	■	0,0702	0,5255	0,4554
5	Jakarta	■	0,0217	0,4923	0,4707
6	Sherborne	■	-0,0395	0,4707	0,5102
7	Pune	■	-0,1352	0,3457	0,4809
8	Ogram	■	-0,2130	0,3839	0,5969
9	Le May	■	-0,4617	0,2538	0,7156

Εικόνα 118: Κατάταξη εταιρειών με σταθμισμένα βάρη για όλους τους δείκτες (2016)



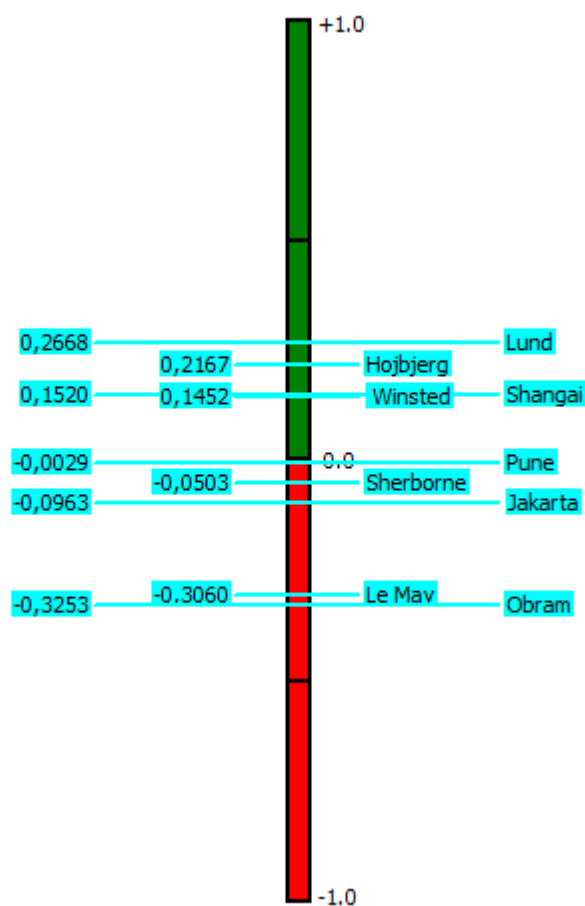
Εικόνα 120: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με σταθμισμένα βάρη για όλους τους δείκτες (2017)



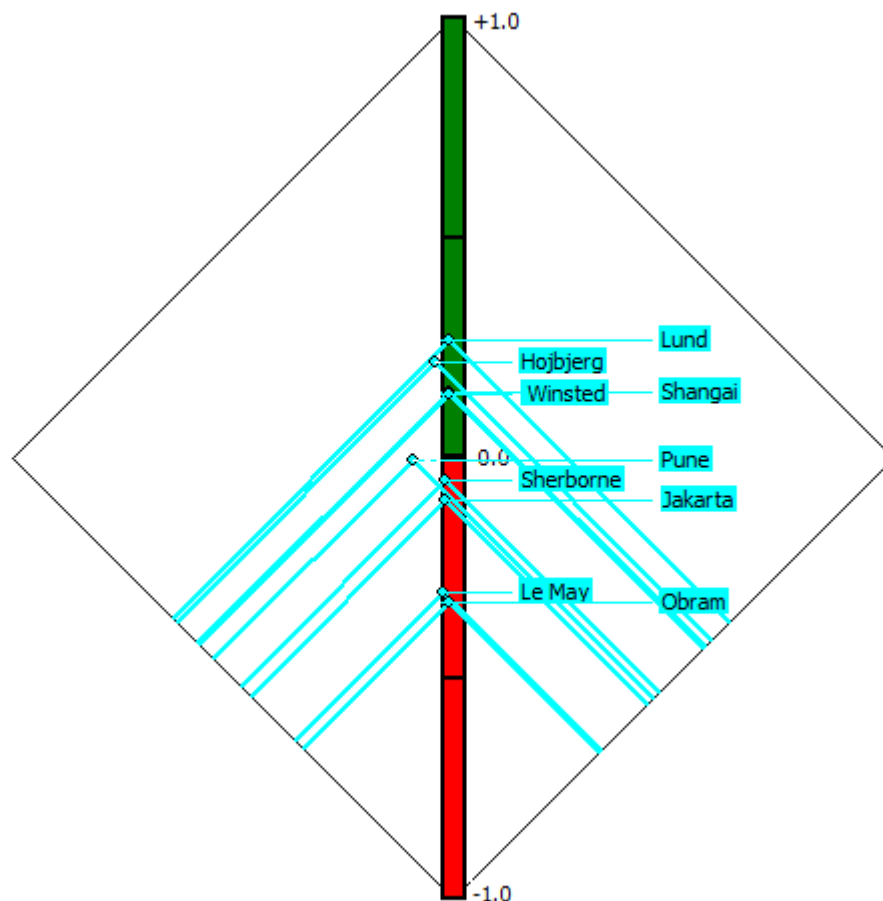
Εικόνα 121: Ανάλυση Diamond με σταθμισμένα βάρη εταιρειών για όλους τους δείκτες (2017)

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund	■	0,2976	0,6488	0,3512
2	Winsted	■	0,2202	0,6101	0,3899
3	Pune	■	0,1295	0,5595	0,4301
4	Shangai	■	0,1190	0,5595	0,4405
5	Hojbjerg	■	0,0967	0,5298	0,4330
6	Sherborne	■	-0,0610	0,4613	0,5223
7	Le May	■	-0,1503	0,4196	0,5699
8	Jakarta	■	-0,2143	0,3929	0,6071
9	Obram	■	-0,4375	0,2813	0,7188

Εικόνα 122: Κατάταξη εταιρειών με σταθμισμένα βάρη για όλους τους δείκτες (2017)



Εικόνα 124: Πλήρης κατάταξη εναλλακτικών με σταθμισμένα βάρη για όλους τους δείκτες (2016-2017)



Εικόνα 125: Ανάλυση Diamond με σταθμισμένα βάρη εταιρειών για όλους τους δείκτες (2016-2017)

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund		0,2668	0,6286	0,3618
2	Hojbjerg		0,2167	0,5876	0,3709
3	Shangai		0,1520	0,5712	0,4192
4	Winsted		0,1452	0,5678	0,4226
5	Pune		-0,0029	0,4526	0,4555
6	Sherborne		-0,0503	0,4660	0,5163
7	Jakarta		-0,0963	0,4426	0,5389
8	Le May		-0,3060	0,3367	0,6428
9	Ogram		-0,3253	0,3326	0,6578

Εικόνα 126: Κατάταξη εταιρειών με σταθμισμένα βάρη για όλους τους δείκτες (2016-2017)

Για το 2016, στις πρώτες θέσεις του πίνακα βρίσκονται το Hojbjerg, Lund και Shanghai ενώ τελευταίες έρχονται το Ogram και το Le May.

Για το 2017, καλές επιδόσεις δείχνουν να έχουν το Lund, Winsted και Pune ενώ στο τέλος βρίσκονται το Ogram και Jakarta.

Σε μια συνολική εκτίμηση για την χρονική περίοδο 2016-2017, στην πρώτη τριάδα εμφανίζονται το Lund, Hojbjerg και Shanghai ενώ τελευταίες έρχονται το Ogram και το Le May, γεγονός που κάνει τα αποτελέσματα αυτά να μοιάζουν με εκείνα του 2016.

9ο Κεφάλαιο

Συμπεράσματα, Διαπιστώσεις και Τελικές Συγκρίσεις










9.1 Συγκρίσεις Αποτελεσμάτων σχετικά με την εφαρμογή Ίσων ή Σταθμισμένων βαρών.

Κατά την εκπόνηση της παρούσας έρευνας εξετάστηκαν δυο σενάρια όπου ενεργά παρέμειναν όλα τα κριτήρια. Η μόνη διάφορα στα δυο αυτά σενάρια είναι ότι την πρώτη φορά θεωρήθηκαν όλα τα βάρη ίδια. Αντίθετα, στο δεύτερο εγχείρημα αφού μελετήθηκε και εφαρμόσθηκε η μέθοδος Simos έγινε υπολογισμός των βαρών για κάθε κριτήριο που καθορίζει το πρόβλημα.










Για την πιο εύκολη, λοιπόν, σύγκριση τους κρίθηκε χρήσιμη η παράθεση του πίνακα κατάταξης και για τις τρεις περιπτώσεις που εξετάστηκαν.

Έτος 2016

ΙΣΑ ΒΑΡΗ

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund		0,3523	0,6705	0,3182
2	Hojbjerg		0,2955	0,6250	0,3295
3	Shangai		0,2159	0,6023	0,3864
4	Winsted		0,0114	0,5000	0,4886
5	Jakarta		-0,0341	0,4659	0,5000
6	Pune		-0,1250	0,3750	0,5000
7	Sherborne		-0,1477	0,4205	0,5682
8	Le May		-0,2614	0,3523	0,6136
9	Obram		-0,3068	0,3409	0,6477









ΣΤΑΘΜΗΣΜΕΝΑ ΒΑΡΗ

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Hojbjerg		0,3367	0,6454	0,3087
2	Lund		0,2360	0,6084	0,3724
3	Shangai		0,1849	0,5829	0,3980
4	Winsted		0,0702	0,5255	0,4554
5	Jakarta		0,0217	0,4923	0,4707
6	Sherborne		-0,0395	0,4707	0,5102
7	Pune		-0,1352	0,3457	0,4809
8	Obram		-0,2130	0,3839	0,5969
9	Le May		-0,4617	0,2538	0,7156









Εικόνα 127: Σύγκριση κατάταξης Ίσων έναντι Σταθμισμένων Βαρών για το 2016

Έτος 2017

ΙΣΑ ΒΑΡΗ










Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund		0,2955	0,6477	0,3523
2	Shangai		0,2500	0,6250	0,3750
3	Hojbjerg		0,1250	0,5455	0,4205
3	Pune		0,1250	0,5568	0,4318
5	Winsted		0,0909	0,5455	0,4545
6	Le May		0,0341	0,5114	0,4773
7	Sherborne		-0,0795	0,4545	0,5341
8	Jakarta		-0,2727	0,3636	0,6364
9	Obram		-0,5682	0,2159	0,7841










ΣΤΑΘΜΗΣΜΕΝΑ ΒΑΡΗ

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund		0,2976	0,6488	0,3512
2	Winsted		0,2202	0,6101	0,3899
3	Pune		0,1295	0,5595	0,4301
4	Shangai		0,1190	0,5595	0,4405
5	Hojbjerg		0,0967	0,5298	0,4330
6	Sherborne		-0,0610	0,4613	0,5223
7	Le May		-0,1503	0,4196	0,5699
8	Jakarta		-0,2143	0,3929	0,6071
9	Obram		-0,4375	0,2813	0,7188

Εικόνα 128: Σύγκριση κατάταξης Ίσων έναντι Σταθμισμένων Βαρών για το 2017

Έτος 2016-2017

ΙΣΑ ΒΑΡΗ					
Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund		0,3239	0,6591	0,3352
2	Shangai		0,2330	0,6136	0,3807
3	Hojbjerg		0,2102	0,5852	0,3750
4	Winsted		0,0511	0,5227	0,4716
5	Pune		0,0000	0,4659	0,4659
6	Le May		-0,1136	0,4318	0,5455
7	Sherborne		-0,1136	0,4375	0,5511
8	Jakarta		-0,1534	0,4148	0,5682
9	Obram		-0,4375	0,2784	0,7159

ΣΤΑΘΜΗΣΜΕΝΑ ΒΑΡΗ					
Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	Lund		0,2668	0,6286	0,3618
2	Hojbjerg		0,2167	0,5876	0,3709
3	Shangai		0,1520	0,5712	0,4192
4	Winsted		0,1452	0,5678	0,4226
5	Pune		-0,0029	0,4526	0,4555
6	Sherborne		-0,0503	0,4660	0,5163
7	Jakarta		-0,0963	0,4426	0,5389
8	Le May		-0,3060	0,3367	0,6428
9	Obram		-0,3253	0,3326	0,6578

Εικόνα 129: Σύγκριση κατάταξης Ίσων έναντι Σταθμισμένων Βαρών για το 2016-2017

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω, αβίαστα συνάγεται το συμπέρασμα ότι η εφαρμογή των βαρών, όπως αυτά προέκυψαν από την μέθοδο Simos, δεν προκάλεσε μεγάλες αλλαγές στην κατάταξη των μονάδων σε καμία από τις τρεις περιπτώσεις. Όπως γίνεται εμφανές από την παρατήρηση των πινάκων σύγκρισης η μεταβολές στην κατατάξεις από το ένα σενάριο (ίσα βάρη) στο άλλο αφορούν το πολύ 1-2 θέσεις με μοναδική εξαίρεση το Winsted όπου το 2017 ανέβηκε τρεις.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, τα βάρη στην δευτερη περίπτωση (2%, 7%, 11%, 15%) είναι πολύ κοντα στο 9,09% (1/11) της πρωτης περιπτωσης.

9.2 Συμπεράσματα – Διαπιστώσεις

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη και η μέτρηση της παραγωγικότητας σε εργοστάσια βιομηχανικού εξοπλισμού για τα τελευταία δύο έτη . Για την υλοποίηση του στόχου έγινε βιβλιογραφική ανασκόπηση άλλα και προσωπική έρευνα για την συγκέντρωση δεδομένων και την κατανόηση εννοιών από την εσωτερική λειτουργία και δραστηριότητα της κάθε μονάδας ξεχωριστά. Επιπλέον, για την επεξεργασία αυτών των δεδομένων και την εξαγωγή συμπερασμάτων όσων αφορά την κατάταξη των εταιριών κρίθηκε κρίσιμη η αναζήτηση του κατάλληλου θεωρητικού υπόβαθρου. Τέλος, απαραίτητα εργαλεία για την εφαρμογή της πολυκριτηριακής μεθόδου υπήρξαν οι δείκτες . Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι κάποιοι από τους δείκτες χρησιμοποιόντουσαν ήδη από τις εταιρίες για δικούς τους σκοπούς ενώ κάποιοι άλλοι δημιουργήθηκαν για να εξυπηρετήσουν το σκοπό αυτής της έρευνας. Οι τομείς προέλευσης των δεικτών ήταν ποικίλοι με σκοπό να καλυφτούν, όσο το δυνατόν καλύτερα, όλες οι εκφάνσεις του ευρύτερου πλαισίου της παραγωγικότητας.

Η περίοδος που μελετήθηκε, έτη 2016-2017, δεν ήταν τυχαία. Επιλέχτηκε ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη βεβαιότητα στην αξιοπιστία των στοιχείων άλλα και να επισημανθούν τα δυνατά σημεία και οι αδυναμίες κάθε μονάδας, έτσι ώστε να επικεντρωθούν οι προσπάθειες στη βελτίωση και φυσικά στην αύξηση της παραγωγικότητας.

Ακόμη αξίζει να αναφερθεί, ότι με βάση την αντίστοιχη βιβλιογραφία σχετικά με τις μεθόδους πολυκριτηρίας αναλύσεις αλλά και την φύση του προβλήματος επιλέχθηκε συνειδητά η μέθοδος PROMETHEE.

Αρχικά, λοιπόν, κατά την εφαρμογή της μεθόδου όλα τα σενάρια θεωρήθηκαν ίδιου βάρους με στόχο την εξέταση ενός ουδέτερου σεναρίου. Με αυτό τον τρόπο θα ήταν εύκολο να διακριθούν τα κριτήρια εκείνα που συνεισφέρουν περισσότερο στην κατάταξη μέσα από τη μελέτη της ανάλυσης ευαισθησίας.

Εν κατακλείδι, με τον ακριβή υπολογισμό και προσδιορισμό όλων των παραπάνω το επόμενο βήμα στην εκτέλεση της πολυκριτηριακή μέθοδος ήταν γεγονός. Κατά συνέπεια, με την χρήση του βοηθητικού υπολογιστικού προγράμματος Visual PROMETHEE (Academic Edition) επιλέχθηκαν να εξεταστούν **οκτώ διαφορετικά σενάρια**. Εφόσον παραπάνω έχει γίνει εκτενείς περιγραφή των αποτελεσμάτων, κρίνεται σκόπιμη η εστίαση μόνο στην πρώτη και στην τελευταία θέση του κάθε σεναρίου ώστε να προκύψουν συμπεράσματα σχετικά με το ποια μονάδα υπερτερεί και ποια υστερεί ανάλογα με την ομάδα κριτηρίων, ξεχωριστά για την κάθε χρονιά.

Ωστόσο, προηγουμένως είναι σημαντικό για την πιο εύκολη ανάγνωση και κατανόηση να γίνει μια μικρή υπενθύμιση στο ποιες ακριβώς είναι η κατηγορίες κριτηρίων που εξετάστηκαν:

Κατηγορίες Κριτηρίων	Περιεχόμενο Κατηγοριών
ΌΛΑ	Όλα τα κριτήρια με τα βάρη να συμμετέχουν ισόποσα
>3%	Losses, Capacity Utilization, Turnover/Resource
>2%	Losses, Delivery Accuracy, Capacity Utilization, Inventory Turnover, Turnover/Resource
1^{ης} ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ (Use of Labour)	Labour Productivity, Prod Yield/Employee, Losses
2^{ης} ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ (Lead Time Index & Res)	Delivery Accuracy
3^{ης} ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ (Quality Index)	Rework
4^{ης} ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ (Increasing Efficiency)	Throughput, Capacity Utilization, OPE
5^{ης} ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ (Red cost & IncProf)	Inventory Turnover, Turnover/Resource, Cost-to Sales ratio

Πίνακας 51: Κατάλογος Κριτηρίων

Συνεπώς, οι εταιρίες που κατέχουν την πρώτη θέση είναι :

Έτος 2016

Εργοστάσια	Κριτήρια
LUND	ΌΛΑ
SHANGHAI	>3%
LUND	>2%
HOJBJERG	1ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
JAKARTA	2ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
OBRAM	3ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
LUND	4ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
SHANGHAI	5ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ

Πίνακας 52: Εταιρίες που κατέλαβαν πρώτη θέση στα κριτήρια το 2016

Έτος 2017

Εργοστάσια	Κριτήρια
SHANGHAI	ΌΛΑ
LUND	>3%
LUND	>2%
LUND	1ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
PUNE	2ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
SHANGHAI	3ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
JAKARTA	4ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
SHANGHAI	5ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ

Πίνακας 53: Εταιρίες που κατέλαβαν πρώτη θέση στα κριτήρια το 2017

Έτος 2016-2017

Εργοστάσια	Κριτήρια
LUND	ΌΛΑ
LUND	>3%
SHANGHAI	>2%
LUND	1ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
SHANGHAI	2ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
PUNE	3ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
LUND	4ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
SHANGHAI	5ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ

Πίνακας 54: Εταιρίες που κατέλαβαν πρώτη θέση στα κριτήρια το 2016-2017

Έτσι, λοιπόν, ο παρακάτω πίνακας αναδεικνύει πιο συγκεντρωτικά την συχνότητα που βρέθηκαν στην πρώτη θέση οι πόλεις των εργοστασίων:

Εργοστάσια	Αριθμός Φορών στην 1η Θέση
LUND	10
JAKARTA	2
SHANGHAI	8
LE MAY	0
WINSTED	0
SHERBORNE	0
PUNE	2
OBRAM	1
HOJBJERG	1

Πίνακας 55: Η συχνότητα που βρέθηκαν στην πρώτη θέση τα εργοστάσια:

Αρχικά παρατηρείται ότι στις πρώτες θέσεις στις περισσότερες περιπτώσεις βρίσκεται το Lund. Αυτό ήταν κάτι αναμενόμενο αφού εκεί βρίσκεται η βάση του ομίλου, εκεί απ' όπου ξεκίνησαν όλα. Επομένως, ένα εργοστάσιο με τόσα χρόνια λειτουργίας στο δυναμικό του και την βαριά ευθύνη του πρότυπο εργοστασίου του όμιλο δεν θα μπορούσε να έχει άλλη παρουσία ακόμα και σήμερα.

Παρόλαυτα, ένα ακόμα εμφανές συμπέρασμα είναι η κατοχή της πρώτης θέσης στις διάφορες κατηγορίες από εργοστάσια ίδιου τύπου. Πιο συγκεκριμένα, τόσο το Lund όσο η Shanghai και το Pune παράγουν το ίδιο ακριβώς είδος προϊόντων, ιδανικά για πακετάρισμα και επεξεργασία τροφίμων και ποτών.

Τέλος, είναι ακόμα σημαντικό να αναφερθεί ότι πέρα από το Lund μεγάλο αριθμό εμφανίσεων στην πρώτη θέση δείχνουν να έχουν η Ινδία, η Κίνα και η Πολωνία. Τα εργοστάσια σε αυτές τις χώρες δείχνουν να έχουν ένα πολύ μεγάλο πλεονέκτημα αφού το κόστος ζωής και κατά συνέπεια το κόστος εργατικού δυναμικού και λειτουργίας συμβάλουν στο να παραμένει σε αρκετά χαμηλά επίπεδα το συνολικό κόστος παραγωγής. Εξαίρεση φυσικά αποτελεί το Højbjerg που εμφανίζεται, παρόλαυτα μόνο μία φορά στην κορυφή της κατάταξης.

Από την άλλη, οι εταιρίες που καταλαμβάνουν την τελευταία θέση είναι :

Έτος 2016

Εργοστάσια	Κριτήρια
OBRAM	ΌΛΑ
LE MAY	>3%
LE MAY	>2%
OBRAM	1ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
PUNE	2ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
JAKARTA	3ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
OBRAM	4ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
JAKARTA	5ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ

Πίνακας 56: Εταιρίες που κατέλαβαν τελευταία θέση στα κριτήρια το 2016

Έτος 2017

Εργοστάσια	Κριτήρια
OBRAM	ΌΛΑ
OBRAM	>3%
LE MAY	>2%
OBRAM	1ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
SHERBORNE	2ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
JAKARTA	3ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
OBRAM	4ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
JAKARTA	5ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ

Πίνακας 57: Εταιρίες που κατέλαβαν τελευταία θέση στα κριτήρια το 2017

Έτος 2016-2017

Εργοστάσια	Κριτήρια
OBRAM	ΌΛΑ
OBRAM	>3%
LE MAY	>2%
OBRAM	1ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
PUNE	2ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
SHERBORNE	3ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
OBRAM	4ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ
JAKARTA	5ης ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ

Πίνακας 58: Εταιρίες που κατέλαβαν τελευταία θέση στα κριτήρια το 2016-2017

Έτσι, λοιπόν, ο παρακάτω πίνακας αναδεικνύει πιο συγκεντρωτικά την συχνότητα που βρέθηκαν στην τελευταία θέση οι πόλεις των εργοστασίων:

Εργοστάσια	Αριθμός Φορών στην 9η Θέση
LUND	0
JAKARTA	5
SHANGHAI	0
LE MAY	4
WINSTED	0
SHERBORNE	2
PUNE	2
OBRAM	11
HOJBJERG	0

Πίνακας 59: Η συχνότητα που βρέθηκαν στην τελευταία θέση τα εργοστάσια:

Όσον αφορά τις χαμηλότερες θέσεις παρατηρείται ότι για την κάθε περίπτωση διαμορφώνονται διαφορετικές κατατάξεις. Συνολικά, την συχνότερη εμφάνιση έχει το Obram το οποίο έρχεται τελευταίο έντεκα φορές, ενώ ακολουθεί η Jakarta με μόλις πέντε και το Le May με τέσσερις φορές.

Ξεκινώντας με το Obram, φαίνεται να υστερεί στην αποδοτικότητα της παραγωγικής διαδικασίας, αφού και στις τρεις περιπτώσεις έρχεται τελευταίο. Με δεδομένο τους δείκτες αυτής της κατηγορίας πιθανότατα το εργοστάσιο να πλήττεται από υψηλές απώλειες και χαμηλή παραγωγική δυναμικότητα, δύο μεγέθη που θα μπορούσε να πει κανείς ότι είναι αλληλένδετα.

Τελευταίο έρχεται, ακόμα, και στα κριτήρια της Τέταρτης κατηγορίας που αφορούν την γενικότερη αποτελεσματικότητα του εργοστασίου. Τέτοια κριτήρια είναι το Throughput, το οποίο μετράει πόσα προϊόντα παράγονται ανά βιομηχανική μονάδα και το Capacity Utilization το οποίο αντικατοπτρίζει το πόσο αποδοτικά χρησιμοποιείται κάθε τετραγωνικό μέτρο του εργοστασίου. Φυσικά, αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει ένα πιο συγκεντρωτικό δείκτη (Overall Performance Evaluation) που οι μέτρησής του αποδίδουν την συνολική παρουσία του εργοστασίου.

Από την άλλη το εργοστάσιο στην Jakarta καταλαμβάνει την χαμηλότερη θέση στην «3^η» και «5^η Κατηγορία».

Πιο συγκεκριμένα, μιλώντας για το Rework (3^η κατηγορία) είναι προφανές ότι αρχικά η παραγωγική διαδικασία πλήττεται έντονα από αστοχίες ή γενικότερα αποκλίσεις από το προσδοκώμενο αποτέλεσμα της κατασκευής. Αυτό μπορεί να σημαίνει, χρήση ακατάλληλων πρώτων υλών, λάθος διαστασιολόγηση κατά την κατασκευή, κάποια απρόβλεπτη ζημιά ή φθορά. Επιπρόσθετα, Rework, δηλαδή υποχρεωτική επανάληψη κάποιας εργασίας, μπορεί να προκαλέσει η αλλαγή στον προγραμματισμό της παραγωγής, η έλλειψη ή αργοπορία μηχανολογικών σχεδίων καθώς επίσης και βασικών πληροφοριών και διευκρινήσεων.

Για την βελτίωση της απόδοσης σε αυτόν τον δείκτη τα μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν έχουν να κάνουν με την καλύτερη οργάνωση της παραγωγικής διαδικασίας, την πειθαρχία όσων αφορά στην τήρηση του προγράμματος, την πραγματοποίηση ενδεχομένως αυστηρότερων επιθεωρήσεων στις πρώτες ύλες και στα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή του τελικού προϊόντος.

Επιπρόσθετα, ο Τζίρος Αποθεμάτων (Inventory Turnover), που ανήκει στην 5^η Κατηγορία, είναι ένας ακόμα δείκτης που αξίζει να σχολιαστεί σε περιπτώσεις που καταλαμβάνει χαμηλά επίπεδα μέτρησες. Στην πραγματικότητα αυτός ο δείκτης αποδίδει το ρυθμό που οι πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται και αντικαθίστανται. Συνεπώς, στον τομέα της διαχείρισης των αποθεμάτων μια εταιρεία καλείται να πάρει κάποια ρίσκα στο θέμα του επιπέδου των αποθεμάτων που θέλει να κρατήσει στην αποθήκη της. Καθοριστικό ρόλο σε αυτή την απόφαση παίζει από την μια το κόστος συντήρησης των αποθεμάτων και από την άλλη το κόστος ελλείψεως τους. Επιλογικά, μία μονάδα που ανήκει σε μία μεγάλη πολυεθνική με υψηλή κερδοφορία πιθανότατα να προτιμάει να επωμιστεί το κόστος αποθήκευσης και συντήρησης παρά το κόστος έλλειψης που θα προκαλέσει αλυσιδωτά προβλήματα στη γραμμή παραγωγής. Με αφετηρία τη θέση αυτή, ως ένα σημείο θα μπορούσαν να δικαιολογηθούν τα αρνητικά αποτελέσματα του δείκτη αυτού.

Τέλος, παρατηρείται ότι το Le May έρχεται τελευταίο και στις τρεις περιπτώσεις στην κατηγορία «>2%». Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζει με βάση τις μετρήσεις των αντίστοιχων δεικτών υψηλές απώλειες κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας.

Επιπλέον, ένας ακόμα τομέας που φαίνεται να υστερεί είναι η αποδοτικότητα του χώρου του εργοστασίου. Αυτό είναι κάτι μη αναμενόμενο για τέτοια μονάδα καθώς το μικρό

μέγεθος των προϊόντων της, σε σχέση πάντα με άλλου τύπου βιομηχανικές μονάδες του ομίλου, θα επέτρεπαν καλύτερη εκμετάλλευση του χώρου.

Συμπληρωματικά, αυτή η μονάδα φαίνεται να αντιμετωπίζει προβλήματα με την έγκαιρη παραλαβή των πρώτων υλών και εξαρτημάτων, γεγονός που προφανώς προκαλεί προβλήματα και στην προγραμματισμένη παράδοση παραγγελιών.

Αδιαμφισβήτητα στο πλαίσιο αυτών των συμπερασμάτων εντάσσονται και όλες εκείνες οι μονάδες που παρουσιάζουν ομοιότητες στα αποτελέσματά τους.

9.3 Μελλοντικές επεκτάσεις

Στο πλαίσιο των μελλοντικών επεκτάσεων κάτι το οποίο θα μπορούσε να διαφοροποιηθεί είναι οι παράμετροι της έρευνας. Πιο συγκεκριμένα, χρήσιμο θα ήταν να διευρυνθεί η περίοδος μελέτης ώστε να προκύψουν συμπεράσματα από περισσότερα έτη λειτουργίας. Ενώ παράλληλα θα μπορούσαν να προστεθούν και άλλες εταιρείες που παράγουν ίδιου ή άλλου τύπου προϊόντα. Όπως, επίσης, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η προσθήκη εταιριών ανταγωνισμού ώστε να εξάγονταν αποτελέσματα κλάδου.

Επιπροσθέτως, κρίσιμη θεωρείται η επιλογή δεικτών και από άλλους τομείς μέτρησης της παραγωγικότητας. Εκτός από αυτό, χρήσιμο θα ήταν να συμπεριληφθεί στην έρευνα μεγαλύτερο πλήθος δεικτών από τις κατηγορίες που θίχτηκαν παραπάνω.

Όσον αφορά την μέθοδο ενδιαφέρουσα θα ήταν η εφαρμογή και άλλων πολυκριτηριακών μεθόδων. Με αυτόν τον τρόπο θα προέκυπταν συμπεράσματα για την ομοιότητα ή μη των αποτελεσμάτων όσων αφορά την κατάταξη των εταιριών.

Τέλος, αναφορικά με τα βάρη θα μπορούσαν να συνταχτούν ερωτηματολόγια και να γίνει προσδιορισμός συγκεκριμένων βαρών για την εξέταση διαφορετικών σεναρίων. Διότι στην παρούσα διπλωματική ήταν δύσκολο να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία στην απόδοση βαρών, όταν αντικείμενο μελέτης ήταν εταιρίες τόσο διαφορετικές μεταξύ τους σε θέματα τοποθεσίας, διοίκησης, τοπικών οικονομικών δεδομένων, αδυναμιών και προτεραιοτήτων. Αυτός ήταν και ο λόγος που αποφασίστηκε να μην μεταβληθεί το ποσοστό των βαρών και να παραμείνει ίσο για όλα τα κριτήρια.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

[1] Πολυκριτήρια Ανάλυση (Multicriteria Analysis) Συστήματα Αποφάσεων ΕΜΠ

Ανακτήθηκε από

http://panayiot.simor.ntua.gr/attachments/073_Lecture%2001%20Multicriteria%20Analysis.pdf

[2] Παράρτημα ι: η έννοια της παραγωγικότητας - Schools.ac.cy

Ανακτήθηκε από: www.schools.ac.cy/mtee/circular/data/Doc14b.pdf

[3] <http://purl.tuc.gr/dl/dias/77FEC88D-CCD9-46B0-99AE-902AC2B1960E>

[4] Buyukyazici, M., & Sucu M. (2003). The analytic hierarchy and analytic network processes. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, σσ. Volume 32 (2003), 65 – 73.

[5] Belton, V., & Steward, T. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis - An integrated approach*. Dordrecht: X. Kluwer Academic Publishers.

[6] Πολατίδης, Η. (2003, Οκτωβριος). Ενεργειακή Ανάλυση και Λήψη Αποφάσεων: Ένα Πολυκριτηριακό Μεθοδολογικό Πλαίσιο. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών 'Περιβαλλοντική Πολιτική και Διαχείριση', Διδακτορική Διατριβή.

[7] Zeleny, M. (1982). *Multiple Criteria Decision Making*. New York, New York: McGraw-Hill .

[8] Καραϊσκου, Φ. (2012). Η Εφαρμογή της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης με σκοπό τη λήψη αποφάσεων για την επίλυση Περιβαλλοντικών Προβλημάτων στη Λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου. Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Μεταπτυχιακή Εργασία.

[9] Σπανος, Σ. (2004, Οκτωβριος). Αναλυτική μελέτη πολυκριτηριακών μεθόδων λήψης αποφάσεων. Αθήνα: Εθνικό μετσόβιο πολυτεχνείο, Σχολή ηλεκτρολογικών μηχανικών και μηχανικών υπολογιστών, Τομέας ηλεκτρικών βιομηχανικών διατάξεων και συστημάτων αποφάσεων, διπλωματική εργασία.

- [10] Roy, Bernard (1996). *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Boston: KluwerAcademicPublishers.
- [11] Δούμπος, Μ., & Ζοπουνίδης, Κ. (2001). *Πολυκριτήριες Τεχνικές Ταξινόμησης - Θεωρία και*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- [12] Δούμπος, Μ., & Ζοπουνίδης, Κ. (2004). *Λήψη αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια: Μια εισαγωγή στις βασικές έννοιες, μεθοδολογία και εφαρμογές*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- [13] Pardalos, M. P., SiskosY, Y., &Zopounidis, C. (1995). *Advances in Multicriteria Analysis*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- [14] Steuer R.E. (1986). *Multiple Criteria Optimization: Theory, Computation, and Application*. New York: J.Wiley.
- [15] Romero C., & T. Rehman. (2003). *Multiple criteria analysis for agricultural decisions* (2nd Edition εκδ.). Amsterdam: Elsevier Science B.V.
- [16] Sadrabadi, M. R., & Sadjadi, S. J. (2009, November). A New Interactive Method to Solve Multiobjective Linear Programming Problems. *J. Software Engineering & Applications*, σσ. 2: 237-247.
- [17] S. K. Bharatiand, & S. R. Singh. (2014, February). Solving Multi Objective Linear Programming Problems Using Intuitionistic Fuzzy Optimization Method: A Comparative Study. *International Journal of Modeling and Optimization*, σσ. Vol. 4, No. 1.
- [18] Weighted Criteria Matrix. Ανακτήθηκε από:
<https://cpb-us-east-1-juc1ugur1qwqqqo4.stackpathdns.com/blogs.cornell.edu/dist/a/3723/files/2013/09/Weighted-Criteria-Matrix-1fxfcuw.pdf>
- [19] Esra Aytaç Adalı, &AyşegülTuş Işık. (2017, May-Aug). Critic and Maut Methods for the Contract Manufacturer Selection Problem. *European Journal of Multidisciplinary Studies*, σσ. Vol.5, Nr.1.

[20] Leandro Valim de Freitas, Ana Paula Barbosa Rodrigues de Freitas, Estéfano Vizconde Veraszto, Fernando Augusto Silva Marins, & Messias Borges Silva. (2013, November). *European International Journal of Science and Technology*, σ. Vol. 2 No. 9.

[21] Βασιλειάδη Νικολάου (2006, Μάρτιος). Συστήματα Διαχείρισης Κινδύνου με Χρήση Πολυκριτηριακής Ανάλυσης και εφαρμογής σε επιχειρησιακό πρόγραμμα του Γ΄ ΚΠΣ. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Τομέας Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων των Αποφάσεων, Διπλωματική Εργασία.

[22] Jacquet-Lagrèze, E., & J. Siskos. (1982). Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making: The UTA method. *European Journal of Operational Research* vol. 10, no 2, σσ. 151-164.

[23] Σπανός, Σ. (2004, Οκτώβριος). Αναλυτική μελέτη πολυκριτηριακών μεθόδων λήψης αποφάσεων. Αθήνα: Εθνικό μετσόβιο πολυτεχνείο, Σχολή ηλεκτρολόγων μηχανικών και μηχανικών υπολογιστών, Τομέας ηλεκτρικών βιομηχανικών διατάξεων και συστημάτων αποφάσεων, διπλωματική εργασία.

[24] Ρουσής, Μ. (2009, Μάρτιος). Θεωρητική Μελέτη Πολυκριτηριακών Μεθόδων Λήψης Αποφάσεων. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών Τμήμα Πληροφορικής, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Πληροφορική και Διοίκηση, Διπλωματική Εργασία.

[25] Νίτκης, Β. (2015, Σεπτέμβριος). Αξιολόγηση εναλλακτικών χαραξεών οδικού έργου με τη χρήση των μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης Promethee. Μελέτη περίπτωσης: κατασκευή οδικής σύνδεσης Ακτίου με το δυτικό άξονα βορρά-νότου. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή θετικών επιστημών και τεχνολογίας, Μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών, Περιβαλλοντικός σχεδιασμός έργων υποδομής (Π.Σ.Ε.), Διπλωματική εργασία.

[26] Τέγου Ιωάννα - Ληδά . (2004, Οκτώβριος). Επιλογή Βέλτιστου συστήματος διαχείρισης των υγρών αποβλήτων του δήμου λουτροπολεως Θερμής. Μυτιλήνη: Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος, Μεταπτυχιακή διατριβή .

[27] Zorounidis, C, & Doumpos, M. (1999, December). A multicriteria decision aid methodology for sorting decision problems: The case of financial distress. *Computational Economics*, σσ. Volume 14, Issue 3, pp 197–218.

- [28] Herrera, F. (2001, 03 01). Multi-person decision-making based on multiplicative preference relations. *European Journal of Operational Research*, σσ. No. 129 , 372-385.
- [29] Babic, Z., & Plazibat, N. (1988, 09 20). *Ranking of enterprises based on multicriterial analysis. International Journal of Production Economics* 56-57, 29-35. Ανάκτηση 05 11, 2017, από sciencedirect:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527397001333?via%3Dihub>
- [30] Brans J.P., Vincke Ph., & Mareschal B. (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research* 24, σσ. 228-238.
- [31] Key Performance Indicators (KPIs) and Why They're Important:
<https://www.thebalancesmb.com/what-are-key-performance-indicators-2296142>
- [32] Matt Nichol: The 12 most important metrics to measure in manufacturing.
<https://blog.matthews.com.au/the-12-most-important-metrics-to-measure-in-manufacturing/>
- [33] https://el.wikipedia.org/wiki/Tetra_Pak
- [34] https://en.wikipedia.org/wiki/Tetra_Pak
- [35] Οι περισσότερες πηγές που συνελεσαν στην συγγραφή αυτών των παραγραφών βασίζονται σε ερευνά στον ιδιωτικό ιστοτοπο της εταιρίας (όπως φαίνεται στους συνδέσμους παρακατω) και από προσωπική συλλογή στοιχείων και πληροφοριων .
- <https://www.tetrapakfiltration.com/products/membrane-types>
- <https://www.interpack.com/vis/v1/en/exhibitors/interpack2017.2487788>
- http://www.obram.pl/oferta/en/wyswietl/157/cottage_cheese_production_line.html
- <https://scandasia.com/tetra-pak-builds-new-factory-in-ho-chi-minh-city-vietnam/>
- <http://www.auralight.com/case-studies/tetra-pak-sees-aura-long-life-as-the-economic-choice/>
- <https://hiveminer.com/User/Tetra%20Pak/Recent>
- <http://www.21food.com/products/250ml-and-200ml-tetrapak-brick-packing-material-433760.html>

<http://www.tetrapak.com/cn/packaging/straw-applicators>

<http://www.tetrapak.com/cn/packaging/cardboard-packers>

<https://www.justdial.com/photos/tetra-pak-india-pvt-ltd-factory-chakan-pune-machine-manufacturers-4dfjvai-pc-28313549-sco-49azirhw>

<https://www.justdial.com/photos/tetra-pak-india-pvt-ltd-factory-chakan-pune-machine-manufacturers-apn1zy-pc-28313551-sco-49azirhw>

<https://www.packaging-gateway.com/projects/tetra-pak-aseptic/#0>

<https://www.dairyfoods.com/directories/2169-buyer-s-guide/listing/8561-tetra-pak-inc>

<https://intranet.tetrapak.com/Pages/Products-Sales/Processing/Products-A-Z/tetra-pak-drum-drainer-2-global-english.aspx>

<https://intranet.tetrapak.com/Pages/Products-Sales/Processing/Products-A-Z/tetra-pak-blockformer-system-6-global-english.aspx>

<https://intranet.tetrapak.com/Pages/Products-Sales/Processing/Products-A-Z/tetra-pak-drum-drainer-2-global-english.aspx>

<https://intranet.tetrapak.com/Pages/Products-Sales/Processing/Products-A-Z/tetra-pak-cheese-vat-ost-ch5-global-english.aspx>

<https://intranet.tetrapak.com/Pages/About-Tetra-Pak/Organisations/filtration-global-english.aspx>

https://teamsite.tetrapak.com/sites/007096/_layouts/15/WopiFrame2.aspx?sourcedoc=/sites/007096/Team%20Documents/Training%20Materials/Robert%20Jin/2017_05_16%20membrane%20solution%20training/01.%20Membrane%20principle%20and%20classification%20-%20Filtration%20intro.pptx&action=default&DefaultItemOpen=1

<https://intranet.tetrapak.com/Pages/Products-Sales/Processing/Products-A-Z/tetra-therm-aseptic-vtis-global-english.aspx>

https://intranet.tetrapak.com/Documents/Products-Sales/Processing/Products-A-Z/Tetra%20Therm%20Aseptic%20Flex_Launchdocument_131122.pdf

<https://intranet.tetrapak.com/Pages/About-Tetra-Pak/Organisations/business-unit-ice-cream-global-english.aspx>

<https://intranet.tetrapak.com/Pages/Products-Sales/Processing/Products-A-Z/tetra-pak-aseptic-tank-vd-global-english.aspx>

[36] <https://safetymanagement.eku.edu/resources/articles/the-seven-wastes-of-lean-manufacturing/>

[37] Τσαμπούλας Δ, Γιώτης Γ., & Ροϊλός Η., 1999. Δυνατότητες Εφαρμογής και Ενσωμάτωσης Ποσοτικών–Ποιοτικών Κριτηρίων σε Πολυκριτηριακή Αξιολόγηση Συγκοινωνιακών Έργων. ΤεχνικάΧρονικάΕπιστημ., Έκδοση, Σεπτέμβριος-Δεκέμβριος 1999, Τόμος 19 (3).

[38] Brans J.P. & Mareschal B., The PROMCALC & GAIA decision support system for multicriteria decision aid, 1994.

[39] www.promethee-gaia.net

[40] <http://purl.tuc.gr/dl/dias/205F8A4E-D77A-4457-812E-F8FF63CFF48D>

[41] <http://purl.tuc.gr/dl/dias/30D16898-C50F-4D7C-9FF2-4354F6B4F6F4>

[42] <http://purl.tuc.gr/dl/dias/4E2657B9-AD58-45A8-8672-8ADB4191C073>

[43] <http://purl.tuc.gr/dl/dias/9DD087C1-D1A5-4AC3-96B0-56E153C2D383>

[44] Beuthe, M. and Scannella, G. (2001), “Comparative analysis of UTA multicriteria methods”, European Journal of Operational Research, Vol. 130, No. 2, 243- 260.

[45] Σίσκος, Γ., 2008. Μοντέλα Αποφάσεων. 1η επιμ. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

[46] Ματσατσίνης, Ν., 2010. Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων. 1η επιμ. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

[47] Figueira, B Roy - European Journal of Operational Research, 2002 – Elsevier “Determining the weights of criteria in the ELECTRE type methods with a revised Simos' procedure”, 139 : 317-326

[48] <http://purl.tuc.gr/dl/dias/9977C092-3883-4F99-9D4A-70E3146BFB17>

[49] <https://apothesis.eap.gr/handle/repo/34278>

[50] <http://blog.insresearch.com/blog/bid/188295/28-manufacturing-metrics-that-actually-matter-the-ones-we-rely-on>

[51] https://www.hips.org.sg/Documents/Annex%20of%20Guidebook_Productivity_Measurement.pdf

[52] <https://smallbusiness.chron.com/measure-quality-performance-production-management-48268.html>