



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΙΤΙΩΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΦΥΡΑΣ ΣΕ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ**

ΤΟΥ

ΜΠΟΛΛΑ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

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

Φεβρουάριος 2012

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον καθηγητή του Τμήματος Διοίκησης Επιχειρήσεων του Πανεπιστημίου Μακεδονίας και επιβλέποντα της παρούσας διατριβής, κ. Τσιότρα Γεώργιο, για την ανάθεση, την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές του κατά την εκπόνησή της.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω και στη Διοίκηση της εταιρείας “PLASTIC PIPES Srl” για το κίνητρο, τη συμπαράσταση και την επιχορήγηση που μου παρείχε, όχι μόνο για την εκπόνηση της παρούσας διατριβής, αλλά και συνολικά για την ολοκλήρωση της παρακολούθησης του Προγράμματος Σπουδών του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στη Διοίκηση Επιχειρήσεων για Στελέχη Επιχειρήσεων (MBA Executive) του Πανεπιστημίου Μακεδονίας.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους μου στην εταιρεία “PLASTIC PIPES Srl”, για την αμέριστη βοήθεια και συμπαράσταση που μου προσέφεραν για την ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής.

Τέλος, θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσω τη σύζυγό μου Νατάσα για την ηθική συμπαράσταση που μου παρείχε όλο αυτό το διάστημα.

Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι η μείωση του κόστους εξαιτίας της φύρας που δημιουργείται κατά την παραγωγική δραστηριότητα της εταιρείας "Plastic Pipes Srl". Αυτό επιχειρήθηκε με ταυτοποίηση των αιτιών που οδηγούν στη δημιουργία φύρας και με παράθεση προτάσεων προς αντιμετώπισή τους.

Προς αυτήν την κατεύθυνση χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές της Ανάλυσης Πρωταρχικής Αιτίας. Με χρήση Διαγραμμάτων Pareto εντοπίστηκαν τα κυριότερα προβλήματα της παραγωγής και με Διαγράμματα Ishikawa (Αιτίας – Αποτελέσματος) ταυτοποιήθηκαν οι πρωταρχικές αιτίες εμφάνισης των προβλημάτων αυτών. Η ιεράρχηση των αιτιών, ως προς την προτεραιότητα αντιμετώπισής τους, έγινε ποιοτικά με βάση τη συχνότητα εμφάνισης τους και το βαθμό διασύνδεσής τους με τα προαναφερόμενα προβλήματα.

Τα κυριότερα προβλήματα που εντοπίστηκαν, κοινά για όλες τις Γραμμές Παραγωγής, ήταν συχνές προγραμματισμένες εκκινήσεις/σταματήματα των Γραμμών Παραγωγής, ελαττωματικές Α΄ Ύλες, μηχανολογικά προβλήματα, τα προβλήματα της μηχανής διάτρησης, αλλαγή των παραμέτρων παραγωγής κατά τη διάρκεια της τελευταίας και συχνή δειγματοληψία.

Οι πρωταρχικές αιτίες των προηγούμενων ήταν επίσης κοινές. Αυτές ήταν, με τη σειρά που ιεραρχήθηκαν ως προς την αναγκαιότητα αντιμετώπισής τους, η προσπάθεια μείωσης κόστους, η έλλειψη προσωπικού, η ανεπαρκής εκπαίδευση,

Περίληψη

η ανεπαρκής πληροφόρηση, η έλλειψη γραπτών οδηγιών, η ανεπαρκής διαδικασία διαχείρισης μη-συμμορφώσεων, η δοκιμή Α' Υλών, η έλλειψη προσοχής, ο ανεπαρκής προγραμματισμός, οι μη ξεκάθαρες προφορικές εντολές, η διαδικασία ελέγχου προϊόντων που ακολουθείται και η έλλειψη εμπειρίας.

Προς αντιμετώπισή τους προτείνεται η επανεξέταση των μεθόδων που ακολουθεί η Διοίκηση της εταιρείας στα Τμήματα Παραγωγής και Διοίκησης για μείωση του κόστους παραγωγής, η οργάνωση εκπαίδευσης του προσωπικού και κάποιες εύκολα υλοποιήσιμες ενέργειες των Στελεχών της εταιρείας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....	ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	ix
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	5
2.1. Ποιότητα Προϊόντων/Υπηρεσιών.....	5
2.2. Ανάλυση Πρωταρχικής Αιτίας	
(Root Cause Analysis) and Six Sigma.....	6
2.2.1. <u>Φύλλα Ελέγχου</u>	9
2.2.2. <u>Διάγραμμα Pareto</u>	9
2.2.3. <u>Διάγραμμα Ishikawa</u>	10
2.3. Χρήση Διαγραμμάτων Pareto και Ishikawa	
για προσδιορισμό Αιτιών Δημιουργίας Φύρας.....	11

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	19
3.1. Η Εταιρεία "PLASTIC PIPES Srl"	19
3.1.1. <u>Προϊόντα της "PLASTIC PIPES Srl"</u>	19
3.1.2. <u>Γραμμές Παραγωγής</u>	20
3.1.2.1. Γραμμή Παραγωγής 1/UC100.....	21
3.1.2.2. Γραμμή Παραγωγής 2/UC250.....	22
3.1.2.3. Γραμμή Παραγωγής 3/UC1200.....	22
3.1.3. <u>Τμήματα Παραγωγής και Συντήρησης</u>	22
3.2. Μεθοδολογία	25
3.2.1. <u>Λόγοι Επιλογής Τεχνικών</u> <u>Διαγράμματος Pareto και Ishikawa</u>	25
3.2.2. <u>Συλλογή και Ανάλυση Δεδομένων</u>	28
3.2.2.1. 1 ^ο Στάδιο Συλλογής Δεδομένων.....	29
3.2.2.2. Ανάλυση Δεδομένων 1 ^{ου} Σταδίου.....	37
3.2.2.3. 2 ^ο Στάδιο Συλλογής Δεδομένων.....	39
3.2.2.4. Ανάλυση Δεδομένων 2 ^{ου} Σταδίου.....	42
4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ	44
4.1. Ανάλυση Δεδομένων	44
4.1.1. <u>Αποτελέσματα Δεδομένων 1^{ου} Σταδίου</u>	44
4.1.1.1. Καταγραφόμενες Ποσότητες Φύρας.....	45
4.1.1.2. Προτεραιότητα Αντιμετώπισης Παραγόντων Δημιουργίας Φύρας.....	48
4.1.2. <u>Αποτελέσματα Δεδομένων 2^{ου} Σταδίου</u>	57

4.1.2.1.	Πρωταρχικές Αιτίες Δημιουργίας Φύρας Γραμμής Παραγωγής 1/UC100...	58
4.1.2.2.	Πρωταρχικές Αιτίες Δημιουργίας Φύρας Γραμμής Παραγωγής 2/UC250...	64
4.1.2.3.	Πρωταρχικές Αιτίες Δημιουργίας Φύρας Γραμμής Παραγωγής 3/UC1200..	66
4.2.	Ερμηνεία Ευρημάτων	68
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	80
5.1.	Συμπεράσματα και Αδυναμίες Μελέτης – – Μελλοντική Έρευνα	80
5.1.1.	<u>Συμπεράσματα και Αδυναμίες Μελέτης</u>	80
5.1.1.1.	Συμπεράσματα.....	81
5.1.1.2.	Αδυναμίες Μελέτης.....	87
5.1.2.	<u>Μελλοντική Έρευνα</u>	91
5.2.	Προτάσεις	93
5.2.1.	<u>Εξαγωγή Συμπερασμάτων</u>	93
5.2.2.	<u>Μείωση Κόστους</u>	95
5.2.3.	<u>Έλλειψη Προσωπικού</u>	97
5.2.4.	<u>Ανεπαρκής Εκπαίδευση</u>	99
5.2.5.	<u>Ανεπαρκής Πληροφόρηση</u>	101
5.2.6.	<u>Υπόλοιπες Αιτίες</u>	102
6.	ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΝΑΦΟΡΩΝ – ΠΑΡΑΠΟΜΠΩΝ	105
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	110

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Πίνακας 3.1. Κυριότερα Γεγονότα Εμφάνισης

Φύρας στην "PLASTIC PIPES Srl"..... 32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ

Πίνακας 4.1. Ποσότητες Καταγραφείσας Φύρας..... 45

Πίνακας 4.2. Πρωταρχικές Αιτίες Εμφάνισης

Φύρας στην "PLASTIC PIPES Srl"..... 70

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σχήμα 3.1.	Οργανόγραμμα Εταιρείας "PLASTIC PIPES Srl".....	24
Σχήμα 3.2.	Φύλλο Ελέγχου.....	30

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ

ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 4.1.	Διάγραμμα Pareto για τη Φύρα του Συνόλου της Παραγωγής.....	49
Σχήμα 4.2.	Διάγραμμα Pareto για τη Φύρα της Γραμμής Παραγωγής 1/UC100.....	52
Σχήμα 4.3.	Διάγραμμα Pareto για τη Φύρα της Γραμμής Παραγωγής 2/UC250.....	54
Σχήμα 4.4.	Διάγραμμα Pareto για τη Φύρα της Γραμμής Παραγωγής 3/UC1200.....	56
Σχήμα 4.5.	Διάγραμμα Ishikawa Δημιουργίας Φύρας στη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100.....	59-60
Σχήμα 4.6.	Διάγραμμα Ishikawa Δημιουργίας Φύρας στη Γραμμή Παραγωγής 2/UC250.....	65
Σχήμα 4.7.	Διάγραμμα Ishikawa Δημιουργίας Φύρας στη Γραμμή Παραγωγής 3/UC1200.....	67

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Σχήμα Α.1.	Διάγραμμα Ishikawa για τη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100, Main.....	111
Σχήμα Α.2.	Διάγραμμα Ishikawa για τη Γραμμή Παραγωγής 2/UC250, Main.....	112
Σχήμα Α.3.	Διάγραμμα Ishikawa για τη Γραμμή Παραγωγής 3/UC1200, Main.....	112
Σχήμα Α.4.	Διάγραμμα Ishikawa για τη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100, Main/Parameters, 1....	113
Σχήμα Α.5.	Διάγραμμα Ishikawa για τη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100, Main/Parameters, 2....	113
Σχήμα Α.6.	Διάγραμμα Ishikawa για τη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100, Main/Mechanical, 1.....	114
Σχήμα Α.7.	Διάγραμμα Ishikawa για τη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100, Main/Mechanical, 2.....	115
Σχήμα Α.8.	Διάγραμμα Ishikawa για τη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100, Main/Mechanical, 3.....	115
Σχήμα Α.9.	Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 1/UC100 και 2/UC250, Main/Perforator, 1.....	116
Σχήμα Α.10.	Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 1/UC100 και 2/UC250, Main/Perforator, 2.....	116

Σχήμα A.11.	Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 1/UC100 και 2/UC250, Main/Perforator, 3.....	117
Σχήμα A.12.	Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 1/UC100 και 2/UC250, Main/Perforator, 4.....	117
Σχήμα A.13.	Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 1/UC100, 2/UC250, 3/UC1200, Main/Raw Materials.....	118
Σχήμα A.14.	Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 1/UC100, 2/UC250, 3/UC1200, Main/Start Up, 1.....	118
Σχήμα A.15.	Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 1/UC100, 2/UC250, 3/UC1200, Main/Start Up, 2.....	119
Σχήμα A.16.	Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 2/UC250, 3/UC1200, Main/Mechanical, 1.....	119
Σχήμα A.17.	Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 2/UC250, 3/UC1200, Main/Mechanical, 2.....	120

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συντριπτική πλειονότητα των παραγωγικών επιχειρήσεων λειτουργεί με σκοπό τη δημιουργία κέρδους για τους επενδυτές της. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο με τη συνεχή ικανοποίηση των προσδοκιών που έχει δημιουργήσει η κάθε επιχείρηση στους πελάτες της, που στις περισσότερες περιπτώσεις είναι συνισταμένη των ποιοτικών χαρακτηριστικών των προϊόντων της και της τιμής τους. Γίνεται λοιπόν φανερό ότι η μακροχρόνια βιωσιμότητα σχεδόν κάθε παραγωγικής επιχείρησης εξαρτάται από την ικανότητά της να παράγει με τον βέλτιστο βαθμό αξιοποίησης των πόρων της ποιοτικά προϊόντα, κάτι που έχει επισημανθεί ήδη από τον 19^ο αιώνα (Evans and Lindsay (2011)).

Στις τελευταίες δεκαετίες έχει αποδειχθεί η σημαντικότητα του ρόλου της ποιότητας στη μακροχρόνια βιωσιμότητα των παραγωγικών επιχειρήσεων. Για το σκοπό αυτό άλλωστε όλο και περισσότερες επιχειρήσεις ακολουθούν το μοντέλο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας, η οποία αποτελεί μια φιλοσοφία διοίκησης και λειτουργίας που στηρίζεται στο τρίπτυχο της εστίασης στους πελάτες και τους επενδυτές, στη συμμετοχή και ομαδική εργασία των εργαζομένων και σε μια διαδικασία συνεχούς βελτίωσης και μάθησης, ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία προβλημάτων πριν αυτά εμφανιστούν και όχι να αντιμετωπίζεται η εμφάνισή τους (Evans and Lindsay (2011)). Η φιλοσοφία αυτή αναπτύχθηκε κυρίως από τους Deming, Juran, Crosby, αλλά και τους Feigenbaum, Taguchi και Ishikawa, ενώ περισσότερες πληροφορίες τόσο για τις εφαρμογές της και για το ιστορικό της ανάπτυξής της, όσο και για τη συμβολή

του καθενός από τους παραπάνω και τις μεταξύ τους ομοιότητες και διαφορές μπορούν να βρεθούν αλλού (Τσιότρας (2002), Δερβιτσιώτης (1985), Garvin (1988), Evans and Lindsay (2011) and Oakland (1989), Popescu and Marin-Pantelescu (2009), Lau and Anderson (1998)).

Στα πλαίσια της συνεχούς προσπάθειας για βελτίωση σε όλους τους τομείς της λειτουργίας μιας παραγωγικής επιχείρησης σημαντικό ρόλο παίζει και η προσπάθεια μείωσης του κόστους που προέρχεται από προϊόντα που παράγονται με ελαττώματα (φύρα ή διεθνώς scrap). Σημαντικό ρόλο προς αυτήν την κατεύθυνση παίζει αρχικά η ιεράρχηση των προβλημάτων που οδηγούν σε αυτό το φαινόμενο και η ταυτοποίηση των αιτιών, εξαιτίας των οποίων εμφανίζονται τα προβλήματα αυτά, κάτι που επιχειρείται και με την παρούσα εργασία για την εταιρεία "PLASTIC PIPES Srl".

Η εταιρεία "PLASTIC PIPES Srl" δραστηριοποιείται στο σχεδιασμό και την παραγωγή πλαστικών σωλήνων. Η εταιρεία ιδρύθηκε το 2000 με έδρα την Αθήνα, με τη μονάδα παραγωγής της να έχει δυναμικότητα 10,000 tn/year, με δυνατότητα και υποδομές άμεσης επέκτασης για αύξηση της δυναμικότητάς της στους 20,000 tn/year. Η εταιρεία έχει αναπτύξει πελατολόγιο σε όλες τις χώρες της Βαλκανικής Χερσονήσου, καθώς σε κάποιες άλλες της Μέσης Ανατολής (Συρία, Ενωμένα Αραβικά Εμιράτα).

Τα κύρια προϊόντα της εταιρείας αφορούν κυρίως σε έργα υποδομής και μπορούν να ταξινομηθούν σε 4 κύριες κατηγορίες:

- Σωλήνες Προστασίας Καλωδίων: Αγωγοί για προστασία υπόγειων ηλεκτρολογικών και τηλεπικοινωνιακών εγκαταστάσεων.
- Σωλήνες Αποστράγγισης: Αγωγοί για αποστράγγιση των εδαφών.
- Σωλήνες Αποχέτευσης: Αγωγοί για αποχετευτικά συστήματα.
- Φρεάτια και ειδικά εξαρτήματα.

Όπως σε κάθε παραγωγική μονάδα, έτσι και στη συγκεκριμένη παρατηρείται δημιουργία φύρας κατά την παραγωγική διαδικασία, με συνεπαγόμενο κόστος για την εταιρεία. Η μείωση του κόστους αυτού, μέσω της μείωσης της ποσότητας της φύρας, κρίνεται ως υψηλής προτεραιότητας για την εταιρεία και αποτελεί και το σκοπό της παρούσας μελέτης.

Στόχοι της εργασίας αυτής αποτελούν ο καθορισμός των σημαντικότερων προβλημάτων που οδηγούν στη δημιουργία φύρας κατά την παραγωγική διαδικασία της εταιρείας "PLASTIC PIPES Srl", η ταυτοποίηση των πραγματικών αιτιών που οδηγούν στην εκδήλωσή τους και η πρόταση των αντίστοιχων λύσεων που θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην αντιμετώπιση των αιτιών αυτών. Ουσιαστικά δηλαδή επιχειρείται η εφαρμογή του μεγαλύτερου μέρους της μεθόδου της Ανάλυσης Πρωταρχικής Αιτίας, μιας συνισταμένης της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας, μέσω της χρήσης συγκεκριμένων τεχνικών που δεν είναι άλλες από τα Διαγράμματα Pareto και Ishikawa, με χρήση Φύλλων Ελέγχου. Θα μπορούσε επίσης να υποστηριχθεί ότι με την παρούσα μελέτη εφαρμόζεται μέρος της φιλοσοφίας και κάποιες τεχνικές της μεθόδου ποιότητας Six Sigma, καθώς μετά τον *ορισμό* του προβλήματος (δημιουργία φύρας), *μετρώνται* τα σχετικά δεδομένα και *αναλύονται*, ώστε να ταυτοποιηθούν οι

πρωταρχικές αιτίες εκδήλωσης του προβλήματος. Τέλος, *προτείνονται* λύσεις που πιστεύεται θα μετριάσουν την εμφάνιση του προβλήματος αυτού.

Γίνεται άμεσα αντιληπτό ότι στην παρούσα μελέτη επιχειρείται η χρήση γνωστών μεθόδων για τα την επίλυση ενός κοινού προβλήματος, το οποίο όμως εμφανίζεται σε περιβάλλον που ως επί το πλείστον είναι δύσκολα προσβάσιμο σε ανεξάρτητους ερευνητές (παραγωγική επιχείρηση). Παράλληλα, πιστεύεται ότι οι πρωταρχικές αιτίες εκδήλωσης του προβλήματος αυτού και οι προτάσεις αντιμετώπισής τους, όπως καταγράφονται στην παρούσα εργασία, αφορούν σε ένα πλήθος παραγωγικών επιχειρήσεων στη δύσκολη οικονομική περίοδο που διανύουμε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια σύντομη αναφορά στις μεθόδους και στα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία και στη συνέχεια παρουσιάζονται και σχολιάζονται κάποιες σχετικές με την παρούσα μελέτες που αφορούν σε άλλες παραγωγικές επιχειρήσεις.

2.1. Ποιότητα Προϊόντων/Υπηρεσιών

Τα χαρακτηριστικά εκείνα που προσδίδουν σε ένα προϊόν ή υπηρεσία το χαρακτηρισμό του "ποιοτικού" ποικίλουν, καθώς ο ορισμός της ποιότητας είναι συνήθως υποκειμενικός. Έτσι, ένα προϊόν/υπηρεσία μπορεί να χαρακτηριστεί ως ποιοτικότερο έναντι των αντιστοίχων του ανταγωνισμού επειδή υπερέχει πολύ γενικότερα, έχει/παρουσιάζει σε μεγαλύτερο βαθμό κάποιο μετρήσιμο μέγεθος, έχει καλύτερη σχέση ποιότητας τιμής κ.α. Από τη σκοπιά της παραγωγής όμως, ένα προϊόν/υπηρεσία χαρακτηρίζεται ως ποιοτικό όταν πληροί ("συμμορφώνεται" με) τις προδιαγραφές, σύμφωνα με τις οποίες κατασκευάζεται/προσφέρεται. Θα πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι είναι σημαντικό οι προδιαγραφές αυτές να ταυτίζονται με τις επιθυμίες/προσδοκίες του πελάτη στον οποίο αυτό στοχεύει. Γενικά πάντως ως προδιαγραφές ενός προϊόντος/υπηρεσίας θα μπορούσαν να οριστούν οι συγκεκριμένοι στόχοι και ανοχές για συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του/ης, όπως αυτά καθορίζονται από τους σχεδιαστές τους. Οι στόχοι αποτελούν τις ιδανικές τιμές των χαρακτηριστικών και οι ανοχές τις ανεκτές αποκλίσεις από αυτές (Evans and

Lindsay (2011)). Μια κατηγοριοποίηση των προδιαγραφών θα μπορούσε να είναι σε γενικές, που απορρέουν από τη στρατηγική της επιχείρησης σε σχέση με την αγορά στόχο και αναφέρονται σε γενικά χαρακτηριστικά του προϊόντος/υπηρεσίας (π.χ. αξιοπιστία) και σε τεχνικές, οι οποίες αναφέρονται σε λεπτομερή χαρακτηριστικά (π.χ. φυσικές διαστάσεις) (Δερβιτσιώτης (1985)).

Στην πλειονότητα των παραγωγικών επιχειρήσεων, όπως και στην υπό μελέτη, η απόφαση αν ένα παραγόμενο προϊόν μπορεί να πωληθεί εξαρτάται από το αν αυτό πληροί τις τεχνικές προδιαγραφές που το περιγράφουν, κάτι που εξασφαλίζεται μέσω των διαδικασιών Ποιοτικού Ελέγχου. Γενικά, όπως και στην παρούσα εργασία, κάθε προϊόν που χαρακτηρίζεται ως “μη συμμορφούμενο” με τις προδιαγραφές που το περιγράφουν μπορεί είτε να πωληθεί σε μικρότερη τιμή, είτε να διορθωθεί, είτε να ανακυκλωθεί, είτε να απορριφθεί και συνεπάγεται ένα κόστος για την εταιρεία (Robinson (1991), Campanella (1999)). Συνήθως, οι δύο τελευταίες από τις παραπάνω κατηγορίες χαρακτηρίζονται ως φύρα (ή διεθνώς scrap). Τονίζεται ότι στην παρούσα εργασία εκτός από τα “μη συμμορφούμενα” προϊόντα, που έτσι και αλλιώς ανήκουν στις δύο αυτές κατηγορίες, ως φύρα εννοείται κάθε ποσότητα Α΄ Ύλης που καταναλώνεται σε διαδικασίες που δεν αποσκοπούν στην άμεση μετατροπή της σε τελικό προϊόν (π.χ. καθάρισμα μηχανών).

2.2. Ανάλυση Πρωταρχικής Αιτίας (Root Cause Analysis) and Six Sigma

Διαπιστώνεται λοιπόν ότι είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τις παραγωγικές επιχειρήσεις να μειώσουν στο ελάχιστο τη φύρα που “παράγεται” κατά τη

δραστηριότητά τους. Μια μέθοδος που χρησιμοποιείται εκτενώς – όπως φαίνεται παρακάτω – προς αυτήν την κατεύθυνση είναι η Ανάλυση Πρωταρχικής Αιτίας (Root Cause Analysis). Η μέθοδος αυτή αποτελεί ένα εργαλείο διοίκησης, μέρος της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας, με το οποίο προσδιορίζονται τα πραγματικά αίτια των προβλημάτων που συμβαίνουν ή είναι πιθανόν να συμβούν κατά την παραγωγική διαδικασία και προτείνονται δράσεις προς αντιμετώπισή τους και προς πρόληψη της εμφάνισης ή επανεμφάνισής τους, και έχει μελετηθεί εκτενώς (Wilson, Dell and Anderson (1993)). Η μέθοδος αυτή υλοποιείται σε τέσσερα στάδια, τη Συλλογή Δεδομένων, τη Διαγραμματική Απεικόνιση Προβλημάτων, την Ταυτοποίηση των Πρωταρχικών Αιτιών και την Πρόταση, Εφαρμογή και Έλεγχο δράσεων αντιμετώπισης των τελευταίων (Rooney and Heuvel (2004), Wilson, Dell and Anderson (1993)).

Στα πλαίσια της εφαρμογής των παραπάνω βημάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες προσεγγίσεις και τεχνικές (Evans and Lindsay (2011), Wilson, Dell and Anderson (1993), Rooney and Vanden Heuvel (2004)), όπως η Ανάλυση Φραγμών (Barrier Analysis), η Ανάλυση Περίπτωσης και Αιτιώδους Παράγοντα (Event and Causal Factor Analysis), τα Δενδροειδή Διαγράμματα (Tree Diagrams) κα . Οι δύο τεχνικές που χρησιμοποιούνται στην παρούσα μελέτη είναι τα Διαγράμματα Pareto και τα Διαγράμματα Ishikawa (ή Αιτίας – Αποτελέσματος (Cause – Effect) ή Ψαροκόκκαλου (Fishbone)), που παρουσιάζονται εκτενέστερα παρακάτω.

Μια ακόμα μέθοδος που χρησιμοποιείται εκτενώς προς την κατεύθυνση της μείωσης της φύρας σε παραγωγικές επιχειρήσεις, αλλά με καθορισμένο στόχο,

είναι η Six Sigma. Αυτή η μέθοδος, σύμφωνα με τους Evans and Lindsay (2011, σ. 133), «μπορεί να περιγραφεί ως μια προσέγγιση για βελτίωση εργασίας που προσπαθεί να βρει και να εξαλείψει τις αιτίες ατελειών και λαθών σε διαδικασίες παραγωγής και υπηρεσιών εστιάζοντας στα παραγόμενα που είναι κρίσιμα για τους πελάτες και έχουν ένα καθαρό οικονομικό όφελος για την εταιρεία». Στόχος της μεθόδου αυτής είναι η εμφάνιση το πολύ 3.4 ελαττωματικών προϊόντων για κάθε ένα εκατομμύριο που παράγονται (Evans and Lindsay (2011)).

Στη μεθοδολογία Six Sigma ακολουθούνται 5 βήματα, ο Ορισμός του πραγματικού προβλήματος, η Μέτρηση των διαδικασιών στις οποίες αυτό οφείλεται, η Ανάλυση των μετρήσεων και η ταυτοποίηση των πρωταρχικών αιτιών του προβλήματος, η Βελτίωση των διαδικασιών προς εξάλειψη/μείωση του προβλήματος και η Μέτρηση των αποτελεσμάτων, προς διατήρηση των βελτιώσεων (Define, Measure, Analyze, Improve, Control, DMAIC) (Evans and Lindsay (2011)).

Για την υλοποίηση των παραπάνω βημάτων χρησιμοποιούνται Διαγράμματα Ροής (Flowcharts), Χρονικής Εξέλιξης (Run Charts) και Ελέγχου (Control Charts), Pareto (Pareto Diagrams), Αιτίας – Αποτελέσματος (Cause – Effect Diagrams), Συσχέτισης (Scatter Diagrams) και Ιστογράμματα (Histograms), καθώς και Φύλλα Ελέγχου (Check Sheets). Τα παραπάνω αναφέρονται και ως τα Επτά Εργαλεία Ελέγχου Ποιότητας (Seven QC Tools, Quality Control) (Evans and Lindsay (2011) ή Εργαλεία Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών (SPC, Statistical Process Control) (Besterfield (2008) and Summers (2009)).

2.2.1. Φύλλα Ελέγχου

Γενικά ως Φύλλο Ελέγχου (Check Sheets) μπορεί να χαρακτηριστεί κάθε είδους φόρμα που χρησιμοποιείται για τη συλλογή δεδομένων. Στην περίπτωση παραγωγικών δραστηριοτήτων συνήθως συμπληρώνεται από τους εργάτες και έχει τέτοια μορφή, ώστε να αναφέρονται όλες οι χρήσιμες πληροφορίες (ώρα και είδος συμβάντος κλπ). Τα δεδομένα που συλλέγονται με αυτόν τον τρόπο γενικότερα χρειάζονται περαιτέρω επεξεργασία (Evans and Lindsay (2011)).

2.2.2. Διάγραμμα Pareto

Η αρχή του Pareto ονομάστηκε έτσι από τον ομώνυμο Ιταλό οικονομολόγο του 19^{ου} αιώνα και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε θέματα ποιότητας από τον Juran. Σύμφωνα με αυτή, το 80% του συνόλου κάποιου προβλήματος, οφείλεται στο 20% των αιτιών που το προκαλούν. Αυτό βέβαια ισχύει και για τη φύρα που "παράγεται" κατά μία παραγωγική διαδικασία (Hartman (2002), Campanella (1999)). Τα Διαγράμματα Pareto είναι γραφικά εργαλεία όπου απεικονίζονται γεγονότα (όπως "αιτία", "τύπος" ή "κατάταξη") στα οποία χρησιμοποιείται η ομώνυμη αρχή, ώστε να διαπιστωθεί η σειρά προτεραιότητας των αλλαγών που θα πρέπει να γίνουν σε μια διαδικασία ή δράση. Με άλλα λόγια στα Διαγράμματα Pareto, μέσω απεικόνισης με μπάρες, είναι δυνατή η κατάταξη προβλημάτων ανάλογα με το μέγεθος της συχνότητας, σοβαρότητας, φύσης ή πηγής τους και έτσι διαπιστώνεται ποια από αυτά είναι τα πιο σοβαρά (Murugaiah et al (2010)). Περισσότερες λεπτομέρειες για την ιστορία αυτών των Διαγραμμάτων μπορούν να βρεθούν αλλού (Τσιότρας (2002), Evans and

Lindsay (2011), Robinson (1991), Δερβιτσιώτης (1985), Hartman (2002), Moustapha (2001), Wilson, Dell and Anderson (1993)).

2.2.3. Διάγραμμα Ishikawa

Το Διάγραμμα Ishikawa είναι μια τεχνική, μέσω της οποίας γίνονται άμεσα και εύκολα κατανοητές σε κάποιον οι πρωταρχικές αιτίες που έχουν ως αποτέλεσμα την εκδήλωση κάποιου προβλήματος. Μέσω του Διαγράμματος αυτού απεικονίζεται οπτικά η σχέση που έχει κάθε πρόβλημα με τις αιτίες του, οι οποίες όμως μπορεί να εκδηλώνονται ως προβλήματα κάποιων άλλων, βαθύτερων αιτιών. Κατά μία έννοια τα Διαγράμματα Ishikawa αποτελούν Δενδροειδή Διαγράμματα (Tree Diagrams) ξαπλωμένα στο πλάι, όπου και πάλι υπάρχει μια συνεχής γραμμή από την πρωταρχική αιτία έως το τελικό πρόβλημα. Περισσότερες λεπτομέρειες μπορούν να βρεθούν αλλού (Evans and Lindsay (2011), Robinson (1991), , Hartman (2002), Moustapha (2001), Wilson, Dell and Anderson (1993)), ενώ μια άλλη μορφή του, όπου απεικονίζονται και τα προβλήματα που προκύπτουν από το βασικό πρόβλημα, οι αιτίες του οποίου ερευνώνται, δίνεται από τον Δερβιτσιώτη (1985). Θα πρέπει ακόμα να αναφερθεί ότι πολλές φορές τα Διαγράμματα σχηματίζονται με την παραδοχή ότι κάθε πρόβλημα έχει 4 πιθανές κύριες αιτίες – τα 4M (Man, Material, Method, Machine), αν και οι Wilson, Dell and Anderson (1993) αντί για “Machine” αναφέρουν “Other” – ενώ και πάλι στους τελευταίους αναφέρεται ξεκάθαρα ότι ο κάθε “κλάδος” μπορεί να διαιρεθεί και να παρουσιαστεί ξεχωριστά, πρακτική που ακολουθείται και στη συγκεκριμένη εργασία.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα δύο παραπάνω εργαλεία παρουσιάζονται συνήθως μαζί στη σχετική βιβλιογραφία, καθώς συνήθως με το Διάγραμμα Pareto ταυτοποιούνται τα σοβαρότερα προβλήματα και στη συνέχεια χρησιμοποιείται το Διάγραμμα Ishikawa για τον προσδιορισμό των πρωταρχικών αιτιών που οδηγούν στην εκδήλωση των πρώτων (Evans and Lindsay (2011), Δερβιτσιώτης (1985), Wilson, Dell and Anderson (1993)).

Ως ένδειξη του εύρους εφαρμογής των δύο παραπάνω μεθόδων ,τόσο κάθε μίας ξεχωριστά όσο και σε συνδυασμό, στον τομέα των παραγωγικών επιχειρήσεων παρατίθεται σχετική βιβλιογραφία (Macot (2003), Fotopoulos, Kafetzopoulos and Gotzamani (2011), Bonte, van den Boogaard and Huétink (2007), Walsh (1996), Ferreira and Lopes (2010), Realinho, Fidalgo and Silva (2007), Ribeiro, Schwenber ten Caten and Fritsch (2001), Lis (2011), Singh and Kumar (2005), Aggarwal et al (2009), Muzammil, Singh and Talib (2003), Barad (1986), Chan and Liang (2005) and Koh and Saad (2002), Knights(2001), Kennedy and Sorensen (2006)).

2.3. Χρήση Διαγραμμάτων Pareto και Ishikawa για προσδιορισμό Αιτιών Δημιουργίας Φύρας

Κρίνοντας από τη σχετική βιβλιογραφία τα Διαγράμματα Pareto και Ishikawa έχουν όντως χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των αιτιών δημιουργίας φύρας σε παραγωγικές επιχειρήσει, όπως θα φανεί παρακάτω για κάποιες χαρακτηριστικές περιπτώσεις. Θεωρείται όμως εξαιρετικά πιθανό οι περιπτώσεις που έχει χρησιμοποιηθεί αυτή η τεχνική στην πραγματικότητα να είναι πολύ

περισσότερες, καθώς προφανώς η προσπάθεια περιορισμού του προβλήματος δημιουργίας φύρας είναι μια ενδο-επιχειρησιακή ενέργεια χωρίς λόγο δημοσίευσης.

Παράδειγμα εφαρμογής της Ανάλυσης Πρωταρχικής Αιτίας και συγκεκριμένα του Διαγράμματος Pareto τόσο για την αύξηση της παραγωγικότητας (μείωση φύρας), όσο και για τη μείωση του κόστους παραγωγής, παρατίθεται από τον Leonovic et al (1995) για την IBM, όπου τονίζεται ιδιαίτερα η σημασία της συνεργασίας και της συμμετοχής όλων των εργαζομένων για την επιτυχία ενός τέτοιου εγχειρήματος. Στη συγκεκριμένη εργασία, σε ό,τι αφορά στη μείωση της φύρας, εντοπίζεται το κύριο πρόβλημα που οδηγεί στη δημιουργία φύρας, το οποίο με τη σειρά του "διερευνάται" και πάλι με Διάγραμμα Pareto. Η μέθοδος αυτή σε σχέση με το Διάγραμμα Ishikawa έχει βέβαια το πλεονέκτημα ότι μπορεί κάποιος να εκτιμήσει το βαθμό στον οποίο κάθε αιτία "συνεισφέρει" στην εμφάνιση κάποιου συγκεκριμένου προβλήματος. Από την άλλη μεριά όμως κρίνεται ως ανεπαρκής αν η διερεύνηση των πραγματικών αιτιών θα πρέπει να προχωρήσει αρκετά επίπεδα, καθώς, αρχικά, θα πρέπει να υπάρχουν πολλά και λεπτομερή αριθμητικά δεδομένα, τα οποία είναι δυνατόν να καταγράφονται μόνο από τους χειριστές των μηχανημάτων. Αυτό όμως είναι σχεδόν σίγουρο ότι θα έχει ως αποτέλεσμα τη μη σωστή σύνδεση του τελικού προβλήματος (π.χ. ποσότητα φύρας) με την πραγματική αιτία, στο ποσοστό που της αναλογεί. Παράλληλα θα πρέπει να κατασκευαστούν πολλά Διαγράμματα Pareto, κάτι που θα έχει ως συνέπεια την απώλεια ενός σημαντικού πλεονεκτήματος των τεχνικών αυτών, την άμεση δηλαδή οπτική κατανόηση των προβλημάτων και των αιτιών τους. Αξίζει πάντως να αναφερθεί ότι στη

συγκεκριμένη εργασία αναφέρεται ότι ο τρόπος αντιμετώπισης των αιτιών που προσδιορίστηκαν με το Διάγραμμα Pareto του 2^{ου} επιπέδου ήταν η δημιουργία μιας διαδικασίας μέσω της οποίας υπήρξε μια ουσιαστική συνεργασία και συνεχής εκπαίδευση. Αυτό μάλλον σημαίνει ότι οι ίδιοι οι εργαζόμενοι από την εμπειρία τους προσδιόρισαν τις κυριότερες πρωταρχικές αιτίες. Τέλος, σημειώνεται ότι στη συγκεκριμένη εργασία αποδεικνύονται και τα οφέλη της εταιρείας από την όλη διαδικασία.

Η σημασία της σωστής επιλογής της ομάδας των γεγονότων που απεικονίζεται σε ένα Διάγραμμα Pareto για την επιτυχία αυτής της μεθόδου στη μείωση της εμφάνισης φύρας σε μια παραγωγική διαδικασία φαίνεται στον Fine (1996) μέσω δύο σύντομων μελετών περίπτωσης, όπου όμως δυστυχώς δεν συνδυάζεται με κάποιο άλλο εργαλείο.

Οι Migalska και Borkowski (2002) έχουν αναφέρει την προσπάθεια καθορισμού των αιτιών αλλαγής της κατηγορίας του προϊόντος ή δημιουργίας φύρας (και τα δύο εξαιτίας αστοχιών) κατά την παραγωγή φύλλων μετάλλου, με δεδομένα από την παραγωγή ενός χρόνου, με χρήση Διαγραμμάτων Pareto και Ishikawa. Δυστυχώς όμως δεν αναφέρουν τη διαδικασία συλλογής των δεδομένων τους και δεν προχωρούν το Διάγραμμα Ishikawa στο βάθος που θα έπρεπε, με αποτέλεσμα να μη φαίνεται πώς καταλήγουν ότι η σημαντικότερη αιτία εκδήλωσης του προβλήματος είναι η ανεπαρκής εκπαίδευση του προσωπικού.

Στους Chen and Chung (2002) φαίνεται επίσης η χρησιμότητα των δύο αυτών εργαλείων, μεταξύ άλλων, στην μείωση του κόστους παραγωγής μέσω της μείωσης φύρας με σχετική μελέτη περίπτωσης.

Οι Buksa, Pavletic and M. Sokonic (2010) παρουσιάζουν μια ενδιαφέρουσα εφαρμογή του Διαγράμματος Fishbone για τον προσδιορισμό των αιτιών δημιουργίας φύρας σε μονάδα παρασκευής σωλήνων για πλοία. Εκεί ταυτοποιούνται σε πρώτο στάδιο όλες οι πρωταρχικές αιτίες δημιουργίας φύρας, οι οποίες στη συνέχεια ιεραρχούνται ως προς την προτεραιότητα αντιμετώπισής τους μέσω της τεχνικής του Αριθμού Προτεραιότητας Κινδύνου (RPN, Risk Priority Number). Μέσω της ίδιας τεχνικής (αλλά και ενός Διαγράμματος Ελέγχου τύπου p , p -chart control) αποδεικνύεται ότι μετά τα μέτρα που εφαρμόστηκαν η κατάσταση βελτιώθηκε πολύ. Δυστυχώς όμως στα πλαίσια της εφαρμογής της τεχνικής RPN δεν εξηγείται επαρκώς πώς ορίζεται η τιμή, πάνω από την οποία αν "βαθμολογηθεί" μια πρωταρχική αιτία χαρακτηρίζεται ως κρίσιμη. Ταυτόχρονα, κάτι ασυνήθιστο για δημοσίευση, την κατανόηση της εργασίας δυσκολεύει σε μεγάλο βαθμό η μάλλον πρόχειρη έκδοση του Διαγράμματος Fishbone που παρατίθεται (και με λάθος τίτλο), προφανώς εκ παραδρομής.

Συνδυασμένη χρήση Διαγράμματος Pareto και Πίνακα Αιτίας-Αποτελέσματος αναφέρονται από την ίδια ερευνητική ομάδα και πιο συγκεκριμένα από τους Sokonic, Pavletic and Fakin (2005) για μονάδα παραγωγής συμπιεστών και Sokonic, Pavletic and Crulcic (2006) για μονάδα παραγωγής μερών αυτοκινήτων, στα πλαίσια εφαρμογής της μεθόδου Six Sigma για μείωση της φύρας, με θετικά από ό,τι αποδεικνύεται αποτελέσματα.

Στον Murugaiyah et al (2010) υπάρχει ένα άλλο παράδειγμα χρήσης της μεθόδου Ανάλυσης Πρωταρχικής Αιτίας με χρήση του Διαγράμματος Pareto και της τεχνικής των 5-Whys. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της τεχνικής 5-Whys παρατίθενται στον ίδιο. Αξιζει να αναφερθεί ότι στην εργασία αυτή επιχειρείται και μια σύνδεση της ποσότητας φύρας με το κόστος της Α΄ Ύλης που αυτό συνεπάγεται. Αυτή η προσέγγιση όμως αν χρησιμοποιηθεί μόνη της (χωρίς την παράλληλη καταγραφή της ποσότητας της φύρας) μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένες αποφάσεις σχετικά με μελλοντικές δράσεις, στις περιπτώσεις που η τιμή της Α΄ Ύλης παρουσιάζει μεγάλες μηνιαίες διακυμάνσεις. Για παράδειγμα η σχετική βαρύτητα μιας πρωταρχικής αιτίας μπορεί να υπερεκτιμηθεί, αν η αιτία αυτή εμφανίζεται κυρίως τις περιόδους που η τιμή της Α΄ Ύλης είναι σχετικά υψηλή. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, αν και η τιμή της Α΄ Ύλης παρουσιάζει διακυμάνσεις, η σχετικά επαρκής διάρκεια καταγραφής των δεδομένων (6 μήνες), αλλά κυρίως η καταγραφή και της ποσότητας φύρας, μάλλον εξασφαλίζουν την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Αυτό αποδεικνύεται άλλωστε και από τα αποτελέσματα των προτάσεων για μείωση της φύρας, τα οποία παρατίθενται στην ίδια εργασία.

Μια επίσης ολοκληρωμένη εργασία, στα πλαίσια της εφαρμογής της μεθόδου Six Sigma για τον περιορισμό προβλημάτων κατά την παραγωγή ηχείων για αυτοκίνητα, δίνεται από τον Valles et al (2009). Σε αυτήν χρησιμοποιείται αρχικά το Διάγραμμα Pareto, τα αποτελέσματα του οποίου αναλύονται περαιτέρω με Πίνακα Αιτίας-Αποτελέσματος (Cause and Effect Matrix), ενώ στη συνέχεια οι πρωταρχικές αιτίες προσδιορίζονται και πάλι μέσω Διαγράμματος

Ishikawa. Από τον έλεγχο των αποτελεσμάτων των διορθωτικών ενεργειών, φαίνεται ότι η φύρα περιορίστηκε σημαντικά.

Στους Gupta and Thakar (2011) μπορεί να βρει κανείς μια μελέτη περίπτωσης, όπου τα Διαγράμματα Pareto και Ishikawa χρησιμοποιούνται για μια ακόμα φορά κατά τη εφαρμογή της μεθόδου Six Sigma και Σχεδιασμού Πειραμάτων (Design of Experiments, DOE) σε βιομηχανία ζαχαροπλαστικής. Εκεί αποδεικνύεται πως η συμβολή των προαναφερόμενων Διαγραμμάτων στην εφαρμογή της μεθόδου Six Sigma και στον εντοπισμό και την εξάλειψη προβλημάτων δημιουργίας φύρας κατά την παραγωγική διαδικασία υπήρξε καθοριστική. Παρ' όλ' αυτά, θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι η διάρκεια καταγραφής των προβλημάτων είναι σχετικά μικρή (15 ημέρες παραγωγής).

Και οι Hand, Welborn and Oerth (2009) αναφέρουν τη χρήση του Διαγράμματος Pareto κατά την εφαρμογή της μεθόδου Six Sigma σε μια εταιρεία παραγωγής ηλεκτρονικών εξαρτημάτων για τη μείωση της φύρας. Δυστυχώς όμως δεν αναφέρεται ρητά πώς ταυτοποιήθηκαν οι πρωταρχικές αιτίες των προβλημάτων που εντοπίστηκαν.

Μια ολοκληρωμένη εργασία, σχετικά με τον προσδιορισμό των πρωταρχικών αιτιών δημιουργίας φύρας και κατάθεση προτάσεων αντιμετώπισής τους χρησιμοποιώντας κάποια από τα εργαλεία του SPC (μεταξύ αυτών και τα Διαγράμματα Pareto και Ishikawa), δίνεται από τους Wazed and Ahmed (2009) για μια παραγωγική μονάδα πλαστικών μπουκαλιών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον εδώ παρουσιάζει το γεγονός ότι η ιεράρχηση των πρωταρχικών αιτιών και οι

προτεινόμενες προτάσεις καθορίστηκαν μέσω στατιστικής επεξεργασίας των απαντήσεων που δόθηκαν από όλο το προσωπικό του εργοστασίου, μέσω αντίστοιχων ερωτηματολογίων.

Στους Fouam and Mukattash (2010) παρατίθενται παραδείγματα εφαρμογής όλων των εργαλείων της μεθόδου Στατιστικού Έλεγχου Διαδικασίας (SPC, Statistical Process Control), φυσικά και των Διαγραμμάτων Pareto και Fishbone, για τον προσδιορισμό των αιτιών δημιουργίας φύρας, στη μεγαλύτερη βιομηχανία παραγωγής χάλυβα της Ιορδανίας. Δεν προτείνονται όμως λύσεις, ο έλεγχος των οποίων θα αποδείκνυε ουσιαστικά την εγκυρότητα των ευρημάτων.

Ένα παράδειγμα μάλλον κακής χρήσης των Διαγραμμάτων Pareto και Fishbone αποτελεί η εργασία των Kumar, Mantha and Kumar (2009). Σε αυτήν αρχικά χρησιμοποιείται το Διάγραμμα Ishikawa με τη μορφή των 4 M, αλλά με κάποιες αιτίες για τον κάθε κλάδο δεδομένες (χωρίς να αναφέρεται πώς προέκυψαν) και οι οποίες μάλλον δεν είναι οι αντίστοιχες πρωταρχικές. Στη συνέχεια ταυτοποιούνται ποιες από αυτές τις υποδιαίρεσεις όντως ισχύουν και έπειτα δημιουργείται το Διάγραμμα Pareto για να ιεραρχηθεί η σημασία αντιμετώπισής τους. Και μόνο το γεγονός της δημιουργίας του τελευταίου αποτελεί ισχυρή ένδειξη ότι το Διάγραμμα Ishikawa μάλλον δεν απεικονίζει τις πρωταρχικές αιτίες (βλ σχόλια για τον Leonovic et al (1995) παραπάνω).

Διαπιστώνεται λοιπόν ότι οι τεχνικές των Διαγραμμάτων Pareto και Ishikawa μπορούν όντως να εφαρμοστούν σε παραγωγικές επιχειρήσεις και τα συμπεράσματα που θα προκύψουν να συμβάλουν στη μείωση της εμφάνισης φύρας. Γίνεται όμως επίσης αντιληπτό ότι για να είναι τα αποτελέσματα που θα

προκύψουν αξιόπιστα, η χρήση τους θα πρέπει να γίνεται σχεδιασμένα και προσεκτικά, ενώ προς την ίδια κατεύθυνση συμβάλλει και ο συνδυασμός τους με άλλες, προαναφερόμενες τεχνικές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο παρών κεφάλαιο παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο διεξήχθη η παρούσα μελέτη και χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος γίνεται μια σύντομη παρουσίαση των προϊόντων της εταιρείας "PLASTIC PIPES Srl" και του τρόπου λειτουργίας των Τμημάτων Παραγωγής και Συντήρησης, κάτι που κρίνεται αναγκαίο για την καλύτερη κατανόηση της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία. Στο δεύτερο και κύριο μέρος γίνεται μια σύντομη παρουσίαση της μεθόδου που ακολουθήθηκε, τόσο σε θεωρητικό, όσο και σε πρακτικό επίπεδο, για τον προσδιορισμό των αιτιών στις οποίες οφειλόταν η "παραγωγή" φύρας κατά την παραγωγική δραστηριότητα της υπό μελέτη εταιρείας.

3.1. Η Εταιρεία "PLASTIC PIPES Srl"

Παρακάτω ακολουθεί μια σύντομη παρουσίαση των προϊόντων και του τρόπου λειτουργίας της παραγωγικής μονάδας της "PLASTIC PIPES Srl".

3.1.1. Προϊόντα της "PLASTIC PIPES Srl"

Όπως έχει αναφερθεί, η εταιρεία "PLASTIC PIPES Srl" δραστηριοποιείται στο σχεδιασμό και την παραγωγή πλαστικών σωλήνων). Η παραγωγή τους λαμβάνει χώρα σε τρεις Γραμμές Παραγωγής (1/UC100, 2/UC250 και 3/UC1200), ανάλογα με τη διάμετρό τους, όπως αναφέρεται παρακάτω.

Οι εφαρμογές των προϊόντων αυτών είναι σχετικά πολλές, κάτι που επιτυγχάνεται με μικρές διαφοροποιήσεις κάποιων χαρακτηριστικών τους, ιδίως στις μικρές διαμέτρους (Γραμμές Παραγωγής 1/UC100 και 2/UC250). Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι για κάθε προϊόν με συγκεκριμένη διάμετρο, παράγονται προϊόντα σε μορφή κουλούρων ή μπαρών, τόσο για προστασία καλωδίων όσο και για αποστράγγιση (με διάτρηση). Για λόγους marketing αλλά και ευκολίας στην αποθήκευσή του, το κάθε προϊόν, ανάλογα με τη μελλοντική του χρήση, έχει και διαφορετικό χρώμα στο εσωτερικό και εξωτερικό του τοίχωμα. Για παράδειγμα, ο σωλήνας με εξωτερική διάμετρο 110 mm που προορίζεται για προστασία καλωδίων και παράγεται σε μορφή κουλούρας έχει κόκκινο εξωτερικό και μαύρο εσωτερικό τοίχωμα, ο σωλήνας της ίδιας διαμέτρου που παράγεται υπό μορφή κουλούρας και προορίζεται για αποστράγγιση έχει αντίστοιχα χρώματα πράσινο και μαύρο, ενώ τέλος ο σωλήνας της αυτής διαμέτρου, που προορίζεται πάλι για αποστράγγιση αλλά παράγεται υπό μορφή μπάρας έχει αντίστοιχα μαύρο εξωτερικό και λευκό εσωτερικό τοίχωμα.

3.1.2. Γραμμές Παραγωγής

Το Τμήμα Παραγωγής αποτελείται από τρεις Γραμμές Παραγωγής, στην κάθε μία από τις οποίες παράγονται σωλήνες που ανήκουν σε τρεις ομάδες εξωτερικών διαμέτρων. Γίνεται φανερό ότι ο μηχανολογικός εξοπλισμός και ο τρόπος παραγωγής στις τρεις Γραμμές Παραγωγής είναι όμοια, καθώς η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι η ίδια. Παράλληλα όμως η διαφορετική τάξη μεγέθους των προϊόντων που παράγονται σε κάθε Γραμμή Παραγωγής, και άρα και του

μηχανολογικού εξοπλισμού από τον οποίο απαρτίζονται, συνεπάγεται και κάποιες ιδιαιτερότητες για την καθεμία, τόσο σε ό,τι αφορά στον Τομέα της Παραγωγής, όσο και σε αυτόν της Συντήρησης.

3.1.2.1. Γραμμή Παραγωγής 1/UC 100

Σε αυτήν τη Γραμμή Παραγωγής παράγονται σωλήνες εξωτερικής διαμέτρου 63, 75, 90 και 110 mm και χαρακτηρίζεται από υψηλή διαφοροποίηση στα παραγόμενα προϊόντα. Η Γραμμή Παραγωγής αποτελείται από 2 μονοκόχλιους εκβολείς (Extruders), οι οποίοι τροφοδοτούνται με Α΄ Ύλη από ένα πνευματικό σύστημα (Silo και hopper). Οι εκβολείς αυτοί λιώνουν την Α΄ Ύλη και την εξωθούν μέσω μιας κεφαλής συνεκβολής (Die Head) στην κινητή μήτρα μορφοποίησης (Corrugator), η οποία αποτελεί και το σημαντικότερο και πολυπλοκότερο μηχάνημα που χρησιμοποιείται σε αυτήν την τεχνολογία. Στον Corrugator μορφοποιείται η Α΄ Ύλη στο τελικό προϊόν, το οποίο είτε οδηγείται σε λουτρό ψύξης (Cooling Bath) και από εκεί μέσω μιας μηχανής έλξης είτε στο τύμπανο περιέλιξης (Coiler), όταν παράγεται κουλούρα, είτε στη μηχανή κοπής (Cutter) και στη μηχανή παλλετοποίησης (Palletiser), όταν παράγεται μπάρα. Σε κάθε περίπτωση, όταν το τελικό προϊόν προορίζεται για αποστράγγιση, δημιουργούνται οπές σε αυτό αμέσως μετά το Cooling Bath από μια μηχανή διάτρησης (Perforator).

3.1.2.2. Γραμμή Παραγωγής 2/UC 250

Σε αυτήν τη Γραμμή Παραγωγής παράγονται σωλήνες εξωτερικής διαμέτρου 125, 140, 160, 200 και 250 mm. Και εδώ η διαφοροποίηση των παραγομένων προϊόντων είναι υψηλή, ενώ ισχύει ό,τι αναφέρθηκε και προηγουμένως σχετικά με τον μηχανολογικό εξοπλισμό που χρησιμοποιείται. Η διαφορά είναι ότι στη συγκεκριμένη περίπτωση ο εξοπλισμός αυτός είναι μεγαλύτερου μεγέθους από αυτόν που χρησιμοποιείται στη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100.

3.1.2.3. Γραμμή Παραγωγής 3/UC 1200

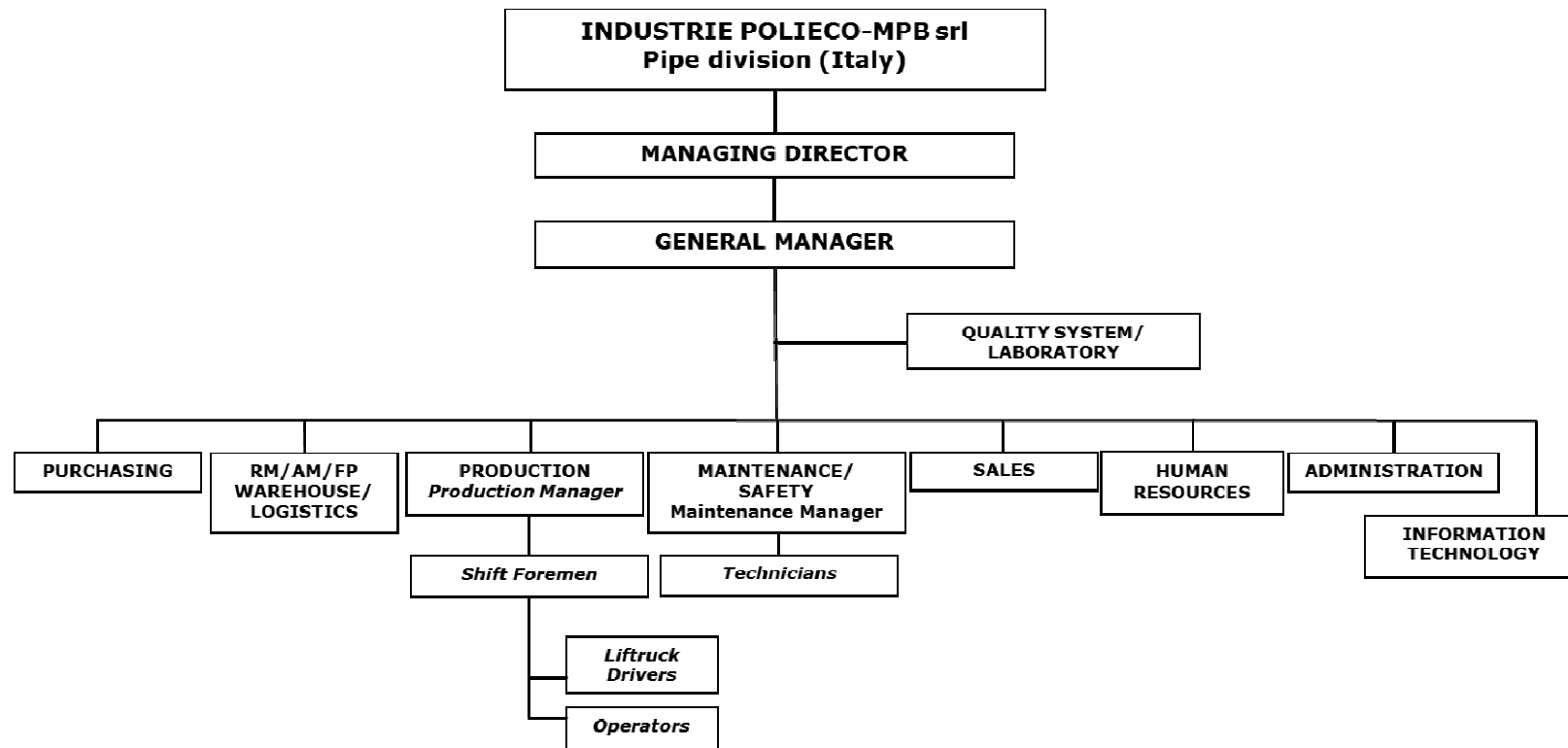
Σε αυτήν τη Γραμμή Παραγωγής παράγονται σωλήνες εξωτερικής διαμέτρου 315, 400, 500, 630, 800, 1000 και 1200 mm, καθώς και εσωτερικής διαμέτρου 300, 400, 500, 600 και 800 mm. Ο μηχανολογικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται είναι ακόμα μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο στη Γραμμή Παραγωγής 2/UC250. Η διαφοροποίηση στα προϊόντα όμως είναι μικρότερη, καθώς για κάθε διάμετρο παράγονται τέσσερα διαφορετικά προϊόντα (ανά δύο με διαφορετικά χρώματα στο εσωτερικό τους τοίχωμα).

3.1.3. Τμήματα Παραγωγής και Συντήρησης

Στην επόμενη σελίδα παρουσιάζεται το Οργανόγραμμα της εταιρείας "PLASTIC PIPES Srl", Σχ. 3.1. Σε αυτό αναπτύσσονται μόνο τα Τμήματα που σχετίζονται με την παρούσα εργασία, δηλ. αυτά της Παραγωγής και της Συντήρησης.

Η παραγωγική δραστηριότητα στην υπό μελέτη εταιρεία βασίζεται στο σύστημα των τριών βάρδιών (Δευτέρα 06:00 έως Σάββατο 06:30), που ακολουθείται τα τελευταία δύο χρόνια. Σε κάθε Βάρδια πρέπει να υπάρχει ένας Προϊστάμενος Βάρδιας, ένας Χειριστής Περονοφόρου και ένας Τεχνικός Συντήρησης. Φαίνεται και από το Σχ. 3.1 ότι το Τμήμα Παραγωγής αποτελείται από τον Υπεύθυνο Παραγωγής, 3 Προϊσταμένους Βάρδιας, 3 Οδηγούς περονοφόρων οχημάτων (liftrucks) και 5 Χειριστές (Εργάτες), ενώ το Τμήμα Συντήρησης από τον Υπεύθυνο Συντήρησης και 3 Τεχνικούς.

Θεωρητικά, οι Προϊστάμενοι Βάρδιας είναι υπεύθυνοι για την παραγωγική δραστηριότητα, ενώ οι Τεχνικοί Συντήρησης είναι υπεύθυνοι για την προγραμματισμένη συντήρηση (λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια της Παραγωγής σε Γραμμές που δεν λειτουργούν), για έκτακτες συντηρήσεις και επισκευές/ αντιμετώπιση προβλημάτων που προκύπτουν κατά την παραγωγική δραστηριότητα. Η πρακτική όμως που ακολουθείται, όπως θα αναλυθεί και σε επόμενο κεφάλαιο, είναι να βοηθούν τόσο οι Τεχνικοί Συντήρησης στην Παραγωγή, όσο και οι Προϊστάμενοι Βάρδιας στη Συντήρηση, όταν αυτό απαιτείται.



Σχήμα 3.1. Οργανόγραμμα Εταιρείας "PLASTIC PIPES Srl"

3.2. Μεθοδολογία

Παρακάτω ακολουθεί η μέθοδος που ακολουθήθηκε τόσο θεωρητικά, όσο και πρακτικά. Έτσι, αρχικά, γίνεται μια σύντομη σύγκριση των τεχνικών που χρησιμοποιήθηκαν εδώ με τις άλλες τεχνικές που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Η πρακτική παρουσίαση της μεθόδου περιλαμβάνει, αρχικά, παράθεση του τρόπου συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων που αφορούν στην ταυτοποίηση και αξιολόγηση των γεγονότων εξαιτίας των οποίων δημιουργήθηκε φύρα κατά την παραγωγική δραστηριότητα της "PLASTIC PIPES Srl" κατά το έτος 2011 (1^ο στάδιο). Η προσπάθεια ταυτοποίησης των πρωταρχικών αιτιών εκδήλωσης των προαναφερόμενων γεγονότων έλαβε χώρα με συλλογή και ανάλυση νέων δεδομένων (2^ο στάδιο) με διαδικασία που αναφέρεται συνοπτικά αμέσως μετά.

3.2.1. Λόγοι Επιλογής Τεχνικών Διαγράμματος Pareto και Ishikawa

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, υπάρχουν και άλλες μέθοδοι και τεχνικές για την ανάλυση των πρωταρχικών αιτιών ενός προβλήματος. Αρχικά, οι μέθοδοι της Ανάλυση Φραγμών (Barrier Analysis) και η Ανάλυση Περίπτωσης και Αιτιώδους Παράγοντα (Event and Causal Factor Analysis) κρίνονται ως ακατάλληλοι για τη συγκεκριμένη εφαρμογή, καθώς μάλλον χρησιμοποιούνται για ανάλυση συγκεκριμένων γεγονότων (Wilson, Dell and Anderson (1993)). Δενδροειδές Διάγραμμα (Tree Diagrams) από την άλλη θα μπορούσε ίσως να

χρησιμοποιηθεί, αλλά οι πληροφορίες που παρέχει το Διάγραμμα Ishikawa, που όπως έχει προαναφερθεί (§2.2.2.) προσομοιάζει με το Δενδροειδές, είναι μάλλον επαρκής για τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Αυτό φαίνεται και από το γεγονός ότι τα Δενδροειδή Διαγράμματα χρησιμοποιούνται περισσότερο για διερεύνηση μηχανολογικών βλαβών, ενώ και η μέθοδος της Διοικητικής Επίβλεψης και Δενδροειδούς Ανάλυσης Κινδύνου (Management Oversight and Risk Tree Analysis, MORT) χρησιμοποιείται κυρίως για τη διερεύνηση ατυχημάτων (Wilson, Dell and Anderson (1993)).

Η χρήση Διαγράμματος Ροής κρίνεται ως μη αναγκαία, καθώς η διαδικασία παραγωγής είναι πολύ απλή και το εργατικό δυναμικό που είναι απαραίτητο για τη λειτουργία κάθε Γραμμής Παραγωγής πολύ μικρό και με διακριτούς ρόλους. Παράλληλα, Διαγράμματα Χρονικής Εξέλιξης (Run Charts) και Ελέγχου (Control Charts) δεν μπορούν να αξιοποιηθούν, για τον λόγο ότι στη συγκεκριμένη περίπτωση τα “μη συμμορφούμενα” προϊόντα δεν χαρακτηρίζονται ως τέτοια από τους εργαζόμενους κατά τη διάρκεια της παραγωγής με βάση κάποια μετρήσιμα χαρακτηριστικά τους (π.χ. διάμετρος, αντοχή κλπ), αλλά με οπτικό έλεγχο. Με άλλα λόγια, κάθε μη ανεκτό πρόβλημα του προϊόντος συνεπάγεται και μια παραμόρφωσή του. Η βεβαιότητα αυτή πηγάζει και από το γεγονός ότι μέχρι τώρα δεν έχει διαπιστωθεί από το Εργαστήριο Ποιοτικού Ελέγχου κανένα πρόβλημα τέτοιο, που να οδηγήσει σε ακύρωση παραγόμενης παρτίδας ή ανάκλησης προϊόντων. Για τον ίδιο λόγο θεωρείται ως αδύνατη και η δημιουργία Διαγραμμάτων Συσχέτισης (Scatter Diagrams) ή Πινάκων Αιτιών-Αποτελέσματος (Valles et al (2009)).

Τέλος, κρίνεται ότι η χρήση Ιστογραμμάτων δεν θα προσέφερε τίποτα στη συγκεκριμένη εργασία, από τη στιγμή ιδίως που χρησιμοποιείται Διάγραμμα Pareto. Η χρήση Διαγράμματος Ishikawa επίσης προτιμήθηκε από τη μέθοδο 5-Whys, με την οποία ουσιαστικά προσομοιάζει, για δύο λόγους. Πρώτον, κρίθηκε ότι με το Διάγραμμα Ishikawa τόσο ο μελετητής, όσο και ο απλός αναγνώστης μπορεί να έχει πολύ ευκολότερα μια γενική εικόνα των Πρωταρχικών Αιτιών και πώς αυτά συνδέονται με τα προβλήματα τα οποία προκαλούν. Δεύτερον, η μέθοδος 5-Whys φαίνεται ότι οδηγεί τον μελετητή να διερευνήσει πιο εξονυχιστικά τις αιτίες εκδήλωσης ενός προβλήματος "αναγκάζοντάς" τον να ρωτήσει 5 φορές "Γιατί?", πρακτική όμως που δεν φαίνεται να ισχύει πάντα (Murugaiah et al (2010)).

Γενικότερα μπορεί να υποστηριχθεί ότι τα Διαγράμματα Pareto και Ishikawa είναι πολύ οπτικά, και άρα πολύ πιο εύκολα στην κατανόησή τους από τον υποψήφιο μελετητή, παρέχοντας παράλληλα πολύτιμες πληροφορίες, κάτι που ισχύει ακόμα και αν συγκριθούν με παρόμοιές τους τεχνικές (π.χ. Διαγράμματα Ishikawa και Δενδροειδή) (Wilson, Dell and Anderson (1993)). Παράλληλα όμως παρουσιάζουν και κάποια μειονεκτήματα, τα οποία θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψη στην παρούσα μελέτη. Κατ' αρχήν, το Διάγραμμα Pareto από μόνο του δεν παρέχει πληροφορίες σχετικές τις αιτίες (κάτι που έρχεται να συμπληρώσει το Διάγραμμα Ishikawa), το ρυθμό και την τάση (μείωση ή αύξηση) εμφάνισης των προβλημάτων, όπως και τις μεταξύ τους συσχετίσεις (Fotopoulos, Kafetzopoulos, and Gotzamani (2011)).

Παράλληλα, γίνεται κατανοητό ότι με την κλασσική του μορφή (παράγοντας εμφάνισης προβλήματος vs συχνότητα εμφάνισης παράγοντα), το Διάγραμμα Pareto δεν παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη *βαρύτητα* με την οποία ο κάθε παράγοντας “συνεισφέρει” ουσιαστικά στην εκδήλωση του προβλήματος, κάτι που αναλύει διεξοδικά ο Stevenson (2000)). Αυτό άλλωστε ισχύει και για το Διάγραμμα Ishikawa. Ο τρόπος με τον οποίο ξεπεράστηκε το πρόβλημα για το Διάγραμμα Pareto στην παρούσα μελέτη αναλύεται παρακάτω. Σε ό,τι αφορά στο Διάγραμμα Ishikawa, στην παρούσα εργασία ακολουθήθηκε μια ποιοτική προσέγγιση της ιεράρχησης των Πρωταρχικών Αιτιών, η οποία παρουσιάζεται στο επόμενο κεφάλαιο.

3.2.2. Συλλογή και Ανάλυση Δεδομένων

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία εξήχθησαν ως εξής: Αρχικά, έγινε καταγραφή των δεδομένων από τα Φύλλα Ελέγχου, ώστε να διαπιστωθεί ποια γεγονότα οδήγησαν στη δημιουργία φύρας. Στη συνέχεια έγινε ανάλυση των δεδομένων, ώστε να διαπιστωθεί ποια από αυτά τα γεγονότα ήταν τα πιο σημαντικά, τόσο για το σύνολο της παραγωγής, όσο και για κάθε μία Γραμμή Παραγωγής ξεχωριστά. Το δεύτερο στάδιο συλλογής δεδομένων ήταν η καταγραφή των απόψεων των εργαζομένων στα Τμήματα Παραγωγής και Συντήρησης σχετικά με τα αίτια της εμφάνισης των προαναφερόμενων γεγονότων. Τέλος, αυτές οι πληροφορίες αξιοποιήθηκαν για τον καθορισμό των πραγματικών αιτιών δημιουργίας φύρας κατά την παραγωγή στην υπό μελέτη εταιρεία κατά το 2011.

3.2.2.1. 1^ο Στάδιο Συλλογής Δεδομένων

Η καταγραφή των γεγονότων που οδήγησαν στη δημιουργία φύρας στην υπό μελέτη εταιρεία κατά το 2011 έλαβε χώρα με χρήση σχετικού Φύλλου Ελέγχου (2 σελίδων) που παρουσιάζεται στις δύο επόμενες σελίδες, Σχ. 3.2.

Σύμφωνα με τις διαδικασίες που ακολουθούνται κατά την παραγωγή στην "PLASTIC PIPES Srl", μία από τις εργασίες που πρέπει να φέρει εις πέρας ο Προϊστάμενος Βάρδιας είναι να συμπληρώσει το παραπάνω έντυπο, ως εξής: Δύο φορές κατά τη διάρκεια της βάρδιάς του (κάθε τέσσερις ώρες), πρέπει να παίρνει ένα δείγμα από το προϊόν (ή προϊόντα) που παράγονται και να συμπληρώσει στην πρώτη σελίδα το βάρος του, το μήκος του και κάποια άλλα κρίσιμα, κυρίως γεωμετρικά, χαρακτηριστικά του. Παράλληλα, στη δεύτερη σελίδα, οφείλει να σημειώνει τα m φύρας που "παρήχθησαν", αναγράφοντας επίσης και τα γεγονότα που οδήγησαν σε αυτήν την "παραγωγή". Πρέπει εδώ να τονιστεί ότι τα δεδομένα αυτά κρίνονται ως αξιόπιστα, όχι μόνο γιατί αυτός ο τρόπος λειτουργίας ακολουθείται εδώ και 3 χρόνια και έχει πλέον εμπεδωθεί, αλλά και γιατί η αξιοπιστία τους αυτή διασταυρώνεται σε σχεδόν καθημερινή βάση με χρήση άλλων δεδομένων (το μεγαλύτερο μέρος της φύρας οδηγείται προς ανακύκλωση μετά από επεξεργασία και ζυγίζεται εκ νέου).

Plastic Pipes Srl		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ/ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ						Αναθ 0 01/09						
ΗΜ/ΝΙΑ:														
ΤΥΠΟΣ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ		ΕΛΙΩΔΙΩΝ ΚΟΥΦΟΤΡΑ		ΕΛΙΩΔΙΩΝ ΜΠΑΡΑ		ΑΠΟΤΡΑΓΙΣΗΣ SV / *		ΑΠΟΤΡΑΓ						
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ: DN/				mm				ΑΠΟΧΕΤΥΣΗΣ SN4						
Νº/ ΤΥΠΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ:				/				ΑΠΟΧΕΤΥΣΗΣ SN8						
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ														
ΒΑΡΑΤΑ	ΟΝ. ΒΑΡΟΣ (kg/m)	ΜΗΚΟΣ ΚΟΥΛΑ/ ΜΠΑΡΑΣ (m)	ΕΣΥΓΚΡΗΤΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (mm)	ΕΣΥΓΚΡΗΤΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (mm)	ΠΑΝΟΣ ΕΞΕΤ. ΤΟΙΧ. (ε)		ΠΑΝΟΣ ΕΝΔΟΣΗ (ε)		ΠΑΝΟΣ ΕΞΕΤ. ΤΟΙΧ. (Σ)		ΥΨΟΣ CORR. (ε)	ΕΣΩΤ/ ΕΞΩΤ. ΟΥΗ	ΣΗΜΑΝΣΗ	ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ
					MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX				
06-14	3 ^η Γρα		<input type="checkbox"/> PASS MAX <input type="checkbox"/> NOT PASS MAX	<input type="checkbox"/> PASS ()	/	/						<input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> NOT PASS	<input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> NOT PASS	
			<input type="checkbox"/> PASS MIN <input type="checkbox"/> NOT PASS MIN	<input type="checkbox"/> NOT PASS	/	/							<input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> NOT PASS	<input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> NOT PASS
14-22	3 ^η Γρα		<input type="checkbox"/> PASS MAX <input type="checkbox"/> NOT PASS MAX	<input type="checkbox"/> PASS ()	/	/						<input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> NOT PASS	<input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> NOT PASS	
			<input type="checkbox"/> PASS MIN <input type="checkbox"/> NOT PASS MIN	<input type="checkbox"/> NOT PASS	/	/							<input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> NOT PASS	<input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> NOT PASS
22-06	3 ^η Γρα		<input type="checkbox"/> PASS MAX <input type="checkbox"/> NOT PASS MAX	<input type="checkbox"/> PASS ()	/	/						<input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> NOT PASS	<input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> NOT PASS	
			<input type="checkbox"/> PASS MIN <input type="checkbox"/> NOT PASS MIN	<input type="checkbox"/> NOT PASS	/	/							<input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> NOT PASS	<input type="checkbox"/> PASS <input type="checkbox"/> NOT PASS
Υπογραφή Προϊσταμένου Βάρδας 06-14				Υπογραφή Προϊσταμένου Βάρδας 14-22				Υπογραφή Προϊσταμένου Βάρδας 22-06						

Σελ. 1/2

Plastic Pipes Srl		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ/ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ						Αναθ 0 01/09	
ΗΜ/ΝΙΑ:									
Νº/ ΤΥΠΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ: /									
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ									
ΒΑΡΑΤΑ	ΕΝΑΡΞΗ ΔΙΑΚΟΠΗΣ (hr:min)	ΤΕΛΟΣ ΔΙΑΚΟΠΗΣ (hr:min)	ΑΙΤΙΑ ΔΙΑΚΟΠΗΣ	ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΙΤΙΑΣ ΔΙΑΚΟΠΗΣ	ΜΗΚΟΣ SCRAP (m)		ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ		
					ΓΙΑ ΕΡΓΑΣΤ.	ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ			
06-14									
14-22									
22-06									
Υπογραφή Προϊσταμένου Βάρδας 06-14				Υπογραφή Προϊσταμένου Βάρδας 14-22				Υπογραφή Προϊσταμένου Βάρδας 22-06	

Σελ. 2/2

Σχήμα 3.2. Φύλλο Ελέγχου

Τα έγγραφα αυτά παραδίδονται σε ημερήσια βάση στον Υπεύθυνο Παραγωγής, ο οποίος είναι υπεύθυνος για την αρχειοθέτησή τους. Είναι πολύ σημαντικό εδώ να τονιστεί ότι για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας και όπως επιβεβαιώθηκε και από τα Φύλλα Ελέγχου, κατά το έτος 2011 η Γραμμή Παραγωγής 1/UC100 λειτούργησε για 181 ημέρες, η Γραμμή Παραγωγής 2/UC250 για 92 ημέρες και η Γραμμή Παραγωγής 3/UC1200 για 70 ημέρες.

Όπως προαναφέρθηκε, κρίθηκε σκόπιμο να αντιμετωπιστεί ξεχωριστά και η κάθε Γραμμή Παραγωγής. Αυτό γιατί, λόγω της διαφοράς της τάξης μεγέθους των προϊόντων και του μηχανολογικού εξοπλισμού της κάθε μίας, όχι μόνο τα ίδια προβλήματα παρουσιάζονται με διαφορετική ένταση (όπως αναλύεται παρακάτω), αλλά και γιατί παρουσιάζονται ακόμα και κάποια ξεχωριστά προβλήματα σε κάθε μία. Δεύτερον, όπως αναφέρθηκε αμέσως παραπάνω, η χρονική κατανομή της παραγωγής κατά το 2011 ανάμεσα στις Γραμμές Παραγωγής (ημέρες παραγωγής) ήταν πολύ ανομοιόμορφη. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τον παραπάνω λόγο, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι αν αναλυθεί και, συνεπακόλουθα, γίνει προσπάθεια αντιμετώπισης του προβλήματος μόνο με βάση τη συνολική εικόνα, με μια, σχεδόν σίγουρη να συμβεί, αλλαγή της παραπάνω κατανομής το πρόβλημα της δημιουργίας φύρας είναι πολύ πιθανό να εμφανιστεί και πάλι στο προσκήνιο. Τα γεγονότα λοιπόν, η εμφάνιση των οποίων είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση φύρας σε κάθε Γραμμή Παραγωγής παρουσιάζονται παρακάτω στον Πίνακα 3.1. που ακολουθεί, σε τυχαία σειρά, με την επεξήγηση κάθε ενός να ακολουθεί αμέσως μετά. Σε παρενθέσεις παρατίθενται και οι συμβατικοί ξενόγλωσσοι όροι που χρησιμοποιούνται κάποιες φορές στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Πίνακας 3.1. Κυριότερα Γεγονότα Εμφάνισης Φύρας στην “PLASTIC PIPES Srl”

Γεγονός Εμφάνισης Scrap	Γραμμή Παραγωγής		
	1/UC100	2/UC250	3/UC1200
Προγραμματισμένη Εκκίνηση/ Σταμάτημα (Start Up)	✓	✓	✓
Αλλαγή Παραμέτρων Παραγωγής (Parameters)	✓	✓	✓
Ελαττωματικές Α΄ Ύλες (Raw Materials)	✓	✓	✓
Μηχανολογικά Προβλήματα (Mechanical)	✓	✓	✓
Δείγματα (Samples)	✓	✓	✓
Διακοπή στην Παροχή Ηλεκτρικού Ρεύματος (Power)	✓	✓	✓
Συσσωρευμένες Ακαθαρσίες κατά την Παραγωγή (Impurities)	✓	✓	✓
Μηχανή Διάτρησης (Perforator)	✓	✓	
Μηχανή Κοπής (Cutter)			✓

Προγραμματισμένη Εκκίνηση/Σταμάτημα (Start Up): Εδώ “ανήκει” η φύρα που δημιουργήθηκε κατά την Εκκίνηση ή το Σταμάτημα των Γραμμών Παραγωγής, προκειμένου να λάβει χώρα μια προγραμματισμένη παραγωγή. Η φύρα αυτή δημιουργείται καθώς κατά την εκκίνηση πρέπει, αρχικά, να πεταχτεί μια ποσότητα Α΄ Ύλης (υπό τη μορφή συμπαγών κομματιών πλαστικού), ώστε να φτάσουν σε συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία και πίεση) οι Extruders, ενώ

δεν μπορούν να πωληθούν και τα πρώτα μέτρα του παραγόμενου προϊόντος, καθώς πρέπει να γίνουν επιτόπου ρυθμίσεις των παραμέτρων παραγωγής. Όπως όμως έχει προαναφερθεί, η διαφοροποίηση των προϊόντων είναι σχετικά μεγάλη κάτι που συνεπάγεται ότι μπορεί να υπάρξει αλλαγή (εξυπακούεται προγραμματισμένη) του παραγόμενου προϊόντος (π.χ. παραγωγή προϊόντος διαφορετικού χρώματος) χωρίς να χρειαστεί να σταματήσει η λειτουργία της Γραμμής Παραγωγής. Έχει αποδειχτεί στο παρελθόν ότι αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία λιγότερης φύρας, από ότι αν γινόταν επανεκκίνηση της Γραμμής Παραγωγής. Τονίζεται λοιπόν ότι στην παρούσα κατηγορία ανήκει και η φύρα που “παράχθηκε” όταν έλαβε χώρα μια προγραμματισμένη αλλαγή του παραγόμενου προϊόντος, χωρίς να λάβει χώρα επανεκκίνηση των Γραμμών Παραγωγής.

Αλλαγή Παραμέτρων Παραγωγής (Parameters): Σε αυτήν την κατηγορία “ανήκει” η φύρα που εμφανίστηκε κατά τη διάρκεια της παραγωγής τόσο εξαιτίας συνήθων αλλαγών στις συνθήκες παραγωγής, όσο και κατά τη διάρκεια της αντιμετώπισής τους. Υπάρχει πιθανότητα κατά την παραγωγή ενός προϊόντος να λάβουν χώρα κάποιες αλλαγές στις συνθήκες παραγωγής (π.χ. θερμοκρασία νερού ψύξης, παροχή πεπιεσμένου αέρα κλπ), οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή μιας ποσότητας μη συμμορφούμενου προϊόντος. Οι εργαζόμενοι οφείλουν να εντοπίσουν άμεσα το πρόβλημα και να ενημερώσουν σχετικά τον Προϊστάμενο Βάρδιας, ο οποίος πρέπει να προβεί σε εκείνες τις ενέργειες με τις οποίες αυτό θα αντιμετωπιστεί. Πρέπει να αναφερθεί ότι όλη ουσιαστικά η ποσότητα φύρας αυτής της κατηγορίας δημιουργήθηκε κατά τη

διάρκεια αντιμετώπισης των προβλημάτων, καθώς ο εντοπισμός τους είναι πάντα άμεσος.

Ελαττωματικές Α΄ Ύλες (Raw Materials): Ένα μέρος της φύρας που δημιουργείται κατά την παραγωγική δραστηριότητα οφείλεται σε ακαθαρσίες ή υγρασία που εντοπίζονται στις Α΄ Ύλες ή απλά κακή ποιότητα των τελευταίων (πχ παρουσία αέρα στους κόκκους του πλαστικού κλπ). Σαφώς υπάρχει διαδικασία ελέγχου των παραλαμβανόμενων Α΄ Υλών με δειγματοληψία. Η φύση όμως των προαναφερόμενων προβλημάτων καθιστούν πολλές φορές αδύνατο τον εντοπισμό τους κατά τη διάρκεια αυτού του ελέγχου, κάτι προφανές αν κανείς αναλογιστεί τον όγκο των Α΄ Υλών που χρησιμοποιούνται. Σε αυτή λοιπόν την κατηγορία έχει κατανεμηθεί το μη συμμορφούμενο προϊόν που παράχθηκε εξαιτίας προβλημάτων στις Α΄ Ύλες, κάτι που είναι εύκολο να διαπιστωθεί από τους Προϊσταμένους Βάρδιας. Στις περιπτώσεις που απαιτήθηκε επανεκκίνηση της Γραμμής Παραγωγής, με ό,τι αυτό συνεπάγεται (βλ. “Προγραμματισμένη Εκκίνηση/Σταμάτημα (Start Up)” παραπάνω), είναι προφανές ότι η αντίστοιχη παραγόμενη φύρα συνυπολογίστηκε στην παρούσα κατηγορία.

Μηχανολογικά Προβλήματα (Mechanical): Εδώ κατανεμήθηκε η φύρα που οφειλόταν σε προβλήματα που παρουσίασε ο μηχανολογικός εξοπλισμός κατά τη διάρκεια της παραγωγής. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων για να λυθεί ένα τέτοιας φύσης πρόβλημα θα πρέπει να λάβει χώρα επανεκκίνηση της Γραμμής Παραγωγής. Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, η αντίστοιχη φύρα συνυπολογίστηκε εδώ.

Δείγματα (Samples): Όπως προαναφέρθηκε, ο Προϊστάμενος Βάρδιας οφείλει να παίρνει ένα δείγμα από το/τα παραγόμενο/α προϊόντα κάθε τέσσερις ώρες και να καταγράφει κάποια συγκεκριμένα, κυρίως γεωμετρικά, χαρακτηριστικά του/ς. Αυτό γίνεται για να διασφαλίζεται, όσο το δυνατό περισσότερο, η ποιότητα των προϊόντων. Είναι προφανές ότι οι διαστάσεις (μήκος) των δειγμάτων αυτών είναι συγκεκριμένες και ανάλογες της διαμέτρου του σωλήνα που παράγεται. Για παράδειγμα, όταν πρόκειται για σωλήνα εξωτερικής διαμέτρου 110 mm (με βάρος περίπου 0.420 kg/m) το δείγμα είναι πολύ μεγαλύτερο από το αντίστοιχο από σωλήνα εξωτερικής διαμέτρου 1200 mm (40 kg/m). Σημειώνεται ότι τα δείγματα που ελήφθησαν κατά τη διάρκεια των εκκινήσεων των Γραμμών Παραγωγής καταγράφηκαν στις αντίστοιχες κατηγορίες (*“Προγραμματισμένη Εκκίνηση/Σταμάτημα (Start Up)”*, *“Ελαττωματικές Α΄ Ύλες (Raw Materials)”* κοκ). Παράλληλα, σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν και τα δείγματα που ελήφθησαν για τον έλεγχο από το Εργαστήριο Ποιοτικού Ελέγχου, σύμφωνα με το Πρότυπο Ελέγχου που ακολουθεί η εταιρεία. Και αυτή η δειγματοληψία είναι συγκεκριμένη και ανάλογη των παραγόμενων προϊόντων. Πρέπει να αναφερθεί όμως ότι πρέπει να λαμβάνεται ένα τουλάχιστον δείγμα για το Εργαστήριο Ποιοτικού Ελέγχου για κάθε 24 ώρες παραγωγής, δηλ. για Παραγωγή 26 ωρών πρέπει να ληφθούν 2 δείγματα.

Διακοπή στην Παροχή Ηλεκτρικού Ρεύματος (Power): Έχει παρατηρηθεί το φαινόμενο να διακόπτεται η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στη ΒΙ.ΠΕ. (και άρα και στην “PLASTIC PIPES Srl”) με ευθύνη της Δ.Ε.Η., με αποτέλεσμα τη διακοπή της λειτουργίας των Γραμμών Παραγωγής. Γίνεται άμεσα αντιληπτό ότι

αυτό συνεπάγεται τη δημιουργία φύρας τόσο εξαιτίας της παραγωγής προϊόντων με μικρότερο του επιθυμητού μήκος, όσο κυρίως λόγω της ανάγκης επανεκκίνησης των Γραμμών Παραγωγής (η αντίστοιχη φύρα συνυπολογίστηκε εδώ).

Συσσωρευμένες Ακαθαρσίες κατά την Παραγωγή (Impurities): Όπως προαναφέρθηκε, η λειτουργία της Μονάδας Παραγωγής της υπό μελέτη εταιρείας αρχίζει κάθε Δευτέρα στις 06:00 και σταματάει το Σάββατο στις 06:30. Αυτό σημαίνει ότι πολλές φορές προγραμματίζεται παραγωγή σε κάποια από τις Γραμμές Παραγωγής για αρκετές ημέρες συνεχόμενα. Η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία όμως συνεπάγεται ότι μετά από ένα σχετικά μεγάλο διάστημα συνεχόμενης παραγωγής συσσωρεύονται ακαθαρσίες στην Κεφαλή Συνεκβολής, που έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία φύρας. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να αντιμετωπιστεί είτε με την απότομη και πολύ σύντομη αλλαγή σε κάποιες παραμέτρους παραγωγής, που συνεπάγεται την παραγωγή κάποιων μέτρων φύρας επιπλέον, είτε με το σταμάτημα της Γραμμής Παραγωγής, τον καθαρισμό της Κεφαλής Συνεκβολής και την εκκίνηση της Γραμμής και πάλι, κάτι που και πάλι έχει ως κόστος την “παραγωγή” κάποιας ποσότητας φύρας. Όλες οι προαναφερόμενες ποσότητες φύρας για το έτος 2011 ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία.

Μηχανή Διάτρησης (Perforator): Όπως φαίνεται και στον Πιν. 3.1 παραπάνω, αυτός ο παράγοντας σχετίζεται μόνο με τις Γραμμές Παραγωγής 1/UC100 και 2/UC250. Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, κάποια από τα προϊόντα που παράγονται σε αυτές τις 2 Γραμμές Παραγωγής προορίζονται για

αποστράγγιση. Αυτό επιτυγχάνεται με τη δημιουργία οπών περιμετρικά τους με χρήση της Μηχανής Διάτρησης, η οποία τοποθετείται αμέσως μετά το Λουτρό Ψύξης και πριν το Τύμπανο Περιέλιξης ή το Μηχάνημα Κοπής (βλ. παραπάνω §3.1.2.1). Από τα δεδομένα που συλλέχτηκαν διαπιστώθηκε ότι η φύρα που σχετίστηκε με τη διαδικασία ανοίγματος των οπών, εξαιτίας της αυξημένης σχετικής του ποσότητας, πρέπει να μελετηθεί ξεχωριστά από την προαναφερόμενη κατηγορία "*Μηχανολογικά Προβλήματα (Mechanical)*".

Μηχανή Κοπής (Cutter): Ομοίως με παραπάνω, κρίθηκε προτιμότερο η φύρα που σχετίστηκε με δυσλειτουργίες της Μηχανής Κοπής της Γραμμής Παραγωγής 3/UC1200 να αποτελέσει μια ξεχωριστή κατηγορία.

3.2.2.2. Ανάλυση Δεδομένων 1^{ου} Σταδίου

Το μειονέκτημα του κλασσικού Διαγράμματος Pareto, να μην υπολογίζεται η σχετική βαρύτητα του κάθε παράγοντα στην εκδήλωση ενός προβλήματος (βλέπε §3.2.1) κρίνεται ιδιαίτερα σοβαρό για την παρούσα μελέτη για δύο λόγους: Αρχικά, είναι αυτονόητο ότι ο κάθε παράγοντας (πρόβλημα) έχει όντως εδώ διαφορετικό "αντίκτυπο" στην εμφάνιση φύρας από τους άλλους. Για παράδειγμα, η λήψη Δειγμάτων "παράγει" διαφορετική ποσότητα φύρας από κάποια Ελαττωματική Α' Ύλη. Δεύτερον, όπως αναφέρθηκε παραπάνω στους λόγους ανάγκης μελέτης της κάθε Γραμμής Παραγωγής ξεχωριστά, το κάθε πρόβλημα συνεπάγεται διαφορετική ποσότητα φύρας κάθε φορά που εμφανίζεται ακόμα και στην ίδια Γραμμή Παραγωγής. Για παράδειγμα, στη Γραμμή Παραγωγής 3/UC1200, η λήψη ενός Δείγματος μήκους 2 m από προϊόν

με βάρος 4 kg/m έχει ως αποτέλεσμα διαφορετική ποσότητα φύρας από ένα αντίστοιχο δείγμα ίδιου μήκους και βάρους 20 kg/m. Για το λόγο αυτό κρίνεται αδόκιμη η παρουσίαση της συχνότητας εμφάνισης του κάθε παράγοντα δημιουργίας φύρας. Αντίθετα, η εμφάνιση στον αριστερό κάθετο άξονα της ποσότητας φύρας που δημιουργείται από την εμφάνιση του κάθε προβλήματος, μπορεί να οδηγήσει σε ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με την ιεράρχηση αντιμετώπισης των προβλημάτων αυτών. Αυτό άλλωστε επιβεβαιώνεται και από τον ορισμό του Διαγράμματος Pareto (§2.2.2.) και έχει εφαρμοστεί και στο παρελθόν με επιτυχία (Murugaiah et al (2010)).

Τα δεδομένα που συλλέχτηκαν αφορούσαν στα m φύρας που δημιουργήθηκαν κάθε μέρα, ανάλογα με το γεγονός που οδήγησε σε αυτήν τους τη δημιουργία. Όπως έχει προαναφερθεί όμως, η παραγωγική δραστηριότητα στην υπό μελέτη εταιρεία αφορά στη μορφοποίηση της Α΄ Ύλης σε σωλήνες, η οποία τιμολογείται με βάση το βάρος (μάζα) της (kg). Καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό του κόστους παραγωγής στον κλάδο στον οποίο ανήκει η συγκεκριμένη εταιρεία οφείλεται στο κόστος των Α΄ Ύλών, γίνεται άμεσα κατανοητό ότι και τα προϊόντα κοστολογούνται με βάση το βάρος τους και όχι το μήκος τους. Με άλλα λόγια, έχουν πολύ διαφορετικό κόστος παραγωγής 6 m προϊόντος με βάρος 0.5 kg/m (συνολικά 3.0 kg) σε σύγκριση με ένα άλλο προϊόν του ίδιου μήκους με βάρος 1.0 kg/m (συνολικά 6.0 kg), ακόμα και αν παράγονται στην ίδια Γραμμή Παραγωγής. Προκύπτει λοιπόν το προφανές συμπέρασμα ότι και η ποσότητα της φύρας πρέπει να υπολογιστεί σε μονάδες βάρους (kg) και όχι μήκους (m). Αυτό άλλωστε αποτελεί μονόδρομο και για ένα ακόμα λόγο: όπως έχει ήδη αναφερθεί, κατά τη διάρκεια της εκκίνησης μιας Γραμμής Παραγωγής πρέπει να

πεταχτεί μια ποσότητα Α΄ Ύλης υπό τη μορφή συμπαγών κομματιών πλαστικού, ώστε να επιτευχθούν οι κατάλληλες λειτουργίες τους Extruders. Το μέγεθος μέτρησης της φύρας αυτής δεν μπορεί να είναι παρά το βάρος, το μέτρο του οποίου (kg) ζυγίζεται κάθε μέρα και σημειώνεται υπό μορφή παρατήρησης από τους Προϊσταμένους Βάρδιας στα Φύλλα Ελέγχου.

Για τον υπολογισμό λοιπόν της ποσότητας της φύρας που αντιστοιχεί σε κάθε έναν από τους προαναφερόμενους παράγοντες, πολλαπλασιάστηκαν τα m φύρας με το βάρος του αντίστοιχου προϊόντος, όπως αυτό αναφέρεται στην 1^η σελίδα των Φύλλων Ελέγχου, Σχ. 3.2, με την ποσότητα των συμπαγών κομματιών πλαστικού να συνυπολογίζεται κάθε φορά. Στη συνέχεια υπολογίστηκε η ποσότητα της κάθε είδους φύρας, ανάλογα με τον παράγοντα στον οποίο αυτή οφειλόταν (Διαγράμματα Pareto), τόσο συνολικά, όσο και για την κάθε Γραμμή Παραγωγής συνολικά.

3.2.2.3. 2^ο Στάδιο Συλλογής Δεδομένων

Αφού ταυτοποιήθηκαν οι βασικότεροι παράγοντες εξαιτίας των οποίων οφειλόταν η δημιουργία φύρας, ακολούθησε η διερεύνηση των πρωταρχικών αιτιών εμφάνισης των παραγόντων αυτών με ταυτόχρονη καταγραφή των πιθανών μέτρων που πρέπει να ληφθούν για την αντιμετώπιση των αιτιών αυτών. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε σε αυτό το στάδιο συλλογής δεδομένων της παρούσας μελέτης, ένα μεγάλο μέρος των οποίων ουσιαστικά ήταν οι απόψεις των εργαζομένων στα Τμήματα Παραγωγής και Συντήρησης, πέρα από

αυτές του γράφοντα, ήταν αυτή των ατομικών και ομαδικών συνεντεύξεων, για τους παρακάτω λόγους:

- Ο αριθμός των εργαζομένων στα Τμήματα Παραγωγής και Συντήρησης είναι σχετικά περιορισμένος, κάτι που συνεπάγεται ότι αυτή η μέθοδος δεν είναι απαγορευτική τόσο από θέμα χρόνου, όσο και από θέμα καταγραφής και επεξεργασίας των απόψεων των εργαζομένων. Παράλληλα, σε αυτόν τον ήδη περιορισμένο αριθμό των εργαζομένων υπάρχουν πολλές ειδικότητες, με διαφορετικό μορφωτικό επίπεδο. Τα δύο αυτά γεγονότα συνεπάγονται ότι αν είχε ακολουθηθεί η μέθοδος του ερωτηματολογίου, το δείγμα θα ήταν μη αξιόπιστο.
- Οι ομαδικές συναντήσεις ήταν σε πρώτο επίπεδο αναγκαίες έτσι και αλλιώς για να κατανοήσουν οι εργαζόμενοι όχι μόνο τί τους ζητούνταν, αλλά κυρίως ο λόγος υλοποίησης της παρούσας μελέτης, ώστε να άρουν τις όποιες τυχόν επιφυλάξεις και αναστολές τους δημιουργήθηκαν. Κατά τη διάρκεια των επαφών αυτών διαπιστώθηκε ότι η μέθοδος των συνεντεύξεων θα ήταν η προσφιλέστερη και για να καταγραφούν οι απαντήσεις/απόψεις τους, καθώς μέσω της προσωπικής επαφής μπορούσαν να εκφραστούν καλύτερα και πιο ολοκληρωμένα.
- Όπως θα αναφερθεί αμέσως παρακάτω, κρίθηκε αναγκαίο να λάβουν χώρα μια σειρά επαναλαμβανόμενων συνεντεύξεων, τόσο ατομικών όσο και ομαδικών, για την καλύτερη καταγραφή των απόψεων των εργαζομένων. Με τον τρόπο αυτό η κάθε ομάδα εργαζομένων (π.χ. οι Προϊστάμενοι Βάρδιας) μπορούσαν να εκφέρουν άποψη για θέματα που θίχτηκαν από μια άλλη ομάδα (π.χ. τους Τεχνικούς Συντήρησης).

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την καταγραφή της γνώμης των εργαζομένων στα προαναφερόμενα Τμήματα ήταν η εξής:

- Βήμα 1^ο: Πραγματοποιήθηκαν δύο ομαδικές συναντήσεις με όλους τους ενδιαφερόμενους εργαζομένους, όπου τους εξηγήθηκε η παρούσα μελέτη, ο σκοπός της, η σημασία της συμβολής τους στην υλοποίησή της και ο τρόπος με τον οποίο θα μπορούσε να λάβει χώρα αυτή τους η συμβολή.
- Βήμα 2^ο: Έλαβε χώρα μια σειρά επαναλαμβανόμενων ατομικών συναντήσεων με τους Προϊσταμένους Βάρδιας, όπου ζητήθηκε η γνώμη τους για τα αίτια εμφάνισης των παραγόντων δημιουργίας φύρας.
- Βήμα 3^ο: Πραγματοποιήθηκε ένας αριθμός σχετικών ατομικών συνεντεύξεων με τον Υπεύθυνο Συντήρησης.
- Βήμα 4^ο: Έλαβαν χώρα σχετικές ατομικές συναντήσεις με τους υπόλοιπους εργαζομένους στα Τμήματα Παραγωγής και Συντήρησης.
- Βήμα 5^ο: Πραγματοποιήθηκε ένας κύκλος ομαδικών συνεντεύξεων, όπου συμμετείχαν μόνο οι Τεχνικοί Συντήρησης.
- Βήμα 6^ο: Έλαβε χώρα μια σειρά ομαδικών συνεντεύξεων, όπου συμμετείχαν μόνο οι Προϊστάμενοι Βάρδιας.
- Βήμα 7^ο: Πραγματοποιήθηκε ένας αριθμός ατομικών συνεντεύξεων με τον Υπεύθυνο Συντήρησης.

Πρέπει να επισημανθεί εδώ ότι η αποτελεσματικότητα της παραπάνω είδους διαδικασίας, δηλαδή της δημιουργίας ομάδων και της σκέψης μέσω ανταλλαγής απόψεων (brainstorming) σε αυτό το στάδιο, έχει τονισθεί ιδιαίτερα ((Evans

and Lindsay (2011), Δερβιτσιώτης (1985), Wilson, Dell and Anderson (1993), Robinson (1991)) και χρησιμοποιείται κατά κόρον (βλέπε βιβλιογραφία §2.3). Άλλωστε, τα πολλά πεδία εφαρμογής της μεθόδου αυτής έχουν οδηγήσει και στην προσπάθεια ανάπτυξης μεθόδων διαχείρισης ομάδων και ανάλυσης προφορικών δεδομένων (Kennedy and Sorensen (2006)).

Από την άλλη, τα αποτελέσματα που μπορεί να εξαχθούν για την εφαρμογή που επιχειρείται εδώ μπορεί να είναι ως ένα βαθμό αναξιόπιστα, αν το κόστος είναι ένας σημαντικός παράγοντας ή αν η γνώμη των εργαζομένων επηρεάζεται από αυτή του Διευθυντή (Buksa, Pavletic and M. Sokovic (2010)). Οι ίδιοι συγγραφείς προτείνουν την εξαγωγή του Διαγράμματος Ishikawa από ανεξάρτητη ερευνητική ομάδα, μέθοδος που αναγνωρίζουν ότι και αυτή έχει μειονεκτήματα. Σε κάθε περίπτωση στην παρούσα μελέτη ο καθορισμός των ομάδων συναντήσεων και η σειρά διαδοχής των τελευταίων καθορίστηκαν ώστε να αποφευχθούν τα προαναφερόμενα προβλήματα.

3.2.2.4. Ανάλυση Δεδομένων 2^{ου} Σταδίου

Η ανάλυση των δεδομένων αυτών ουσιαστικά έλαβε χώρα καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας που περιγράφηκε παραπάνω, από το 2^ο μέχρι και μετά το 7^ο Βήμα. Επιχειρήθηκε να διερευνηθούν οι παράγοντες, όπως αυτοί αναφέρονται παραπάνω, με τρόπο τέτοιο ώστε να ταυτοποιηθούν τα πρωταρχικά αίτια που οδήγησαν στην "παραγωγή" φύρας κατά το έτος 2011 κατά την παραγωγική δραστηριότητα της "PLASTIC PIPES Srl". Ταυτόχρονα, έγινε και μια καταγραφή

και αξιολόγηση των απόψεων των εργαζομένων σχετικά με τις απαιτούμενες διορθωτικές ενέργειες για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και τα αντίστοιχα συμπεράσματα που προέκυψαν κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Πρώτα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων του 1^{ου} σταδίου, δηλ. η αξιολόγηση της σχετικής βαρύτητας των γεγονότων που είχαν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία φύρας στην υπό μελέτη εταιρεία (Διαγράμματα Pareto). Ακολουθούν τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχτηκαν σε δεύτερο στάδιο, δηλαδή η ταυτοποίηση των πρωταρχικών αιτιών στα οποία οφείλεται η εμφάνιση των παραπάνω γεγονότων, υπό τη μορφή Διαγραμμάτων Ishikawa και στη συνέχεια επιχειρείται η ερμηνεία των παραπάνω.

4.1. Ανάλυση Δεδομένων

Παρακάτω ακολουθεί η παρουσίαση των αποτελεσμάτων, όπως αυτά προέκυψαν από τις διαδικασίες που περιγράφονται στο προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.

4.1.1. Αποτελέσματα Δεδομένων 1^{ου} Σταδίου

Σε αυτό το μέρος του παρόντος κεφαλαίου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις διαδικασίες συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων του 1^{ου} Σταδίου (βλ. §3.2.2.1 και 3.2.2.2). Παρατίθενται αρχικά οι ποσότητες (σε

kg) της φύρας που δημιουργήθηκε ανά παράγοντα εμφάνισης, τόσο συνολικά και για τις 3 Γραμμές Παραγωγής, όσο και για την κάθε μία ξεχωριστά. Στη συνέχεια παρουσιάζεται με Διάγραμμα Pareto η "βαρύτητα" του καθενός από τους παράγοντες αυτούς τόσο συνολικά, όσο και για κάθε Γραμμή Παραγωγής.

4.1.1.1. Καταγραφόμενες Ποσότητες Φύρας

Στον Πιν. 4.1 παρατίθενται οι ποσότητες (kg) της φύρας που δημιουργήθηκε κατά την παραγωγική δραστηριότητα της εταιρείας "Plastic Pipes Srl" κατά το έτος 2011, με τυχαία σειρά. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι από εδώ και στο εξής για χάρη ευκολίας, στους Πίνακες και τα Σχήματα θα χρησιμοποιούνται οι αποδόσεις κάποιων όρων στην Αγγλική, όπως έχουν οριστεί αλλού (βλ. §3.2.2.1).

Πίνακας 4.1. Ποσότητες Καταγραφείσας Φύρας

Γεγονός	Ποσότητα Φύρας (kg)			
	<i>Συνολικά</i>	<i>1/UC100</i>	<i>2/UC250</i>	<i>3/UC1200</i>
<i>Start Up</i>	18,843	3,236	6,675	8,932
<i>Parameters</i>	5,628	2,121	1,506	2,000
<i>Raw Materials</i>	14,055	2,439	4,016	7,600
<i>Mechanical</i>	10,837	6,490	3,823	524
<i>Samples</i>	5,247	421	945	3,882
<i>Power</i>	651	436	129	86
<i>Impurities</i>	2,205	853	789	563

(συνέχεια στην επόμενη σελίδα)

Πίνακας 4.1. (συνέχεια από προηγούμενη σελίδα)

Γεγονός Εμφάνισης Φύρας	Ποσότητα Φύρας (kg)			
	Συνολικά	1/UC100	2/UC250	3/UC1200
<i>Perforator</i>	6,275	2,805	3,470	–
<i>Cutter</i>	309	–	–	309
Total	64,050	18,801	21,353	23,896

Από τον παραπάνω Πίνακα διαπιστώνεται, αρχικά, ότι συνολικά κατά την παραγωγική δραστηριότητα καταγράφηκαν 64,050 kg φύρας, από τα οποία τα περισσότερα (23,896 kg) στη Γραμμή Παραγωγής 3/UC1200, τα αμέσως λιγότερα (21,353 kg) στη Γραμμή Παραγωγής 2/UC250 και τα λιγότερα (18,801 kg) στη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100.

Η κατανομή των “παραγομένων” ποσοτήτων φύρας, με οριζόντια ανάγνωση, είναι η εξής:

- Εξαιτίας Προγραμματισμένων Εκκινήσεων/Σταματημάτων (Start Up) των Γραμμών Παραγωγής, “παράχθηκαν” συνολικά 18,843 kg φύρας, από τα οποία τα περισσότερα (8,932 kg) στην 3^η (3/UC1200), τα αμέσως λιγότερα (6,675 kg) στη 2^η (2/UC250) και τα λιγότερα (3,236 kg) στην 1^η (1/UC100) Γραμμή Παραγωγής.
- Στην κατηγορία Αλλαγή Παραμέτρων Παραγωγής (Parameters) στις Γραμμές Παραγωγής, αποδίδονται συνολικά 5,628 kg φύρας, από τα οποία τα περισσότερα (2,121 kg) στη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100, τα

αμέσως λιγότερα (2,000 kg) στη Γραμμή Παραγωγής 3/UC1200 και τα λιγότερα (1,506 kg) στη Γραμμή Παραγωγής 2/UC250.

- Εξαιτίας Ελαττωματικών Α΄ Υλών (Raw Materials), δημιουργήθηκαν συνολικά 14,055 kg φύρας, και πιο συγκεκριμένα αυτά καταγράφηκαν κατά φθίνουσα σειρά στην 3^η (7,600 kg), στη 2^η (4,016 kg) και στην 1^η Γραμμή Παραγωγής (2,439 kg), αντίστοιχα.
- Εξαιτίας Μηχανολογικών Προβλημάτων (Mechanical) των Γραμμών Παραγωγής, “παράχθηκαν” συνολικά 10,837kg φύρας, από τα οποία τα περισσότερα (6,490 kg) στην 1^η, τα αμέσως λιγότερα (3,823 kg) στη 2^η και τα λιγότερα (524 kg) στην 3^η Γραμμή Παραγωγής.
- Στην κατηγορία Δείγματα (Samples) “ανήκουν” συνολικά 5,247 kg φύρας, από τα οποία τα περισσότερα (3,882 kg) στη Γραμμή Παραγωγής 3/UC1200, τα αμέσως λιγότερα (945 kg) στη Γραμμή Παραγωγής 2/UC2500 και τα λιγότερα (421 kg) στη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100.
- Εξαιτίας Διακοπών στην Παροχή Ηλεκτρικού Ρεύματος (Power), δημιουργήθηκαν συνολικά 651 kg φύρας και πιο συγκεκριμένα αυτά καταγράφηκαν κατά φθίνουσα σειρά στην 1^η (436 kg), στη 2^η (129 kg) και στην 1^η Γραμμή Παραγωγής (86 kg), αντίστοιχα.
- Στην κατηγορία Συσσωρευμένες Ακαθαρσίες κατά την Παραγωγή (Impurities), αποδίδονται συνολικά 2,205 kg φύρας, από τα οποία τα περισσότερα (853 kg) στη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100, τα αμέσως λιγότερα (789 kg) στη Γραμμή Παραγωγής 2/UC250 και τα λιγότερα (563 kg) στη Γραμμή Παραγωγής 3/UC1200.
- Εξαιτίας της Μηχανής Διάτρησης (Perforator), “παράχθηκαν” συνολικά 6,275 kg φύρας, από τα οποία τα περισσότερα (3,470 kg) στη 2^η και τα

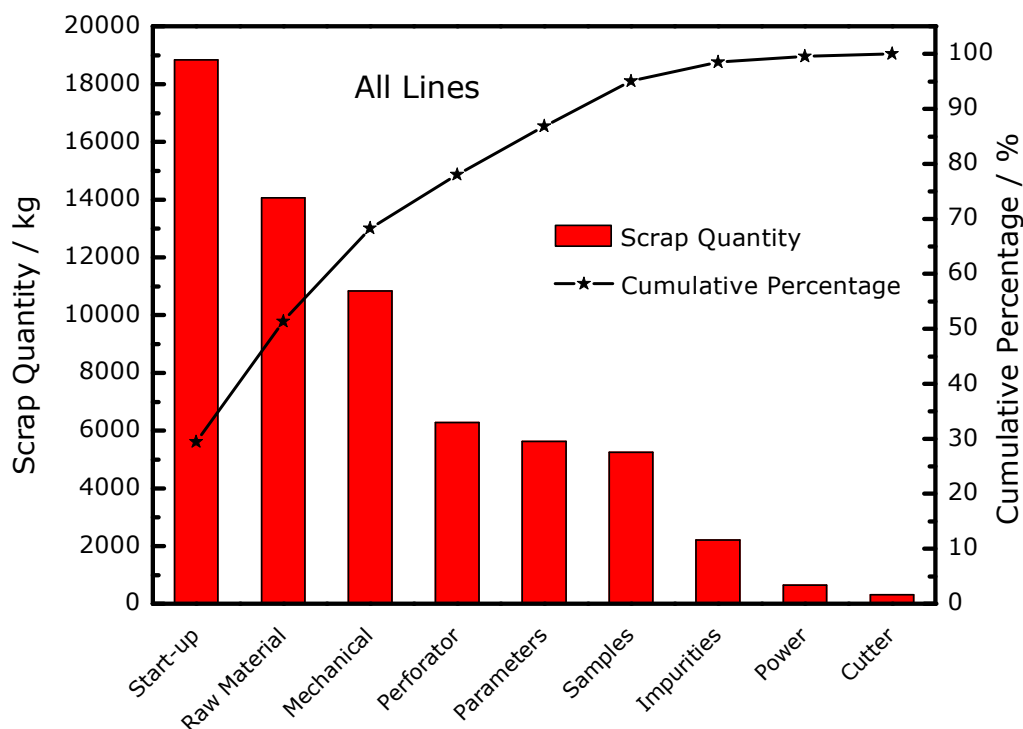
λιγότερα (2,805kg) στην 1^η Γραμμή Παραγωγής. Υπενθυμίζεται ότι η Μηχανή Διάτρησης δεν χρησιμοποιείται στην 3^η Γραμμή Παραγωγής.

- Εξαιτίας της Μηχανής Κοπής (Cutter), που χρησιμοποιείται μόνο στη Γραμμή Παραγωγής 3/UC1200, δημιουργήθηκαν συνολικά 309 kg φύρας.

4.1.1.2. Προτεραιότητα Αντιμετώπισης Παραγόντων Δημιουργίας Φύρας

Το Διάγραμμα Pareto που αντιστοιχεί στο σύνολο της “παραγόμενης” φύρας κατά την παραγωγική δραστηριότητα της “PLASTIC PIPES Srl” παρατίθεται παρακάτω, Σχ. 4.1. Η περιγραφή του Διαγράμματος αυτού, σε ό,τι αφορά στον αριστερό άξονά του, ουσιαστικά αποτελεί μια κάθετη ανάγνωση του Πιν. 4.1.

Γίνεται αντιληπτό ότι η μεγαλύτερη ποσότητα φύρας (18,843 kg) αποδίδεται σε Προγραμματισμένες Εκκινήσεις/Σταματήματα των Γραμμών Παραγωγής. Ο δεύτερος σημαντικότερος παράγοντας που είχε ως αποτέλεσμα την “παραγωγή” φύρας ήταν οι Ελαττωματικές Α΄ Ύλες (με 14,055 kg), με την τρίτη θέση σε αυτήν την κατάταξη να “καταλαμβάνουν” τα Μηχανολογικά Προβλήματα (10,837 kg). Μικρότερες ποσότητες φύρας οφειλόταν στη Μηχανή Διάτρησης των 2 πρώτων Γραμμών Παραγωγής (6,275 kg), στην Αλλαγή Παραμέτρων Παραγωγής (5,628 kg) και στη λήψη Δειγμάτων (5,247 kg), με φθίνουσα σειρά. Ουσιαστικά οι ίδιες ποσότητες φύρας καταγράφηκαν εξαιτίας Συσσωρευμένων Ακαθαρσιών κατά την Παραγωγή (2,205 kg), ενώ αρκετά μικρότερες ποσότητες αποδίδονται σε Διακοπές στην Παροχή Ηλεκτρικού Ρεύματος (651 kg) τέλος στη Μηχανή Κοπής της Γραμμής Παραγωγής 3/UC1200 (309 kg).



Σχήμα 4.1. Διάγραμμα Pareto για τη Φύρα του Συνόλου της Παραγωγής

Η σχετική βαρύτητα του κάθε παράγοντα, που δείχνει πιο ξεκάθαρα ποιος από αυτούς επιβάλλεται να αντιμετωπιστεί πιο άμεσα, προκύπτει από τα αποτελέσματα που αντιστοιχούν στον δεξιό κάθετο άξονα του Σχ. 4.1. Από αυτά φαίνεται ότι σε Προγραμματισμένες Εκκινήσεις/Σταματήματα των Γραμμών Παραγωγής οφειλόταν το 29.92% της συνολικής ποσότητας φύρας που δημιουργήθηκε, ενώ αν προστεθούν και οι Ελαττωματικές Α΄ Ύλες (το αντίστοιχο ποσοστό τους ισούται με 21.94%) το ποσοστό φύρας πλέον αντιστοιχεί στο 51.36% της συνολικής ποσότητας. Με πρόσθεση της φύρας που δημιουργήθηκε εξαιτίας Μηχανολογικών Προβλημάτων (16.92%) πλέον προσεγγίζουμε το 68.28% της συνολικής ποσότητας. Προσθέτοντας τις "συνεισφορές" στη δημιουργία φύρας των τριών παραγόντων που ακολουθούν, δηλ. της Μηχανής Διάτρησης (9.80%), της Αλλαγής Παραμέτρων Παραγωγής

(8.79%) και των Δειγμάτων (8.19%), οι οποίες δεν διαφέρουν πολύ μεταξύ τους, φτάνουμε σε ποσοστά της συνολικής ποσότητας παραγόμενης φύρας ίσα με 78.08, 86.87 και 95.06%, σταδιακά. Τέλος, η συνολική ποσότητα φύρας (σταδιακά από το 98.50, στο 99.52 και τέλος στο 100.00%) συμπληρώνεται με την εμφάνιση των προβλημάτων των Συσσωρευμένων Ακαθαρσιών κατά την Παραγωγή, των Διακοπών στην Παροχή Ηλεκτρικού Ρεύματος και των δυσλειτουργιών της Μηχανής Κοπής της Γραμμής Παραγωγής 3/UC1200, που είχαν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία του 3.44, 1.02 και 0.48% της συνολικής καταγραφείσας φύρας, αντίστοιχα.

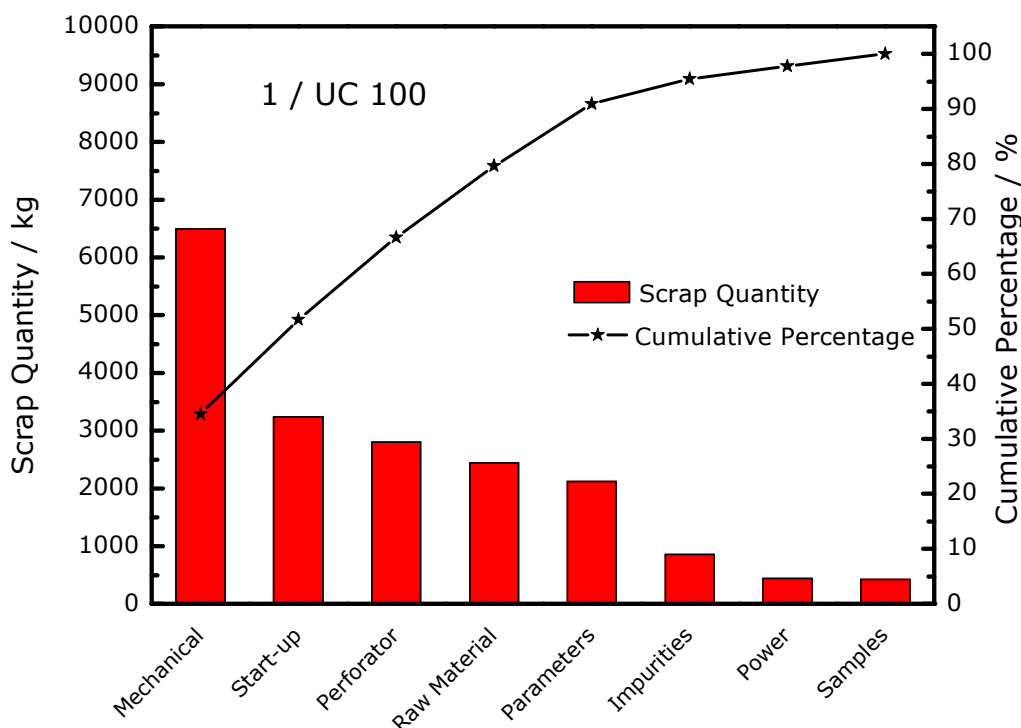
Γίνεται άμεσα φανερό ότι, αν, συνολικά στην παραγωγική δραστηριότητα, αντιμετωπιστούν οι τέσσερις πρώτοι από τους προαναφερόμενους παράγοντες, το πρόβλημα "παραγωγής" φύρας θα αντιμετωπιστεί κατά περίπου 80%. Φαίνεται όμως επίσης ότι η "συνεισφορά" των αμέσως δύο επόμενων παραγόντων στη δημιουργία του προβλήματος είναι περίπου ίδια με την αντίστοιχη του τέταρτου παράγοντα, κάτι που καθιστά ελκυστική τη διερεύνηση των πρωταρχικών αιτιών που οδήγησαν και στη δική τους εκδήλωση. Βέβαια, για λόγους που έχουν αναφερθεί παραπάνω, η αντιμετώπιση του υπό εξέταση προβλήματος είναι επιβεβλημένη και για την κάθε Γραμμή Παραγωγής ξεχωριστά, κάτι που λογικά θα οδηγήσει και στη συνολική του αντιμετώπιση.

Προς αυτήν την κατεύθυνση, το Διάγραμμα Pareto για τη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100 παρουσιάζεται στο Σχ. 4.2 της επόμενης σελίδας. Η ανάγνωση των αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στον αριστερό άξονα (ποσότητες "παραγόμενης" φύρας), ή διαφορετικά της δεύτερης στήλης αποτελεσμάτων του

Πιν. 4.1 αποκαλύπτει ότι η μεγαλύτερη ποσότητα φύρας (6,490 kg) δημιουργήθηκε εξαιτίας Μηχανολογικών Προβλημάτων, ενώ η αμέσως μικρότερη (3,236 kg) εξαιτίας Προγραμματισμένων Εκκινήσεων/Σταματημάτων της Γραμμής Παραγωγής. Ο τρίτος σημαντικότερος παράγοντας που είχε ως αποτέλεσμα την “παραγωγή” φύρας ήταν η Μηχανή Διάτρησης (2,805 kg), με τις Ελαττωματικές Α΄ Ύλες και την Αλλαγή Παραμέτρων Παραγωγής να μην απέχουν πολύ (2,439 και 2,121 kg, αντίστοιχα). Τις τρεις τελευταίες θέσεις σε αυτήν την κατάταξη “καταλαμβάνουν” οι Συσσωρευμένες Ακαθαρσίες κατά την Παραγωγή (853 kg), οι Διακοπές στην Παροχή Ηλεκτρικού Ρεύματος (436 kg) και η λήψη Δειγμάτων (421 kg).

Από το Σχ. 4.2 γίνεται ακόμα πιο φανερό, σχετικά με τη συγκεκριμένη Γραμμή Παραγωγής, ότι χρήζουν άμεσης αντιμετώπισης τα Μηχανολογικά Προβλήματα, καθώς σε αυτά οφείλεται το 34.52% του καταγραφείσας φύρας. Αν προστεθούν σε αυτό το ποσοστό οι “συνεισφορές” των Προγραμματισμένων Εκκινήσεων/Σταματημάτων της Γραμμής Παραγωγής (17.21% της συνολικής ποσότητας scrap αυτής της Γραμμής Παραγωγής), της Μηχανής Διάτρησης (αντίστοιχο ποσοστό ίσο με 14.92%), των Ελαττωματικών Α΄ Υλών (12.97% αντίστοιχα) και της Αλλαγής Παραμέτρων Παραγωγής (11.28% αντίστοιχα), κατά αυτή τη σειρά, φθάνουμε σε ποσοστά ίσα με 51.73, 66.65, 79.62 και 90.91% της συνολικής ποσότητας φύρας αυτής της Γραμμής Παραγωγής. Με τις αντίστοιχες “συνεισφορές” των υπόλοιπων παραγόντων, δηλ. της Συσσώρευσης Ακαθαρσιών κατά την Παραγωγή (4.54%), των Διακοπών στην Παροχή Ηλεκτρικού Ρεύματος (2.32%) και της λήψης Δειγμάτων (2.24%),

φτάνουμε σταδιακά στο 95.44, έπειτα στο 97.76 και τέλος στο 100.00% της συνολικής ποσότητας φύρας που αντιστοιχεί στην 1^η Γραμμή Παραγωγής.



Σχήμα 4.2. Διάγραμμα Pareto για τη Φύρα της Γραμμής Παραγωγής 1/UC100

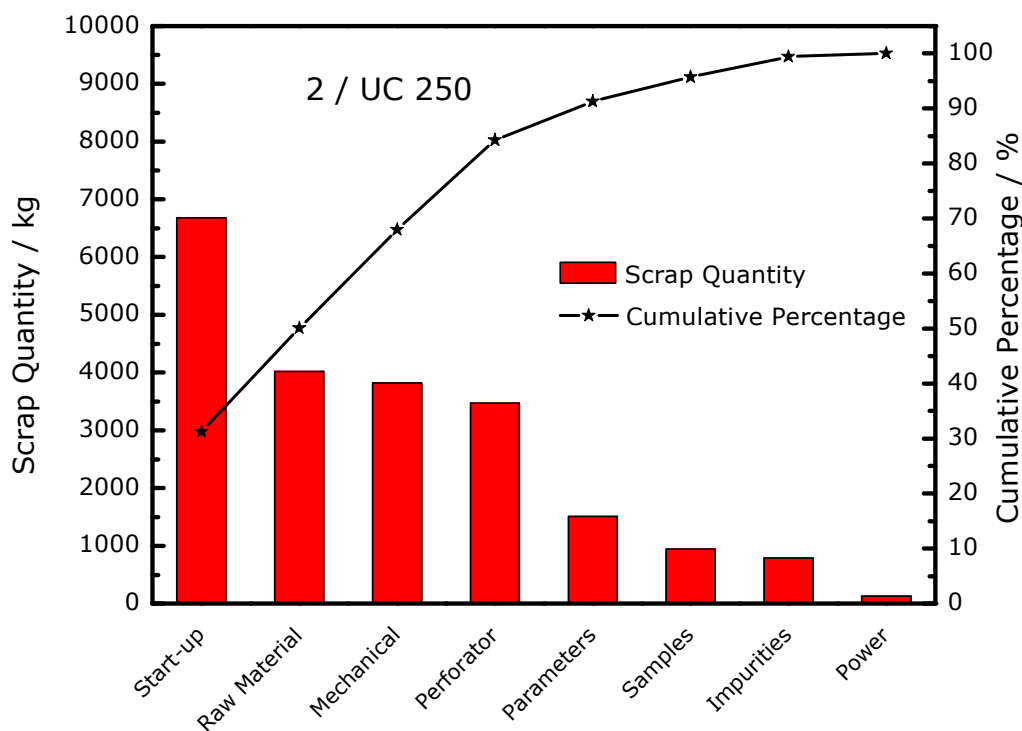
Διαπιστώνεται ότι τα Μηχανολογικά Προβλήματα είναι με σχετική διαφορά ο κυριότερος παράγοντας, με τους υπόλοιπους τέσσερις να μην απέχουν ιδιαίτερα ο ένας από τον άλλον σε όρους σχετικής συνεισφοράς στην εμφάνιση του προβλήματος. Ως προς τη φύση τους, μπορεί να υποστηριχθεί ότι χονδρικά η εμφάνιση φύρας σε αυτή τη Γραμμή Παραγωγής συνδέεται πολύ περισσότερο με τον μηχανολογικό εξοπλισμό και τη χρήση του (1^{ος} και 3^{ος} παράγοντας), παρά με οτιδήποτε άλλο. Εν κατακλείδι, για λόγους παρόμοιους με την προηγούμενη περίπτωση, κρίνεται σκόπιμο να διερευνηθούν σε βάθος, εκτός

των τεσσάρων πρώτων, και οι αιτίες εμφάνισης του παράγοντα της Αλλαγής Παραμέτρων Παραγωγής, παρ' όλο που δεν "ανήκει" σε εκείνους τους παράγοντες στους οποίους αποδίδεται το 80% του προβλήματος που εξετάζεται εδώ.

Σχετικά με τη 2^η Γραμμή Παραγωγής (2/UC250), Πιν. 4.1 και Σχ. 4.3 στην επόμενη σελίδα, ο σημαντικότερος παράγοντας δημιουργίας φύρας ήταν οι Προγραμματισμένες Εκκινήσεις/Σταματήματα της Γραμμής Παραγωγής (6,675 kg). Η αμέσως επόμενη ποσότητα φύρας που καταγράφηκε αποδίδεται σε Ελαττωματικές Α' Ύλες (4,106 kg), με τον παράγοντα των Μηχανολογικών Προβλημάτων να ακολουθεί (3,823 kg). Η δημιουργία περίπου ίδιας ποσότητας φύρας (3,470 kg) αποδίδεται στη Μηχανή Διάτρησης, ενώ 1,506 kg φύρας "παρήχθησαν" εξαιτίας Αλλαγής Παραμέτρων Παραγωγής. Στη συνέχεια έρχονται η λήψη Δειγμάτων και η Συσσώρευση Ακαθαρσιών κατά την Παραγωγή που "κόστισαν" 945 και 789 kg φύρας αντίστοιχα, ενώ η μικρότερη αντίστοιχη ποσότητα αποδίδεται σε Διακοπές στην Παροχή Ηλεκτρικού Ρεύματος.

Σε όρους συσσωρευτικού ποσοστού "συνεισφοράς", από το Σχ. 4.3 διαπιστώνεται, αρχικά, ότι το 31.26% της εμφανιζόμενης φύρας σε αυτήν την Γραμμή Παραγωγής οφείλεται στις Προγραμματισμένες Εκκινήσεις/Σταματήματά της. Με πρόσθεση σε αυτό το ποσοστό των "συνεισφορών" των Ελαττωματικών Α' Υλών (18.81% της συνολικής ποσότητας φύρας αυτής της Γραμμής Παραγωγής), των Μηχανολογικών Προβλημάτων (αντίστοιχο ποσοστό ίσο με 17.90%) και της Μηχανής Διάτρησης (16.25% αντίστοιχα) φθάνουμε σε τιμές

ίσεσ με 50.07, 67.97 και 84.22% της συνολικής ποσότητας φύρας αυτής της Γραμμής Παραγωγής. Με πρόσθεση των αντίστοιχων “συνεισφορών” των υπόλοιπων παραγόντων, δηλ. των Αλλαγών Παραμέτρων Παραγωγής (7.05%), της λήψης Δειγμάτων (4.43%), της Συσσώρευσης Ακαθαρσιών κατά την Παραγωγή (3.70%) και των Διακοπών στην Παροχή Ηλεκτρικού Ρεύματος (0.60%), φτάνουμε σταδιακά στο 91.28, στη συνέχεια στο 95.70, έπειτα στο 99.40 και τέλος στο 100.00% της συνολικής ποσότητας φύρας που αντιστοιχεί σε αυτήν Γραμμή Παραγωγής.



Σχήμα 4.3. Διάγραμμα Pareto για τη Φύρα της Γραμμής Παραγωγής 2/UC250

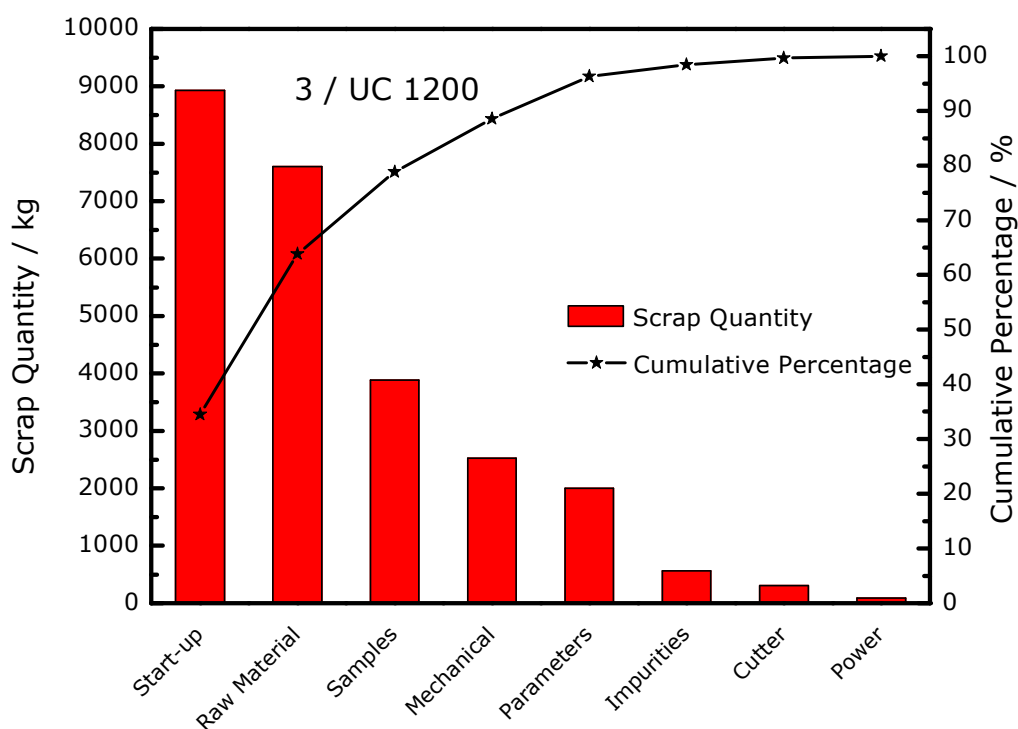
Στην περίπτωση αυτή είναι φανερό ότι θα ήταν επωφελές για την επιχείρηση να αντιμετωπιστούν σε πρώτη φάση τα προβλήματα που σχετίζονται με τις

Προγραμματισμένες Εκκινήσεις/Σταματήματά της, τη χρήση Ελαττωματικών Α΄ Υλών, την εμφάνιση Μηχανολογικών Προβλημάτων και δυσλειτουργίες της Μηχανής Διάτρησης. Η φύση των κυριότερων από τα παρουσιαζόμενα προβλήματα σε αυτή τη Γραμμή Παραγωγής φαίνεται να σχετίζεται περισσότερο με την οργάνωση και τις λειτουργίες της εταιρείας, σε σχέση με την προηγούμενη Γραμμή Παραγωγής.

Τέλος, σε ό,τι αφορά στη Γραμμή Παραγωγής 3/UC1200, Πιν. 4.1 και Σχ. 4.4 στην επόμενη σελίδα, γίνεται φανερό ότι η μεγαλύτερη ποσότητα φύρας (8,932 kg) αποδίδεται και πάλι σε Προγραμματισμένες Εκκινήσεις/Σταματήματά της. Ο δεύτερος σημαντικότερος παράγοντας στον οποίο αποδίδεται η “παραγωγή” φύρας ήταν οι Ελαττωματικές Α΄ Υλες (με 7,600 kg), ενώ η τρίτη θέση σε αυτήν την κατάταξη “ανήκει” στη λήψη Δειγμάτων (3,882 kg). Μικρότερες ποσότητες φύρας αποδίδονται στην Αλλαγή Παραμέτρων Παραγωγής (2,000 kg). Ουσιαστικά οι ίδιες ποσότητα φύρας “παράχθηκαν” με φθίνουσα σειρά εξαιτίας Συσσωρευμένων Ακαθαρσιών κατά την Παραγωγή (563 kg) και Μηχανολογικών Προβλημάτων (524 kg), μικρότερες ποσότητες (309 kg) αποδίδονται στη Μηχανή Κοπής αυτής της Γραμμής Παραγωγής ενώ τέλος η μικρότερη αντίστοιχη ποσότητα (86 kg) δημιουργήθηκε εξαιτίας Διακοπών στην Παροχή Ηλεκτρικού Ρεύματος.

Από το Σχ. 4.4 γίνεται άμεσα αντιληπτό ότι, για τη συγκεκριμένη Γραμμή Παραγωγής, πρέπει άμεσα να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα των Προγραμματισμένων Εκκινήσεων/Σταματημάτων της (34.49% της συνολικής ποσότητας φύρας αυτής της Γραμμής Παραγωγής) και των Ελαττωματικών Α΄

Υλών (αντίστοιχο ποσοστό ίσο με 29.35%), καθώς συσσωρευτικά σε αυτούς τους δύο παράγοντες οφείλεται το 63.84% της συνολικής φύρας σε αυτή τη Γραμμή Παραγωγής.



Σχήμα 4.4. Διάγραμμα Pareto για τη Φύρα της Γραμμής Παραγωγής 3/UC1200

Αν προστεθούν στο προηγούμενο ποσοστό οι "συνεισφορές" των Δειγμάτων (14.99% της συνολικής ποσότητας φύρας αυτής της Γραμμής Παραγωγής), των Μηχανολογικών Προβλημάτων (αντίστοιχο ποσοστό ίσο με 9.75%) και των Αλλαγών Παραμέτρων Παραγωγής (7.72% αντίστοιχα), φθάνουμε σε ποσοστά ίσα με 78.83, 88.58 και 96.30% της συνολικής ποσότητας φύρας αυτής της Γραμμής Παραγωγής. Με τις αντίστοιχες "συνεισφορές" των υπόλοιπων παραγόντων, δηλ. της Συσσώρευσης Ακαθαρσιών κατά την Παραγωγή (2.17%),

της Μηχανής Κοπής (1.19%) και των Διακοπών στην Παροχή Ηλεκτρικού Ρεύματος και (0.33%), φτάνουμε σταδιακά στο 98.47, έπειτα στο 99.67 και τέλος στο 100.00% της συνολικής ποσότητας φύρας που αντιστοιχεί στην 3^η Γραμμή Παραγωγής.

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι η ταυτοποίηση των πρωταρχικών αιτιών των τριών πρώτων παραγόντων εμφάνισης φύρας σε αυτή τη Γραμμή Παραγωγής θα αρκούσε για να αντιμετωπιστεί πάνω από το 80% του προβλήματος. Και πάλι όμως, για τους ίδιους λόγους με παραπάνω, κρίθηκε σκόπιμο να εξεταστεί περαιτέρω και ο αντίστοιχος τέταρτος παράγοντας. Και σε αυτήν την περίπτωση, όπως και προηγουμένως, τα προβλήματα φαίνεται να είναι πιο συνδεδεμένα περισσότερο με τον τρόπο οργάνωσης και λειτουργίας της υπό μελέτη εταιρείας.

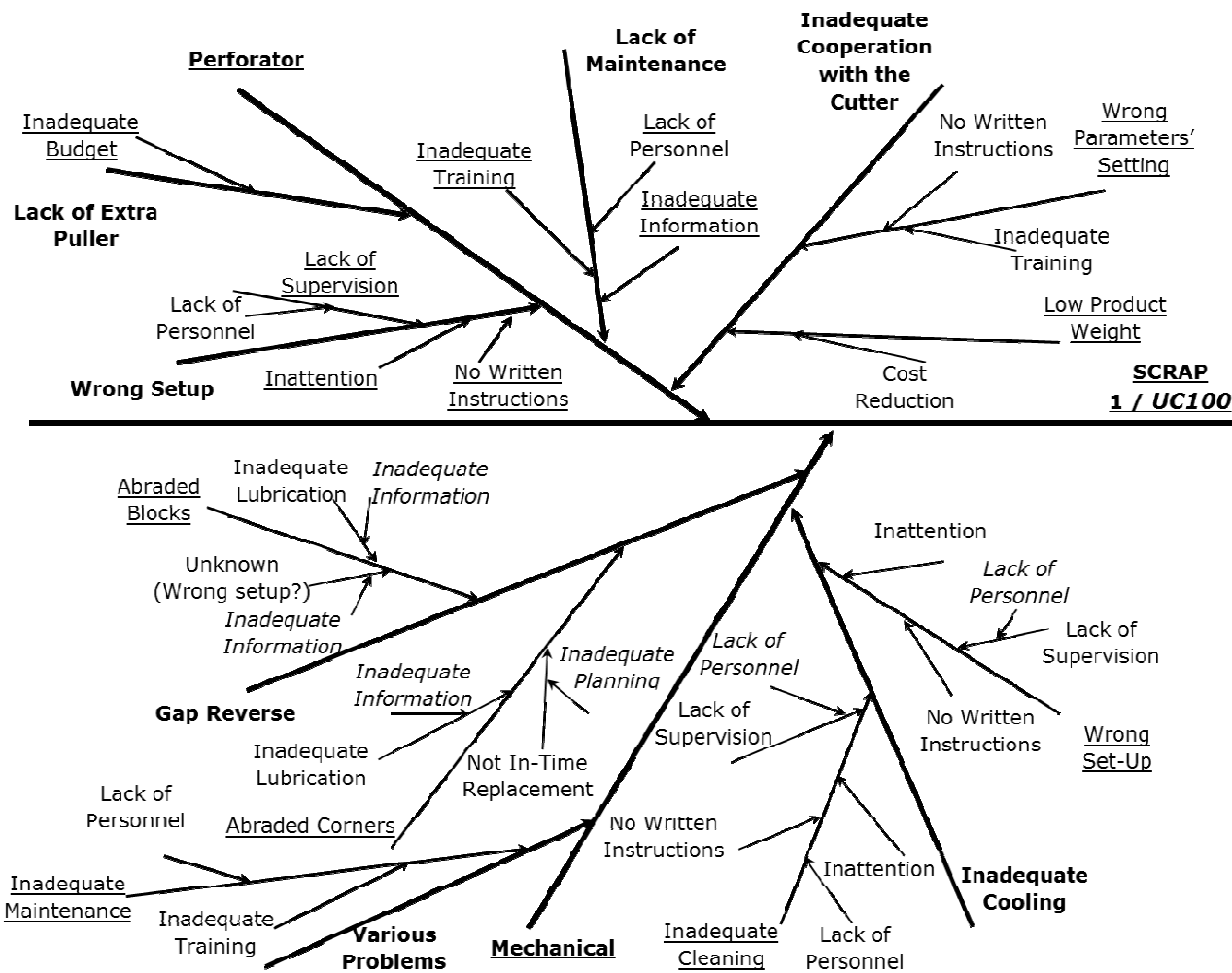
4.1.2. Αποτελέσματα Δεδομένων 2^{ου} Σταδίου

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις διαδικασίες συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων του 2^{ου} Σταδίου (βλέπε §3.2.2.3 και 3.2.2.4). Παρατίθενται δηλαδή και σχολιάζονται αντίστοιχα τα Διαγράμματα Ishikawa που αφορούν στους παράγοντες δημιουργίας φύρας που επιλέχτηκαν παραπάνω, κάτι που έλαβε χώρα για την κάθε Γραμμή Παραγωγής ξεχωριστά για λόγους που έχουν ήδη αναφερθεί.

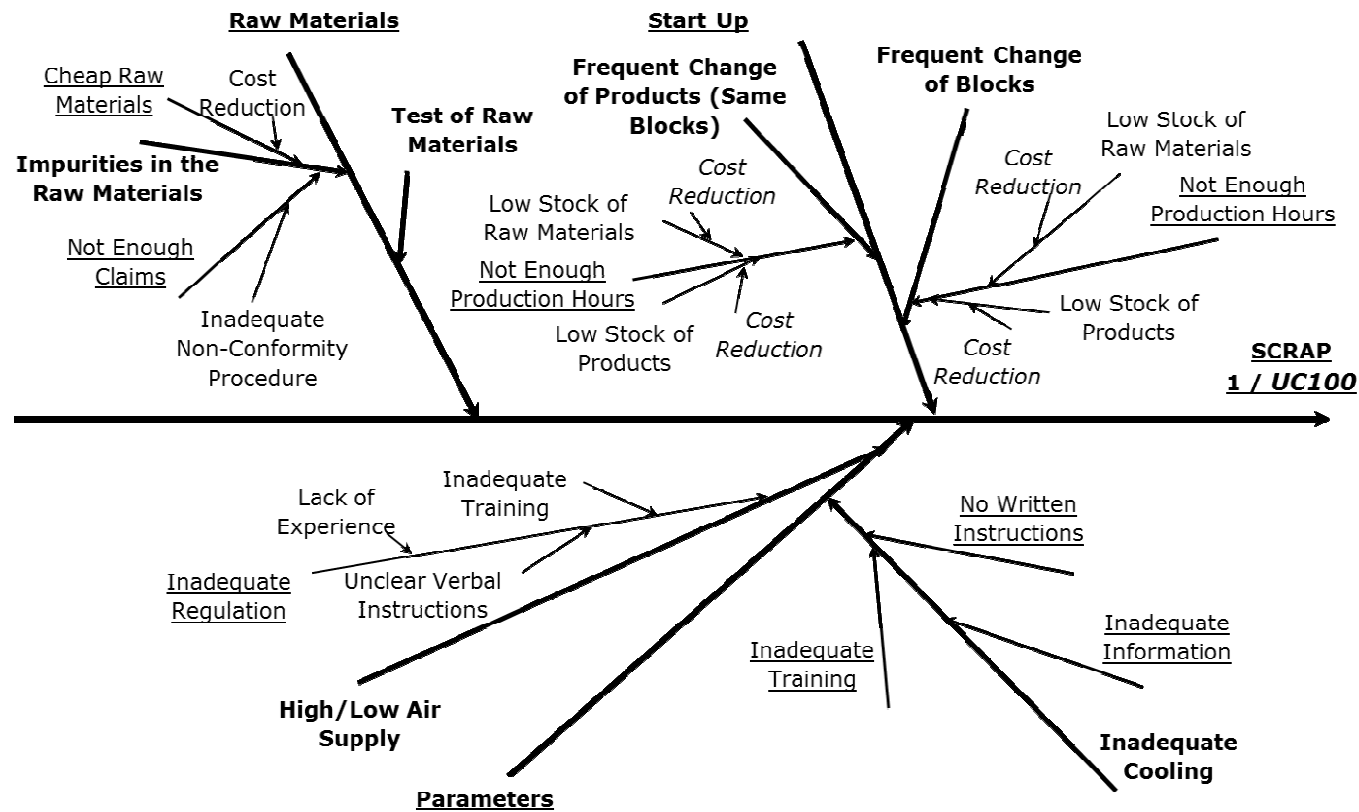
4.1.2.1. Πρωταρχικές Αιτίες Δημιουργίας Φύρας Γραμμής Παραγωγής
1/UC100

Υπενθυμίζεται ότι, σε ό,τι αφορά στη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100, οι παράγοντες που χρήζουν διερεύνησης κρίθηκε ότι ήταν οι πέντε πρώτοι, δηλ. τα Μηχανολογικά Προβλήματα, οι Προγραμματισμένες Εκκινήσεις/Σταματήματα, η Μηχανή Διάτρησης, οι Ελαττωματικές Α΄ Ύλες αλλά και η Αλλαγή Παραμέτρων Παραγωγής, καθώς, παρά το γεγονός ότι μόνο οι τέσσερις πρώτοι από αυτούς αντιστοιχούν σχεδόν στο 80% του προβλήματος (79.62%), οι συνεισφορές του τέταρτου και του πέμπτου παράγοντα στη δημιουργία φύρας είναι πολύ κοντινές (12.97 και 11.28%, αντίστοιχα) για να αγνοηθεί ο τελευταίος. Το Διάγραμμα Ishikawa, μέσω του οποίου ταυτοποιούνται τα αίτια της εμφάνισης των παραπάνω προβλημάτων παρουσιάζεται στις δύο επόμενες σελίδες σε δύο μέρη (λόγω περιορισμού χώρου), Σχ. 4.5.

Τονίζεται εδώ ότι καθώς τα Διαγράμματα αυτά προέκυψαν αρκετά πολύπλοκα, παρουσιάζονται εκ νέου και για τις τρεις Γραμμές Παραγωγής και στο Προσάρτημα, με τον κάθε κλάδο ή υποκλάδο ως ξεχωριστό Διάγραμμα Ishikawa, τεχνική που προτείνεται και από τους Wilson, Dell and Anderson (1993)).



Σχήμα 4.5. Διάγραμμα Ishikawa Δημιουργίας Φύρας στη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100 (συνέχεια στην επόμενη σελίδα)



Σχήμα 4.5.(συνέχεια από προηγούμενη σελίδα) Διάγραμμα Ishikawa Δημιουργίας Φύρας στη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100

Αρχικά, διαπιστώνεται ότι η ύπαρξη Μηχανολογικών προβλημάτων μπορεί να χωριστεί σε τρεις κύριες δυσλειτουργίες αυτής της φύσης, σε ανεπαρκή ψύξη (Inadequate Cooling) και προβλήματα στην κίνηση των καλουπιών (Gar Reverse) του Corrugator και σε γενικότερα, ποικίλα και μικρής συχνότητας εμφάνισης προβλήματα του υπόλοιπου μηχανολογικού εξοπλισμού. Σε ό,τι αφορά στην ανεπαρκή ψύξη των καλουπιών, τα προβλήματα φαίνεται σε πρώτη φάση να δημιουργούνται από ανεπαρκή καθαρισμό και από λάθος ρύθμιση του συστήματος ψύξης. Και τα δύο αυτά φαινόμενα όμως πηγάζουν από έλλειψη γραπτών οδηγιών, από αβλεψίες καθώς και από έλλειψη προσωπικού, η οποία έχει ως αποτέλεσμα τη μη επαρκή επίβλεψη. Σχετικά με την προβληματική κίνηση των καλουπιών ψύξης, αυτή οφείλεται, σε πρώτο επίπεδο, σε φθορά λόγω τριβής τόσο των ίδιων (Blocks), όσο και κάποιων άλλων εξαρτημάτων (Corners) του συγκεκριμένου μηχανήματος. Η φθορά των καλουπιών μπορεί να αποδοθεί, με κάποια επιφύλαξη, σε μη επαρκή λίπανσή τους, η οποία προήλθε από μη σωστή ενημέρωση από τον προμηθευτή του μηχανήματος. Μπορεί να οφείλεται και σε κάποιον άλλο λόγο όμως, ο οποίος βρίσκεται ακόμα υπό διερεύνηση, καθώς και πάλι δεν υπάρχουν επαρκείς σχετικές πληροφορίες από τον προμηθευτή. Στη μη επαρκή ενημέρωση από τον προμηθευτή, που οδήγησε στη μη επαρκή λίπανσή τους, αποδίδεται και η φθορά των άλλων εξαρτημάτων, με έναν όμως ακόμα παράγοντα να αποτελεί και η μη έγκαιρη αντικατάστασή τους εξαιτίας λάθος προγραμματισμού. Τα υπόλοιπα μηχανολογικά προβλήματα αποδίδονται σε μη επαρκή συντήρηση, η οποία με τη σειρά της οφείλεται τόσο στην έλλειψη προσωπικού, όσο και στη μη επαρκή εκπαίδευση.

Ο επόμενος παράγοντας εμφάνισης φύρας στη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100 είναι οι Προγραμματισμένες Εκκινήσεις / Σταματήματά, η ανάλυση του οποίου για λόγους οικονομίας χώρου παρουσιάζεται στο δεύτερο μέρος του Σχ. 4.5. Διαπιστώνεται ότι λαμβάνουν χώρα και πολύ συχνές στην αλλαγή των καλουπιών στη Γραμμή αυτή (αλλαγή διαμέτρου παραγόμενου προϊόντος), όσο και πολύ συχνές αλλαγές στον τύπο του παραγόμενου προϊόντος (χρώμα κλπ), ακόμα και κατά την παραγωγή σωλήνων της ίδιας διαμέτρου. Και οι δύο αυτές συχνές αλλαγές λαμβάνουν χώρα εξαιτίας της έλλειψης αρκετών ωρών παραγωγής, όταν παράγεται ένας συγκεκριμένος τύπος προϊόντος. Αυτό πηγάζει από το γεγονός ότι έχει αποφασιστεί τα αποθέματα τόσο των προϊόντων, όσο και των Α' Υλών να είναι πολύ χαμηλά, για λόγους μείωσης του όγκου και του χρόνου δέσμευσης των κεφαλαίων κίνησης που συνδέονται με αυτά τα δύο μεγέθη.

Σε ό,τι αφορά στην έλλειψη συντήρησης της Μηχανής Διάτρησης, Σχ. 4.5 στην πρώτη σελίδα, αυτή πηγάζει από έλλειψη ενημέρωσης από τον προμηθευτή, από ανεπαρκή εκπαίδευση και από έλλειψη προσωπικού. Η μη επαρκής συνεργασία της Μηχανής Διάτρησης με τη Μηχανή Κοπής οφείλεται τόσο στο χαμηλό βάρος των προϊόντων, το οποίο έχει επιλεγεί να είναι αυτό για λόγους μείωσης του κόστους παραγωγής, όσο και στη μη σωστή ρύθμιση των παραμέτρων λειτουργίας της Μηχανής Κοπής, η οποία με τη σειρά της πηγάζει από ανεπαρκή εκπαίδευση και από την έλλειψη σχετικών γραπτών οδηγιών. Η μη σωστή ρύθμιση της Διατρητικής Μηχανής αποδίδεται και αυτή στην έλλειψη σχετικών γραπτών οδηγιών, αλλά και σε αβλεψίες και στην έλλειψη προσωπικού, που οδηγεί σε ανεπαρκή επίβλεψη. Τέλος, η έλλειψη μιας

επιπλέον Μηχανής Έλξης οφείλεται αποκλειστικά σε μη επαρκή προϋπολογισμό για αγορά επιπλέον μηχανολογικού εξοπλισμού.

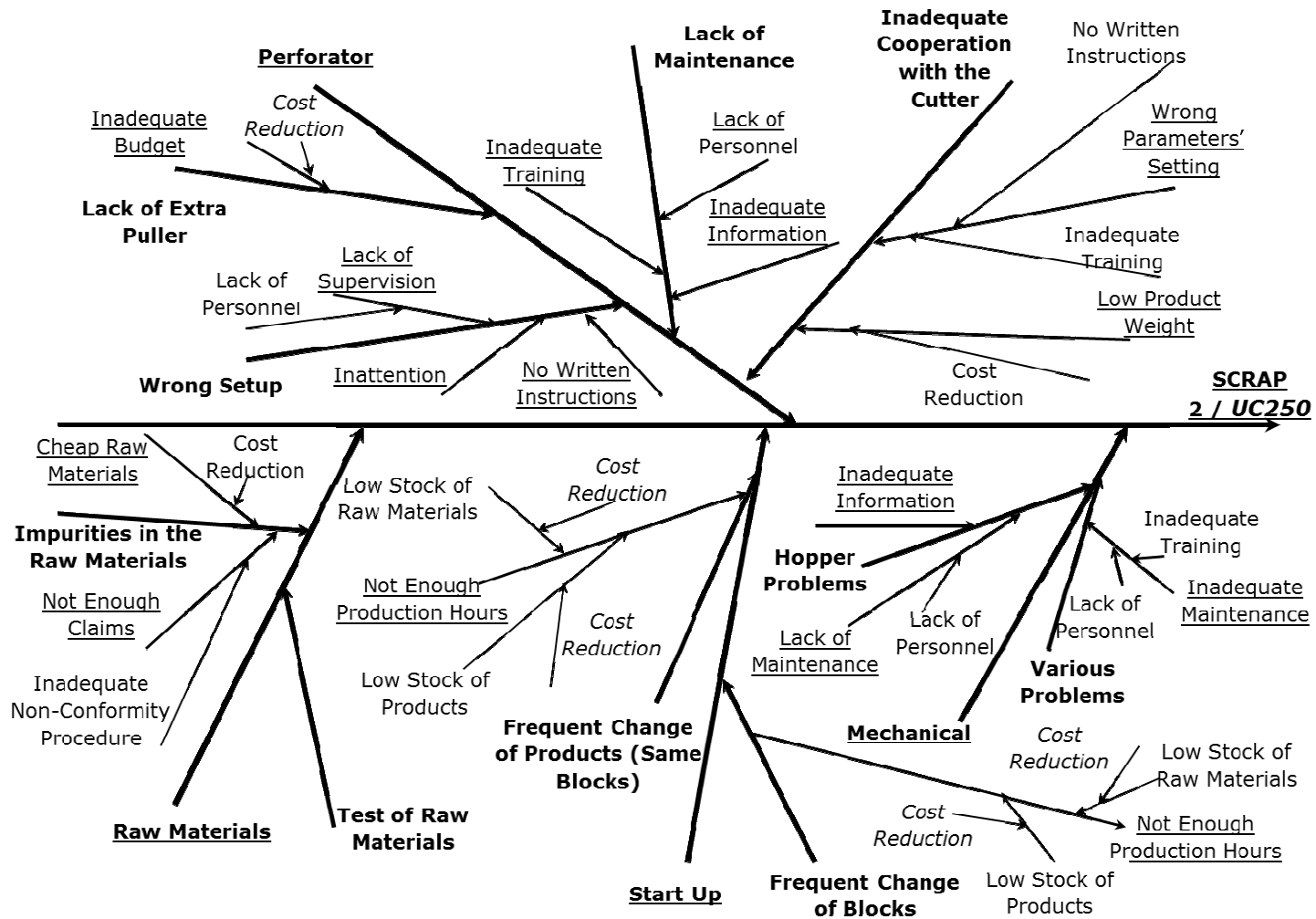
Όπως προαναφέρθηκε, στη χρήση Ελαττωματικών Α΄ Υλών αποδίδεται το 12.97% της συνολικής ποσότητας φύρας που καταγράφηκε σε αυτήν την Γραμμή Παραγωγής. Α΄ Υλες που μπορεί να οδηγήσουν σε εμφάνιση φύρας μπορεί να είναι, Σχ. 4.5 στη δεύτερη σελίδα, είτε Υλες που δοκιμάζονται, αλλά εκ του αποτελέσματος αποδεικνύονται ακατάλληλες για παραγωγή, είτε ευρέως χρησιμοποιούμενες Υλες οι οποίες όμως τυχαίνει κάποιες φορές να έχουν ακαθαρσίες. Η χρησιμοποίηση των τελευταίων φαίνεται να οφείλεται τόσο στη χρήση σχετικά φτηνών, και άρα χαμηλότερης ποιότητας, Α΄ Υλών, προς μείωση του κόστους, όσο και στη μη αποστολή αρκετών σχετικών Απαιτήσεων στους προμηθευτές, όταν ανιχνεύεται ένα τέτοιο πρόβλημα, κάτι που θα τους ανάγκαζε ίσως να βελτιώσουν την ποιότητα του προϊόντος τους. Η ανεπαρκής αυτή αποστολή Απαιτήσεων με τη σειρά της φαίνεται να πηγάζει από της ύπαρξη ανεπαρκούς διαδικασίας χειρισμού των Μη Συμμορφώσεων που δημιουργούνται ενδο-εταιρειακά.

Ο τελευταίος παράγοντας δημιουργίας φύρας σε αυτή τη Γραμμή Παραγωγής που διερευνήθηκε ήταν η Αλλαγή Παραμέτρων Παραγωγής, Σχ. 4.5 δεύτερη σελίδα. Διαπιστώθηκε ότι κατά τη διάρκεια της παραγωγής, δημιουργούνται προβλήματα στα προϊόντα που σχετίζονται με τη ροή του παρεχόμενου πεπιεσμένου αέρα είτε με ανεπαρκή ψύξη των καλουπιών. Το πρώτο φαινόμενο οφείλεται σε μη σωστή ρύθμιση της ροής αυτής, που πηγάζει από ανεπαρκή εκπαίδευση και έλλειψη σχετικής εμπειρίας (εδώ ορίζεται ως τέτοια μόνο αυτή

που δεν αντιμετωπίζεται από την αντίστοιχη εκπαίδευση), αλλά και στην ύπαρξη μη ξεκάθαρων προφορικών οδηγιών. Το δεύτερο φαινόμενο αποδίδεται επίσης σε ανεπαρκή εκπαίδευση, σε συνδυασμό με την έλλειψη σχετικών γραπτών οδηγιών και στην έλλειψη πληροφοριών από τον προμηθευτή.

4.1.2.2. Πρωταρχικές Αιτίες Δημιουργίας Φύρας Γραμμής Παραγωγής 2/UC250

Σε ό,τι αφορά στη Γραμμή Παραγωγής 2/UC250, υπενθυμίζεται ότι κρίθηκε ότι οι παράγοντες που έχρηζαν ενδελεχούς διερεύνησης ήταν κατά σειρά προτεραιότητας οι Προγραμματισμένες Εκκινήσεις/Σταματήματά της, οι Ελαττωματικές Α΄ Ύλες, τα Μηχανολογικά Προβλήματα και η Μηχανή Διάτρησης. Το διάγραμμα Ishikawa, μέσω του οποίου ταυτοποιούνται τα αίτια της εμφάνισης των παραπάνω προβλημάτων παρουσιάζεται στην επόμενη σελίδα, Σχ. 4.6. Όπως αναμενόταν, τα αίτια εμφάνισης φύρας που σχετίζονται με τις Προγραμματισμένες Εκκινήσεις/Σταματήματα της Γραμμής Παραγωγής, με Ελαττωματικές Α΄ Ύλες και τη Μηχανή Διάτρησης είναι τα ίδια με αυτά που αναλύθηκαν παραπάνω, καθώς αυτά ουσιαστικά αποτελούν προβλήματα του τρόπου λειτουργίας της υπό μελέτη εταιρείας.

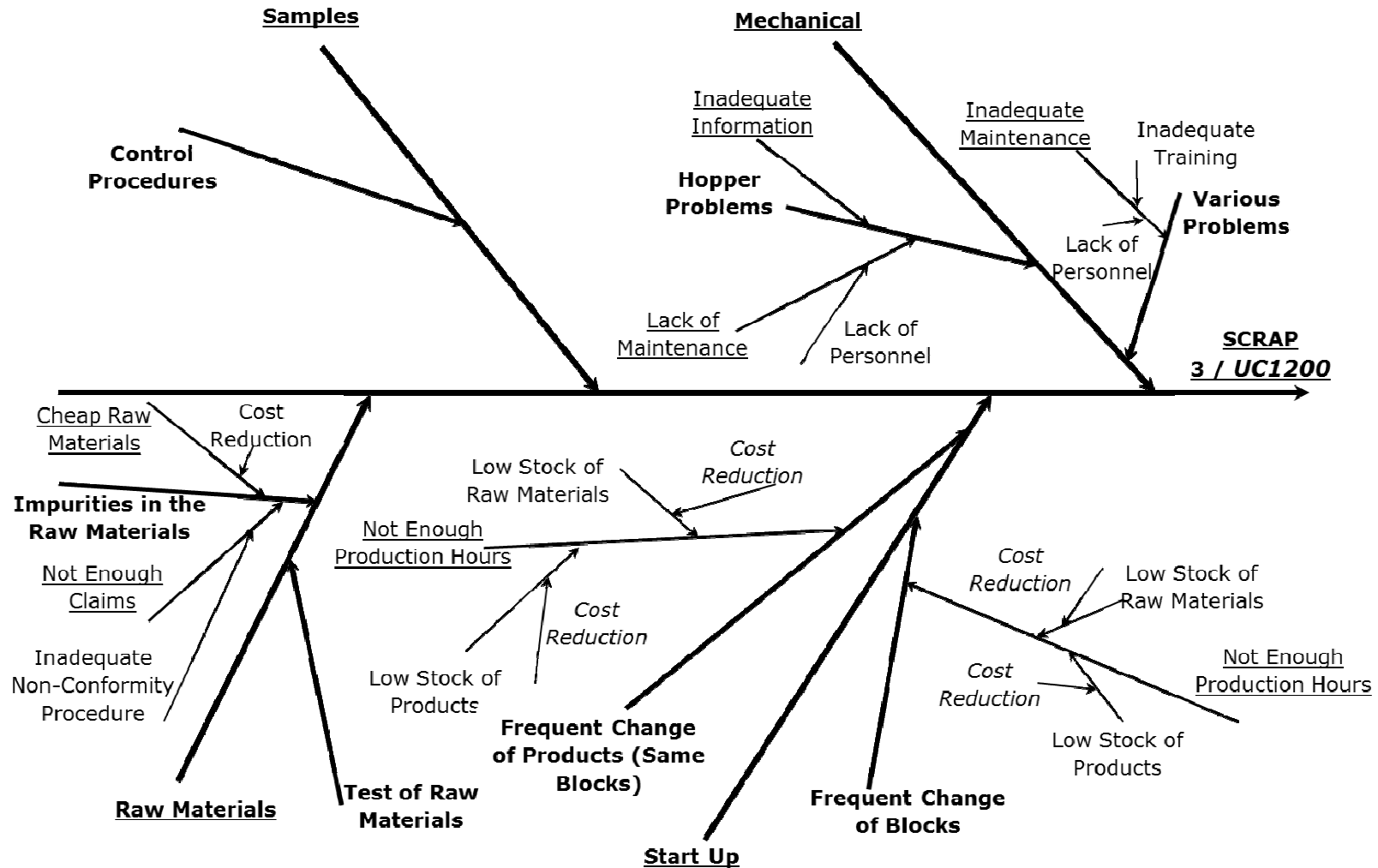


Σχήμα 4.6. Διάγραμμα Ishikawa Δημιουργίας Φύρας στη Γραμμή Παραγωγής 2/UC250

Μόνο η ανάλυση των Μηχανολογικών Προβλημάτων εμφανίζει διαφορά με προηγουμένως, λόγω των σχετικών διαφορών των δύο Γραμμών Παραγωγής. Έτσι, τα τελευταία φαίνεται να οφείλονται τόσο στην ύπαρξη πολλών, γενικών προβλημάτων, όσο και ειδικότερα στο σύστημα τροφοδοσίας των Extruders με Α' Ύλη (βλ. §3.1.2.1). Τα πρώτα φαίνεται ότι πηγάζουν από ανεπαρκή συντήρηση, που οφείλεται με τη σειρά της στην έλλειψη προσωπικού και σε ανεπαρκή εκπαίδευση. Τα προβλήματα στο σύστημα τροφοδοσίας αποδίδονται τόσο στην έλλειψη επαρκών πληροφοριών από τον προμηθευτή, όσο και στην έλλειψη συντήρησης, αιτία που εμφανίζεται και πάλι εξαιτίας έλλειψης σχετικού προσωπικού.

4.1.2.3. Πρωταρχικές Αιτίες Δημιουργίας Φύρας Γραμμής Παραγωγής 3/UC1200

Τέλος, σχετικά με τη Γραμμή Παραγωγής 3/UC1200, Σχ. 4.7 στην επόμενη σελίδα, παρουσιάζεται η διερεύνηση των αιτιών, υπό μορφή Διαγράμματός Ishikawa, των κυριότερων από τους παράγοντες δημιουργίας φύρας, όπως αυτοί αναγνωρίστηκαν με τον τρόπο που περιγράφηκε παραπάνω.



Σχήμα 4.7. Διάγραμμα Ishikawa Δημιουργίας Φύρας στη Γραμμή Παραγωγής 3/UC1200

Και πάλι οι Προγραμματισμένες Εκκινήσεις/Σταματήματα της Γραμμής Παραγωγής, οι Ελαττωματικές Α΄ Ύλες και τα Μηχανολογικά Προβλήματα, προέρχονται από τις ίδιες αιτίες, από τις οποίες προέρχονται και τα αντίστοιχα Προβλήματα της 2^{ης} Γραμμής Παραγωγής. Ο μόνος παράγοντας δημιουργίας scrap που έχρηζε εξέτασης μόνο σε αυτή τη Γραμμή Παραγωγής ήταν η λήψη Δειγμάτων, ο οποίος όμως οφείλεται αποκλειστικά στις διαδικασίες ελέγχου των προϊόντων τόσο κατά τη διάρκεια της παραγωγής, όσο και από το Εργαστήριο Ποιοτικού Ελέγχου.

4.2. Ερμηνεία Ευρημάτων

Από τα παραπάνω, προκύπτει ότι οι αιτίες εμφάνισης φύρας κατά την παραγωγική δραστηριότητα της υπό μελέτη εταιρείας λαμβάνουν χώρα εξαιτίας ως επί των πλείστων κοινών παραγόντων. Όπως όμως έχει προαναφερθεί (§3.2.1), ένα από τα μειονεκτήματα του Διαγράμματος Ishikawa είναι ότι δεν παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη *βαρύτητα* με την οποία η κάθε πρωταρχική αιτία "συνεισφέρει" ουσιαστικά στην εκδήλωση του προβλήματος. Στη παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα με ποιοτικό τρόπο, όπως φαίνεται στον Πιν. 4.2 στη μεθεπόμενη σελίδα. Στον Πίνακα αυτό παρουσιάζεται η συχνότητα "εμπλοκής" με διαφορετικό τρόπο κάθε πρωταρχικής αιτίας εμφάνισης φύρας ανά παράγοντα εμφάνισης φύρας, με σημειωμένη κάθε φορά και την αντίστοιχη Γραμμή Παραγωγής. Για παράδειγμα, η Έλλειψη Προσωπικού "εμπλέκεται", ως ένα ποσοστό, στην εκδήλωση Μηχανολογικών Προβλημάτων με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους στην 1^η (1/UC100), με δύο διαφορετικούς τρόπους στη 2^η (2/UC250) και με

δύο διαφορετικούς τρόπους στην 3^η Γραμμή Παραγωγής (3/UC1200). Συνολικά δηλαδή “εμφανίζεται” δώδεκα φορές στις 3 Γραμμές Παραγωγής. Τα μειονεκτήματα της προσέγγισης αυτής αναλύονται στο επόμενο κεφάλαιο.

Η τελευταία στήλη του Πιν. 4.2 λοιπόν μπορεί να αποτελέσει ένα ποιοτικό μέτρο της ιεράρχησης της προτεραιότητας αντιμετώπισης κάθε πρωταρχικής αιτίας, καθώς όσο πιο πολλές φορές “εμφανίζεται” κάποια αιτία, η αντιμετώπισή της είναι πιο πιθανό να μειώσει συνολικά το πρόβλημα, καθώς θα εκδηλώνονται με μικρότερη ένταση περισσότεροι παράγοντες που συνεπάγονται το πρόβλημα αυτό. Τέλος, για μια ένδειξη αυτής της έντασης μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τελευταία σειρά του Πιν. 4.2, συγκρίνοντας το ποσοστό “εμφάνισης” της αιτίας αυτής στη συνολική εκδήλωση του κάθε παράγοντα.

Αυτή βέβαια η ιεράρχηση θα πρέπει να γίνει σε συνδυασμό με τα Σχ. 4.1 – 4.7, καθώς θα πρέπει να λαμβάνεται υπ’ όψη και η σχετική βαρύτητα του παράγοντα που θα αντιμετωπίζεται κάθε φορά στην εμφάνιση του υπό εξέταση προβλήματος. Αυτό γιατί, όπως είναι φανερό, δεν σημαίνει κατ’ ανάγκη ότι ένας μεγάλος αριθμός “εμπλοκής” με διαφορετικούς τρόπους μιας αιτίας στην εμφάνιση ενός ή πολλών παραγόντων εκδήλωσης του προβλήματος θα παίξει σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση του τελευταίου, αν οι παράγοντες αυτοί έχουν μικρή “συνεισφορά” σε αυτήν την εκδήλωση.

Πίνακας 4.2. Πρωταρχικές Αιτίες Εμφάνισης Φύρας στην "PLASTIC PIPES Srl"

Αιτίες Εμφάνισης Scrap	Παράγοντες Εμφάνισης Scrap						Σύνολο Εμφανίσεων Αιτίας
	Προγραμ. Εκ./Σταμ. (Start Up)	Αλλαγή Παραμ. Παρ. (Parameters)	Ελαττωμ. Α' Υλες (Raw Mat.)	Μηχ/κά Προβλήματα (Mechanical)	Δείγματα (Samples)	Μηχανή Διάτρησης (Perforator)	
Έλλειψη Προσοχής	-	-	-	1 ^η (1)	-	1 ^η (1), 2 ^η (1)	3
Έλλειψη Γραπτών Οδηγιών	-	1 ^η (1)	-	1 ^η (2)	-	1 ^η (2), 2 ^η (2)	7
Έλλειψη Προσωπικού	-	-	-	1 ^η (4), 2 ^η (2), 3 ^η (2)	-	1 ^η (2), 2 ^η (2)	12
Ανεπαρκής Εκπαίδευση	-	1 ^η (2)	-	1 ^η (1), 2 ^η (1), 3 ^η (1)	-	1 ^η (2), 2 ^η (2)	9
Ανεπαρκής Προγ/σμός	-	-	-	1 ^η (1)	-		1
Ανεπαρκής Πληροφόρηση	-	1 ^η (1)	-	1 ^η (3), 2 ^η (1), 3 ^η (1)	-	1 ^η (1), 2 ^η (1)	8
Μείωση Κόστους	1 ^η (4), 2 ^η (4), 3 ^η (4)	-	1 ^η (1), 2 ^η (1), 3 ^η (1)	-	-	1 ^η (2), 2 ^η (2)	19
Έλλειψη Εμπειρίας	-	1 ^η (1)	-	-	-	-	1
Μη Ξεκάθαρες Προφορικές Εντολές	-	1 ^η (1)	-	-	-	-	1
Ανεπαρκής Διαδικασία Διαχείρισης Μη-Συμμορφώσεων	-	-	1 ^η (1), 2 ^η (1), 3 ^η (1)	-	-	-	3
Δοκιμή Α' Υλών	-	-	1 ^η (1), 2 ^η (1), 3 ^η (1)	-	-	-	3
Διαδικασία Ελέγχου Προϊόντων	-	-	-	-	3 ^η (1)	-	1
Σύνολο Εμφανίσεων Αιτίας	12	6	9	20	1	16	-

Με βάση λοιπόν τον Πιν. 4.2, φαίνεται ότι η προσπάθεια μείωσης του κόστους παραγωγής από την πλευρά της Διοίκησης της Εταιρείας, σε διάφορους τομείς της παραγωγικής της δραστηριότητας, είναι μια από τις κυριότερες πρωταρχικές αιτίες εμφάνισης φύρας. Μια προσεκτικότερη ανάγνωση της σχετικής γραμμής του παραπάνω Πίνακα, αποκαλύπτει ότι η αιτία αυτή σχετίζεται με τις Προγραμματισμένες Εκκινήσεις/Σταματήματα των Γραμμών Παραγωγής. Σύμφωνα με το Σχ. 4.1, αυτός είναι και ο κυριότερος παράγοντας εμφάνισης φύρας συνολικά στην παραγωγική διαδικασία (29.92% της συνολικής ποσότητας), καθώς αποτελεί τον αντίστοιχο κυριότερο παράγοντα στην 2^η και στην 3^η Γραμμή Παραγωγής (Σχ. 4.3 και 4.4, αντίστοιχα) και τον αντίστοιχο δεύτερο στην 1^η Γραμμή Παραγωγής (Σχ. 4.2). Ακόμα μεγαλύτερο κίνητρο για την αντιμετώπιση αυτής της αιτίας, είναι ότι αυτή αποτελεί και το μοναδικό λόγο, εξαιτίας του οποίου εκδηλώνεται ο συγκεκριμένος παράγοντας, Πιν. 4.2 και Σχ. 4.5 – 4.7, αντίστοιχα. Άρα, με την αντιμετώπισή της, αντιμετωπίζεται εξ' ολοκλήρου το συγκεκριμένο πρόβλημα.

Ακόμα, στην αναγκαιότητα επανεκτίμησης της γενικότερης πολιτικής της Διοίκησης της Εταιρείας να προσπαθεί να μειώσει το κόστος παραγωγής, δεν πρέπει να παραβλέπεται και το γεγονός ότι σε αυτήν οφείλεται, κατά ένα μεγάλο ποσοστό, η εκδήλωση και του δεύτερου κατά σειρά "βαρύτητας" παράγοντα εμφάνισης φύρας (με 21.94% της συνολικής "παραγόμενης" ποσότητας φύρας), αυτού των Ελαττωματικών Α' Υλών, τόσο στην 1^η, όσο κυρίως στις 2 υπόλοιπες Γραμμές Παραγωγής, άρα και συνολικά (Πιν. 4.2 και Σχ. 4.1 – 4.7). Τέλος, από τον Πιν. 4.2 και τα Σχ. 4.5 – 4.6, γίνεται αντιληπτό ότι η αλλαγή αυτής της πολιτικής θα συνεισφέρει ακόμα περαιτέρω στη μείωση

του προβλήματος, καθώς είναι μια από τις κυριότερες πρωταρχικές αιτίες εκδήλωσης του τέταρτου κατά σειρά αναγκαιότητας αντιμετώπισης παράγοντα εμφάνισής του, των δυσλειτουργιών της Διατρητικής Μηχανής, Σχ. 4.1.

Τέλος, κρίνεται εδώ ιδιαίτερα σημαντικό να υπενθυμιστεί ότι, όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο (§3.2.2.1), για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία που αντιστοιχούσαν σε 181 ημέρες παραγωγής στη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100, 92 ημέρες παραγωγής στη Γραμμή Παραγωγής 2/UC250 και 70 ημέρες παραγωγής στη Γραμμή Παραγωγής 3/UC1200 (συνολικές ημέρες λειτουργίας της κάθε Γραμμής Παραγωγής το 2011). Επίσης, ακόμα και έτσι, η μεγαλύτερες ποσότητες φύρας σε απόλυτους αριθμούς (kg) προέρχονται κατά σειρά από την 3^η και τη 2^η Γραμμή Παραγωγής (Πιν. 4.1). Από τα παραπάνω λοιπόν διαπιστώνεται ότι μια πιθανή μελλοντική αύξηση της παραγωγής στις δύο τελευταίες Γραμμές Παραγωγής θα έχει ως συνέπεια μεγάλη συγκριτικά αύξηση στην ποσότητα της καταγραφόμενης φύρας, αν η προσπάθεια μείωσης του κόστους παραγωγής συνεχιστεί με τον τρόπο που έλαβε χώρα το 2011.

Τα κίνητρα της Διοίκησης της Εταιρίας για την προσπάθεια της μείωσης του κόστους παραγωγής είναι εύκολα αντιληπτά. Το δυσμενές οικονομικό περιβάλλον που επικρατεί τα τελευταία χρόνια έχει ως συνέπεια τη μείωση του όγκου των πωλήσεων, την αύξηση του ανταγωνισμού, τη δυσκολία εύρεσης Ξένων Κεφαλαίων, τη μείωση της ρευστότητας των επιχειρήσεων κοκ. Η πρώτη αντίδραση κάθε Διοίκησης μιας εταιρίας είναι να προσπαθήσει να μειώσει όλα τα έξοδα, λειτουργικά, παραγωγής, τον όγκο των δεσμευμένων κεφαλαίων κλπ.

Συνήθως αυτή η προσπάθεια έχει άμεσα θετικά αποτελέσματα, οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της όμως πρέπει να διερευνώνται προσεκτικά.

Μια άλλη πρωταρχική αιτία εκδήλωσης του υπό εξέταση προβλήματος με μεγάλη συχνότητα "εμφάνισης" είναι η έλλειψη προσωπικού, όπως προκύπτει από τον Πιν. 4.2. Στον ίδιο Πίνακα και στα Σχ. 4.5 – 4.7 φαίνεται καθαρά ότι αυτή η αιτία σχετίζεται, ως ένα μεγάλο σχετικά βαθμό, με την εκδήλωση Μηχανολογικών Προβλημάτων και δυσλειτουργιών της Μηχανής Διάτρησης, που παρεμπιπτόντως αποτελούν και τον τρίτο και τέταρτο παράγοντα εμφάνισης scrap συνολικά, Σχ. 4.1.

Η έλλειψη προσωπικού σχετίζεται με την προσπάθεια αποφυγής της αύξησης των εξόδων (μη πρόσληψη επιπλέον προσωπικού) και ταυτόχρονα αύξησης των εσόδων της επιχείρησης, από πλευράς της Διοίκησης της τελευταίας. Το δυσμενές οικονομικό περιβάλλον που προαναφέρθηκε, όχι μόνο αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για την απόφαση αύξησης του προσωπικού, αλλά σε πολλές περιπτώσεις οδηγεί και σε απότομες αυξομειώσεις της έντασης παραγωγής. Υπάρχουν δηλαδή περίοδοι που το προσωπικό είναι πλεονάζων και κάποιες άλλες που ισχύει ακριβώς το αντίθετο. Ο Προγραμματισμός δηλαδή της Παραγωγής πολλές φορές δεν γίνεται με βάση τις δυνατότητες του υπάρχοντος ανθρωπίνου δυναμικού, αλλά με κριτήριο την άμεση εκτέλεση κάποιας παραγγελίας. Σε πολλές περιπτώσεις επιχειρήσεων, όπως και στην υπό μελέτη εταιρεία, αυτό επιτυγχάνεται, αρχικά σε διοικητικό επίπεδο, με την ανάθεση πολλών αρμοδιοτήτων στα ανώτερα ή μεσαία στελέχη. Αυτό όμως μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη μη επαρκή διεκπεραίωση κάποιων εργασιών, που

συνήθως είναι η επίβλεψη ή ο έλεγχος της σωστής εκπλήρωσης κάποιας εργασίας. Σε εκτελεστικό επίπεδο, δηλ. σε επίπεδο παραγωγής, η υλοποίηση ενός Προγράμματος Παραγωγής, στις περιπτώσεις που δεν συνάδει με τις δυνατότητες του υπάρχοντος ανθρώπινου δυναμικού, επιτυγχάνεται με την απασχόληση στην παραγωγή προσωπικού άλλων ειδικοτήτων, που συνήθως είναι οι Τεχνικοί Συντήρησης (βλ. §3.1.3). Το γεγονός αυτό όμως έχει ως αποτέλεσμα τη μη υλοποίηση προγραμματισμένης συντήρησης για κάποια χρονικά διαστήματα, που είναι μια από τις βασικότερες προϋποθέσεις για την ομαλή λειτουργία παραγωγικών μονάδων που βασίζονται στο μηχανολογικό τους εξοπλισμό. Αυτό άλλωστε αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι στην 1^η Γραμμή Παραγωγής, οποία έχει αξιοποιηθεί πολύ περισσότερο από τις άλλες δύο κατά το 2011 (181 ημέρες παραγωγής έναντι 92 και 70, αντίστοιχα), και άρα στην οποία οι απαιτήσεις για Συντήρηση ήταν αυξημένες, τα Μηχανολογικά Προβλήματα που οφείλονται κυρίως στην έλλειψη προσωπικού (Σχ. 4.5 και Πιν. 4.2), αποτελούν τον κυριότερο παράγοντα δημιουργίας φύρας (Σχ. 4.2).

Όπως προκύπτει από τον Πιν. 4.2 και στα Σχ. 4.5 – 4.7 με την εκδήλωση των δύο προαναφερόμενων σημαντικών (Σχ. 4.1) παραγόντων εμφάνισης φύρας, δηλαδή την ύπαρξη Μηχανολογικών Προβλημάτων και δυσλειτουργιών της Μηχανής Διάτρησης, σχετίζονται ως ένα μεγάλο σχετικά βαθμό, διαφορετικό βέβαια η κάθε μία, και οι δύο άλλες συχνότερα “εμφανιζόμενες” σχετικές πρωταρχικές αιτίες, αυτές της ανεπαρκούς εκπαίδευσης και της έλλειψης πληροφόρησης. Παράλληλα φαίνεται ότι σε αυτές τις δύο αιτίες οφείλεται ως ένα μεγάλο βαθμό και η εμφάνιση φύρας μέσω της Αλλαγής των Παραμέτρων

παραγωγής, ενός από τις λιγότερο βέβαια “σημαντικούς”, αλλά σίγουρα όχι αμελητέου, σχετικού παράγοντα.

Η ανεπαρκής εκπαίδευση μπορεί να αποδοθεί σε έναν αριθμό γεγονότων. Αρχικά, φαίνεται ότι σχετίζεται με την προαναφερόμενη εποχική έλλειψη προσωπικού και τον τρόπο λειτουργίας που αυτή συνεπάγεται. Η απασχόληση Τεχνικών Συντήρησης στην παραγωγή και Προϊσταμένων Βάρδιας στη συντήρηση αυτόματα συνεπάγεται ότι κάποιες εργασίες θα διεκπεραιωθούν από ανεπαρκώς εκπαιδευμένο προσωπικό. Βέβαια, λαμβάνεται μέριμνα, ώστε, όσο είναι δυνατόν, όταν σε κάποιον εργαζόμενο ανατίθενται εργασίες που “ανήκουν” σε άλλο Τμήμα, αυτές να μην είναι οι πλέον σημαντικές και να έχει υπάρξει μια σχετική εκπαίδευση. Η πρακτική αυτή όμως μπορεί μόνο να περιορίσει την εκδήλωση προβλημάτων και όχι να την αντιμετωπίσει ολοκληρωτικά.

Παράλληλα, γίνεται φανερό ότι αν η επιχείρηση λειτουργεί με έναν τέτοιο τρόπο, υπάρχουν μεγάλες περιόδους κατά τις οποίες δεν υπάρχει ο απαραίτητος χρόνος για να λάβει χώρα κάποιου είδους εκπαίδευση. Η εκπαίδευση όμως είναι μια διαδικασία που επιβάλλεται να είναι συνεχής, ώστε να έχει τα προσδοκώμενα αποτελέσματα. Αυτό θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί, ως ένα βαθμό, με τον πολύ καλό προγραμματισμό της ώστε να λαμβάνει χώρα σε περιόδους κατά τις οποίες υπάρχει ο απαραίτητος χρόνος. Αυτή όμως είναι ευθύνη των στελεχών της επιχείρησης, που φαίνεται ότι δεν έχουν συνειδητοποιήσει είτε τη σημασία της εκπαίδευσης, είτε πολύ απλά την ύπαρξη του συγκεκριμένου προβλήματος.

Το γεγονός ότι στα αίτια της ανεπαρκούς εκπαίδευσης και της έλλειψης πληροφόρησης αποδίδεται, ως κάποιο βαθμό, η εκδήλωση των ίδιων παραγόντων εμφάνισης του προβλήματος (Μηχανολογικά Προβλήματα, Μηχανή Διάρθρωσης και Αλλαγή Παραμέτρων), και σχετικά με την ίδια "βαρύτητα", αποτελεί μια ισχυρή ένδειξη ότι τα αίτια αυτά σχετίζονται μεταξύ τους. Πράγματι, μπορεί να υποστηριχθεί ότι αν δεν υπάρχει επαρκής πληροφόρηση για κάποια χαρακτηριστικά του μηχανολογικού εξοπλισμού, τον τρόπο λειτουργίας του, πιθανά προβλήματα που μπορεί να παρουσιάσει και πώς αυτά μπορεί να αντιμετωπιστούν, δεν μπορεί να υπάρξει και αντίστοιχη εκπαίδευση του προσωπικού. Η ανεπαρκής πληροφόρηση δηλαδή μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα όχι μόνο τη μη σωστή ρύθμιση και συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού, και άρα την εμφάνιση αντίστοιχων προβλημάτων, αλλά και τη λανθασμένη (ή έστω σωστή αλλά με μεγαλύτερο κόστος) αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών. Είναι επίσης σίγουρο ότι έχει ως συνέπεια τη μη σωστή χρήση του εξοπλισμού και τη μη βέλτιστη αντιμετώπιση προβλημάτων και κατά τη διάρκεια της παραγωγής σε αρκετές περιπτώσεις.

Η έλλειψη γραπτών οδηγιών σχετίζεται και αυτή, με τον ίδιο σχεδόν τρόπο, όπως και οι προαναφερόμενες αιτίες, με τους ίδιους παράγοντες εμφάνισης φύρας στην υπό μελέτη εταιρεία, τουλάχιστον για τις δύο πρώτες Γραμμές Παραγωγής, Πίν. 4.2 και στα Σχ. 4.5 – 4.6. Η ύπαρξη γραπτών οδηγιών, με απλό και ξεκάθαρο τρόπο, είναι σε πολλές περιπτώσεις απαραίτητη προϋπόθεση για την εύρυθμη λειτουργία μιας παραγωγικής μονάδας, καθώς όχι μόνο οδηγεί στη βέλτιστη διαχείριση χρόνου, αλλά και ελαχιστοποιεί την πιθανότητα να γίνει

κάποιο λάθος από τους Τεχνικούς στη συντήρηση ή τους Εργάτες στην παραγωγή.

Αυτή η πρωταρχική αιτία αντιμετωπίζεται ξεχωριστά από τις άλλες που είναι παρόμοιες με αυτή, καθώς ουσιαστικά δεν έχουν τίποτα κοινό μεταξύ τους. Είναι προφανές ότι η ευθύνη για την έλλειψη γραπτών οδηγιών βαρύνει αποκλειστικά τους Υπεύθυνους του κάθε Τμήματος, και οφείλεται μάλλον περισσότερο στη μη κατανόηση εκ μέρους τους της σημασίας ύπαρξής τους, παρά στην έλλειψη χρόνου για τη συγγραφή τους.

Η επόμενη “κατηγορία” πρωταρχικών αιτιών, ανάλογα με τη συχνότητα εκδήλωσής τους στον Πιν. 4.2, αποτελείται από την Έλλειψη Προσοχής, την Ανεπαρκή Διαδικασία Διαχείρισης Μη-Συμμορφώσεων και στη Δοκιμή Α΄ Υλών. Η ευθύνη για Έλλειψη Προσοχής από πλευράς των εργαζομένων, που συνδέεται με την εκδήλωση προβλημάτων στον Μηχανολογικό Εξοπλισμό και τη Μηχανή Διάτρησης, Πιν. 4.2 και Σχ. 5 και 6, μπορεί εύκολα, σε πρώτο επίπεδο, να αποδοθεί αποκλειστικά στους ίδιους. Μπορεί να υποστηριχθεί όμως ότι, ως ένα βαθμό, οφείλεται και στον εποχικό υπερβολικό φόρτο εργασίας, αλλά και στη μη κατανόηση εκ μέρους των εργαζομένων των επιπτώσεων κάποιων πιθανών λαθών τους. Ευθύνη για την ύπαρξη των δύο τελευταίων φαινομένων έχουν τόσο η Διοίκηση, όσο και οι Υπεύθυνοι Τμημάτων της εταιρείας.

Η Ανεπαρκής Διαδικασία Διαχείρισης Μη-Συμμορφώσεων και η Δοκιμή Α΄ Υλών σχετίζονται αποκλειστικά με την εμφάνιση, ως ένα βαθμό, του παράγοντα της χρήσης Ελαττωματικών Α΄ Υλών, Πιν. 4.2 και Σχ. 4.5 – 4.7, που είναι ο

δεύτερος κυριότερος στην “παραγωγή” φύρας στην υπό μελέτη εταιρεία. Η Διαχείριση Μη-Συμμορφώσεων αποτελεί μια πολύ σημαντική διαδικασία για τον εντοπισμό δυσλειτουργιών/προβλημάτων σε μια εταιρεία και, άρα, την επίλυσή τους. Στη συγκεκριμένη περίπτωση μια σωστή σχετική διαδικασία θα έκανε δυνατή την ταυτοποίηση των προμηθευτών εκείνων που δημιουργούν το μεγαλύτερο πρόβλημα, κάτι που στη συνέχεια θα οδηγούσε όχι μόνο στην απαίτηση σχετικών αποζημιώσεων, αλλά μέσω αυτών και στην παροχή κινήτρου στους προμηθευτές να βελτιώσουν το προϊόν τους ή ακόμα και στον περιορισμό/αποκλεισμό της συνεργασίας μαζί τους. Είναι προφανές ότι για την ανεπάρκεια της συγκεκριμένης διαδικασίας ευθύνη φέρουν η Διοίκηση της εταιρείας και ο Υπεύθυνος του Τμήματος Συστήματος Ποιότητας. Από την άλλη, η Δοκιμή Α΄ Υλών (οι οποίες προφανώς έχουν ήδη περάσει από έλεγχο στο Εργαστήριο Ποιοτικού Ελέγχου), αποτελεί μια από τις σημαντικότερες λειτουργίες, καθώς με αυτόν τον τρόπο γίνεται δυνατή η εύρεση και τελικά χρήση καινούργιων Α΄ Υλών, με όλα τα οφέλη που αυτό συνεπάγεται (ίσως καλύτερη σχέση ποιότητας/τιμής, ύπαρξη περισσότερων προμηθευτών και άρα ισχυρότερη διαπραγματευτική ικανότητα κλπ). Η φύρα από Α΄ Ύλες που δοκιμάζονται και τελικά δεν είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν αποτελεί κάτι που πρέπει η εταιρεία να αποδεχτεί και το μόνο που μπορεί να κάνει είναι να βρει τρόπους μείωσης του αντίστοιχου κόστους.

Οι τρεις επόμενες αιτίες, όπως αυτές αξιολογήθηκαν με βάση τον Πιν. 4.2, είναι ο Ανεπαρκής Προγραμματισμός, η Έλλειψη Εμπειρίας και οι μη Ξεκάθαρες Προφορικές Εντολές. Και οι τρεις παραπάνω αιτίες συνδέονται με την εμφάνιση φύρας στη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100, η πρώτη ως ένα μικρό βαθμό με τα

Μηχανολογικά Προβλήματα και οι άλλες ως ένα σχετικά μεγάλο βαθμό η καθεμία με τις Αλλαγές στις Παραμέτρους Παραγωγής, Πιν. 4.2 και Σχ. 4.5. Εύκολα γίνεται αντιληπτή η μικρή, σχετικά, προτεραιότητα αντιμετώπισης αυτών των αιτιών, όπως αυτή προσδιορίζεται ποιοτικά στην παρούσα εργασία. Παράλληλα όμως είναι φανερό ότι ο Ανεπαρκής Προγραμματισμός (στη συγκεκριμένη περίπτωση στην προμήθεια ανταλλακτικών) και οι μη Ξεκάθαρες Προφορικές Εντολές βαρύνουν αποκλειστικά τους Υπεύθυνους των Τμημάτων και είναι φαινόμενα τα οποία μπορούν σχετικά εύκολα να εξαλειφθούν. Η Έλλειψη Εμπειρίας από τους εργαζομένους από την άλλη μεριά είναι ένα πρόβλημα με το οποίο έρχεται αντιμέτωπο κάθε παραγωγικό τμήμα και αντιμετωπίζεται μόνο με την πάροδο του χρόνου.

Τέλος, η φύρα που προέρχεται από τη λήψη Δειγμάτων, ένα όχι αμελητέο πρόβλημα (Σχ. 4.1), συνδέεται αποκλειστικά με τη Γραμμή Παραγωγής 3/UC1200 (Πιν. 4.2 και Σχ. 4.2 – 4.4). Αυτό συμβαίνει γιατί, ενώ σύμφωνα με τη Διαδικασία Ελέγχου των Προϊόντων, αποκλειστικά εξαιτίας της οποίας εμφανίζεται αυτή η φύρα (Πιν. 4.2 και Σχ. 4.7), το μήκος των δειγμάτων είναι σταθερό για όλα τα προϊόντα, σε αυτή τη Γραμμή Παραγωγής παράγονται τα προϊόντα με μεγαλύτερο βάρος (kg/m). Η φύρα αυτή είναι κάτι που η εταιρεία έχει αποδεχτεί, καθώς έχει αποδειχθεί στο παρελθόν ότι η Διαδικασία Ελέγχου των Προϊόντων που ακολουθείται αποτρέπει τη διάθεση Μη Συμμορφούμενων Προϊόντων, κάτι που θα είχε πολλαπλάσιο κόστος για την εταιρεία σε πολλά επίπεδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Το κεφάλαιο αυτό χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος παρουσιάζονται συνοπτικά τα συμπεράσματα που προέκυψαν κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, καθώς και κάποιες προτάσεις για μελλοντική έρευνα, με την οποία θα μπορούσαν να υπερκεραστούν οι αδυναμίες και οι περιορισμοί της πρώτης. Στη συνέχεια αναπτύσσονται συγκεκριμένες προτάσεις, μέσω των οποίων πιστεύεται ότι είναι δυνατό να αντιμετωπιστεί, ως ένα βαθμό, το πρόβλημα που εξετάζεται εδώ, κάτι που θα είχε προφανή οικονομικά οφέλη για την υπό εξέταση εταιρεία.

5.1. Συμπεράσματα και Αδυναμίες Μελέτης – Μελλοντική Έρευνα

Παρακάτω ακολουθούν συνοπτικά τα συμπεράσματα που παρουσιάστηκαν αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο, με αναφορές στα μειονεκτήματα της ακολουθούμενης για την εξαγωγή τους μεθόδου, ενώ ακολουθούν και κάποιες προτάσεις για μελλοντική, συναφή με την παρούσα, έρευνα.

5.1.1. Συμπεράσματα και Αδυναμίες Μελέτης

Σε αυτό το μέρος του παρόντος κεφαλαίου παρουσιάζονται με συνοπτικό τρόπο τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας.

5.1.1.1. Συμπεράσματα

Όπως προέκυψε κατά την επεξεργασία των δεδομένων (Κεφ. 4) που συλλέχθηκαν με τον τρόπο που παρουσιάζεται στο Κεφ. 3, κατά την παραγωγική διαδικασία της "PLASTIC PIPES SRL" δημιουργείται φύρα εξαιτίας ενός αριθμού παραγόντων, οι οποίοι στην πλειοψηφία τους είναι κοινοί και για τις τρεις Γραμμές Παραγωγής.

Η ιεράρχησή τους, ως προς την προτεραιότητα αντιμετώπισής τους, έγινε με χρήση Διαγραμμάτων Pareto (Σχ. 4.1 – 4.4) με βάση τη "συνεισφορά" του καθενός στην εκδήλωση του εξεταζόμενου προβλήματος, και είναι η εξής:

1. Προγραμματισμένες Εκκινήσεις/Σταματήματα (Start Up) των Γραμμών Παραγωγής, με το 29.92% (Σχ. 4.1) της συνολικής "παραγόμενης" ποσότητας φύρας να οφείλεται σε αυτές. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτός ο παράγοντας αποτελεί τον κυριότερο λόγο εκδήλωσης αυτού του προβλήματος στη 2^η και στην 3^η Γραμμή Παραγωγής (με αντίστοιχες "συνεισφορές" 31.26%, Σχ. 4.3, και 34.49%, Σχ. 4.4), ενώ αποτελεί και τον δεύτερο αντίστοιχο λόγο στην 1^η Γραμμή (αντίστοιχη "συνεισφορά" 17.21%). Η σημασία αντιμετώπισης αυτού του παράγοντα γίνεται ακόμα πιο εμφανής, αν αναλογιστεί κανείς ότι οι μεγαλύτερες ποσότητες φύρας, σε απόλυτους αριθμούς, προέρχονται κατά σειρά από την 3^η και τη 2^η Γραμμή Παραγωγής (Πιν. 4.1), ενώ παράλληλα αυτές αξιοποιήθηκαν στην παραγωγή πολύ λιγότερες ημέρες από την 1^η Γραμμή Παραγωγής κατά το 2011 (70, 92 και 181 ημέρες παραγωγής, αντίστοιχα)

2. Ελαττωματικές Α΄ Ύλες (Raw Materials), που ευθύνονται για το 21.94% της συνολικής καταγραφόμενης ποσότητας φύρας (Σχ. 4.1). Ο ίδιος με προηγουμένως λόγος καθιστά επιτακτική την αντιμετώπιση αυτού του παράγοντα, καθώς σε αυτόν αποδίδονται το 29.35% και το 18.81% των ποσοτήτων φύρας που προέκυψαν κατά την παραγωγή στις Γραμμές Παραγωγής 3/UC1200 και 2/UC250, αντίστοιχα, καταλαμβάνοντας τη 2^η θέση στις σχετικές ιεραρχήσεις (Σχ. 4.3 και 4.4).
3. Μηχανολογικά Προβλήματα (Mechanical) στα οποία αποδίδεται το 16.92% της συνολικής παραγόμενης ποσότητας φύρας (Σχ. 4.1). Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι εξαιτίας τέτοιου είδους προβλημάτων προέκυψε η μεγαλύτερη ποσότητα φύρας στην 1^η Γραμμή Παραγωγής (34.52%, Σχ. 4.2), ενώ αποτελεί τον τρίτο κατά σειρά παράγοντα που δημιουργεί αυτό το πρόβλημα στη 2^η Γραμμή Παραγωγής (16.25%, Σχ. 4.3).
4. Μηχανή Διάτρησης (Perforator), οι δυσλειτουργίες της οποίας είχαν ως συνέπεια την "παραγωγή" του 9.80% της συνολικής ποσότητας φύρας που καταγράφηκε, Σχ. 4.1. Θα πρέπει εδώ να τονιστεί ότι αυτός ο παράγοντας σχετίζεται μόνο με την 1^η (14.92% "συνεισφορά" και 3^η θέση στη σχετική κατάταξη, Σχ. 4.2) και τη 2^η Γραμμή Παραγωγής (16.25% "συνεισφορά" και 4^η θέση στη σχετική κατάταξη, Σχ. 4.3).
5. Αλλαγή Παραμέτρων Παραγωγής (Parameters) στις Γραμμές Παραγωγής κατά την παραγωγή, με το 8.79% (Σχ. 4.1) της συνολικής "παραγόμενης" ποσότητας φύρας να οφείλεται σε αυτές. Την ίδια, 5^η θέση, καταλαμβάνει αυτός ο παράγοντας και στις σχετικές κατατάξεις της 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} Γραμμής Παραγωγής, με τα αντίστοιχα ποσοστά

“συνεισφοράς” να είναι ίσα με 11.28%, 7.05% και 7.72% (Σχ. 4.2 – 4.4).

6. Δείγματα (Samples) στη λήψη των οποίων αποδίδεται το 8.19% της συνολικής παραγόμενης ποσότητας φύρας (Σχ. 4.1). Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι εξαιτίας το πολύ μεγαλύτερο μέρος αυτής της ποσότητας προέρχεται από την 3^η Γραμμή Παραγωγής, στην οποία καταλαμβάνει την 3^η θέση στην αντίστοιχη κατάταξη (14.99%, Σχ. 4.4).
7. Διακοπές στην Παροχή Ηλεκτρικού Ρεύματος (Power), Συσσωρευμένες Ακαθαρσίες κατά την Παραγωγή (Impurities) και δυσλειτουργιών της Μηχανής Κοπής (Cutter), που χρησιμοποιείται μόνο στη Γραμμή Παραγωγής 3/UC1200, παράγοντες η “συνεισφορά” των οποίων στην εμφάνιση φύρας, τόσο συνολικά (Σχ. 4.1), όσο στην κάθε μία Γραμμή Παραγωγής ξεχωριστά, (Σχ. 4.3 – 4.5), είναι τέτοιου μεγέθους, που κρίνεται ότι η περαιτέρω διερεύνησή τους δεν είναι άμεσης προτεραιότητας.

Η διερεύνηση των πρωταρχικών αιτιών, εξαιτίας των οποίων εμφανίζονται οι παραπάνω παράγοντες, έγινε με τη βοήθεια Διαγραμμάτων Ishikawa, Σχ. 4.5 – 4.7, για την κάθε Γραμμή Παραγωγής ξεχωριστά.

Από αυτά προέκυψε το γεγονός ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων οι αιτίες που εντοπίστηκαν συμβάλουν στην εκδήλωση όχι μόνο παραπάνω από ενός από τους παραπάνω παράγοντες, αλλά και στην εκδήλωση του ίδιου παράγοντα με διαφορετικούς τρόπους. Με βάση αυτό το συμπέρασμα επιχειρήθηκε η ποιοτική

κατάταξη των καταγραφόμενων αιτιών και πάλι ως προς την αμεσότητα της ανάγκης αντιμετώπισής τους, Πιν. 4.2.

Με βάση αυτήν την κατάταξη φαίνεται ότι η προσπάθεια μείωσης του κόστους παραγωγής από την πλευρά της Διοίκησης της Εταιρείας, σε διάφορους τομείς της παραγωγικής της δραστηριότητας, συμβάλλει ποικιλοτρόπως στην εμφάνιση φύρας κατά την παραγωγική δραστηριότητα της υπό μελέτη εταιρείας. Η αναγκαιότητα επανεξέτασης αυτής της πολιτικής φαντάζει ακόμα σημαντικότερη, καθώς αυτή η ποικιλία “σύνδεσης” παρατηρείται με τους σημαντικότερους από τους προαναφερόμενους παράγοντες εκδήλωσης του προβλήματος.

Από την ανάλυση που έγινε στο προηγούμενο κεφάλαιο προέκυψε το συμπέρασμα ότι η έλλειψη προσωπικού είναι ακόμα μια αιτία, στην οποία μπορεί να αποδοθεί ως ένα βαθμό, με διάφορους τρόπους, η εκδήλωση του προβλήματος που μελετάται εδώ. Η έλλειψη αυτή φαίνεται να συνδέεται και αυτή, με πιο έμμεσο τρόπο, με το υπάρχων οικονομικό περιβάλλον και την προσπάθεια της Διοίκησης της εταιρείας να αποφύγει την αύξηση των εξόδων λειτουργίας της.

Συγκριτικά μικρότερο, αλλά σίγουρα σημαντικό, ρόλο στην εμφάνιση φύρας παίζουν και οι άλλες δύο πρωταρχικές αιτίες που ταυτοποιήθηκαν, αυτές της ανεπαρκούς εκπαίδευσης και της έλλειψης πληροφόρησης. Μπορεί να υποστηριχθεί ότι τα δύο αυτά αίτια σχετίζονται ως ένα βαθμό μεταξύ τους, καθώς αν υπήρχαν επαρκείς πληροφορίες από τους προμηθευτές του

μηχανολογικού εξοπλισμού, η εκπαίδευση του προσωπικού, σε ό,τι αφορά στη χρήση και συντήρησή του, θα ήταν καλύτερη. Η έλλειψη επαρκούς εκπαίδευσης όμως μπορεί να αποδοθεί, ως κάποιο βαθμό, τόσο και στην προαναφερόμενη έλλειψη προσωπικού (και στον συνεπαγόμενο τρόπο λειτουργίας των Μονάδων Παραγωγής και Συντήρησης), όσο και στο μη σωστό προγραμματισμό της από τους Υπεύθυνους των Τμημάτων που εμπλέκονται στην παραγωγική διαδικασία.

Η έλλειψη γραπτών οδηγιών αποτελεί και αυτή μια από τις αιτίες εμφάνισης φύρας που χρήζει αντιμετώπισης, ίσως βέβαια όχι τόσο άμεσης όσο οι προηγούμενες. Για την έλλειψη γραπτών οδηγιών όμως ευθύνονται αποκλειστικά οι Υπεύθυνοι του κάθε Τμήματος, περισσότερο μάλλον επειδή δεν έχουν κατανοήσει πλήρως τη σημασία ύπαρξής τους.

Η ευθύνη για την έλλειψη προσοχής εκ μέρους των εργαζομένων, αιτία στην οποία αποδίδεται ένα μικρότερο, συγκριτικά, ποσοστό της εκδήλωσης του προβλήματος, μπορεί να αποδοθεί με τη σειρά της, ως ένα βαθμό, στους ίδιους τους εργαζόμενους, αλλά και στη Διοίκηση και τους Υπεύθυνους των Τμημάτων, μέσω της ύπαρξης φόρτου εργασίας κάποιων ημερών, αλλά και στη μη κατανόηση εκ μέρους των εργαζομένων των επιπτώσεων κάποιων πιθανών λαθών τους.

Άλλα φαινόμενα που ταυτοποιήθηκαν ως, σχετικά μικρότερης “βαρύτητας” από τις προηγούμενες, πρωταρχικές αιτίες εκδήλωσης του προβλήματος είναι η ανεπαρκής διαδικασία διαχείρισης μη-συμμορφώσεων και η δοκιμή Α΄ Υλών. Η

διαχείριση μη-συμμορφώσεων αποτελεί μια πολύ σημαντική διαδικασία για τον εντοπισμό δυσλειτουργιών/προβλημάτων σε μια εταιρεία και, άρα, την επίλυσή τους και ευθύνη για τη μη σωστή λειτουργία της φέρουν η Διοίκηση της εταιρείας και ο Υπεύθυνος του Τμήματος Συστήματος Ποιότητας. Αντίθετα η δοκιμή Α΄ Υλών είναι μια πολύ σημαντική λειτουργία την οποία η εταιρεία δεν μπορεί να διακόψει ή να βελτιώσει στην κατεύθυνση της μείωσης της ποσότητας της "παραγόμενης" φύρας, παρά μόνο μένει να βρει τρόπους μείωσης του κόστους που δημιουργείται.

Ο ανεπαρκής προγραμματισμός, οι μη ξεκάθαρες προφορικές εντολές και η έλλειψη εμπειρίας είναι οι τρεις επόμενες πρωταρχικές αιτίες εμφάνισης του υπό εξέταση προβλήματος, με μικρή, σχετικά, προτεραιότητα αντιμετώπισης, όπως αυτή προσδιορίζεται ποιοτικά στην παρούσα εργασία. Εύκολα γίνεται αντιληπτό ότι η ύπαρξη των δύο πρώτων βαρύνει αποκλειστικά τους Υπεύθυνους των Τμημάτων, ενώ η ύπαρξη της τρίτης είναι ένα πρόβλημα με το οποίο έρχεται αντιμέτωπο κάθε παραγωγικό τμήμα και αντιμετωπίζεται μόνο με την πάροδο του χρόνου.

Τέλος, η διαδικασία ελέγχου των προϊόντων "ευθύνεται" αποκλειστικά για τη φύρα που προέρχεται από τη λήψη δειγμάτων, ένα όχι αμελητέο πρόβλημα, αλλά είναι κάτι που η εμπειρία έχει αποδείξει ότι οδηγεί στην αποτροπή προβλημάτων που θα είχαν πολλαπλάσιο κόστος για την εταιρεία σε πολλά επίπεδα.

5.1.1.2. Αδυναμίες Μελέτης

Οι αδυναμίες της παρούσας μελέτης μπορούν να προσεγγιστούν καλύτερα αν χωριστούν σε δύο κατηγορίες, στη συλλογή των δεδομένων και την ανάλυσή τους.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα στη συλλογή των δεδομένων του 1^{ου} σταδίου, δηλ. στην καταγραφή των ποσοτήτων φύρας που “παράχθηκαν” ανά παράγοντα, μπορεί να υποστηριχθεί ότι είναι η έλλειψη τυποποίησης στην καταγραφή του εκάστοτε παράγοντα, αλλά και ο μερικές φορές ως ένα βαθμό υποκειμενικός υπολογισμός των m φύρας που δημιουργούνται. Σε ό,τι αφορά στο πρώτο μειονέκτημα, διαπιστώθηκε ότι κάποιες φορές αποδείχθηκε αρκετά δύσκολο και χρονοβόρο να τυποποιηθούν οι ακριβείς παράγοντες εκδήλωσης του προβλήματος, όπως διατυπώθηκαν εδώ, καθώς ο κάθε Προϊστάμενος Βάρδιας ταυτοποιούσε στα αντίστοιχα πεδία τον ίδιο παράγοντα με διαφορετικό τρόπο. Το πρόβλημα οξυνόταν ακόμα περισσότερο από το γεγονός ότι ακόμα και ο ίδιος Προϊστάμενος Βάρδιας μπορεί σε διαφορετικές μέρες να χρησιμοποιούσε διαφορετικές εκφράσεις για να σημειώσει τον ίδιο παράγοντα. Το εμπόδιο αυτό βέβαια δεν αποδείχθηκε ανυπέρβλητο για τη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας, καθώς ξεπεράστηκε μέσω προσωπικών συναντήσεων που έλαβαν χώρα, με κόστος όμως αρκετές ανθρωπώρες.

Ο υποκειμενικός ως ένα βαθμό υπολογισμός των m φύρας που δημιουργούνταν κάθε φορά είναι ένα μειονέκτημα που διαπιστώθηκε από τις πρώτες μέρες εφαρμογής της συγκεκριμένης διαδικασίας, δηλ. της καταγραφής του μήκους

των μη-συμμορφούμενων σωλήνων (φύρα) και την ανάγκη στη συνέχεια υπολογισμού του αντίστοιχου βάρους (μέσω του βάρους του εκάστοτε προϊόντος), ιδίως για τις Γραμμές Παραγωγής 1/UC100 και 2/UC250, όπου παράγονται κυρίως κουλούρες 50 m. Είναι εύκολα αντιληπτό ότι είναι αρκετά δύσκολο να υπολογιστεί με ακρίβεια το μήκος κομματιών σωλήνα, το μήκος των οποίων ποικίλει από 2–3 έως και 48–49 m. Θα μπορούσε υποστηριχθεί ότι θα ήταν προτιμότερο οι Προϊστάμενοι Βάρδιας να αναγράφουν την ποσότητα φύρας (kg) στα αντίστοιχα πεδία, αλλά έτσι προκύπτει αμέσως το πρόβλημα του τρόπου υπολογισμού αυτής της ποσότητας. Αν υπολογίζεται με βάση το βάρος του εκάστοτε προϊόντος, η μέθοδος ταυτίζεται με αυτή που ακολουθήθηκε εδώ. Το ιδανικό θα ήταν να μπορούσε η εκάστοτε ποσότητα φύρας να ζυγιστεί. Αυτό όμως θα προϋπόθετε *σε βάση Βάρδιας*: α) την αποθήκευση της φύρας σε ξεχωριστούς χώρους κατά την παραγωγή, ανάλογα με τον παράγοντα εμφάνισής της, β) την επεξεργασία στο αντίστοιχο μηχάνημα (Granulator) και γ) το ζύγισμα του κάθε "είδους" φύρας ξεχωριστά. Οι ανθρωποώρες που είναι αναγκαίες για αυτές τις εργασίες εξαρτώνται κάθε φορά όχι μόνο από το είδος του παραγόμενου προϊόντος, αλλά και από τα m φύρας κάθε Βάρδιας, με αποτέλεσμα όχι μόνο κάθε φορά να διαφέρουν, αλλά και να μην μπορούν να προβλεφθούν εκ των προτέρων. Άρα γίνεται άμεσα αντιληπτό ότι ένας τέτοιος τρόπος εργασίας θα προκαλούσε πάρα πολλά προβλήματα, εκτός και αν υπήρχε *μόνιμα* πλεονάζων προσωπικό, κάτι που όμως έχει αποδειχθεί ότι δεν ισχύει στην παρούσα εταιρεία. Συνεπώς η διαδικασία που ακολουθείται αποτελεί ένα μειονέκτημα της παρούσας μεθοδολογίας συλλογής δεδομένων, η οποία όμως δεν μπορεί να αντικατασταθεί. Θα πρέπει να σημειωθεί πάντως ότι, κατ' αρχήν, έχουν αναπτυχθεί τεχνικές ώστε αυτή η ανωμαλία να εξομαλύνεται, όπως για

παράδειγμα η τοποθέτηση της φύρας σε κλουβιά βαθμονομημένα ως προς το μήκος φύρας που μπορούν να “δεχθούν” κλπ. Δεύτερον, το συγκεκριμένο πρόβλημα αφορά μόνο σε ένα ποσοστό της “παραγόμενης” φύρας, καθώς α) σχετίζεται με τις 2 πρώτες Γραμμές Παραγωγής όταν παράγονται κουλούρες (στην 3^η Γραμμή Παραγωγής παράγονται μόνο μπάρες και ο υπολογισμός του μήκους μιας μπάρας κάτω των 6 m είναι σχετικά εύκολος), ενώ ταυτόχρονα β) οι μεγαλύτερες ποσότητες φύρας εμφανίζονται στην 3^η Γραμμή Παραγωγής.

Το κυριότερο μειονέκτημα στη συλλογή των δεδομένων του 2^{ου} σταδίου, δηλ. στην ταυτοποίηση των πρωταρχικών αιτιών εκδήλωσης του προβλήματος, είναι η υποκειμενικότητα των εργαζομένων. Όπως αναφέρθηκε στο αντίστοιχο κεφάλαιο (§3.2.2.3) η ταυτοποίηση έλαβε χώρα με τη μέθοδο των προσωπικών συνεντεύξεων και όχι μέσω συμπλήρωσης ερωτηματολογίων. Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου έχουν αναλυθεί αλλού (§3.2.2.3).

Το κυριότερο μειονέκτημα της ανάλυσης των δεδομένων της παρούσας εργασίας, που θα μπορούσε να οδηγήσει σε ασαφή συμπεράσματα, είναι ότι η ιεράρχηση των πρωταρχικών αιτιών εκδήλωσης του προβλήματος ως προς την αναγκαιότητα αντιμετώπισής τους, μέθοδος από την οποία προέκυψε ο Πιν. 4.2 (§4.2), έγινε ποιοτικά και όχι ποσοτικά. Υπενθυμίζεται ότι η ιεράρχηση αυτή έγινε με βάση τη συχνότητα “εμπλοκής” με διαφορετικό τρόπο κάθε αιτίας εμφάνισης scrap ανά παράγοντα εμφάνισης τη δυσκολία στατιστικής επεξεργασίας των ευρημάτων. Οπότε, όσο περισσότερες φορές “εμφανίζεται” μια αιτία στον παραπάνω Πίνακα, τόσο πιο άμεση κρίθηκε η ανάγκη

αντιμετώπισής της, κάτι που όμως προφανώς εμπεριέχει μια ασάφεια. Μπορεί μια πρωταρχική αιτία να “εμφανίζεται” πολλές φορές στον Πιν. 4.2, αλλά να έχει ως αποτέλεσμα μικρές ποσότητες “παραγόμενης” τη δυσκολία στατιστικής επεξεργασίας των ευρημάτων, καθώς κάθε παράγοντας δεν συνδέεται μόνο με μια αιτία (εξαιρέση αποτελούν τα Δείγματα). Παρομοίως, μπορεί μια πρωταρχική αιτία να εμφανίζεται λίγες φορές στον παραπάνω Πίνακα, αλλά να έχει ως συνέπεια την εμφάνιση μεγάλων ποσοτήτων φύρας. Αυτό γίνεται πιο άμεσα αντιληπτό με το παρακάτω παράδειγμα: Η έλλειψη προσωπικού ταυτοποιήθηκε να είναι μια από τις σημαντικότερες αιτίες εκδήλωσης του προβλήματος, καθώς συνδέεται με 8 διαφορετικούς τρόπους (από τους 12 συνολικά που αυτή “εμφανίζεται”) με την εμφάνιση Μηχανολογικών Προβλημάτων (αυτός ο παράγοντας συνδέεται 20 φορές με κάποια/ες αιτία/ες) και με 4 φορές διαφορετικούς τρόπους (από τους 7 συνολικά που αυτή “εμφανίζεται”) με την εμφάνιση δυσλειτουργιών στη Μηχανή Διάτρησης (αυτός ο παράγοντας συνδέεται 16 φορές με κάποια/ες αιτία/ες). Αντίθετα, η αντιμετώπιση της Έλλειψης Γραπτών Οδηγιών αξιολογήθηκε ως χαμηλότερης προτεραιότητας καθώς συνδέεται, από τις 7 φορές που συνολικά “εμφανίζεται” στον Πιν. 4.2, με 2 διαφορετικούς τρόπους με την εμφάνιση Μηχανολογικών Προβλημάτων και με 4 φορές διαφορετικούς τρόπους (από τους 7 συνολικά που αυτή “εμφανίζεται”) με την εμφάνιση δυσλειτουργιών στη Μηχανή Διάτρησης. Δεν μπορεί όμως να αποδειχθεί ότι η έλλειψη προσωπικού έχει ως αποτέλεσμα *σίγουρα* την “παραγωγή” μεγαλύτερης *ποσότητας* φύρας, από την έλλειψη γραπτών οδηγιών. Βάσει πιθανοτήτων πάντως μπορεί να θεωρηθεί ότι τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη μέθοδος αυτή προσεγγίζουν στην πραγματικότητα. Κυρίως όμως, η ανάλυση των ευρημάτων αυτής της μεθόδου

με *ταυτόχρονη* αξιοποίηση των Διαγραμμάτων Pareto, όπως έγινε και στην παρούσα εργασία, θεωρείται ότι συμβάλει κατά πολύ, ώστε η προσέγγιση αυτή να γίνει πολύ μεγαλύτερη.

5.1.2. Μελλοντική Έρευνα

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι τα προβλήματα στη μεθοδολογία συλλογής των δεδομένων, όπως αυτή ακολουθήθηκε εδώ, δεν είναι τόσο σημαντικά και αφορούν κυρίως στην τυποποίηση της καταγραφής των παραγόντων εμφάνισης των προβλημάτων.

Σε ό,τι αφορά το προαναφερόμενο μειονέκτημα της ιεράρχησης ως προς την αναγκαιότητα αντιμετώπισης των πρωταρχικών αιτιών, προτείνεται, αρχικά, να ακολουθηθεί και κάποια άλλη μέθοδος. Αυτή θα μπορούσε να είναι η μέθοδος που χρησιμοποιούν οι Buksa, Pavletić and Soković (2010), οι οποίοι χρησιμοποιούν την τεχνική του Αριθμού Προτεραιότητας Κινδύνου (RPN, Risk Priority Number). Σε αυτήν τους την εργασία ιεραρχούν τις Πρωταρχικές Αιτίες που εντόπισαν με βάση μια βαθμολογία, η οποία προκύπτει από το γινόμενο της “σοβαρότητας” της κάθε αιτίας, επί την πιθανότητα εμφάνισής της επί την ευκολία εντοπισμού του προβλήματος που συνεπάγεται. Στην υπό μελέτη περίπτωση ο τελευταίος όρος μπορεί να αγνοηθεί (§3.2.1). Γίνεται άμεσα αντιληπτό ότι και αυτή η προσέγγιση είναι ποιοτική, τα αποτελέσματα της όμως μπορούν να συγκριθούν με αυτά της παρούσας εργασίας.

Σε δεύτερο επίπεδο, για να ξεπεραστεί *πλήρως* το προαναφερόμενο μειονέκτημα της ιεράρχησης ως προς την αναγκαιότητα αντιμετώπισης των πρωταρχικών αιτιών. Προς αυτήν την κατεύθυνση, θα πρέπει να γίνει αντιστοίχιση των πραγματικών αιτιών “εμφάνισης” φύρας, με τις ποσότητες της τελευταίας για την οποία κάθε μία αιτία είναι “υπεύθυνη”.

Για να συμβεί αυτό, ουσιαστικά θα πρέπει να αλλάξει ο τρόπος συλλογής των δεδομένων. Θα πρέπει δηλαδή οι Προϊστάμενοι Βάρδιας να αναγνωρίζουν κατευθείαν τις πρωταρχικές *αιτίες*, και ως ποσοστά “συμμετοχής”, εξαιτίας των οποίων “παράγονται” κάποια *m* φύρας κάθε φορά και όχι τους *παράγοντες*, μέσω των οποίων λαμβάνει χώρα αυτή η “παραγωγή”, κάτι βέβαια αρκετά δύσκολο.

Η μέθοδος αυτή θα μπορούσε να εφαρμοστεί πιλοτικά για ένα διάστημα, ώστε να εξαχθούν τα αντίστοιχα συμπεράσματα. Αν είναι επιτυχής, η διαδικασία που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία θα μπορούσε συντομευθεί κατά πολύ, καθώς θα αρκούσε η εξαγωγή των Διαγραμμάτων Pareto που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 3, με μόνη διαφορά ότι στον οριζόντιο άξονα θα αναφέρονται πλέον οι πρωταρχικές αιτίες εκδήλωσης του προβλήματος και όχι οι *παράγοντες*, μέσω του οποίου λαμβάνει χώρα η εκδήλωση αυτή.

5.2. Προτάσεις

Κρίνεται σκόπιμο οι δράσεις προτείνονται προς αντιμετώπιση, έστω έως ένα βαθμό, της εμφάνισης του προβλήματος που μελετάται στην παρούσα εργασία, να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με την αιτία στην οποία “στοχεύουν”.

5.2.1. Εξαγωγή Συμπερασμάτων

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το μεγαλύτερο ίσως μειονέκτημα της παρούσας μελέτης εντοπίζεται στη μεθοδολογία, η οποία οδήγησε σε μια ιεράρχηση της αμεσότητας της ανάγκης αντιμετώπισης των προαναφερόμενων αιτιών που χαρακτηρίζεται μάλλον ως ποιοτική, παρά ως ποσοτική. Παράλληλα, διαπιστώθηκε ότι με αυτή τη μέθοδο οι κυριότερες αιτίες εκδήλωσης του προβλήματος σχετίζονται περισσότερο με πολιτικές της εταιρείας, παρά με ο,τιδήποτε άλλο. Προκύπτει λοιπόν το συμπέρασμα ότι προκειμένου να γίνει μια σωστή αξιολόγηση και ίσως προτάσεις αλλαγής αυτών των πολιτικών, οι επιπτώσεις τους θα πρέπει να διερευνηθούν και ποσοτικά.

Ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να γίνει αυτό αναφέρθηκε παραπάνω ως πρόταση για μελλοντική έρευνα (§5.1.2). Στο ίδιο σημείο θίχτηκε ακροθιγώς και η μεγαλύτερη δυσκολία για την υλοποίηση του συγκεκριμένου εγχειρήματος, η οποία δεν είναι άλλη παρά η αναγνώριση από τους Προϊσταμένους Βάρδιας των πρωταρχικών *αιτιών*, και ως ποσοστά “συμμετοχής”, εξαιτίας των οποίων “παράγονται” κάποια *m* φύρας κάθε φορά και όχι των *παραγόντων*, μέσω των οποίων οι αιτίες αυτές εκδηλώνονται.

Διαπιστώνεται λοιπόν ότι η υλοποίηση του εγχειρήματος αυτού απαιτεί έναν (ή περισσότερους) πλήρη κύκλο σχεδιασμού, υλοποίησης, ελέγχου και δράσης (αλλαγής ή βελτίωσής της), στην ουσία δηλαδή ενός κλασσικού κύκλου Deming (Plan/Do/Check/Act, PDCA) (Evans and Lindsay (2011)).

Σε πρώτο στάδιο λοιπόν (Σχεδιασμός) θα πρέπει να σχεδιαστεί και να υλοποιηθεί ένας κύκλος συναντήσεων/εκπαίδευσης, στην οποία θα πρέπει να συμμετέχουν εκτός από τον Υπεύθυνο Παραγωγής και τους Προϊστάμενους Βάρδιας, και ο Υπεύθυνος Συντήρησης και οι Τεχνικοί Συντήρησης. Αυτό κρίνεται απαραίτητο, καθώς πολλές από τις προαναφερόμενες πρωταρχικές αιτίες δημιουργίας φύρας εκδηλώνονται στους αντίστοιχους παράγοντες μέσω ελλειπών συντήρησης, διαφόρων μηχανολογικών προβλημάτων, λανθασμένων ρυθμίσεων κλπ. Έτσι, για την καλύτερη κατανόηση εκ μέρους των Προϊσταμένων Βάρδιας των πραγματικών αιτιών, στις οποίες θα πρέπει να αποδίδουν την εμφάνιση του προβλήματος, η συμβολή του Τμήματος Συντήρησης κρίνεται επιβεβλημένη. Παράλληλα, για τον ίδιο λόγο, γίνεται φανερό ότι σε πολλές περιπτώσεις η ταυτοποίηση των πρωταρχικών αιτιών θα προκύπτει με συνεργασία του Προϊσταμένου Βάρδιας με τον Τεχνικό Συντήρησης της βάρδιάς του ή, στο τέλος της ημέρας, με συνεργασία του Υπεύθυνου Παραγωγής με τον Υπεύθυνο Συντήρησης (για παράδειγμα αν ελλιπής συντήρηση πρέπει να αποδοθεί στην έλλειψη χρόνου κατά τις προηγούμενες ημέρες).

Σε δεύτερο στάδιο (Υλοποίηση) θα πρέπει να οριστεί ένα συγκεκριμένο διάστημα, για παράδειγμα τουλάχιστον 1 μήνα (αντιπροσωπευτικού σε ό,τι

αφορά στην κατανομή της παραγωγής στις 3 Γραμμές), κατά το οποίο θα καταγράφονται τα παραπάνω δεδομένα τόσο με τον καινούργιο τρόπο, όσο και με τον παλαιότερο.

Έπειτα, το τρίτο στάδιο (Έλεγχος) θα πρέπει να περιλαμβάνει ανάλυση και των δύο τύπων δεδομένων, των παλιών όπως στην παρούσα μελέτη και των καινούργιων όπως έχει αναφερθεί παραπάνω (§5.1.2), ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με την αξιοπιστία τόσο της παρούσας μεθόδου, όσο και αυτής που προτείνεται. Τα προβλήματα που τυχόν θα προκύψουν, θα πρέπει να ταυτοποιηθούν επακριβώς και να προταθούν συγκεκριμένες λύσεις.

Τέλος, με βάση το προηγούμενο στάδιο, θα πρέπει να λάβει χώρα μια καινούργια σειρά συναντήσεων/εκπαίδευσης και στη συνέχεια μια καινούργια δοκιμαστική περίοδος εφαρμογής της νέας μεθόδου καταγραφής των δεδομένων, μεγαλύτερης από την προηγούμενη αυτή τη φορά (Δράση). Ο όλος κύκλος, εξαιτίας της φύσης του εγχειρήματος, είναι πιθανό να χρειαστεί να επαναληφθεί πάνω από μια φορές.

5.2.2. Μείωση Κόστους

Σύμφωνα με την παρούσα εργασία η προσπάθεια της εταιρείας για μείωση του κόστους παραγωγής συνδέεται, με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους, με τους σημαντικότερους παράγοντες μέσω των οποίων εκδηλώνεται η εμφάνιση φύρας στην υπό μελέτη παραγωγική μονάδα. Εξάλλου, είναι η μόνη αιτία εμφάνισης του κυριότερου παράγοντα εκδήλωσης του προβλήματος, που είναι οι

Προγραμματισμένες Εκκινήσεις/Σταματήματα των Γραμμών Παραγωγής. Άρα, η ανάγκη για άμεση αξιολόγηση και ίσως αλλαγή της πολιτικής αυτής δεν επιδέχεται αμφισβήτησης.

Προς αυτήν την κατεύθυνση, προτείνεται αρχικά η αξιολόγηση της πολιτικής αυτής, ανά παράγοντα με τον οποίο συνδέεται. Έτσι, σε ό,τι αφορά στον προαναφερόμενο παράγοντα, φαίνεται ότι η πολιτική των πολύ συχνών Προγραμματισμένων Εκκινήσεων/Σταματημάτων των Γραμμών Παραγωγής δεν αποδίδει. Μπορεί βέβαια με τον τρόπο αυτό να ελαχιστοποιούνται τα αποθέματα Α΄ Υλών και προϊόντων, αλλά διαπιστώνεται ότι η ποσότητα της παραγόμενης φύρας είναι πολύ μεγάλη. Παράλληλα, θα πρέπει σε αυτό το σημείο να αναφερθεί ότι κάθε ένας από τους προαναφερόμενους παράγοντες συνεπάγεται και άλλα κόστη, πέρα της εμφάνισης φύρας. Για παράδειγμα οι συχνές Προγραμματισμένες Εκκινήσεις/Σταματήματα, όταν συνδέονται με αλλαγή καλουπιών (Σχ. 4.5 – 4.7), συνεπάγονται και πολλές εργατώρες για την αλλαγή αυτή. Το πρόβλημα γίνεται ακόμα πιο περίπλοκο, αν αναλογιστεί κανείς ότι οι συχνές Προγραμματισμένες Εκκινήσεις/Σταματήματα, δηλαδή λίγες ώρες παραγωγής από το κάθε προϊόν με σκοπό τα χαμηλά αποθέματα προϊόντων, παίζουν σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση Έλλειψης Προσωπικού κατά χρονικά διαστήματα που οι πωλήσεις, και άρα και οι απαιτήσεις για παραγωγή, είναι αυξημένες. Θα πρέπει λοιπόν να οριστεί ένας ελάχιστος αριθμός ημερών παραγωγής για κάθε προϊόν, λαμβάνοντας υπ' όψη έναν αριθμό παραγόντων όπως την κυκλοφοριακή του ταχύτητα, το διαθέσιμο χώρο αποθήκευσης αλλά και την ελάχιστη ποσότητα φύρας που θα "παράγεται" κατά την Εκκίνηση/Κλείσιμο της Γραμμής Παραγωγής. Η ποσότητα αυτή θα μπορούσε να

οριστεί ως ένα μέγιστο % φύρας επί της συνολικής παραγόμενης ποσότητας του κάθε προϊόντος.

Σε ό,τι αφορά στην αξιολόγηση της πολιτικής αυτής σε σχέση με τις Ελαττωματικές Α΄ Ύλες και τη Μηχανή Διάτρησης, θα πρέπει να προηγηθεί η εργασία που αναφέρθηκε παραπάνω, §5.2.1. Στη συνέχεια θα πρέπει να γίνει μια σύγκριση των αντίστοιχων οικονομικών μεγεθών, ώστε να ληφθεί μια απόφαση για τη συνέχιση, αλλαγή ή απόρριψη της πολιτικής αυτής. Για παράδειγμα θα πρέπει να συγκριθεί το κόστος της φύρας που δημιουργείται εξαιτίας της έλλειψης επιπλέον μηχανής έλξης στη Μηχανή Διάτρησης (κόστος Α΄ Υλών, εργατοώρες κλπ) (Σχ. 4.5 – 4.6) με το κόστος αγοράς και λειτουργίας της Μηχανής αυτής, ώστε αν το τελευταίο είναι μικρότερο η Μηχανή Έλξης να αγοραστεί. Παρομοίως θα πρέπει να αξιολογηθούν και οι προμηθευτές Α΄ Υλών, οι οποίοι έως τώρα μάλλον αξιολογούνται μόνο ως προς την τιμή των Α΄ Υλών (Σχ. 4.5 – 4.7).

5.2.3. Έλλειψη Προσωπικού

Με παρόμοιο με προηγουμένως τρόπο θα πρέπει να αξιολογηθεί και η πολιτική της εταιρείας σχετικά όχι τόσο με τη στελέχωση των Τμημάτων Παραγωγής και Συντήρησης, όσο κυρίως με τον τρόπο λειτουργίας τους. Αυτό συμβαίνει γιατί, όπως έχει προαναφερθεί, το πρόβλημα αυτό παρατηρείται κατά περιόδους, όταν η απαιτήσεις για παραγωγή είναι αυξημένες. Η προσέγγιση αυτή άλλωστε επιβάλλεται και από το ρητό του Taiichi Ohno, τον πατέρα του Συστήματος Παραγωγής της Toyota βασισμένο στη λογική του Just-in Time, "Η εργατοώρα

είναι κάτι που μπορούμε πάντα να μετρήσουμε. Αλλά μη φτάνεις στο συμπέρασμα ότι «έχουμε έλλειψη ανθρώπων» ή «δεν μπορούμε να το κάνουμε». Το εργατικό δυναμικό είναι κάτι πέραν των μετρήσεων. Οι δυνατότητες μπορούν να επεκταθούν επ' αόριστον όταν κάποιος αρχίζει να σκέφτεται" (Robinson (1991)).

Θα πρέπει λοιπόν, αρχικά, να γίνουν κάποιες προσπάθειες αλλαγές προς την κατεύθυνση της ομαλότερης χρονικής κατανομής της παραγωγής, ώστε να αποφεύγονται, όσο είναι δυνατό, οι μεγάλης έντασης και χρονικής διάρκειας αυξομειώσεις στις απαιτήσεις για παραγωγή. Αυτό μπορεί να γίνει για παράδειγμα, όπως ήδη προαναφέρθηκε, με μείωση των συχνών Προγραμματισμένων Εκκινήσεων/Σταματημάτων των Γραμμών Παραγωγής, δηλαδή με αύξηση των ωρών λειτουργίας των Γραμμών κάθε φορά, ουσιαστικά δηλαδή με απόφαση για αύξηση των αποθεμάτων σε προϊόντα και Α΄ Ύλες. Ακόμα, προς αυτήν την κατεύθυνση μπορεί να συμβάλει και μια αλλαγή της πολιτικής απέναντι στους πελάτες, όσο και όταν αυτό είναι δυνατόν. Θα πρέπει λοιπόν να γίνει μια προσπάθεια "εκπαίδευσης" των πελατών, ώστε αυτοί να γνωρίζουν ότι θα ήταν καλύτερο να οργανώνουν, εννοείται όποτε μπορούν, με πιο μεγάλο βάθος χρόνου τις συναλλαγές τους με την εταιρεία (παραγγελίες, φορτώσεις, παραδόσεις) και να μην την αντιμετωπίζουν ως απλώς μια αποθήκη όπου μπορούν να βρουν πάντα άμεσα ό,τι θέλουν.

Όταν θα ομαλοποιηθεί ως ένα βαθμό το πρόγραμμα Παραγωγής, θα πρέπει η Διοίκηση της εταιρείας να αποφασίσει με οικονομικούς όρους, αν θα είναι προς το συμφέρον της να προσληφθεί επιπλέον προσωπικό, το οποίο ανά μικρότερες

πλέον περιόδους θα υποαπασχολείται, αλλά μειώνοντας έτσι την ποσότητα της “παραγόμενης” φύρας, αν θα ήταν προτιμότερο να προσλαμβάνεται εποχικό προσωπικό (με ό,τι αυτό συνεπάγεται, π.χ. εκπαίδευση κλπ) ή αν θα πρέπει η παραγωγική της δραστηριότητα να συνεχιστεί με τον τρόπο που γίνεται τώρα.

5.2.4. Ανεπαρκής Εκπαίδευση

Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω (§5.1.1.1), το πρόβλημα της ανεπαρκούς εκπαίδευσης σχετίζεται τόσο με την έλλειψη προσωπικού που παρατηρείται κατά περιόδους όσο και με προφανείς παράγοντες (ευθύνη Διοίκησης και Στελεχών).

Σε ό,τι αφορά στον πρώτο, θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι όσο υπάρχουν διαστήματα που οι ελλείψεις προσωπικού θα καλύπτονται από εσωτερικές μετακινήσεις εργαζομένων μεταξύ των Τμημάτων Παραγωγής και Συντήρησης, θα παρατηρούνται και προβλήματα που προέρχονται από ελλιπή εκπαίδευση, όση μέριμνα και αν καταβάλλεται για να αποφευχθούν. Αυτές οι μετακινήσεις όμως, πέρα του κόστους που σχετίζεται με την εμφανιζόμενη φύρα, έχουν και άλλες δυσμενείς επιπτώσεις, όπως για παράδειγμα αβαρίες του μηχανολογικού εξοπλισμού (που συνήθως συνεπάγονται υψηλό κόστος επισκευής) και συνεπαγόμενες χαμένες εργατοώρες (που μπορεί να οδηγήσουν στο επόμενο διάστημα σε αυξημένες απαιτήσεις για παραγωγή και άρα έλλειψη προσωπικού κοκ), σύγχυση εκ μέρους των εργαζομένων σχετικά με τις υποχρεώσεις τους και συνεπαγόμενα μειωμένη απόδοση κα. Προς αντιμετώπισή αυτού του φαινομένου λοιπόν, θα πρέπει η Διοίκηση της εταιρείας, αρχικά, να φροντίσει ώστε αν από κάποια στιγμή και έπειτα κάποιος εργαζόμενος θα πρέπει να

αναλάβει να απασχολείται ανά περιόδους και σε άλλο Τμήμα από αυτό που ανήκει (όπως γίνεται τώρα), αυτό θα γίνεται μόνο μετά από την αντίστοιχη εκπαίδευση και αξιολόγησή του, με τα καθήκοντα αυτά να περιγράφονται πλέον αναλυτικά στην περιγραφή θέσης του. Σε κάθε περίπτωση πάντως ο περιορισμός των εσωτερικών αυτών μετακινήσεων επιβάλλεται, καθώς θεωρείται ότι δεν μπορεί να επιτευχθεί ένα επίπεδο, όπου όλοι θα μπορούν να τα κάνουν όλα.

Σε ό,τι αφορά στην ευθύνη της Διοίκησης και των Στελεχών, γίνεται αντιληπτό ότι αυτό είναι ένα φαινόμενο το οποίο μπορεί να αντιμετωπιστεί, αρκεί να ληφθεί η αντίστοιχη απόφαση. Προς αυτήν την κατεύθυνση θα πρέπει να λάβει χώρα αρχικά διερεύνηση των εκπαιδευτικών αναγκών που υπάρχουν στα συγκεκριμένα Τμήματα, με πολύ σημαντική σε αυτό το στάδιο να κρίνεται η άμεση συμμετοχή των εργαζομένων στην εταιρεία. Μπορεί έτσι το Τμήμα Ανθρωπίνων Πόρων να ζητήσει από τους Υπεύθυνους των Τμημάτων Παραγωγής και Συντήρησης να επισημάνουν τις ανάγκες σε εκπαίδευση τόσο των ιδίων, όσο και του προσωπικού των Τμημάτων τους, είτε μέσω συνεντεύξεων, είτε μέσω ερωτηματολογίων, ενώ τέτοιου είδους ερωτηματολόγια αυτό-αξιολόγησης μπορούν να διανεμηθούν και στο ίδιο το κατώτερο προσωπικό. Τέλος, χρήσιμα συμπεράσματα μπορούν να προκύψουν από συζητήσεις τόσο με ειδικές ομάδες εξειδικευμένων ανθρώπων (π.χ. εξωτερικούς τεχνικούς), όσο και με εργαζομένους που έχουν διακριθεί για τις υψηλές τους αποδόσεις.

Με βάση τις παραπάνω πληροφορίες, το Τμήμα Ανθρωπίνων Πόρων θα πρέπει να προσδιορίσει τους εκπαιδευτικούς στόχους, αλλά και την κατάλληλη μέθοδο εκπαίδευσης με σαφήνεια. Στη συνέχεια θα πρέπει να επιλεγεί το αντίστοιχο περιεχόμενο του εκπαιδευτικού προγράμματος και οι αντίστοιχοι εκπαιδευτές, οι οποίοι φυσικά μπορεί να είναι εργαζόμενοι της εταιρείας (ενδο-επιχειρησιακή εκπαίδευση). Τέλος, πρέπει να προσδιοριστούν τα μέσα με τα οποία θα λάβει χώρα το εκπαιδευτικό πρόγραμμα και ο τόπος που θα υλοποιηθεί, δεδομένα από τα οποία καθορίζεται εν πολλοίς και το κόστος του προγράμματος αυτού.

Στη συνέχεια, το Τμήμα Ανθρωπίνων Πόρων θα πρέπει να ενημερώσει τους εργαζομένους για τα επιλεγόμενα εκπαιδευτικά προγράμματα και μετά την υλοποίησή τους, την ευθύνη του συντονισμού της οποίας έχει το ίδιο, θα πρέπει να προχωρήσει στην αξιολόγησή τους. Με τον τρόπο αυτό θα μπορέσουν να προσδιοριστούν εκ νέου οι εκπαιδευτικές ανάγκες που θα προκύψουν και να σχεδιαστούν καλύτερα αντίστοιχα εκπαιδευτικά προγράμματα.

5.2.5. Ανεπαρκής Πληροφόρηση

Η ανεπαρκής πληροφόρηση σχετικά με τη συντήρηση και τη χρήση ενός μέρους του μηχανολογικού εξοπλισμού μπορεί να αντιμετωπιστεί μόνο με την επίσκεψη των αντίστοιχων τεχνικών από τις εταιρείες από τις οποίες αγοράστηκε ο εξοπλισμός αυτός. Όπως επισημάνθηκε και αλλού (§4.2), η λύση αυτής της πρωταρχικής αιτίας θα είχε θετικό αντίκτυπο και στη μείωση της έντασης της προηγούμενης (ανεπαρκής εκπαίδευση), καθώς ουσιαστικά η παροχή πληροφοριών σχετικά με τον μηχανολογικό εξοπλισμό αποτελεί μιας μορφής

εκπαίδευση. Άλλωστε, όπως αναφέρθηκε ακριβώς παραπάνω, η ανάγκη για συμμετοχή τεχνικών άλλων εταιρειών τόσο κατά τη διαδικασία ταυτοποίησης των εκπαιδευτικών αναγκών, όσο και της υλοποίησης του εκπαιδευτικού προγράμματος, συνήθως κρίνεται αναγκαία.

5.2.6. Υπόλοιπες Αιτίες

Παρακάτω ακολουθούν κάποιες προτάσεις για την αντιμετώπιση των υπόλοιπων αιτιών εκδήλωσης του προβλήματος.

Η έλλειψη γραπτών οδηγιών που παρατηρείται σε ορισμένες περιπτώσεις είναι εύκολο να αντιμετωπιστεί, αν οι Υπεύθυνοι του κάθε Τμήματος κατανοήσουν πλήρως τη σημασία ύπαρξής τους. Θα πρέπει λοιπόν να αφιερώσουν τον απαραίτητο χρόνο, ώστε να εξακριβώσουν για ποιες διαδικασίες ακόμα της Παραγωγής και της Συντήρησης είναι αναγκαίες και να τις συγγράψουν.

Η έλλειψη προσοχής εκ μέρους των εργαζομένων μπορεί να αντιμετωπιστεί τόσο με τη χρονική ομαλοποίηση του Προγράμματος Παραγωγής, ώστε να αποφευχθεί η ύπαρξη περιοδικού φόρτου εργασίας, μέτρο που συζητήθηκε εκτενώς παραπάνω, όσο και μέσω της κατάλληλης εκπαίδευσης, ώστε να συνειδητοποιήσουν πλήρως οι εργαζόμενοι τις επιπτώσεις λαθών τους.

Η διαδικασία διαχείρισης μη-συμμορφώσεων μπορεί να βελτιωθεί μόνο μέσω της εκπαίδευσης. Με κατάλληλη εκπαίδευση θα πρέπει κυρίως ο Υπεύθυνος του Τμήματος Συστήματος Ποιότητας, αλλά και τα υπόλοιπα Στελέχη της εταιρείας

να κατανοήσουν τη σημασία της αυτής της διαδικασίας, κάτι που σίγουρα θα είναι επωφελές για τη λειτουργία της εταιρείας στο σύνολό της και όχι μόνο ως προς τη μείωση των ποσοτήτων φύρας. Στη συνέχεια θα πρέπει να σχεδιαστεί μια αντίστοιχη διαδικασία και ο Υπεύθυνος του Τμήματος Συστήματος Ποιότητας να παρακολουθεί συνεχώς την τήρησή της από τα υπόλοιπα Στελέχη.

Σε ό,τι αφορά στη δοκιμή Α΄ Υλών, έχει ήδη αναφερθεί ότι είναι μια λειτουργία την οποία η εταιρεία δεν μπορεί να διακόψει ή να βελτιώσει στην κατεύθυνση της μείωσης της ποσότητας της "παραγόμενης" φύρας. Το μόνο που θα μπορούσε να κάνει θα ήταν να βρει τρόπους μείωσης του κόστους που δημιουργείται, για παράδειγμα την εξασφάλιση χαμηλότερων ή μηδενικών τιμών για τις Α΄ Ύλες που είναι υπό δοκιμή ή ακόμα και τη χρέωση του προμηθευτή για τη δοκιμή που θα λάβει χώρα.

Τέλος, ο ανεπαρκής προγραμματισμός και οι μη ξεκάθαρες προφορικές εντολές, όπως έχει προαναφερθεί, βαρύνει αποκλειστικά τους Υπεύθυνους των Τμημάτων και μπορεί να αντιμετωπιστεί με την κατάλληλη εκπαίδευσή τους κυρίως για να κατανοήσουν τη σοβαρότητα των προβλημάτων αυτών. Στη συνέχεια ο προγραμματισμός και υλοποίηση δράσεων από τους Υπεύθυνους Τμημάτων για αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών κρίνονται ως σχετικά εύκολες.

Εν κατακλείδι θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι κάποιες από τις πρωταρχικές αιτίες δημιουργίας φύρας κατά την παραγωγική διαδικασία θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν άμεσα και χωρίς ιδιαίτερο κόστος για την εταιρεία. Αντίθετα

για την αντιμετώπιση κάποιων άλλων αιτιών, ίσως των κυριότερων, χρειάζεται να λάβει χώρα αλλαγή της πολιτικής της εταιρείας σε ό,τι αφορά στη λειτουργία των Τμημάτων Παραγωγής και Συντήρησης. Σε κάθε περίπτωση, τα αποτελέσματα κάθε αλλαγής προς αυτή την κατεύθυνση θα πρέπει να εξετάζονται, κάτι που θα ολοκλήρωνε και την παρούσα μελέτη ως εφαρμογή Μεθόδου Ανάλυσης Πρωταρχικής Αιτίας.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΝΑΦΟΡΩΝ – ΠΑΡΑΠΟΜΠΩΝ

- Aggarwal, A, Singh, H., Kumar, P. and Singh, M. (2009), "Optimising Feed and Radial Forces in CNC Machining of P-20 Tool Steel through Taguchi's Parameter Design Approach", *Indian Journal of Engineering & Materials Sciences*, Vol. 16, 23-32.
- Barad, M. (1986), "Quality Assurance Systems in Israeli Industries Part 2: Economic Issues, Information and Decision-Making", *International Journal of Production Research*, Vol. 24, No4, 901-911.
- Besterfield, D.H. (2008), *Quality Control*, 8th Edition, New Jersey, Pearson-Prentice Hall.
- Bonte, M.H.A., van den Boogaard, A.H. and Huétink, J. (2007), "Deterministic and Robust Optimisation Strategies for metal Forming Processes", *Forming Technology Forum 2007 – Application of Stochastics and Optimization Methods 14th – 15th March 2007, IVP, ETH Zurich, Switzerland*.
- Buksa, T., Pavletić, D and Soković, M. (2010), "Shipbuilding Pipeline Production Quality Improvement", *Journal of Achievements in Materials and manufacturing Engineering*, Vol 40, Issue 2, 160-166.
- Campanella, J. (1999), *Principles of Quality Costs: Principles, Implementation and Use*, 3rd Edition, Milwaukee, Quality Press.
- Chan, H.-L. Liang, S.-K. (2005), "Yield Improvement for Blood Glucose Strip by Taguchi Dynamic Approach", *International Journal of the Information Systems for Logistics and Management*, Vol. 1, No1, 9-16.

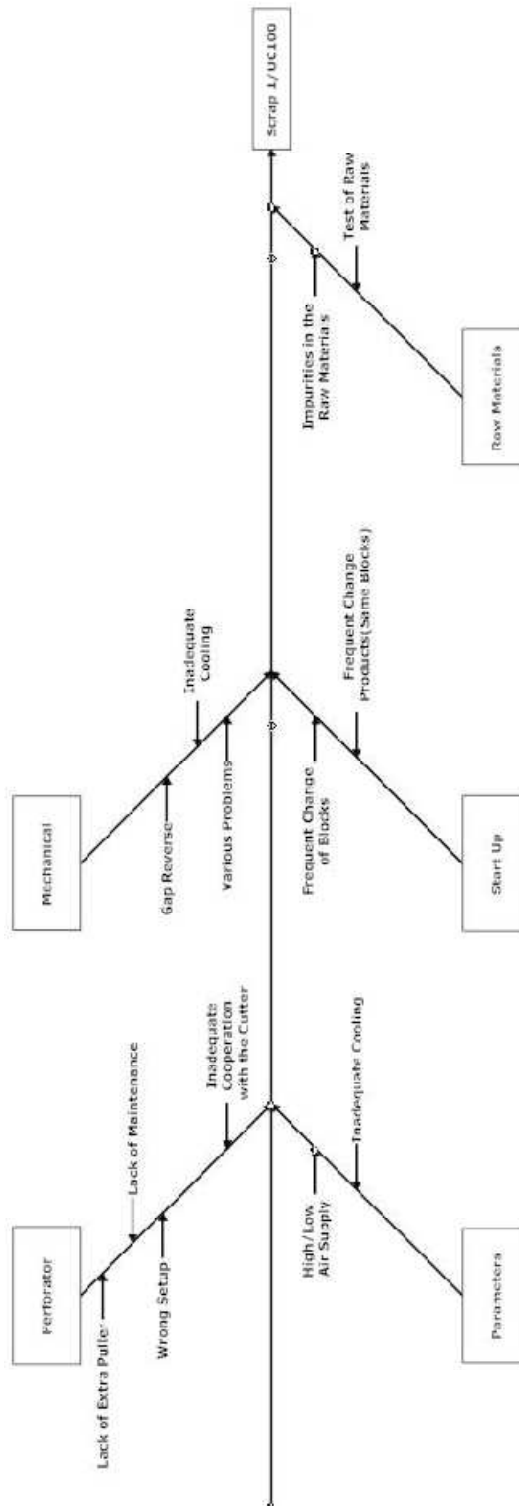
- Chen, R.C and Chung, C.H. (2002), "Cause-Effect Analysis for Target Costing", *Management Accounting Quarterly*, Winter, 1-9.
- Evans, J.R. and Lindsay, W.M. (2011), *The Management and Control of Quality*, 8th Ed., Canada, Cengage Learning.
- Ferreira, J. E. and Lopes, I.S. (2010), "Improvement of Scrap Request Process with Six Sigma Methodology", *Proceedings of the World Congress on Engineering 2010*, Vol. III WCE 2010, ISSN: 2078-0966 (Online).
- Fine, E.S. (1996), "Pareto Diagrams Get to the Root of Process Problems", *Quality*, Vol. 35, No10, 26-27.
- Fotopoulos, C., Kafetzopoulos, D. and Gotzamani, K. (2011), "Critical Factors for Effective Implementation of the HACCP System: a Pareto Analysis", *British Food Journal*, Vol. 113, No5, 578-597.
- Fouad, R.H. and Mukattash, A. (2010), "Statistical Process Control Tools: A Practical guide for Jordanian Industrial Organizations", *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, Vol. 4, No6, 693-700.
- Garvin, A. (1988) *Managing Quality: The Strategic to Competitive Edge*, New York, Free Press.
- Gupta, S. and Thakar, G. (2011), "Elimination of Consumer Complaints of Packaging in a Leading Confectionary Manufacturing Unit – A Case Study", *Tenth International Conference on Operations and Quantitative Management (ICOQM-10)*, June 28-30, 2011, India, 815-825.
- Hand, T., Welborn, J. and Oerth, J. (2009), "Six-Sigma Methodologies Support Back-End Yield and Quality Metrics Improvement", *CS MANTECH Conference, May 18th-21st, 2009, Tampa, Florida, USA*.

- Hartman, M.G. (2002), *Fundamental Concepts of Quality Improvement*, Milwaukee, Quality Press.
- Kennedy, F.A Sorensen, J.E. (2006), "Enabling the Management Accountant to Become a Business Partner: Organizational and Verbal Analysis Toolkit", *Journal of Accounting Education*, Vol. 24, 149–171.
- Knights, P.F. (2001), "Rethinking Pareto Analysis: Maintenance Applications of Logarithmic Scatterplots", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol7, No4, 252-263.
- Koh, S.C.L. and Saad, S.M., "Development of a Business Model for Diagnosing Uncertainty in ERP Environments", *International Journal of Production Research*, vol. 40, No13, 3015-3039.
- Lau, R.S.M. and Anderson, C.A. (1998), "A Three-Dimensional Perspective of Total Quality Management", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 15, No1, 85-98.
- Leonovich, G.A., Franchino, A.P., Miller, W.J. and Tsou, U.E. (1995), "Integrated cost and productivity learning in CMOS semiconductor manufacturing", *IBM Journal of research and Development*, Vol. 39, No1/2, pp 201-213.
- Lis, T. (2011), "Optimisation of Metal Charge Material for Electric Arc Furnace", *Metalurgija*, Vol. 50, No4, 219-222.
- Macot, M. (2003), "Corrective/Preventing Action: Simplified Process", *Quality Congress. ASQ's Annual Quality Congress Proceedings*, 57, ABI/INFORM Global, 349-257.
- Migalska, M. and , Borkowski, S. (2002), "Analysis of Factors Influencing the Quality of Sheet Metals", *METAL*, 14. – 16. 5. 2002, Hradec nad Moravicí.

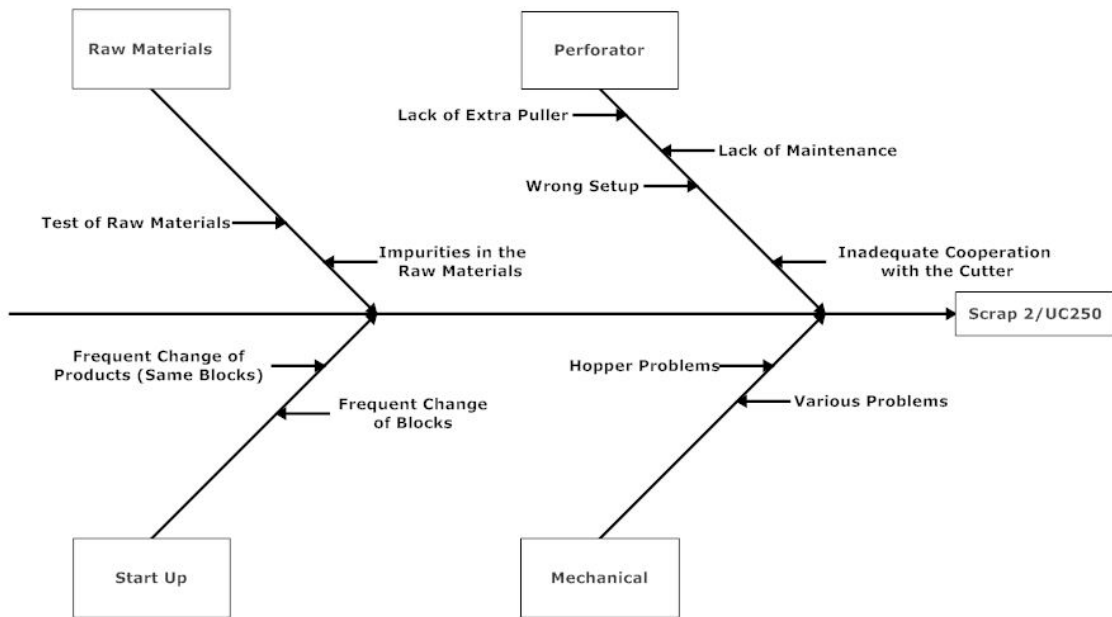
- Murugaiah U., Benjamin, J., Marathamuthu, M.S. and Muthaiyah, S. (2010), "Scrap Loss Reduction Using the 5-Whys Analysis", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 27, No5, 527-540.
- Moustapha, I. (2001), *Concurrent Engineering in Product Design and Development*, New Delhi, New Age International (P) Ltd.
- Muzammil, M., Singh, P.P. and Talib, F. (2003), "Optimization of Gear Blank Casting Process by Using Taguchi's Robust Design Technique", *Quality Engineering*, Vol. 15, No3, 351-359.
- Oakland, J.S., (1989) *Total Quality Management*, Oxford, Heinemann.
- Popescu, D. and Marin-Pantelescu, A. (2009), "Short History of the Theories Regarding Services Quality", *Economia. Seria Management*, Vol.12, No2/2009, 122-132.
- Realinho, V., Fidalgo, F. and Silva, P. (2007), "Integrated and Flexible Information System for Quality Control at Foam Production Automotive Industry", *IADIS International Conference Applied Computing 2007*.
- Ribeiro, J.L.D., Schwenber ten Caten, C and Fritsch, C. (2001), "Integrated Process Control", *The International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol 18, No4, 444-464.
- Robinson, A. (1991), *Continuous Improvement in Operations: A Systematic Approach to Waste Reduction*, Portland, Productivity Press.
- Rooney, J.J. and Vanden Heuvel, L.N. (2004), "Root Cause Analysis For Beginners", *Quality Progress*, Vol. 37, No7, 45-53.
- Singh, H. and Kumar, P. (2005), "Optimising Cutting Force for Turned Parts by Taguchi's Parameter Design Approach", *Indian Journal of Engineering & Materials Sciences*, Vol. 12, 97-103.

- Soković, M., Pavletić, D. and Fakin, S. (2005), "Application of Six Sigma Methodology for Process Design Quality Improvement", *Journal of Materials Processing Technology*, 162-163, 777-783.
- Soković, M, Pavletić, D. and Krulčić, E. (2006), "Six Sigma Process Improvements in Automotive Parts Production", *Journal of Achievements in Materials and manufacturing Engineering*, Vol. 19, Issue 1, 96-102.
- Stevenson, J. (2000), "Supercharging your Pareto Analysis", *Quality Progress*, Vol. 33, No10, 51-55.
- Summers, C. (2009), *Quality*, 5th edition, New Jersey, Pearson-Prentice Hall.
- Valles, A., Noriega, S., Sanchez, J., Martínez, E. and Salinas, J. (2009), "Six Sigma Improvement Project for Automotive Speakers in an Assembly Process", *International Journal of Industrial Engineering*, Vol. 16, No3, 182-190.
- Walsh, P. (1996), "Finding Key Performance Drivers: Some New Tools", *Total Quality Management*, Vol. 7, No5, 509-519.
- Wazed, M.A. and Ahmed, S. (2009), "Theory Driven Real Time Empirical Investigation on Joint Implementation of PDCA and 5S for Performance Improvement in Plastic Moulding Industry", *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, Vol. 3, No4, 3825-3835.
- Wilson, P.F., Dell, L.D. and Anderson, G.F. (1993), *Root Cause Analysis: A Tool for Total Quality Management*, Milwaukee, Quality Press.
- Δερβιτσιώτης, Κ.Ν. (1985), *Ποιοτικός Έλεγχος και Παραγωγικότητα*, Τόμος Ι: Στατιστικός Ποιοτικός Έλεγχος, Συνολικός Ποιοτικός Έλεγχος, Κύκλοι Ποιότητας, Θεσσαλονίκη, Ν. Αϊβάζη – Σ. Ζουμπούλη.
- Τσιότρας, Γ. (2002), *Βελτίωση Ποιότητας*, 2η Έκδ., Αθήνα, Εκδόσεις Μπένου

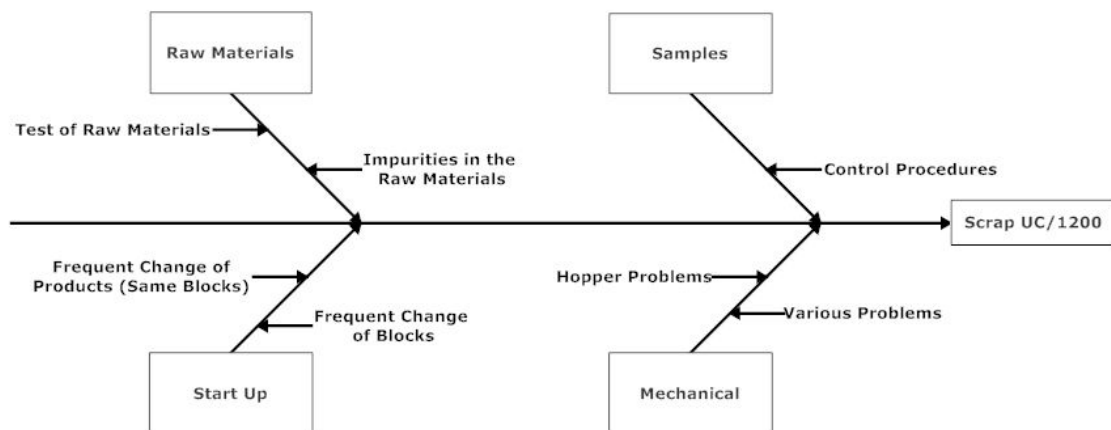
Στις επόμενες σελίδες ακολουθούν τα Διαγράμματα Ishikawa για την κάθε Γραμμή Παραγωγής, με τον κάθε κλάδο ή υποκλάδο ως ξεχωριστό Διάγραμμα. Στον τίτλο κάθε Διαγράμματος αναφέρονται οι Γραμμές Παραγωγής, όπου αυτό ανήκει και που καταλήγει το κάθε πρόβλημα που υποδεικνύεται στο κεντρικό βέλος. Τα συνολικά Διαγράμματα Ishikawa παρατίθενται στο κυρίως κείμενο (βλέπε §4.1.2.1 – 4.1.2.3).



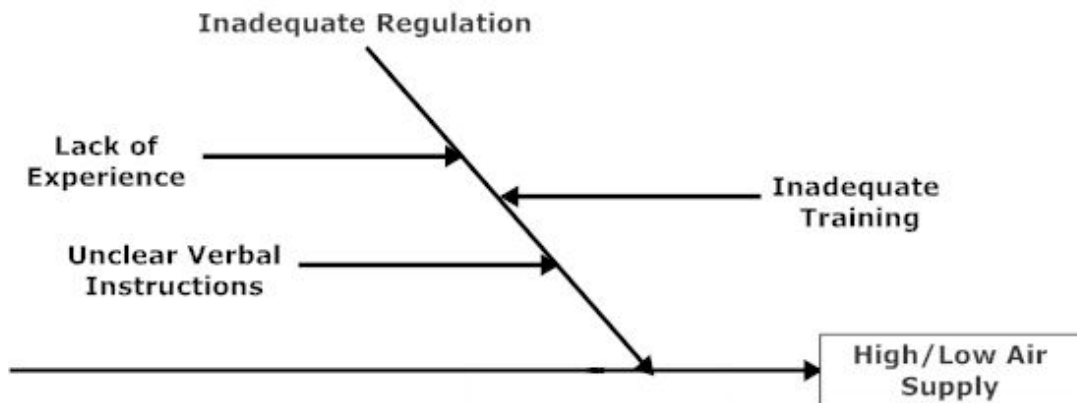
Σχήμα Α.1. Διάγραμμα Ishikawa για τη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100, Main



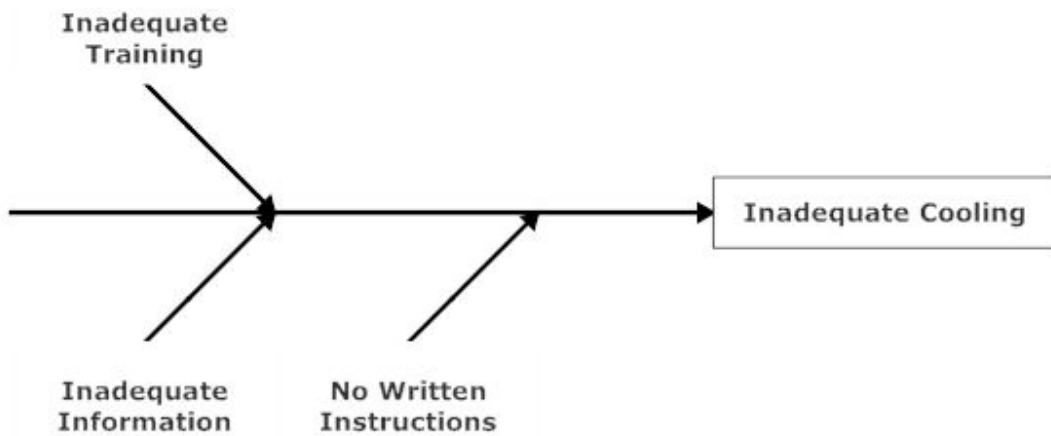
Σχήμα Α.2. Διάγραμμα Ishikawa για τη Γραμμή Παραγωγής 2/UC250, Main



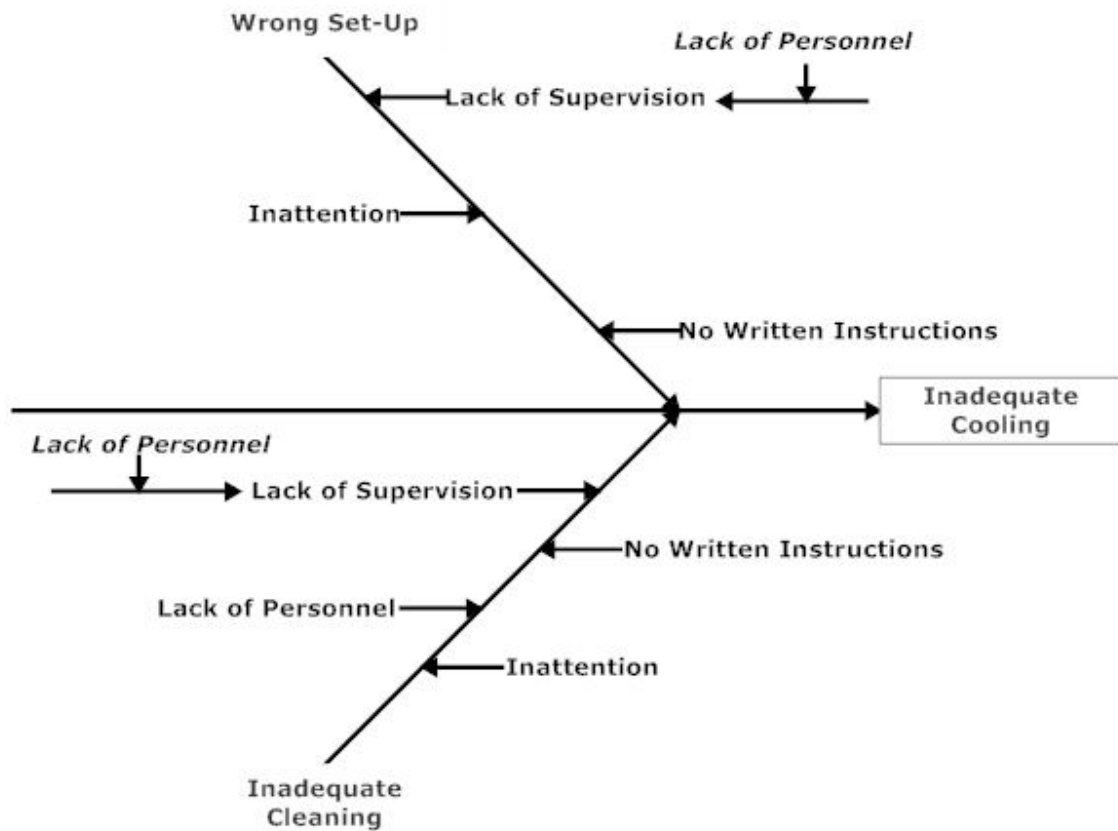
Σχήμα Α.3. Διάγραμμα Ishikawa για τη Γραμμή Παραγωγής 3/UC1200, Main



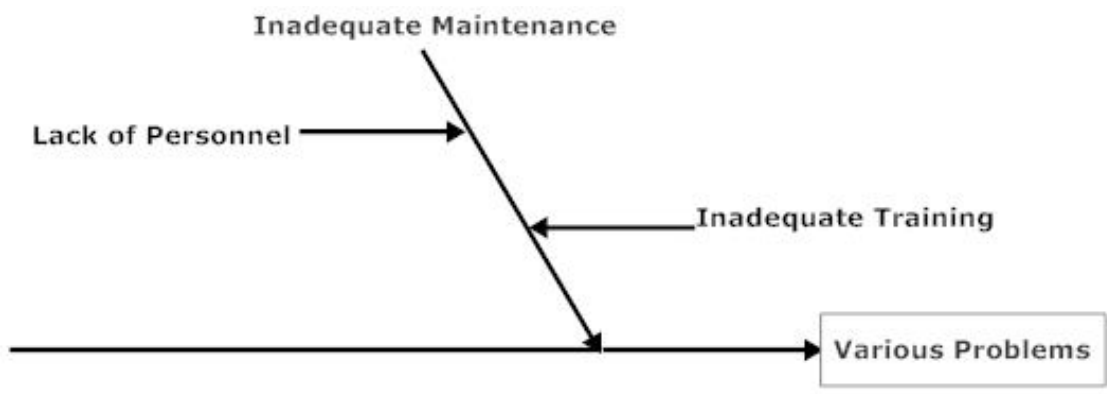
Σχήμα Α.4. Διάγραμμα Ishikawa για τη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100, Main/
/Parameters, 1



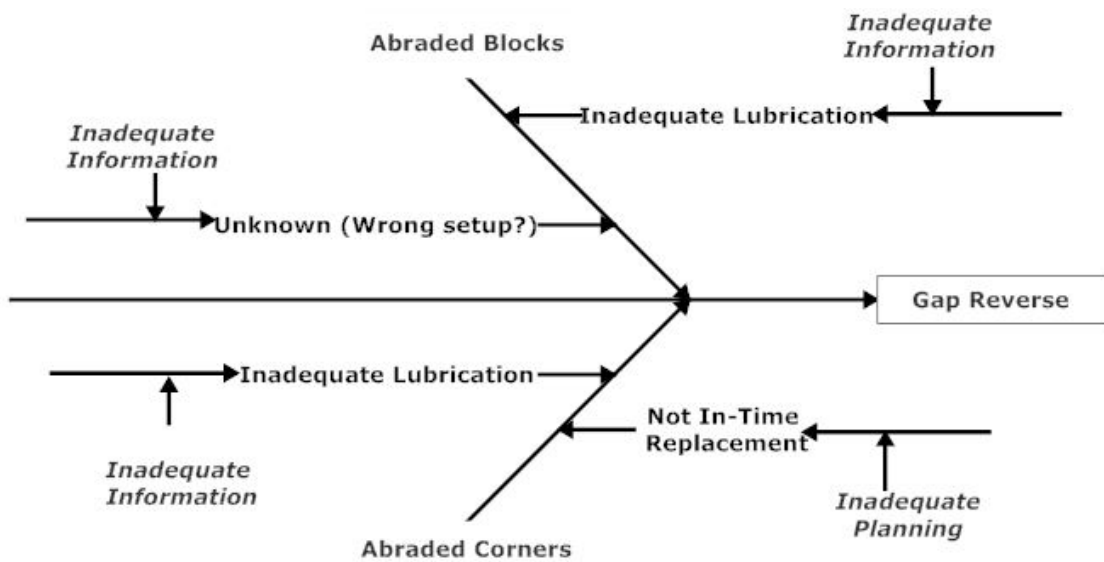
Σχήμα Α.5. Διάγραμμα Ishikawa για τη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100, Main/
/Parameters, 2



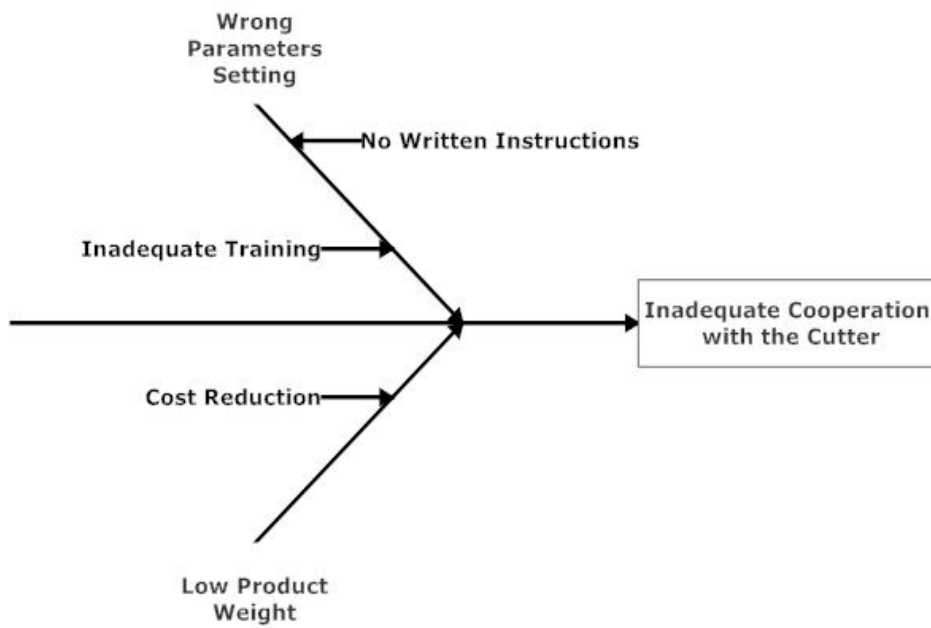
Σχήμα Α.6. Διάγραμμα Ishikawa για τη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100, Main/
/Mechanical, 1



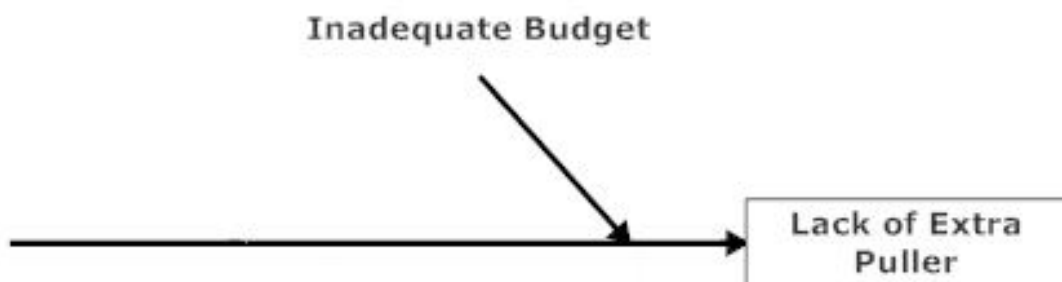
Σχήμα Α.7. Διάγραμμα Ishikawa για Γραμμή Παραγωγής 1/UC100, Main/
/Mechanical, 2



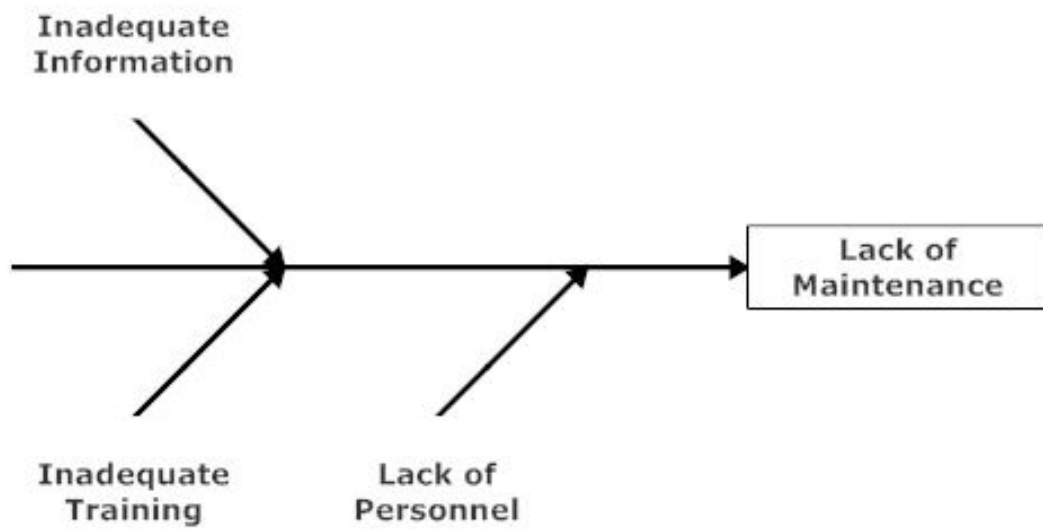
Σχήμα Α.8. Διάγραμμα Ishikawa για τη Γραμμή Παραγωγής 1/UC100, Main/
/Mechanical, 3



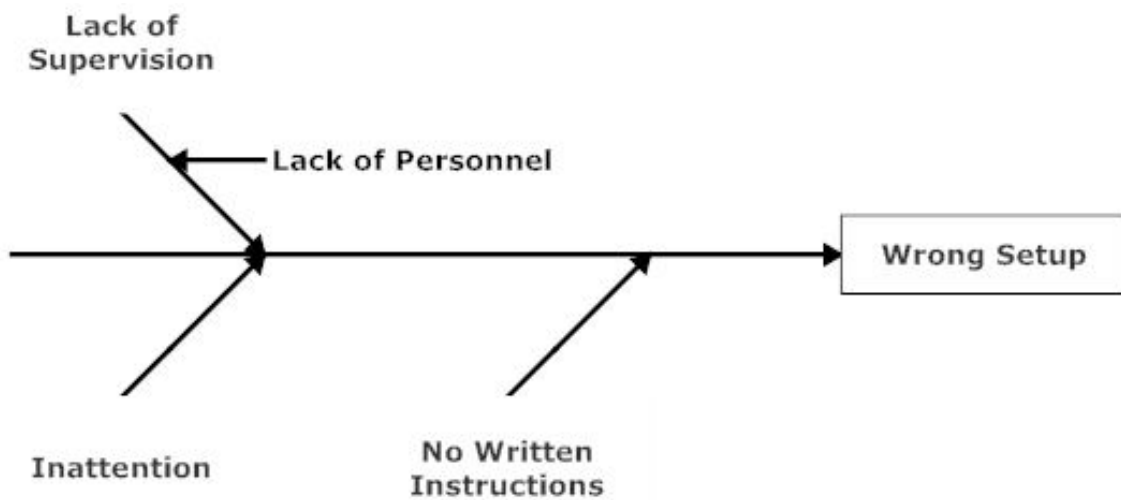
Σχήμα A.9. Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 1/UC100 και 2/UC250, Main/Perforator, 1



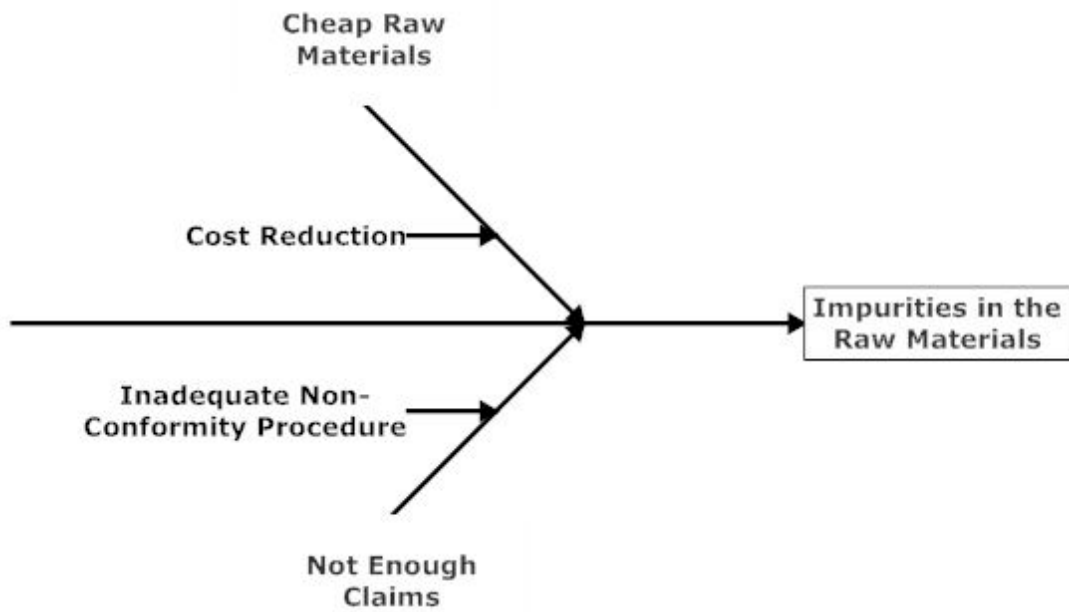
Σχήμα A.10. Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 1/UC100 και 2/UC250, Main/Perforator, 2



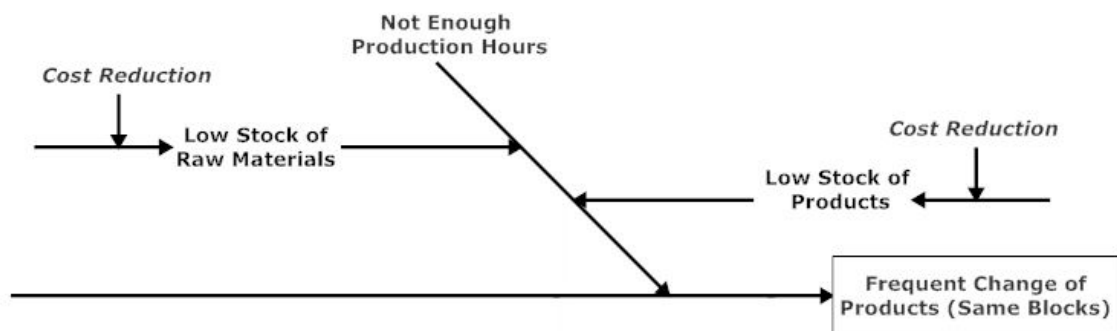
Σχήμα Α.11. Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 1/UC100 και 2/UC250, Main/Perforator, 3



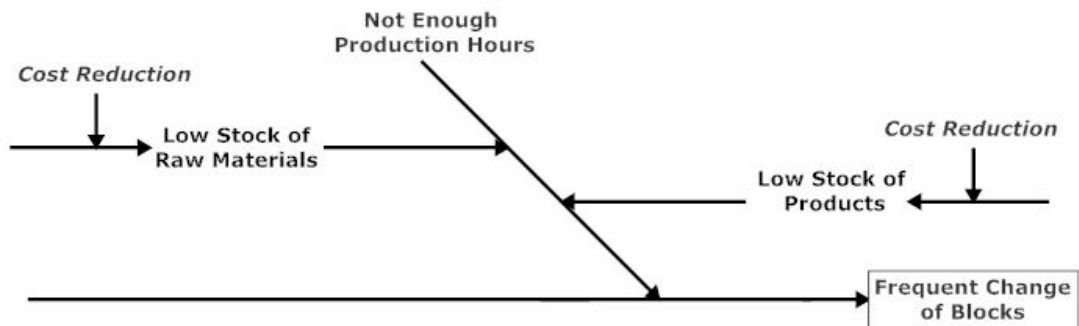
Σχήμα Α.12. Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 1/UC100 και 2/UC250, Main/Perforator, 4



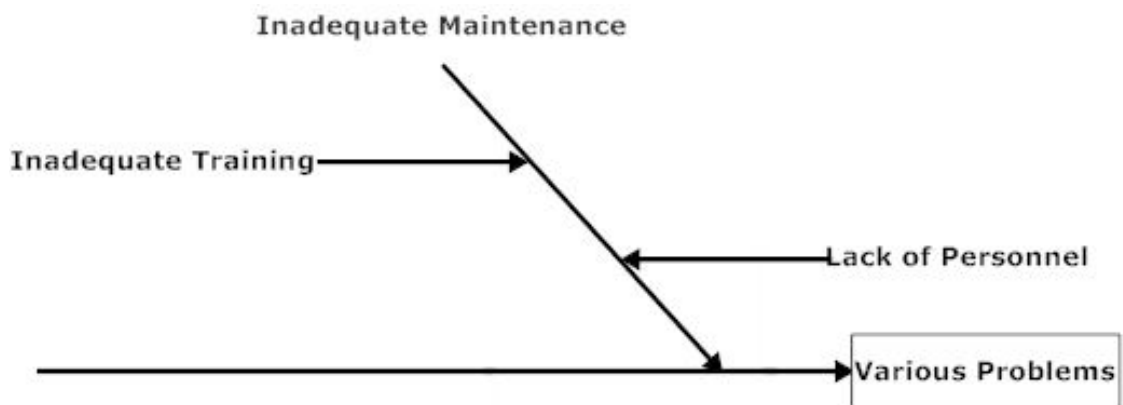
Σχήμα A.13. Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 1/UC100, 2/UC250, 3/UC1200, Main/Raw Materials



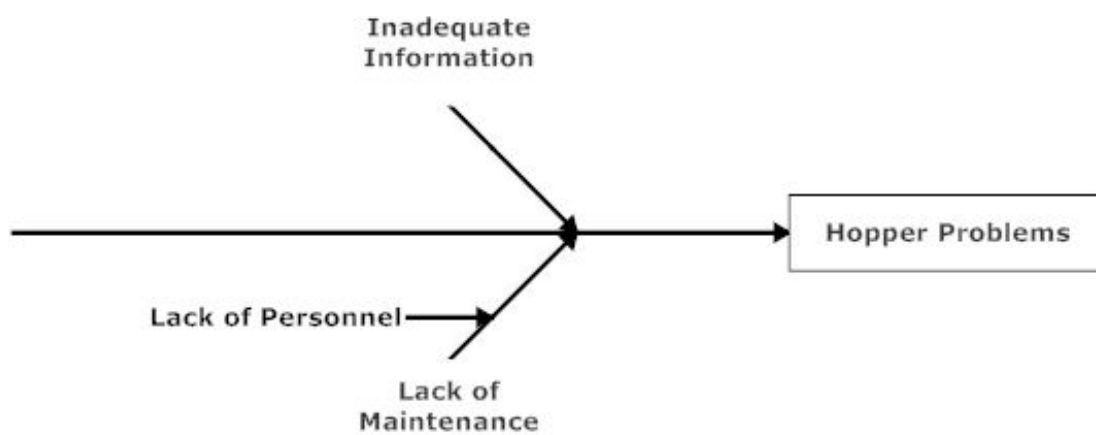
Σχήμα A.14. Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 1/UC100, 2/UC250, 3/UC1200, Main/Start Up, 1



Σχήμα A.15. Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 1/UC100, 2/UC250, 3/UC1200, Main/Start Up, 2



Σχήμα A.16. Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 2/UC250, 3/UC1200, Main/Mechanical, 1



Σχήμα Α.17. Διάγραμμα Ishikawa για τις Γραμμές Παραγωγής 2/UC250,
3/UC1200, Main/Mechanical, 2