

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

Μεταπτυχιακή Εργασία

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΧΑΛΥΒΑ**

υπό

ΝΕΚΤΑΡΙΟΥ ΚΟΤΣΟΚΟΛΟΥ

Διπλωματούχου Μηχανολόγου Μηχανικού Πανεπιστημίου Πατρών 2000

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των

απαιτήσεων για την απόκτηση του

Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης

2007



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 5261/1
Ημερ. Εισ.: 06-06-2007
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
338.002 8
ΚΟΤ

© 2007 Νεκτάριος Κοτσόκολος

Η έγκριση της μεταπτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Πενταμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων)	Δρ. Γεώργιος Λυμπερόπουλος Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Βιομηχανίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας	Μηχανολόγων	Μηχανικών
Δεύτερος Εξεταστής	Δρ. Γρηγόρης Χαιδεμένοπουλος Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας	Μηχανικών	Βιομηχανίας,
Τρίτος Εξεταστής	Δρ. Θανάσης Ζηλιασκόπουλος Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Βιομηχανίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας	Μηχανολόγων	Μηχανικών
Τέταρτος Εξεταστής	Δρ. Γεώργιος Κοζανίδης Λέκτορας, Τμήμα Μηχανολόγων Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας	Μηχανικών	Βιομηχανίας,
Πέμπτος Εξεταστής	Δρ. Δημήτριος Παντελής (ΠΔ 407) Τμήμα Μηχανολόγων Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας	Μηχανικών	Βιομηχανίας,

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της μεταπτυχιακής εργασίας μου, Καθηγητή κ. Γεώργιο Λυμπερόπουλο, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της δουλειάς μου. Επίσης, είμαι ευγνώμων στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της μεταπτυχιακής εργασίας μου, Καθηγητές κκ. Χαιδεμενόπουλο, Ζηλιασκόπουλο, Κοζανίδη και Παντελή για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας μου και για τις πολύτιμες υποδείξεις τους. Πάνω απ' όλα, είμαι ευγνώμων στους γονείς μου, Ανδρέα και Νίκη Κοτσόκολου για την αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια. Αφιερώνω αυτήν την μεταπτυχιακή εργασία στην μητέρα μου και στον πατέρα μου.

Νεκτάριος Κοτσόκολος

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΧΑΛΥΒΑ

ΝΕΚΤΑΡΙΟΣ ΚΟΤΣΟΚΟΛΟΣ

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας, 2007

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Λυμπερόπουλος, Καθηγητής Επιχειρησιακής Έρευνας

Περίληψη

Είναι πλέον πλατιά αναγνωρισμένη η χρησιμότητα της στατιστικής και των πιθανοτήτων στην βιομηχανία . Η στατιστική και οι πιθανότητες παίζουν μεγάλο ρόλο σε όλες τις φάσεις σχεδιασμού ενός παραγωγικού συστήματος ή μιας στρατηγικής συντήρησης ή στον τομέα των επενδύσεων και ης λήψης αποφάσεων.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζουμε μια στατιστική ανάλυση δεδομένων αστοχιών που αφορούν στον μηχανολογικό εξοπλισμό μιας βιομηχανίας επεξεργασίας σιδήρου. Γίνεται αναφορά στις σημαντικότερες μορφές αστοχίας και μια προσπάθεια προσέγγισης με θεωρητικές κατανομές που έχουν επινοηθεί κυρίως για να καλύψουν αυτά τα φαινόμενα. Επίσης γίνεται και μια προσπάθεια εύρεσης των συσχετισμών αυτών των δεδομένων.

Αρχικά γίνεται μια περιγραφή της γραμμής παραγωγής των σταθμών εργασίας αυτής και των κύριων μηχανημάτων αυτών. Κατόπιν αναφέρονται οι κυριότερες μορφές αστοχίας που συμβαίνουν σε επίπεδο σταθμού εργασίας και μηχανήματος.

Στη συνέχεια γίνεται επεξεργασία δεδομένων τα οποία έχουν συλλεγεί απο δελτία παραγωγής όπως χρόνο μεταξύ δύο διαδοχικών αστοχιών και χρόνο επισκευής. Σε αυτά τα δεδομένα γίνεται μια στατιστική ανάλυση και μιά προσπάθεια προσομείωσης των φαινομένων με θεωρητικές κατανομές.

Τέλος μελετώντας τα στατιστικά αυτά στοιχεία ερμηνεύουμε την συμπεριφορά της γραμμής παραγωγής και των αστοχιών που συμβαίνουν σε αυτή.

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή	1
1.1 Η Βιομηχανία Χάλυβα	1
1.2 Οργάνωση Μεταπτυχιακής Εργασίας	3
Κεφάλαιο 2 Περιγραφή παραγωγικής μονάδας επεξεργασίας σιδήρου	5
2.1 Περιγραφή γραμμής παραγωγής σιδήρου μπετόν	5
2.2 Περιγραφή σταθμών εργασίας Ελασματοουργείου	8
2.2.1 Κλίβανος Αναθέρμανσης	8
2.2.2 Έλαστρα H1 έως H10	8
2.2.3 Έλαστρα H11 έως H19 και ψαλίδι SH1	9
2.2.4 Γραμμή Α	9
2.2.5 Γραμμή Β	11
2.2.6 Ψυκτική τράπεζα (Cooling Bed)	12
2.2.7 Περιοχή κοπής εμπορικού μήκους (Cutting to length area)	13
2.2.8 Τραπέζι διαλογής (Inspection Table)	13
2.2.9 Ραουλόδρομος Δεματοποίησης (Bundle Forming Station)	13
2.2.10 Τραπέζι παραλαβής (Delivery Table)	14
2.3 Περιγραφή αστοχιών μηχανολογικού εξοπλισμού	14
2.4 Μελέτη δεδομένων καθυστερήσεων και βλαβών	18
2.5 Συμπεράσματα	20
Κεφάλαιο 3 Ανάλυση Στατιστικών Εννοιών και Μεγεθών	22
3.1 Η Κατανομή Weibull	22
3.2 Ο έλεγχος Durbin-Watson (Durbin-Watson statistic)	27
3.3 Ανάλυση συσχέτισης δύο τυχαίων μεταβλητών X και Y (Correlation analysis)	28
3.4 Συμπεράσματα	31
Κεφάλαιο 4 : Στατιστική ανάλυση χρόνων TTR και TTF	32
4.1 Απόδοση της γραμμής	32
4.2 Προσδιορισμός Κατανομών Βλαβών και Αποκατάστασης	41
4.3 Ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των δεδομένων στην πορεία του χρόνου	46
4.4 Ανάλυση συσχέτισης μεταξύ TTF και TTR	49
Κεφάλαιο 5 :Σύνοψη Μεταπτυχιακής Εργασίας	53
Βιβλιογραφία	55

Κατάλογος Πινάκων

<u>Πίνακας 1: Τιμές παραμέτρων για το κεφάλαιο 4.</u>	5
--	---

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζουμε πληροφορίες εισαγωγικού χαρακτήρα που δίνουν το κίνητρο και το υπόβαθρο αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας, παραθέτουμε μια ανασκόπηση της σχετικής με την εργασία βιβλιογραφίας και περιγράφουμε συνοπτικά τις βασικές ενότητες της μεταπτυχιακής εργασίας.

1.1 Η Βιομηχανία Χάλυβα

Η βιομηχανία παραγωγεπεξεργασίας χάλυβα αποτελεί ένα πολύ μεγάλο κομμάτι σήμερα της συνολικής βιομηχανίας στην Ελλάδα . Οι περισσότερες βιομηχανίες είναι ανεπτυγμένες τεχνολογικά και εξοπλισμένες με όλες τις προδιαγραφές που ορίζει η σύγχρονη παραγωγική διαδικασία. Η παραγωγή είναι καθετοποιημένη και αυτοματοποιημένη. Επίσης γίνονται συνέχως επενδύσεις πάνω στον τομέα της παραγωγής χάλυβα διότι η δεκαετία που διανύουμε είναι η χρύση εποχή για τον χάλυβα στην Ελλάδα αλλά και στον υπόλοιπο κόσμο.

Οι περισσότερες μονάδες είναι καθετοποιημένες και ξεκινώντας από το λεγόμενο σκραπ φτάνοντας μέχρι το τελικό προϊόν που μπορεί να είναι σίδηρος μετόν, πλατεά προϊόντα ή μορφοσίδηροι. Όπως και στις περισσότερες βιομηχανίες, έτσι και στα χαλυβουργεία υπάρχει απαίτηση για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη διαθεσιμότητα του μηχανολογικού εξοπλισμού. Ενδεχόμενο σταμάτημα της παραγωγικής διαδικασίας στοιχίζει χρήματα τα οποία επιμερίζονται σε κόστος λόγω μη διαθεσιμότητας, κόστος συντήρησης και κόστος ενδεχόμενου ελαττωματικού προϊόντος.

Λόγω όλων των παραπάνω κρίνεται ότι η συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού μιας βιομηχανίας είναι πρωτεύουσας σημασίας. Πολλές επενδύσεις έχουν γίνει στην συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού γιατί έχει αποδειχθεί ότι μια τέτοια στρατηγική είναι η πιο συμφέρουσα από άποψη κόστους και παραγωγικότητας. Ειδικά στις σύγχρονες βιομηχανίες επεξεργασίας χάλυβα η συντήρηση καταναλίσκει ένα αξιοσέβαστο ποσοστό πόρων και χρόνου λόγω της πολυπλοκότητας και τεράστιων φθορών που παρουσιάζονται κατά την παραγωγική διαδικασία.

Για αυτό το λόγο εφαρμόζονται όλες οι πολιτικές συντήρησης, από τη βλαβοληπτική μέχρι την προληπτική και προβλεπτική προκειμένου να υποσχεθούν την μέγιστη διαθεσιμότητα του παραγωγικού εξοπλισμού.

Για ένα τμήμα συντήρησης όμως δεν αρκεί να τηρεί τις μεθόδους συντήρησης σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή των μηχανημάτων ή σύμφωνα με στοιχεία που συγκεντρώνει από την παρατήρηση της λειτουργίας των μηχανημάτων. Πολύ σημαντικό εργαλείο στην διαμόρφωση πολιτικής συντήρησης είναι και η συλλογή και επεξεργασία στοιχείων που αφορούν στις αστοχίες και πως αυτές επηρεάζουν την παραγωγική διαδικασία. Εξετάζοντας στοιχεία από το παρελθόν ο υπεύθυνος συντήρησης μπορεί να βγάλει πολύ σημαντικά συμπεράσματα όσον αφορά την πορεία των μηχανημάτων που συντηρεί, μπορεί επίσης να προβλέψει την συμπεριφορά του εξοπλισμού ακόμα και να αξιοποιήσει την ποιότητα της εργασίας που γίνεται.

Η συνεισφορά αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας είναι ότι χρησιμοποιώντας γνωστές στατιστικές μεθόδους δίνει μια εκτίμηση της αξιοπιστίας μιας γραμμής παραγωγής χάλυβα και υποδεικνύει τις παραμέτρους που την επηρεάζουν.

1.2 Οργάνωση Μεταπτυχιακής Εργασίας

Το υπόλοιπο αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας χωρίζεται σε τρεις ενότητες που καταλαμβάνουν τα Κεφάλαιο 2 - 4, αντίστοιχα. Συγκεκριμένα:

Στο Κεφάλαιο 2 αναλύουμε την γραμμή παραγωγής ενός ελασματοουργείου. Χωρίζουμε όλη την γραμμή σε σταθμούς εργασίας και για κάθε σταθμό δίνουμε περιγραφή της λειτουργίας του και των μηχανημάτων που τον απαρτίζουν. Για κάθε μηχανήμα ορίζουμε τις μηχανικές βλάβες και τον τύπο τους και κάνουμε μια αναφορά στους χρόνους μεταξύ βλαβών καθώς και στο χρόνο επισκευής τους.

Στο Κεφάλαιο 3 κάνουμε μια αναφορά στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των στοιχείων αυτών. Αναπτύσσουμε γνωστές στατιστικές μεθόδους όπως προσέγγιση με την κατανομή Weibull και εύρεση των παραμέτρων της. Επίσης γίνεται αναφορά και στις μεθόδους που υπάρχουν για την εύρεση συσχετισμών μεταξύ των στοιχείων όπως η ανάλυση παλινδρόμησης και το τεστ Durbin-Watson που χρησιμεύει στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Επίσης γίνεται αναφορά και σε μεθόδους εύρεσης συσχετισμών μεταξύ διαφορετικών στοιχείων. Κάτι τέτοιο γίνεται με την εύρεση του συντελεστή συσχετισμού κατά Pearson σε επίπεδο σημαντικότητας δύο πλευρών.

Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζονται τα αριθμητικά δεδομένα. Γίνεται μια προσπάθεια εύρεσης του μέσου χρόνου μεταξύ βλαβών (MTTF) και επισκευών (MTTR) καθώς και της τυπικής απόκλισής τους. Γίνεται αναφορά στην διαθεσιμότητα της γραμμής όσον αφορά τις μηχανικές βλάβες και εξετάζονται όλοι οι τύποι βλαβών. Στη συνέχεια γίνεται μια προσέγγιση με την κατανομή Weibull μέσα σε αποδεκτά διαστήματα εμπιστοσύνης και της

συσχέτισης μεταξύ των χρόνων TTF και TTR με την εύρεση του συντελεστή συσχέτισης Pearson.

Τα τελικά συμπεράσματα της μεταπτυχιακής εργασίας και κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνα παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 5.

Κεφάλαιο 2 Περιγραφή παραγωγικής μονάδας επεξεργασίας σιδήρου

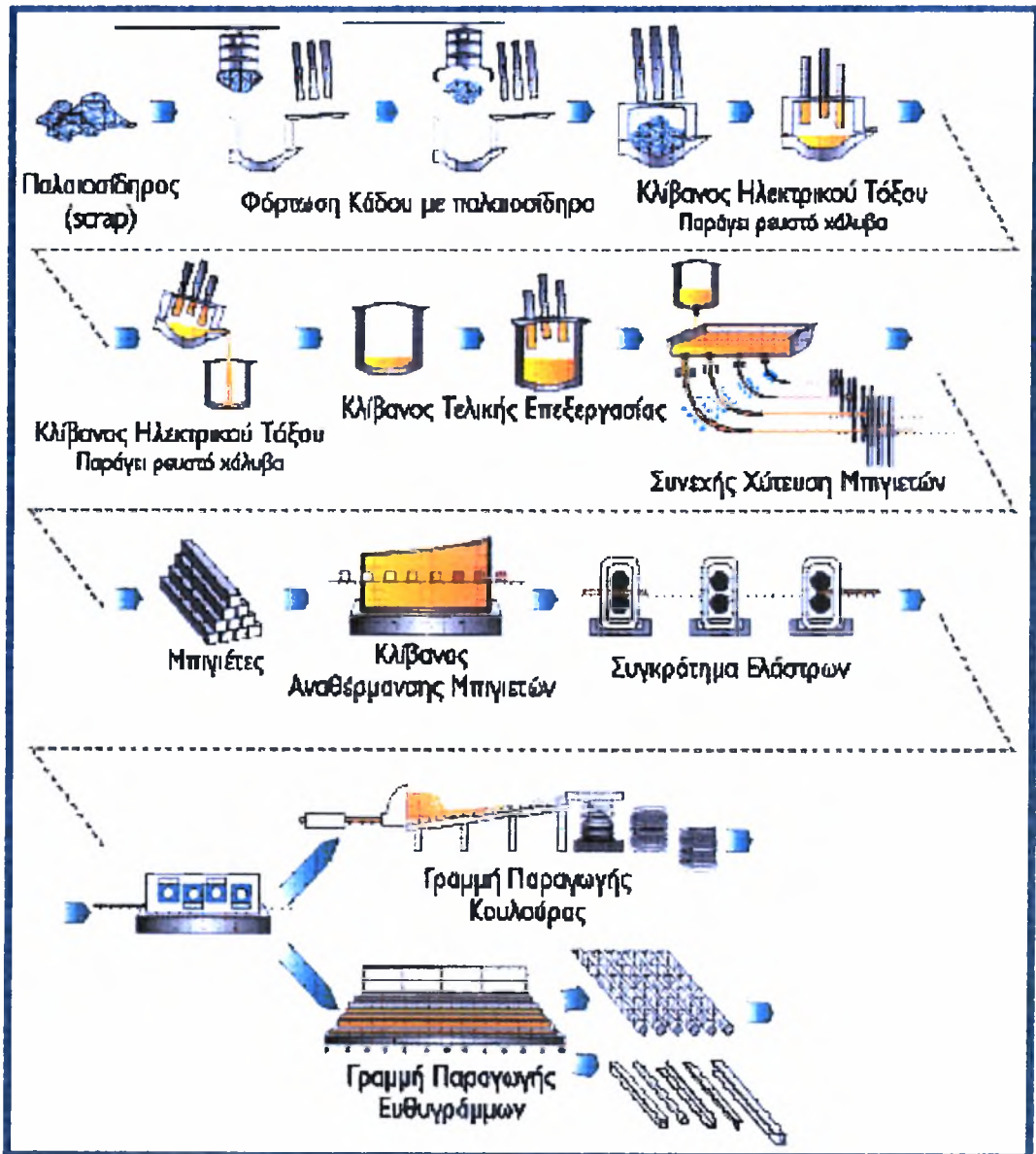
Στο κεφάλαιο αυτό αναλύουμε την παραγωγική μονάδα επεξεργασίας σιδήρου. Γίνεται αναφορά στους σταθμούς εργασίας και στα μηχανήματα που τους ανήκουν καθώς και στις αστοχίες που συμβαίνουν.

Επίσης καθορίζεται ο χρόνος μεταξύ δύο αστοχιών και ο χρόνος αποκατάστασης. Εξηγείται ο τρόπος με τον οποίο συλλέγονται και πως μορφοποιούνται προκειμένου να επεξεργαστούν.

2.1 Περιγραφή γραμμής παραγωγής σιδήρου μπετόν.

Οι σύγχρονες χαλυβουργίες είναι τα λεγόμενα mini mills. Το χαρακτηριστικό που έχουν είναι ότι χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη τον παλαιοσίδηρο και από αυτόν βγάζουν το τελικό προϊόν που μπορεί να είναι μορφοσίδηροι, σίδηρος μπετόν, κουλούρα κ.α.

Συνοπτικά η γραμμή μιας χαλυβουργίας έχει ως εξής: (σχήμα 2.1)



Σχήμα 2.1

- Αρχικά ο παλαιοσίδηρος (scrap) φορτώνεται με γερανό στον κλίβανο ηλεκτρικού τόξου.
- Ο κλίβανος θερμαίνεται από τα ηλεκτρόδια και λαμβάνει χώρα η τήξη του μετάλλου

- Στην συνέχεια το ρευστό μέταλλο παροχετεύεται στον κλίβανο τελικής επεξεργασίας όπου εκεί γίνεται η κατάλληλη επεξεργασία προκειμένου να επιτευχθεί η κατάλληλη χημική σύσταση
- Από εκεί προωθείται στις γραμμές χύτευσης όπου στερεοποιείται και αποκτά πρισματικό σχήμα τετραγωνικής διατομής. Το προϊόν αυτό λέγεται μπιγιέτα (billet)
- Η μπιγιέτα προωθείται στον κλίβανο αναθέρμανσης όπου θερμαίνεται στους 1200 ° C για να αποκτήσει τα μηχανικά χαρακτηριστικά που θα την κάνουν κατάλληλη για έλαση.
- Στην συνέχεια προωθείται μέσω κατάλληλου μηχανισμού στο Έλαστρο όπου γίνεται η επιθυμητή μορφοποίηση.
- Αφού επιτευχθεί η κατάλληλη μορφοποίηση το προϊόν υπόκειται σε θερμική επεξεργασία προκειμένου να ολοκληρωθούν οι μηχανικές του ιδιότητες.
- Τέλος το προϊόν οδηγείται στην τελική περιοχή όπου εκεί κόβεται στο επιθυμητό εμπορικό μήκος , δεματοποιείται και αποθηκεύεται.

Όπως φαίνεται και από τα παραπάνω μία χαλυβουργία μπορεί να χωριστεί σε δύο κύριες ενότητες. Το χαλυβουργείο και το ελασματοουργείο. Το χαλυβουργείο έχει ως πρώτη ύλη τον παλαιοσίδηρο και ως προϊόν την μπιγιέτα η οποία αποτελεί πρώτη ύλη του ελασματοουργείου. Είναι επίσης εφικτό αυτά τα δύο κύρια τμήματα να λειτουργούν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Η μπιγιέτα μπορεί να αποθηκεύεται και να χρησιμοποιείται όποτε χρειαστεί. Συμβαίνει επίσης πολλές μονάδες να έχουν το χαλυβουργείο και το ελασματοουργείο σε διαφορετικές περιοχές ή και να έχουν στην κατοχή τους μόνο το ελασματοουργείο και να αγοράζουν μπιγιέτα ως πρώτη ύλη. Στην παρούσα εργασία θα

ασχοληθούμε αναλυτικά μόνο με το ελασματουργείο. Θα κάνουμε μια ανάλυση των σταθμών εργασίας και θα περιγράψουμε τα μηχανήματα που βρίσκονται σε αυτούς.

2.2 Περιγραφή σταθμών εργασίας Ελασματουργείου

Όπως ειπώθηκε και παραπάνω πρώτη ύλη του ελασματουργείου είναι η μπιγιέτα η οποία προωθείται στον κλίβανο αναθέρμανσης.

2.2.1 Κλίβανος Αναθέρμανσης

Ο κλίβανος αναθέρμανσης είναι ο πρώτος σταθμός εργασίας του Ελασματουργείου. Αποτελείται από τα εξής μηχανήματα:

- Ραουλόδρομος: Μέσω του ραουλοδρόμου η μπιγιέτα εισέρχεται στον κλίβανο.
- Κλίβανος: Είναι ο χώρος που γίνεται η θέρμανση της μπιγιέτας. Με την βοήθεια του υδραυλικά κινούμενου πατώματος η μπιγιέτα προωθείται προς την έξοδο. Από εκεί το ο μηχανισμός προώθησης την ωθεί προς το δεύτερο σταθμό εργασίας που είναι το Έλαστρο.

2.2.2 Έλαστρα H1 έως H10

Ο δεύτερος σταθμός εργασίας αποτελείται από την πρώτη ομάδα ελαστρων . Πρόκειται για 10 έλαστρα εκ των οποίων τα 7 δουλεύουν για την παραγωγή χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος. Μέσα από κάθε έλαστρο γίνεται βηματικά ο υποβιβασμός της διατομής της μπιγιέτας και στην έξοδο του ελαστρου Νο10 η διατομή του προϊόντος είναι στρόγγυλη διαμέτρου 65mm από τετραγωνική 140X140 mm που είναι η διατομή της μπιγιέτας. Στην εικόνα 2.2 φαίνεται μια άποψη ενός ελαστρου.



Εικόνα 2.1 Άποψη συστοιχίας ελάστρων 1

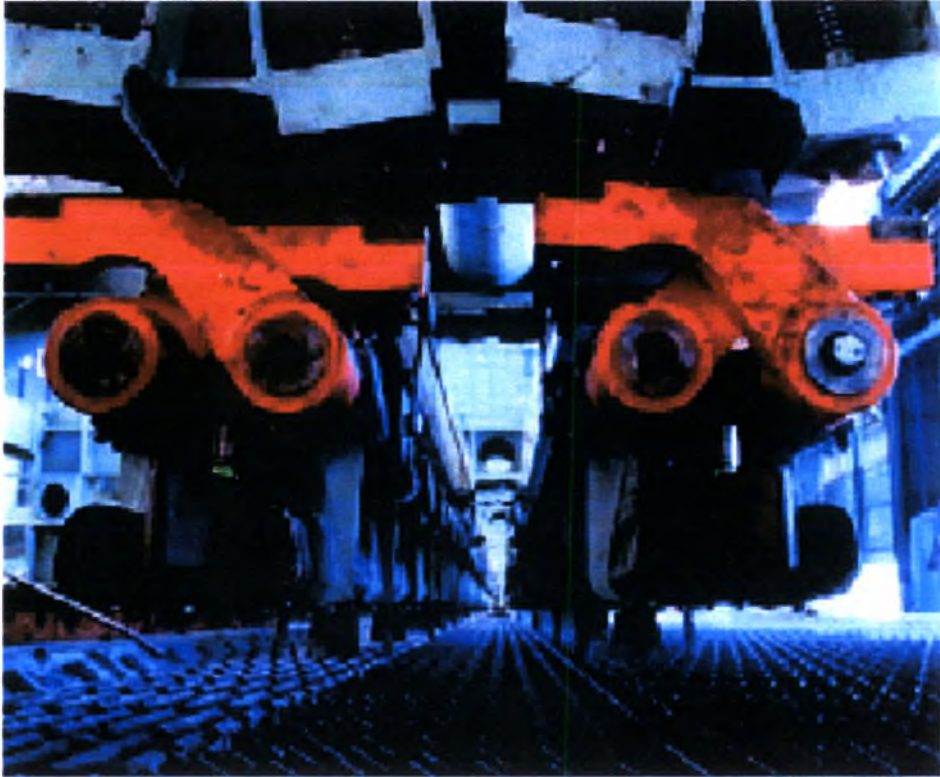
2.2.3 Έλαστρα H11 έως H19 και ψαλίδι SH1

Ο τρίτος σταθμός εργασίας αποτελείται από την δεύτερη ομάδα ελάστρων. Πρόκειται για 9 ακόμα έλαστρα από τα οποία δουλεύουν για την παραγωγή χάλυβα σπλισμού τα 7. Πριν από τα έλαστρα υπάρχει ένα ψαλίδι για την κοπή της μύτης του προϊόντος ή την ολική κοπή σε μικρά κομμάτια και απόρριψη σε περίπτωση εμπλοκής. Τα έλαστρα αυτά είναι υπεύθυνα για τον τελικό υποβιβασμό της διατομής του προϊόντος το οποίο ανάλογα με την επιθυμητή διατομή οδηγείται στην γραμμή A ή στην γραμμή B.

2.2.4 Γραμμή A

Η γραμμή A είναι ο μεγαλύτερος σταθμός εργασίας. Από αυτόν το σταθμό περνά ο χάλυβας διαμέτρου Φ8 έως Φ16. Τα μηχανήματα από τα οποία αποτελείται είναι τα εξής:

- Μπλοκ τελικής έλασης (Finishing Block). Εδώ γίνεται η τελική έλαση του προϊόντος και ο υποβιβασμός της διατομής του στην εμπορική διάμετρο.
- Μπάνια (Quenching Line). Στα μάνια γίνεται η θερμική επεξεργασία του χάλυβα έτσι ώστε να αποκτήσει τις επιθυμητές μηχανικές ιδιότητες.
- Ψαλίδι κοπής πολλαπλάσιου μήκου(Start Stop Flying Shear). Σε αυτό το ψαλίδι κόβεται το προϊόν σε μήκος πολλαπλάσιο του εμπορικού και διαχωρίζεται σε δύο γραμμές για την καλύτερη διαχείρησή του.
- Καναλλέτα (Twin Channel). Ο χάλυβας διανέμεται σε τέσσερις γραμμές φτιαγμένες από καπάκια που ανοιγοκλείνουν. Μόλις το προϊόν περάσει μέσα από τα καπάκια αυτά ανοίγουν και ο χάλυβας πέφτει πάνω στην ψυκτική τράπεζα. Τα καπάκια ξανακλείνουν για να υπόδεχτούν την υπόλοιπη βέργα. Στο σχήμα 2.2 φαίνεται ο μηχανισμός της καναλλέτας.
- Ελκτικά (Pinch Rolls). Επειδή πρόκειται για μεγάλη σε μήκος γραμμή υπάρχουν στη σειρά ελκτικά μηχανήματα αποτελούμενα από ράουλα τα οποία αρπάζουν τη βέργα και την έλκουν προς το τέλος της γραμμής.
- Ψαλίδι κοπής ουράς(Cropping Shear). Σε αυτό το ψαλίδι κόβεται η ουρά της βέργας προκειμένου να υπάρχουν ομοιόμορφα μήκη μεταξύ βεργών.



Εικόνα 2.2. Μηχανισμός Καναλλέτας 1

2.2.5 Γραμμή Β

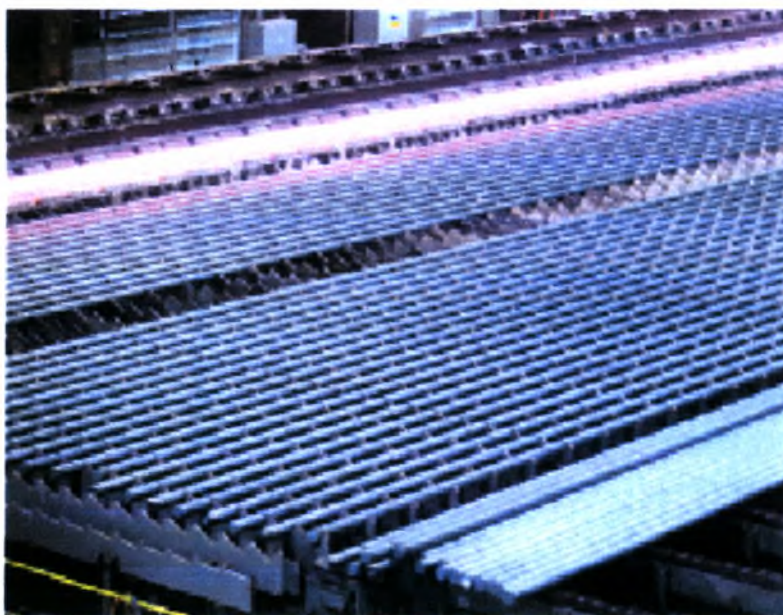
Σε αυτή τη γραμμή γίνεται η θερμική επεξεργασία και κοπή του σιδήρου μετόν διαμέτρου 18 έως 40 mm. Αποτελείται από τα εξής μηχανήματα:

- Μπάνια (Quenching Line). Γίνεται η θερμική επεξεργασία του χάλυβα έτσι ώστε να αποκτήσει τις απαραίτητες μηχανικές ιδιότητες
- Ψαλίδι κοπής πολλαπλάσιου μήκους (Start Stop Flying Shear). Εδώ γίνεται η κοπή του προϊόντος σε μήκος πολλαπλασιο του εμπορικού.
- Ελκτικά (Pinch rolls). Χρησιμοποιούνται για την έλξη του χάλυβα κατά μήκος της γραμμής.

- Ραουλόδρομος μεταφοράς (Apron conveyor). Πρόκειται για μια συστοιχία ραούλων υπεύθυνα για την προώθηση του υλικού κατά μήκος της γραμμής και ένα μηχανισμό εκφόρτωσης του προϊόντος στην ψυκτική τράπεζα.

2.2.6 Ψυκτική τράπεζα (Cooling Bed)

Πρόκειται για τον σταθμό εργασίας που υποδέχεται το προϊόν από την γραμμή Α ή τη γραμμή Β (εκόνα 2.3). Εδώ το προϊόν αλλάζει διεύθυνση κατά 90° . Αποτελείται από ένα σταθερό τμήμα και ένα κινητό. Το κινητό τμήμα μεταφέρει και συγκεντρώνει τις ράβδους στα βαγονάκια όπου εκεί μέσω υδραυλικού μηχανισμού εναποτίθενται στην περιοχή κοπής εμπορικού μήκους.



Εικόνα 2.3. Άποψη ψυκτικής Τράπεζας 1

2.2.7 Περιοχή κοπής εμπορικού μήκους (Cutting to length area)

Σε αυτόν το σταθμό εργασίας το προϊόν τοποθετείται σε ένα ραουλόδρομο και κόβεται από το ψαλίδι κοπής εμπορικού μήκους σε 14μετρες ή σε 12μετρες βέργες. Τα κυριότερα μηχανήματά είναι.

- Ραουλόδρομος μεταφοράς (Roller Way) Είναι μια συστοιχία ραούλων που σκοπό έχει τη μεταφορά βεργών πολλαπλάσιου μήκους.
- Ψαλίδι ψυχράς κοπής (Cold Shear). Κόβει το σίδηρο σε εμπορικό μήκος.
- Στοπερ (Stopper). Σταματά το σίδηρο σε τέτοιο μήκος όσο το εμπορικό προκειμένου να κοπεί.

Μετά την κοπή το σίδηρο προωθείται στο τραπέζι διαλογής που είναι ο επόμενος σταθμός εργασίας.

2.2.8 Τραπέζι διαλογής (Inspection Table)

Στο τραπέζι διαλογής γίνεται ο ποιοτικός έλεγχος του προϊόντος. Αν δεν είναι αποδεκτό απορρίπτεται αλλιώς μέσω μιας συστοιχίας μεταφορικών αλυσίδων προωθείται στα πόκετς (rockets) όπου ξεκινά η δεματοποίησή του στον ραουλόδρομο δεματοποίησης.

2.2.9 Ραουλόδρομος Δεματοποίησης (Bundle Forming Station)

Στον ραουλόδρομο δεματοποίησης εκφορτώνονται οι βέργες κατά ομάδες και εκεί δένονται. Αποτελείται από ένα ραουλόδρομο κατάλληλα διαμορφωμένο ώστε να κρατά την συνοχή μεταξύ των βεργών ο οποίος τις μεταφέρει στις δετικές μηχανές. Οι δετικές μηχανές είναι τρεις στη σειρά και κάνουν τρία δεσίματα ταυτόχρονα. Ανάλογα με το μήκος του, το δέμα πρέπει να σταματήσει δύο ή τρεις φορές έτσι ώστε να γίνουν όλα τα δεσίματα που

απαιτούνται σε συγκεκριμένη απόσταση μεταξύ τους. Μετά το ραουλοδρομο δεματοποίησης τα δέματα μεταφέρονται στο τραπέζι παραλαβής.

2.2.10 Τραπέζι παραλαβής (Delivery Table)

Στο τραπέζι παραλαβής τα δέματα ομαδοποιούνται κατά εξάδες και παραλαμβάνονται από γερανό προς αποθήκευση. Το τραπέζι αποτελείται από μια συστοιχία μεταφορικών αλυσίδων και μια ζυγαριά για την ζύγιση των δεμάτων. Οι μεταφορικές αλυσίδες κινούνται από κοινό άξονα έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ομοιόμορφη ταχύτητά τους και να μην στραβώνει το δέμα.

2.3 Περιγραφή αστοχιών μηχανολογικού εξοπλισμού

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω τα μηχανήματα στους διάφορους σταθμούς εργασίας παρουσιάζουν βλάβες που δυσχαιρένουν ή ανακόπτουν την παραγωγική διαδικασία. Σε ένα μηχάνημα μπορεί να υπάρξουν διάφορα είδη βλαβών ικανά να σταματήσουν την λειτουργία του. Στην προσπάθειά μας να κατατάξουμε τις βλάβες σε κάθε μηχάνημα και κάθε σταθμό εργασίας ακολουθήσαμε την σήμανση f.i.j.k για κάθε βλάβη όπου το i αναφέρεται στον αριθμό του σταθμού εργασίας, το j αναφέρεται στον αριθμό του μηχανήματος που ανήκει στο σταθμό εργασίας i και το k αναφέρεται στον τύπο βλάβης του μηχανήματος j του σταθμού εργασίας i. Όλοι οι σταθμοί εργασίας, τα μηχανήματα και οι τύποι βλαβών αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα. Σε παρένθεση αναφέρεται ο αριθμός που αντιστοιχεί σε κάθε σταθμό εργασίας ή μηχάνημα. Σημειώνεται ότι στα κελιά όπου δεν αναφέρονται τύποι βλαβών τα συγκεκριμένα μηχανήματα δεν έχουν παρουσιάσει βλάβη το χρονικό διάστημα που εξετάζουμε.

Workstation (i)	Machinery (j)	Failure Mode	Failure.i.j.k
REHEATING FURNACE (1)	FURNACE (1)	Inlet door stuck	f.1.1.1
		Peel bar door stuck	f.1.1.2
		Peel bar failure	f.1.1.3
		Outlet door stuck	f.1.1.4
		Hydraulics failure	f.1.1.5
	FURNACE CONVEYOR (2)	Charging conveyor failure	f.1.2.1
		Align machine failure	f.1.2.2
		Charging table failure	f.1.2.3
STANDS H1-H10 (2)	STAND No 01 (1)		
	STAND No 02 (2)	Safety pin failure	f.2.2.1
	STAND No 03 (3)	Safety pin failure	f.2.3.1
	STAND No 04 (4)		
	STAND No 05 (5)	Safety pin failure	f.2.5.1
	STAND No 06 (6)	Shear flap failure	f.2.6.1
		Hydraulics failure	f.2.6.2
	STAND No 07 (7)		
	STAND No 08 (8)		
	STAND No 09 (9)	Lubrication station failure	f.2.9.1
Gearbox failure		f.2.9.2	
STAND No 10 (10)	Safety pin failure	f.2.10.1	
	Lubrication station failure	f.2.10.2	
STANDS H11-H19 (3)	STAND No 11(1)	Safety pin failure	f.3.1.1
		Gearbox failure	f.3.1.2
	STAND No 12 (2)	Safety pin failure	f.3.2.1
	STAND No 13 (3)		
	STAND No 14 (4)		
	STAND No 15 (5)	Lubrication station failure	f.3.5.1
	STAND No16 (6)	Hydraulics failure	f.3.6.1
		Shear flap failure	f.3.6.2
		Alignment failure	f.3.6.3
	STAND No 17 (7)	Hydraulics failure	f.3.7.1
Alignment failure		f.3.7.2	
STAND No 18 (8)	Safety pin failure	f.3.8.1	
STAND No 19 (9)	Alignment failure	f.3.9.1	
SHEAR SH1 (10)	Lubrication station failure	f.3.10.1	
	Knife breakage	f.3.10.2	
	Shear flap failure	f.3.10.3	
LINE A (4)	SHEAR SH3 (1)	Shear distributor failure	f.4.1.1
		Shear flap failure	f.4.1.2
		Shear exit guide adjustment	f.4.1.3
	FINISHING BLOCK (2)	Lubrication station failure	f.4.2.1
		Snap shear failure	f.4.2.2
Gearbox coupling failure		f.4.2.3	
Mandrel failure		f.4.2.4	
QUENCH BATH A (3)	Water flexible tubes broken	f.4.3.1	

Workstation (i)	Machinery (j)	Failure Mode	Failure.i.j.k
		Bath conveyor clogged	f.4.3.2
	PINCH ROLL PR3 (4)	Pneumatic circuit failure Lubrication failure Rolls worn out/broken Pinch roll conveyor clogged	f.4.4.1 f.4.4.2 f.4.4.3 f.4.4.4
	PINCH ROLL PR4 (5)	Pneumatic circuit failure <i>Lubrication failure</i> Rolls worn out/broken Pinch roll conveyor clogged Pinch roll bearing failure Housing failure Wrong roll adjustment <i>Cardan shaft failure</i>	f.4.5.1 f.4.5.2 f.4.5.3 f.4.5.4 f.4.5.5 f.4.5.6 f.4.5.7 f.4.5.8
	PINCH ROLL PR5 (6)	Pneumatic circuit failure Lubrication failure Rolls worn out/broken Pinch roll conveyor clogged Pinch roll bearing failure	f.4.6.1 f.4.6.2 f.4.6.3 f.4.6.4 f.4.6.5
	PINCH ROLL PR6 (7)	Pinch roll conveyor clogged Lubrication failure Rolls worn out/broken Housing failure Wrong roll adjustment	f.4.7.1 f.4.7.2 f.4.7.3 f.4.7.6 f.4.7.7
	CROPPING SHEAR (8)	Shear equipment failure Knife failure Discard funnel blocking Shear flap failure	f.4.8.1 f.4.8.2 f.4.8.3 f.4.8.4
	SHEAR SH4 (9)	Distributor failure/adjustment Hydraulic circuit failure Coupling failure Knives worn out/broken Exit guide failure/adjustment Lubrication failure	f.4.9.1 f.4.9.2 f.4.9.3 f.4.9.4 f.4.9.5 f.4.9.6
	PINCH ROLL PR7 (10)	Pneumatic circuit failure Lubrication failure Rolls worn out/broken Pinch roll conveyor clogged Pinch roll bearing failure Housing failure Wrong roll adjustment Cardan shaft failure	f.4.10.1 f.4.10.2 f.4.10.3 f.4.10.4 f.4.10.5 f.4.10.6 f.4.10.7 f.4.10.8
	TAIL BRAKER (11)	Pneumatic circuit failure Guides adjustment Rolls worn out/broken Cylinder adjustment Tail braker failure	f.4.11.1 f.4.11.2 f.4.11.3 f.4.11.4 f.4.11.5
	TWIN CHANNEL (12)	Cooling system failure Guides failure Shaft couplings failure	f.4.12.1 f.4.12.2 f.4.12.3

Workstation (i)	Machinery (j)	Failure Mode	Failure.i.j.k	
LINE B (5)		Hydraulic circuit failure Twin channel metal structure failure	f.4.12.4 f.4.12.5	
	PINCH ROLL PR1 (1)	Wrong setting Pneumatic cylinder failure Rolls worn out/broken	f.5.1.1 f.5.1.2 f.5.1.3	
	PINCH ROLL PR2 (2)	Wrong setting Pneumatic cylinder failure Rolls worn out/broken Broken joint	f.5.2.1 f.5.2.2 f.5.2.3 f.5.2.4	
	SHEAR SH2 (3)	Knives worn out/broken	f.5.3.1	
	APRON CONVEYOR (4)	Hydraulic circuit failure Aprons misalignment Rolls worn out	f.5.4.1 f.5.4.2 f.5.4.3	
	COOLING BED (6)	COOLING BED (1)	Trolleys movement failure Hydraulic circuit failure Trolleys movement failure	f.6.1.1 f.6.1.2 f.6.1.3
CUTTING TO LENGTH AREA (7)		COLD SHEAR (1)	Entry roll failure Pneumatic circuit failure	f.7.1.1 f.7.1.2
		COLD SHEAR CONVEYOR (2)	Moveable stopper stuck Pneumatic circuit failure Trolleys wrong movement Conveyor worn out	f.7.2.1 f.7.2.2 f.7.2.3 f.7.2.4
INSPECTION TABLE (8)	BUNDLE TABLE (1)	Loose sprocket wheels Loose/tight chains Chains blocked Bar stuck between chain and sprocket wheel Hydraulic circuit failure	f.8.1.1 f.8.1.2 f.8.1.3 f.8.1.4 f.8.1.5	
	POCKETS (2)	Misaligned pocket Loose chains Hydraulic mechanism failure Pockets stuck	f.8.2.1 f.8.2.2 f.8.2.3 f.8.2.4	
	BUNDLE FORMING STATION (9)	TYING MACHINES (1)	Faulty tying wire	f.9.1.1
			Hydraulics failure	f.9.1.2
Chain stuck			f.9.1.3	
Tying head stuck			f.9.1.4	
Bundle broken			f.9.1.5	
Failure to feed			f.9.1.6	
Head gear failure	f.9.1.7			
Loose bundle	f.9.1.8			
Tying machine blocked	f.9.1.9			
Power loss	f.9.1.10			
DELIVERY TABLE (10)	REBAR TABLE (1)	Spocket wheel broken	f.10.1.1	
		Chains blocked	f.10.1.2	

2.4 Μελέτη δεδομένων καθυστερήσεων και βλαβών

Οι τύποι βλαβών έχουν συλλεγεί από τα αρχεία μιας μονάδας παραγωγής χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος και καλύπτουν μια περίοδο 3,5 χρόνων. Για κάθε βλάβη που σημειώνεται, σημειώνεται επίσης και ο χρόνος διακοπής της παραγωγικής διαδικασίας όπως και η ημερομηνία και ώρα που αυτή έλαβε χώρα. Από αυτά τα αρχεία είναι εύκολο να υπολογιστεί ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών καθυστερήσεων (TTF) όπως και ο χρόνος επισκευής (TTR). Οι παραπάνω χρόνοι μπορούν να υπολογιστούν και στα τρία επίπεδα, δηλαδή ανά σταθμό εργασίας, μηχάνημα και τύπο βλάβης. Από τα αρχεία μετρήθηκαν 1018 βλάβες που αφορούσαν στον μηχανολογικό εξοπλισμό της γραμμής οι οποίες ταξινομήθηκαν σε 145 διαφορετικούς τύπους βλαβών.

Ως χρόνος TTF ορίζεται ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών βλαβών ανά σταθμό εργασίας, μηχάνημα ή τύπο βλάβης. Ο χρόνος μετράται από τη στιγμή που ξεκινά η παραγωγή μετά τη βλάβη μέχρι να σταματήσει ξανά λόγω βλάβης. Η μέτρηση γίνεται σε λεπτά. Η λειτουργία της παραγωγικής γραμμής είναι 24ωρη με περίπου μία με δύο ώρες σταμάτημα κατά μέσο όρο κάθε μέρα για εργασίες όπως προληπτική συντήρηση, αλλαγή παραγωγής ή αλλαγή αναλώσιμων υλικών όπως τα κύλινδρα των ελαστρων. Αυτός ο χρόνος δεν έχει αφαιρεθεί από τον χρόνο που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών βλαβών. Θεωρείται λοιπόν ότι επηρεάζει την διάρκεια μεταξύ αστοχιών θετικά γιατί πολλές φορές υπάρχει παρατήρηση για επικείμενη βλάβη η οποία αποκαθίσταται σε αυτό το καθημερινό σταμάτημα. Ο χρόνος TTF έχει αφαιρεθεί όμως από την χρονική διάρκεια που γίνεται πολυήμερη συντήρηση όπως κάθε καλοκαίρι. Κατά μέσο όρο η παραγωγή σταματά για 15 ημέρες τον Αύγουστο όπου πραγματοποιείται προληπτική συντήρηση. Ωστόσο αν και έχει αφαιρεθεί αυτός ο χρόνος δεν σημαίνει ότι δεν επηρεάζει τον χρόνο μεταξύ δύο διαδοχικών βλαβών διότι με την προληπτική συντήρηση αυξάνεται η αξιοπιστία των μηχανημάτων και

μειώνεται ο ρυθμός βλαβών. Επίσης οι γραμμές A και B δεν λειτουργούν ταυτόχρονα αλλά μόνο εκ περιτροπής. Άρα όταν δουλεύει ένας σταθμός εργασίας ο χρόνος μεταξύ βλαβών δεν προσμετράται στον άλλον σταθμό.

Οι βλάβες που μελετώνται στην παρούσα εργασία δεν έχουν να κάνουν με την ποιότητα του προϊόντος αλλά μόνο με την λειτουργία ή μη του μηχανολογικού εξοπλισμού. Τούτο συμβαίνει διότι είναι σπάνιο η ποιότητα να συνδέεται με τον μηχανολογικό εξοπλισμό και γι' αυτό δεν υπάρχουν αντίστοιχες καταγραφές. Η ποιότητα του προϊόντος έχει άμεση συνάφεια με τον χρόνο ζωής αναλώσιμων υλικών όπως κύλινδρα ραούλων (δεν ανήκουν στο μηχανολογικό εξοπλισμό) ή με κακή θερμική επεξεργασία.

Ο χρόνος αποκατάστασης βλάβης TTR είναι ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή που θα σταματήσει η παραγωγική διαδικασία λόγω βλάβης κάποιου μηχανήματος μέχρι την στιγμή που θα ξαναξεκινήσει η παραγωγή. Κατά την διάρκεια αυτού του χρόνου έρχεται το συνεργείο της μηχανολογικής συντήρησης ή ο υπεύθυνος βάρδιας, γίνεται εξέταση της βλάβης και εκτίμηση της κατάστασης. Ακολουθεί η διαδικασία της συλλογής των κατάλληλων εργαλείων από το συνεργείο της συντήρησης, της επιλογής του κατάλληλου ανταλλακτικού από την αποθήκη και κατόπιν γίνονται οι απαραίτητες ενέργειες για την μερική ή ολική αποκατάσταση της βλάβης ανάλογα με την περίπτωση. Ο χρόνος μετράται σε λεπτά. Από την στιγμή που θα αποκατασταθεί η βλάβη χρειάζονται άλλα 2 με 3 λεπτά για τον ηλεκτρονικό έλεγχο όλης της γραμμής μέχρι την έναρξη της παραγωγικής διαδικασίας.

Η γραμμή παραγωγής του ελασματοουργείου είναι φτιαγμένη έτσι ώστε έστω και ένα μηχάνημα να σταματήσει κανένας σταθμός εργασίας να μην μπορεί να παράγει μέχρι να αποκατασταθεί η βλάβη. Το προϊόν που υπάρχει στους επόμενους σταθμούς εργασίας θα συνεχίσει την πορεία του μέχρι ένα σταθμό όπου θα μπορεί να παραμείνει ενώ το προϊόν που βρίσκεται στους προηγούμενους σταθμούς εργασίας είτε θα αποριφθεί ως σκραπ είτε θα

παραμένει μέχρι να ξαναξεκινήσει η παραγωγική διαδικασία. Κατά την διάρκεια μιας βλάβης τα μηχανήματα που δεν έχουν υποστεί βλάβη σταματούν αλλά βρίσκονται σε ετοιμότητα να ξεκινήσουν ανά πάσα στιγμή. Οι σταθμοί εργασίας στους οποίους το προϊόν μπορεί να παραμείνει χωρίς να χαλάσει η ποιότητά του είναι ο κλίβανος (WS1), η ψυκτική τράπεζα (WS6), η περιοχή κοπής εμπορικού μήκους(WS7), το τραπέζι διαλογής(WS8), ο ραουλόδρομος δεματοποίησης(WS9) και το τραπέζι διαλογής(WS10). Στους υπόλοιπους σταθμούς, εκεί δηλαδή που γίνεται η έλαση και η θερμική επεξεργασία το προϊόν είναι συνεχές και δεν μπορεί να παραμείνει. Ο χρόνος διέλευσης όμως από αυτούς τους σταθμούς είναι κάτω από ένα λεπτό λόγω της μεγάλης ταχύτητας του προϊόντος. Στον κλίβανο ειδικά προκειμένου να μην επηρεαστεί η ποιότητα του προϊόντος κατεβαίνει η θερμοκρασία του σε κατάλληλα επίπεδα. Αυτό συμβαίνει για πάνω από μιάμιση ώρα σταμάτημα και η αποκατάσταση της θερμοκρασίας γίνεται γρήγορα και υπολογίζεται έτσι ώστε να συγχρονίζεται με την έναρξη της παραγωγής.

2.5 Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύσαμε την λειτουργία μιας χαλυβουργίας. Ειδικότερα αναφερθήκαμε στο κομμάτι της έλασης. Αναλύσαμε την γραμμή παραγωγής ενός ελασματοουργείου και αναφερθήκαμε στους σταθμούς εργασίας και στα μηχανήματα που τους απαρτίζουν. Στην συνέχεια μελετήσαμε τους τύπους βλαβών που συμβαίνουν στα μηχανήματα και τις κατατάξαμε σε επίπεδα.

Επίσης κάναμε αναφορά στον χρόνο μεταξύ δύο διαδοχικών βλαβών και στον χρόνο αποκατάστασης. Διαπιστώσαμε την ανάγκη για περαιτέρω επεξεργασία αυτών των δεδομένων προκειμένου να μελετηθεί η αξιοπιστία της γραμμής.

Κεφάλαιο 3 Ανάλυση Στατιστικών Εννοιών και Μεγεθών

Στο κεφάλαιο αυτό δίνουμε τον ορισμό και την περιγραφή της κατανομής Weibull όπως επίσης και μια περιγραφή των παραμέτρων της. Στην συνέχεια κάνουμε μια αναφορά στις αναλύσεις παλινδρόμησης και πώς αυτές χρησιμοποιούνται για την εύρεση του συντελεστή συσχέτισης μεταξύ των τιμών μιας τυχαίας μεταβλητής καθώς και τον συντελεστή συσχέτισης μεταξύ των τιμών δύο τυχαίων μεταβλητών.

3.1 Η Κατανομή Weibull

Η κατανομή Weibull έχει συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας :

$$f(x) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{x-\gamma}{\theta} \right)^{\beta-1} \exp \left[- \left(\frac{x-\gamma}{\theta} \right)^{\beta} \right] \quad x \geq \gamma \quad (3.1)$$

= 0 αλλιώς

Οι παράμετροί της είναι οι γ ($-\infty < \gamma < \infty$), η παράμετρος κλίμακας (scale parameter) $\theta > 0$ και η παράμετρος σχήματος (shape parameter) $\beta > 0$. Η κύρια χρησιμότητα της κατανομής Weibull είναι ότι κατορθώνει να προσεγγίζει πολλά μηχανολογικά συστήματα. Μια κύρια εφαρμογή της είναι η προσομείωση μοντέλων ανάλυσης αστοχιών σε μηχανολογικά και ηλεκτρολογικά συστήματα.

Με κατάλληλη εκλογή των παραμέτρων της κατανομής Weibull η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας μπορεί να προσεγγίσει πολλά φαινόμενα. Για παράμετρος $\gamma=0$, $\beta=1$ και $\theta=1$ η κατανομή Weibull γίνεται εκθετική κατανομή με $\lambda=1$.

Η μέση τιμή και διακύμανση της κατανομής δίνονται από τους τύπους:

$$E(X) = \gamma + \delta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad \text{και} \quad (3.2)$$

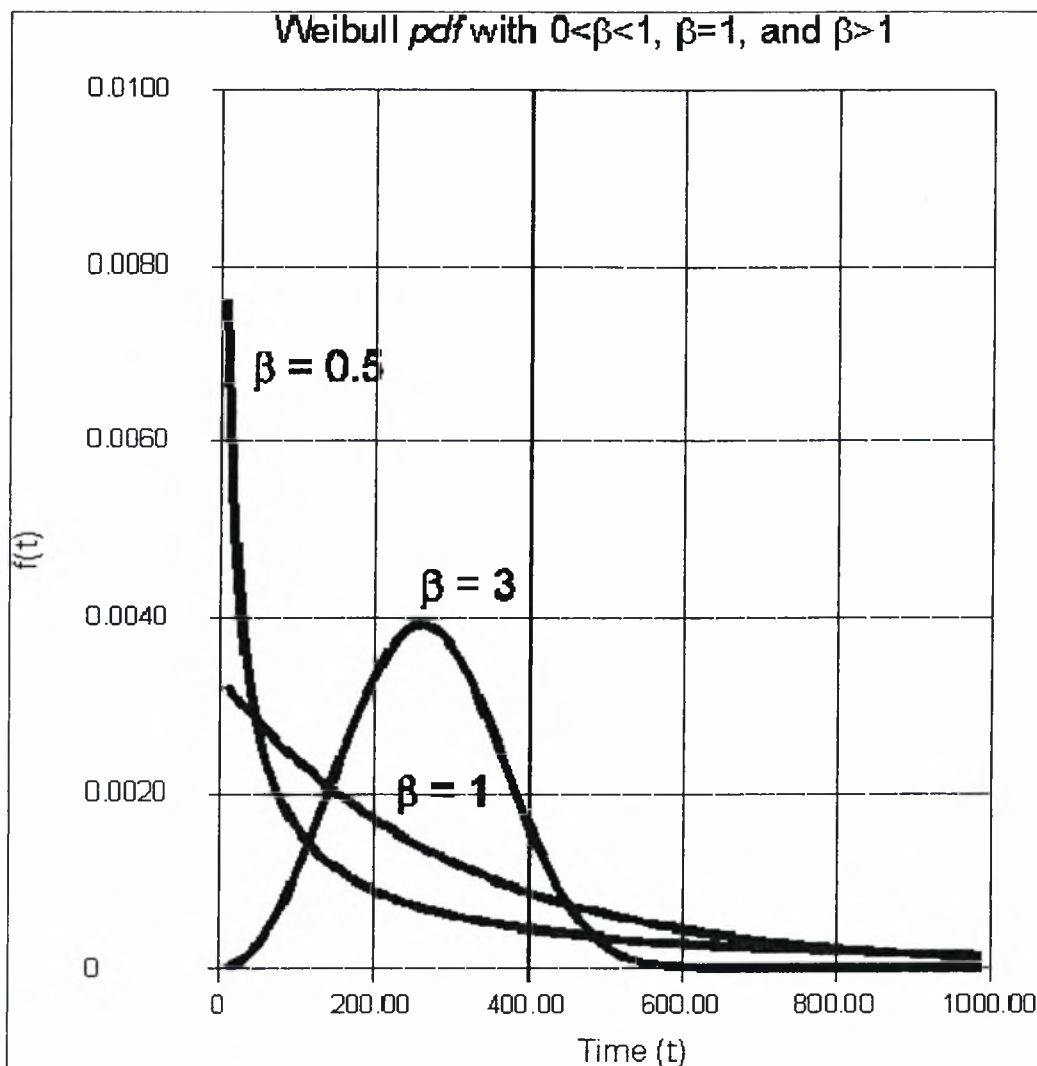
$$V(X) = \delta^2 \left\{ \Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - \left[\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \right]^2 \right\} \quad (3.3)$$

όπου Γ είναι η γνωστή κατανομή Γάμμα.

Η συνάρτηση κατανομής της Weibull έχει την απλή μορφή:

$$F(x) = 1 - \exp\left(-\frac{x - \gamma}{\theta}\right)^\beta \quad (3.4)$$

στο παρακάτω διάγραμμα (3.1) φαίνονται ορισμένες μορφές της Weibull για διάφορες τιμές της παραμέτρου β .



Διάγραμμα 3.1

Μιά τιμή της παραμέτρου $\beta > 1$ υποδεικνύει ένα αυξανόμενο ρυθμό αστοχιών ενώ μια τιμή $\beta < 1$ υποδεικνύει ένα ελλατούμενο ρυθμό αστοχιών. Όταν το $\beta = 1$ ο ρυθμός βλαβών είναι σταθερός και η κατανομή Weibull είναι ίδια με την εκθετική κατανομή. Όταν το $1 < \beta < 2$ η συνάρτηση του ρυθμού αστοχιών είναι αύξουσα και κοίλη ενώ όταν το $\beta > 2$ η συνάρτηση είναι αύξουσα και κυρτή. Τέλος όταν $\beta > 3$ η συνάρτηση είναι συμμετρική περίπου σαν την κανονική κατανομή.

Η παράμετρος θ της κατανομής επηρεάζει και τη μέση τιμή και την απόκλιση της συνάρτησης. Όταν το θ αυξάνεται τότε η αξιοπιστία σε μια δεδομένη στιγμή αυξάνεται ενώ η κλίση της συνάρτησης κινδύνου μειώνεται. Η παράμετρος θ της κατανομής Weibull λέγεται και χαρακτηριστική ζωή και έχει μονάδες αντίστοιχες με αυτές του χρόνου μεταξύ αστοχιών.

Η παράμετρος σχήματος β της κατανομής μας δίνει ένα στοιχείο για την συμπεριφορά των αστοχιών όσον αφορά τους χρόνους που συμβαίνουν και τους χρόνους αποκατάστασης. Ο ρυθμός βλαβών είναι μια γνωστή κατανομή στην θεωρία αξιοπιστίας ο οποίος δίνει σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή τον ρυθμό βλαβών.

Ας υποθέσουμε ότι ο χρόνος μεταξύ βλαβών ενός συστήματος δίνεται από μία συνεχή τυχαία μεταβλητή T της οποίας η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας είναι η $f(t)$ η οποία είναι η κατανομή Weibull

Ως αξιοπιστία ενός εξαρτήματος ή συστήματος ορίζεται η πιθανότητα ότι το εξάρτημα ή σύστημα θα λειτουργεί σωστά για τουλάχιστον ένα χρονικό διάστημα κάτω από πειραματικές συνθήκες. Επομένως, αν $R(t)$ ορίζεται σαν η αξιοπιστία ενός εξαρτήματος σε μια χρονική στιγμή t τότε:

$$\begin{aligned} R(t) &= P(T > 0) \\ &= \int_t^{\infty} f(t) dt \\ &= 1 - F(t) \end{aligned} \tag{3.5}$$

όπου $F(t)$ είναι η αθροιστική κατανομή της T . Η πιθανότητα ότι το εξάρτημα θα αστοχήσει στο διάστημα από $T=t$ έως $T= t+\Delta t$ δεδομένου ότι δεν έχει αστοχήσει μέχρι την χρονική στιγμή t είναι:

$$\frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{R(t)} \quad (3.6)$$

Διαιρώντας αυτό το λόγο με Δt και παίρνοντας το όριο του Δt να τείνει στο μηδέν έχουμε το ρυθμό βλαβής $Z(t)$. Έτσι:

$$\begin{aligned} Z(t) &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{\Delta t} \frac{1}{R(t)} \\ &= \frac{F'(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{1 - F(t)} \end{aligned} \quad (3.7)$$

το οποίο εκφράζει το ρυθμό βλαβών σε όρους της κατανομής του χρόνου μεταξύ δύο αστοχιών.

Δεδομένου ότι $R(t) = 1 - F(t)$ και $R'(t) = -F'(t)$ μπορεί να γραφεί:

$$Z(t) = \frac{-R'(t)}{R(t)} = \frac{-d[\ln R(t)]}{dt}$$

και λύνοντας ,

$$\begin{aligned} \ln R(t) &= - \int Z(t) dt + \ln c \quad \text{ή} \\ R(t) &= ce^{-\int Z(t) dt} \end{aligned} \quad (3.8)$$

όπου το c εκφράζει την αρχική υπόθεση ότι $R(0)=1$ ή $F(0)=1-R(0)=0$

Έτσι φαίνεται ότι υπάρχει πλήρης αντιστοιχία μεταξύ της πυκνότητας πιθανότητας $f(t)$ και του ρυθμού αστοχιών $Z(t)$

3.2 Ο έλεγχος Durbin-Watson (Durbin-Watson statistic)

Το συγκεκριμένο τεστ χρησιμοποιείται για την εύρεση συσχετισμών μεταξύ μιας σειράς τιμών μιας τυχαίας μεταβλητής στην πορεία του χρόνου. Τέτοια δεδομένα είναι και οι χρόνοι TTF και TTR που αναλύονται στην παρούσα εργασία.

Το τεστ υποθέτει ότι τα δεδομένα προέρχονται από ένα παλινδρομικό μοντέλο πρώτης τάξης

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \varepsilon_t \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (3.9)$$

όπου t είναι ο δείκτης χρόνου και οι όροι σφάλματος γεννιούνται από τον τύπο

$$\varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + a_t \quad (3.10)$$

όπου $|\rho| < 1$ είναι μια άγνωστη παράμετρος και a_t είναι το επίπεδο σημαντικότητας $NID(0, \sigma^2)$. Η εξίσωση (3.9) δίνει ένα μοντέλο παλινδρόμησης εκτός από τα σφάλματα που δίνονται από την εξίσωση (3.10). Η παράμετρος ρ στην εξίσωση είναι ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης. Το τεστ Durbin-Watson μπορεί να εφαρμοστεί στην υπόθεση:

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho > 0 \quad (3.11)$$

Θεωρούμε ότι αν η υπόθεση $H_0: \rho = 0$ δεν απορριφθεί τότε υπονοείται ότι δεν υπάρχει αυτοσυσχετισμός στα σφάλματα και το μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης είναι σωστό.

Για να εξετάσουμε αν η υπόθεση $H_0: \rho = 0$ κατ' αρχάς προσεγγίζουμε το μοντέλο με την μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων. Μετά υπολογίζουμε την ποσότητα D με τη μέθοδο Durbin-Watson σύμφωνα με την εξίσωση:

$$D = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2} \quad (3.12)$$

όπου e_t είναι το t -οστό υπόλοιπο. Για μια αποδεκτή τιμή του επιπέδου σημαντικότητας α βρίσκουμε από πίνακα τις κρίσιμες τιμές $D_{\alpha,L}$ και $D_{\alpha,U}$. Αν $D > D_{\alpha,U}$ τότε δεν απορρίπτουμε την υπόθεση $H_0: \rho=0$ αλλά αν $D < D_{\alpha,L}$ τότε η υπόθεση απορρίπτεται και καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι υπάρχει μια θετική συσχέτιση μεταξύ των σφαλμάτων. Αν $D_{\alpha,L} < D < D_{\alpha,U}$ το τεστ δεν καταλήγει σε κανένα συμπέρασμα που σημαίνει ότι πρέπει να συλλεχθούν και άλλα στοιχεία.

Η εξέταση για αρνητική συσχέτιση γίνεται ως παραπάνω αλλά με την υπόθεση:

$$H_0: \rho=0$$

$$H_1: \rho < 0 \quad (3.13)$$

Σε αυτή την περίπτωση υπολογίζουμε την ποσότητα $D' = 4-D$ και ακολουθούμε την ίδια διαδικασία με αυτή που περιγράφεται παραπάνω.

3.3 Ανάλυση συσχέτισης δύο τυχαίων μεταβλητών X και Y (Correlation analysis)

Έστω X και Y δύο τυχαίες μεταβλητές και οι τιμές $\{(x_i, y_i); i=1,2,3,\dots,n\}$ είναι μετρήσεις από ένα πληθυσμό όπου έχει μια από κοινού πυκνότητα πιθανότητας $f(x,y)$. Η ανάλυση συσχέτισης (correlation analysis) αποσκοπεί στο να εκτιμήσει το συσχετισμό μεταξύ των δύο τυχαίων μεταβλητών μέσω του συντελεστή συσχέτισης.

Έστω η δεσμευμένη κατανομή $f(y|x)$ της τ.μ Y για δεδομένες τιμές της X είναι κανονική κατανομή με μέση τιμή $\mu_{y|x} = \alpha + \beta x$ και τυπική απόκλιση $\sigma^2_{y|x} = \sigma^2$ και αντίστοιχα η X ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή μ_x και σ^2_x .

Η από κοινού πυκνότητα πιθανότητας της X και Y δίνεται από τον τύπο:

$$f(x, y) = n(y | x; \alpha + \beta x, \sigma)n(x; \mu_x, \sigma_x) \\ = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\left(\frac{y - (\alpha + \beta x)}{\sigma}\right)^2 + \left(\frac{x - \mu_x}{\sigma_x}\right)^2\right]\right\} \quad (3.14)$$

για $-\infty < x, y < \infty$

Έστω ότι η τυχαία μεταβλητή Y μπορεί να γραφεί στη μορφή

$$Y = \alpha + \beta X + E$$

Όπου η X είναι μια τυχαία μεταβλητή ανεξάρτητη από το σφάλμα E . Μιας και η μέση τιμή του σφάλματος E είναι 0 τότε:

$$\mu_y = \alpha + \beta\mu_x \text{ και}$$

$$\sigma^2_y = \sigma^2 + \beta^2\sigma^2_x$$

Αντικαθιστώντας τις α και σ^2 στην εξίσωση 3.14 παίρνουμε την κανονική κατανομή δύο μεταβλητών.

$$f(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y\sqrt{1-\rho^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left[\left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x}\right)^2 - 2\rho\left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x}\right)\left(\frac{y-\mu_y}{\sigma_y}\right) + \left(\frac{y-\mu_y}{\sigma_y}\right)^2\right]\right\}$$

για $-\infty < x, y < \infty$ όπου

$$\rho^2 = 1 - \frac{\sigma^2}{\sigma_Y^2} = \beta^2 \frac{\sigma_X^2}{\sigma_Y^2}$$

Η σταθερά ρ λέγεται συντελεστής συσχέτισης και παίζει μεγάλο ρόλο σε πολλά προβλήματα ανάλυσης δύο τυχαίων μεταβλητών. Όταν $\beta=0$ τότε $\rho=0$ και δεν υπάρχει καμμία γραμμική συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών και συνεπώς η γνώση της X είναι άχρηστη για την προβλεψη της Y . Εφόσον $\sigma_Y^2 \geq \sigma^2$ πρέπει να είναι $\rho^2 \leq 1$ άρα $-1 \leq \rho \leq 1$. Οι ακραίες τιμές ± 1 συμβαίνουν μόνο όταν $\sigma^2=0$ και σε αυτή την περίπτωση έχουμε μια τέλεια συσχέτιση μεταξύ των τυχαίων μεταβλητών. Έτσι όταν $\rho=1$ έχουμε μια τέλεια γραμμική συσχέτιση με θετική κλίση της ευθείας ενώ όταν $\rho=-1$ έχουμε πάλι τέλεια συσχέτιση με αρνητική αυτή τη φορά κλίση της ευθείας.

Γενικά όταν οι τιμές του ρ είναι κοντά στο ± 1 τότε μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει μια σχετικά καλή συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών ενώ όταν ο συντελεστής ρ βρίσκεται κοντά στο 0 τότε έχουμε μικρή ή καθόλου συσχέτιση.

Για να έχουμε μια εκτίμηση του συντελεστή ρ βρίσκουμε το αθροισμα των τετραγώνων των λαθών

$$SSE = S_{YY} - bS_{XY} \quad \text{ή}$$

$$b^2 \frac{S_{XX}}{S_{YY}} = 1 - \frac{SSE}{S_{YY}}$$

Η τιμή $b^2 S_{XX}/S_{YY}$ είναι 0 αν το b είναι 0 το οποίο θα συμβεί όταν τα δειγματοσημεία δεν έχουν καμμία συσχέτιση. Μιας και $S_{YY} > SSE$ τότε πρέπει η ποσότητα $b^2 S_{XX}/S_{YY}$ να βρίσκεται μεταξύ -1 και 1. Όταν $SSE=0$ τότε $b^2 S_{XX}/S_{YY} = \pm 1$ και υποδεικνύει ότι όλα τα δειγματοσημεία βρίσκονται πάνω σε μια ευθεία γραμμή. Συνεπώς η ποσότητα $r = b\sqrt{S_{XX}/S_{YY}}$ μας δίνει μια εκτίμηση του συντελεστή συσχέτισης ρ . Ο συντελεστής r λέγεται και συντελεστής συσχέτισης Pearson.

3.4 Συμπεράσματα

Στο παραπάνω κεφάλαιο αναλύσαμε μερικά στατιστικά μεγέθη τα οποία πρόκειται να μας χρησιμεύσουν στην ανάλυση των δεδομένων του χρόνου μεταξύ δύο αστοχιών και του χρόνου αποκατάστασης που αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 2. Έγινε μια ανάλυση της κατανομής Weibull, του στατιστικού ελέγχου Durbin-Watson και του δείκτη συσχέτισης Pearson. Τα αριθμητικά αποτελέσματα αυτών των μεγεθών δείχνονται στο 4^ο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 4 :Στατιστική ανάλυση χρόνων TTR και TTF

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια στατιστική ανάλυση των στοιχείων TTF και TTR που περιγράφησαν στο κεφάλαιο 2. Υπολογίζονται μεγέθη όπως ο μέσος χρόνος μεταξύ βλαβών και η τυπική απόκλιση σε επίπεδο παραγωγικής γραμμής, σταθμού εργασίας, μηχανήματος και μορφής αστοχίας. Με αυτά τα στοιχεία βρίσκουμε τις πιο σημαντικές μορφές αστοχίας και εξετάζουμε πως αυτές επιδρούν στην παραγωγική διαδικασία.

Κατόπιν γίνεται μια προσπάθεια προσέγγισης των μεταβλητών αυτών με την κατανομή Weibull και μια προσπάθεια εύρεσης συσχετισμών των τιμών TTR και TTF στην πορεία του χρόνου (autocorrelation) καθώς η εύρεση συσχετισμών μεταξύ τους (cross correlation).

4.1 Απόδοση της γραμμής

Η στατιστική ανάλυση των στοιχείων TTR και TTF είναι πολύ σημαντικά για την αξιολόγηση της γραμμής και την εύρεση των πιο σημαντικών μορφών αστοχίας. Είναι επίσης πολύ σημαντικά για ένα τμήμα μηχανολογικής συντήρησης στο να εντοπίσει τα σημεία αυτά που δημιουργούν το μεγαλύτερο πρόβλημα και να δώσει έμφαση σε αυτά ώστε να μπορέσει να τα εξαλήψει και να αυξήσει την απόδοση των μηχανημάτων. Στον πίνακα 4.1 βλέπουμε την μέση τιμή και τυπική απόκλιση για όλες τις μορφές αστοχίας κατά φθίνουσα σειρά αριθμού εμφάνισης αστοχιών. Το ίδιο γίνεται και για όλους τους σταθμούς εργασίας,

τα μηχανήματα και όλη τη γραμμή. Στην τελευταία στήλη αναγράφεται και η διαθεσιμότητα (availability) για κάθε επίπεδο. Ως διαθεσιμότητα ορίζεται το μέγεθος που δίνεται από τον τύπο:

$$\text{Availability} = \frac{\text{meanTTF}}{\text{meanTTF} + \text{meanTTR}}.$$

Υπενθυμίζουμε ότι και τα δύο μεγέθη TTR και TTF είναι εκφρασμένα σε λεπτά.

FAILURE MODE	N	TTF			TTR			Availability
		Mean	St. deviation	CV of TBF	Mean	St. deviation	CV of TTR	
f.4.9.1	92	20083,3152	31486,5073	1,5678	26,0109	17,8852	0,6876034	0,9987
f.1.1.3	67	27561,4179	39298,6228	1,4259	22,9701	23,0592	1,0038765	0,9992
f.4.11.2	54	31767,4630	56177,2261	1,7684	15,3148	11,7903	0,7698653	0,9995
f.4.12.2	53	34895,6226	66659,5480	1,9103	27,8113	28,2646	1,0162978	0,9992
f.4.2.1	31	58188,5484	87171,6725	1,4981	14,8710	14,6600	0,9858147	0,9997
f.4.9.4	31	59608,4194	72495,1736	1,2162	36,9677	24,8924	0,673355	0,9994
f.4.2.4	25	63234,0400	145319,8834	2,2981	27,0800	30,0054	1,1080297	0,9996
f.4.4.3	25	61758,1600	103642,8154	1,6782	24,8400	17,0750	0,6874006	0,9996
f.4.11.3	24	72385,1250	127586,5316	1,7626	31,6250	28,9540	0,9155401	0,9996
f.1.1.2	23	74243,7826	119815,0996	1,6138	11,7391	9,6069	0,8183654	0,9998
f.4.9.5	21	56410,0000	112520,9517	1,9947	20,6190	11,4214	0,5539231	0,9996
f.3.10.6	20	88703,2500	93635,5669	1,0556	35,1500	57,6425	1,6399011	0,9996
f.4.12.1	20	69640,9500	83998,6621	1,2062	22,5500	12,8983	0,5719861	0,9997
f.1.1.4	17	99764,8824	213560,6792	2,1406	8,0588	7,5868	0,9414219	0,9999
f.2.2.1	17	47960,2941	62111,1406	1,2951	20,8824	12,0202	0,5756154	0,9996
f.2.3.1	16	61727,0000	77394,9322	1,2538	48,1250	29,1476	0,6056647	0,9992
f.4.8.2	15	119198,8667	161630,8643	1,3560	26,2667	36,1633	1,3767736	0,9998
f.5.4.3	15	77634,0000	299368,8221	3,8562	6,4000	3,9424	0,6160067	0,9999
f.8.1.3	14	119552,9286	157455,2533	1,3170	10,6429	9,1786	0,8624216	0,9999
f.9.1.1	13	122440,3846	342332,7051	2,7959	6,8462	2,8239	0,4124784	0,9999
f.4.8.4	13	111704,7692	163248,6611	1,4614	20,6154	9,0787	0,4403855	0,9998
f.1.1.5	11	124852,8182	199620,6677	1,5988	33,1818	19,0096	0,5728911	0,9997
f.4.1.2	11	58905,4545	107719,4024	1,8287	18,6364	4,5227	0,2426799	0,9997
f.4.4.2	10	140901,5000	213014,9245	1,5118	11,5000	4,1164	0,3579446	0,9999
f.4.5.7	10	16472,6000	32984,7394	2,0024	17,0000	7,1492	0,4205414	0,9990
f.8.1.4	10	87633,6000	229620,8468	2,6202	20,4000	31,7182	1,5548139	0,9998
f.1.2.1	9	203001,6667	210905,8590	1,0389	32,7778	32,2210	0,9830143	0,9998
f.9.2.1	9	166664,7778	310260,9336	1,8616	13,2222	18,8466	1,4253733	0,9999
f.3.8.7	9	50400,0000	117025,7518	2,3219	11,1111	9,2796	0,8351647	
f.4.11.4	9	138653,3333	189175,3268	1,3644	45,4444	48,1459	1,0594453	0,9997
f.4.5.6	9	34187,2222	36449,0185	1,0662	20,5556	11,5770	0,5632072	0,9994
f.10.1.8	8	169334,3750	253162,6804	1,4950	9,3750	5,6045	0,5978161	0,9999
f.4.8.3	8	149795,5000	228371,0610	1,5246	49,5000	38,5894	0,7795841	0,9997
f.4.9.2	8	147717,5000	197621,9011	1,3378	59,3750	37,5535	0,6324806	0,9996
f.8.1.2	8	169413,0000	185571,8054	1,0954	11,1250	6,2206	0,5591591	0,9999
f.2.10.1	7	208441,5714	360514,2752	1,7296	32,1429	9,7027	0,3018625	0,9998
f.3.10.5	7	133175,4286	226781,9539	1,7029	20,7143	11,3389	0,5473968	0,9998

f.4.5.1	7	56968,5714	116250,9003	2,0406	17,1429	8,9894	0,5243824	0,9997
f.8.1.1	7	205408,1429	238217,4668	1,1597	13,8571	14,2879	1,0310825	0,9999
f.2.5.1	6	61687,5000	61001,8084	0,9889	38,3333	21,1345	0,5513345	0,9994
f.3.5.2	6	159114,1667	217623,6561	1,3677	36,6667	61,2100	1,6693642	0,9998
f.3.6.7	6	246962,1667	372537,0265	1,5085	15,8333	7,3598	0,4648295	0,9999
f.3.8.1	6	343,1667	462,4294	1,3475	24,1667	15,3547	0,6353667	0,9342
f.3.9.7	6	248101,1667	266838,3261	1,0755	15,5000	8,3367	0,5378494	0,9999
f.4.1.3	6	133438,8333	202953,3669	1,5209	29,5000	25,2725	0,8566954	0,9998
f.4.11.5	6	10621,0000	19302,5128	1,8174	16,8333	8,1588	0,4846836	0,9984
f.4.12.5	6	254903,0000	575325,6307	2,2570	15,3333	11,0755	0,7223151	0,9999
f.4.2.2	6	240452,5000	361688,1846	1,5042	32,5000	14,4049	0,4432265	0,9999
f.4.5.3	6	214999,1667	417804,4371	1,9433	30,8333	30,5641	0,9912694	0,9999
f.4.8.1	6	292457,1667	314009,5235	1,0737	50,6667	44,6662	0,8815691	0,9998
f.4.9.6	6	283697,5000	399509,9413	1,4082	15,0000	10,9545	0,7302967	0,9999
f.5.4.2	6	170459,1667	416089,3484	2,4410	12,5000	7,5829	0,60663	0,9999
f.1.1.1	5	5911,0000	10564,2028	1,7872	5,0000	0,0000	0	0,9992
f.4.4.4	5	46906,6000	69200,4175	1,4753	19,0000	8,2158	0,4324125	0,9996
f.4.9.3	5	124789,0000	222247,1866	1,7810	49,0000	37,8153	0,7717416	0,9996
f.7.2.1	5	218,4000	301,6253	1,3811	15,0000	0,0000	0	0,9357
f.1.2.3	4	408722,5000	286090,0948	0,7000	6,2500	2,5000	0,4	1,0000
f.9.1.3	4	100130,7500	80555,2581	0,8045	7,5000	2,8868	0,3849002	0,9999
f.9.1.4	4	18471,2500	36925,8343	1,9991	7,5000	2,8868	0,3849002	0,9996
f.9.1.5	4	48198,0000	85885,0037	1,7819	5,0000	0,0000	0	0,9999
f.9.2.2	4	265054,0000	497162,9925	1,8757	12,0000	6,4807	0,5400617	1,0000
f.4.10.3	4	181583,7500	243545,2132	1,3412	21,2500	6,0759	0,2859251	0,9999
f.4.10.4	4	47625,0000	63392,7448	1,3311	6,0000	2,7080	0,4513355	0,9999
f.4.11.1	4	180273,7500	236474,7845	1,3118	16,2500	4,7871	0,294593	0,9999
f.4.12.3	4	110719,5000	163737,6148	1,4789	45,0000	43,7798	0,9728834	0,9996
f.4.3.1	4	186691,2500	251751,6259	1,3485	13,7500	7,5000	0,5454545	0,9999
f.5.1.1	4	307410,0000	274771,8276	0,8938	16,2500	13,1498	0,8092171	0,9999
f.6.1.1	4	11526,7500	14854,7208	1,2887	29,5000	10,3763	0,3517375	0,9974
f.9.1.9	3	58045,3333	100129,8455	1,7250	6,6667	2,8868	0,4330127	0,9999
f.2.6.4	3	588526,6667	768615,1718	1,3060	18,0000	13,1149	0,7286043	1,0000
f.3.5.4	3	555920,6667	962882,8396	1,7321	15,0000	11,0000	0,7333333	1,0000
f.4.1.1	3	33315,0000	57175,8107	1,7162	15,0000	8,6603	0,5773503	0,9995
f.4.3.3	3	4546,3333	7871,8824	1,7315	11,6667	2,8868	0,2474358	0,9974
f.4.4.1	3	50443,3333	87292,4855	1,7305	10,0000	5,0000	0,5	0,9998
f.4.5.5	3	411988,3333	703058,6043	1,7065	26,6667	28,8675	1,0825318	0,9999
f.4.7.6	3	439783,6667	387890,0574	0,8820	28,6667	15,5027	0,5407914	0,9999
f.5.4.1	3	106859,0000	184972,6454	1,7310	14,6667	4,5092	0,3074488	0,9999
f.7.2.3	3	55140,3333	86672,8802	1,5719	7,6667	2,5166	0,3282537	0,9999
f.1.1.6	2	158920,0000	224746,8193	1,4142	147,5000	173,2412	1,1745163	0,9991
f.9.1.2	2	197755,0000	279667,8030	1,4142	7,5000	3,5355	0,4714045	1,0000
f.2.6.1	2	26392,5000	37324,6314	1,4142	47,5000	3,5355	0,0744323	0,9982
f.2.9.2	2	401990,0000	568499,7099	1,4142	10,0000	0,0000	0	1,0000
f.3.7.4	2	11397,5000	16118,4991	1,4142	47,5000	60,1041	1,265349	0,9958
f.3.7.7	2	106764,5000	150987,8039	1,4142	10,0000	7,0711	0,7071068	0,9999
f.4.10.7	2	579635,0000	819727,6782	1,4142	17,0000	11,3137	0,6655123	1,0000
f.4.10.8	2	65,5000	92,6310	1,4142	39,5000	36,0624	0,9129733	0,6238
f.4.12.4	2	380422,5000	537998,6589	1,4142	35,0000	35,3553	1,0101525	0,9999
f.4.5.4	2	44875,0000	63462,8336	1,4142	40,0000	42,4264	1,0606602	0,9991
f.4.6.2	2	24840,0000	35129,0649	1,4142	15,0000	0,0000	0	0,9994

f.4.6.3	2	27,5000	38,8909	1,4142	12,5000	3,5355	0,2828427	0,6875
f.4.6.5	2	180172,5000	254802,3931	1,4142	30,0000	14,1421	0,4714045	0,9998
f.4.7.1	2	248420,0000	351318,9332	1,4142	15,0000	14,1421	0,942809	0,9999
f.4.7.3	2	70750,0000	100055,6095	1,4142	12,5000	3,5355	0,2828427	0,9998
f.4.7.7	2	42465,5000	60055,2860	1,4142	17,5000	13,4350	0,7677159	0,9996
f.5.1.3	2	27255,0000	38544,3906	1,4142	20,0000	7,0711	0,3535534	0,9993
f.5.2.2	2	115465,0000	163292,1690	1,4142	27,5000	17,6777	0,6428243	0,9998
f.6.1.3	2	126350,0000	178685,8836	1,4142	10,0000	0,0000	0	0,9999
f.7.1.1	2	649373,5000	918352,8107	1,4142	20,0000	21,2132	1,0606602	1,0000
f.7.2.2	2	709199,5000	1002959,5513	1,4142	11,5000	4,9497	0,4304128	1,0000
f.7.2.4	2	171632,0000	242724,3021	1,4142	20,0000	14,1421	0,7071068	0,9999
f.8.1.5	2	264037,5000	373405,4135	1,4142	40,0000	7,0711	0,1767767	0,9998
f.8.2.3	2	157148,5000	222241,5400	1,4142	12,0000	2,8284	0,2357023	0,9999
f.1.2.2	1	-	-	-	25,0000	-	-	-
f.9.1.10	1	-	-	-	5,0000	-	-	-
f.9.1.6	1	-	-	-	25,0000	-	-	-
f.9.1.7	1	-	-	-	5,0000	-	-	-
f.10.1.1	1	-	-	-	6,0000	-	-	-
f.10.1.2	1	-	-	-	4,0000	-	-	-
f.2.10.2	1	-	-	-	5,0000	-	-	-
f.2.9.3	1	-	-	-	5,0000	-	-	-
f.3.1.1	1	-	-	-	15,0000	-	-	-
f.3.1.2	1	-	-	-	55,0000	-	-	-
f.3.10.2	1	-	-	-	10,0000	-	-	-
f.3.2.1	1	-	-	-	15,0000	-	-	-
f.3.6.4	1	-	-	-	10,0000	-	-	-
f.3.6.6	1	-	-	-	20,0000	-	-	-
f.4.1.4	1	-	-	-	10,0000	-	-	-
f.4.1.6	1	-	-	-	10,0000	-	-	-
f.4.10.1	1	-	-	-	15,0000	-	-	-
f.4.10.2	1	-	-	-	7,0000	-	-	-
f.4.10.5	1	-	-	-	40,0000	-	-	-
f.4.10.6	1	-	-	-	51,0000	-	-	-
f.4.2.3	1	-	-	-	10,0000	-	-	-
f.4.5.8	1	-	-	-	40,0000	-	-	-
f.5.1.2	1	-	-	-	60,0000	-	-	-
f.5.2.1	1	-	-	-	10,0000	-	-	-
f.5.2.4	1	-	-	-	10,0000	-	-	-
f.5.3.1	1	-	-	-	15,0000	-	-	-
f.6.1.2	1	-	-	-	5,0000	-	-	-
f.7.1.2	1	-	-	-	10,0000	-	-	-
f.8.2.1	1	-	-	-	10,0000	-	-	-
f.8.2.2	1	-	-	-	100,0000	-	-	-
f.8.2.4	1	-	-	-	8,0000	-	-	-

Πίνακας 4.1

Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε και το μέγεθος CV (coefficient of variance) το οποίο είναι ο συντελεστής διασποράς. Πρόκειται για ένα αδιάστατο μέγεθος και ορίζεται σαν ο λόγος της τυπικής απόκλισης δια τη μέση τιμή της τυχαίας μεταβλητής.

Απο τον πίνακα 4.1 βλέπουμε ότι 26 τύποι αστοχιών έχουν επαναληφθεί πάνω από 10 φορές με την f.4.9.1 να έχει συμβεί 97 φορές. 30 τύποι αστοχιών έχουν συμβεί από 5 έως 9 φορές ενώ 77 τύποι αστοχιών έχουν συμβεί από 1 έως 4 φορές δηλαδή πολύ σπάνια σε αυτή την περίοδο των 3.5 χρόνων. Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται οι δέκα επικρατέστεροι τύποι αστοχίας σύμφωνα με τα εξής κριτήρια:

- Μικρότερο μέσο TTF
- Μεγαλύτερο CV του TTF
- Μεγαλύτερο μέσο TTR
- Μεγαλύτερο CV του TTR
- Μικρότερη διαθεσιμότητα

Μικρότερο MTTF	Μεγαλύτερο CV_TTF	Μεγαλύτερο MTTR	Μεγαλύτερο CV_TTR	Μικρότερη διαθεσιμότητα
f.4.5.7	f.5.4.3	f.2.3.1	f.3.10.6	f.4.9.1
f.4.9.1	f.9.1.1	f.4.9.4	f.8.1.4	f.4.5.7
f.1.1.3	f.8.1.4	f.3.10.6	f.4.8.2	f.1.1.3
f.4.11.2	f.4.2.4	f.1.1.5	f.4.2.4	f.4.12.2
f.4.12.2	f.1.1.4	f.4.11.3	f.4.12.2	f.2.3.1
f.2.2.1	f.4.5.7	f.4.12.2	f.1.1.3	f.4.9.4
f.4.9.5	f.4.9.5	f.4.2.4	f.4.2.1	f.4.11.2
f.4.2.1	f.4.12.2	f.4.9.1	f.1.1.4	f.4.11.3
f.4.1.2	f.4.1.2	f.4.4.3	f.4.11.3	f.2.2.1
f.4.9.4	f.4.11.2	f.1.1.3	f.8.1.3	f.4.2.4

Πίνακας 4.2

Για τον παραπάνω πίνακα έχουμε τις εξής παρατηρήσεις:

Στην πρώτη στήλη όπου αναγράφονται οι τύποι βλαβών με το μικρότερο χρόνο μεταξύ δύο αστοχιών. Συγκεκριμένα η f.4.5.7 συνέβει 10 φορές από τις οποίες οι 7 ήταν μόνο σε ενα Σαββατοκύριακο. Ο συγκεκριμένος τύπος βλάβης έχει να κάνει με κακή ρύθμιση των ραούλων του ελκτικού PR4 με αποτέλεσμα να μην γίνεται ικανοποιητική έλξη στο σίδηρο. Λόγω της απουσίας του συνεργείου συντήρησης δεν έγινε σωστή εκτίμηση της βλάβης με αποτέλεσμα το ίδιο φαινόμενο να παρουσιαστεί πολλές φορές. Ομοίως η f.4.9.1 που αναφέρεται στην μη καλή ευθυγράμμιση ή αστοχία του διανομέα του ψαλιδιού Sh4. Η συγκεκριμένη βλάβη συμβαίνει πάρα πολύ συχνά λόγω της εξαιρετικά καλής ευθυγράμμισης που απαιτείται για την απρόσκοπτη λειτουργία του διανομέα. Επίσης πολλές φορές δεν εντοπίζεται άμεσα το πρόβλημα γιατί εκεί το προϊόν τρέχει με ταχύτητα 35m/sec και υπάρχουν και άλλα μηχανήματα στην περιοχή που δημιουργούν το ίδιο φαινόμενο. Γι'αυτό μπορεί να συμβεί πολλές φορές μέσα σε μια ημέρα. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η f.2.2.1 η οποία αναφέρεται στη θραύση του πείρου ασφαλείας του συνδέσμου του ελάστρου Νο2. Ο σύνδεσμος αντικαταστάθηκε με καινούριο άλλης τεχνολογίας και έκτοτε δεν ξαναπαρουσιάστηκε το πρόβλημα.

Στην δεύτερη στήλη όπου αναγράφεται ο υψηλότερος συντελεστής διασποράς ενδιαφέρον έχουν οι f.9.1.1, f.8.1.4 και η f.4.2.4. Αυτές οι βλάβες παρουσιάζονταν κατά διαστήματα μερικών μηνών αλλά σε αυτά τα διαστήματα συνέβαιναν πολλές φορές . Παραδείγματος χάρη η f.4.2.4 που αναφέρεται σε αστοχία ελάστρου του Block συνέβη 5 φορές από 24 έως 26/7/03, 4 φορές τον Αύγουστο του ίδιου έτους, 1 φορά τον Δεκέμβριο του 2005 και αρκετές μέσα στο 2006 συσσωρευμένες τους μήνες Ιούλιο και Αυγουστο. Το συγκεκριμένο μηχάνημα αποτελείται από μια σειρά ελάστων για την τελική έλαση του προϊόντος. Η κύρια φθορά εντοπίζεται στο κωνικό τμήμα των αξόνων εκεί που με σύσφιξη

συναρμόζονται τα κύλινδρα. Λόγω της γεωμετρίας των αξόνων και της χαμηλής πρόσβασης είναι δύσκολο να εντοπιστεί η φθορά τους με αποτέλεσμα πολλές φορές η φθορά να ξεπερνά τα επιτρεπτά όρια και τα κύλινδρα να ξεσφίγγουν κατά την παραγωγική διαδικασία. Η βλάβη f.9.1.1 αναφέρεται σε αστοχία των δετικών μηχανών και μεγάλος αριθμός συνέβει το 2003 με πλήρη απουσία το 2004 και 2005 και επανεμφάνιση το 2006. Το 2003 είχε γίνει μια πολύ καλή συντήρηση αυτών των μηχανών οι οποίες είναι πολύ παλιές. Τα προβλήματα επανεμφανίστηκαν το 2006 και συνεχίζονται με σκέψη για την ολοκληρωτική αντικατάστασή τους με καινούριες.

Όσον αφορά το συντελεστή διασποράς του μέσου χρόνου επισκευής που αναγράφεται στην τέταρτη στήλη ενδιαφέρον έχει η βλάβη f.3.10.6 η οποία έχει μέσο χρόνο αποκατάστασης 35,15 λεπτά, παρουσιάζει όμως δύο φορές ο χρόνος αποκατάστασης ήταν 255 και 105 λεπτά. Η βλάβη αναφέρεται στο κλαπέ του ψαλιδιού Sh3 το οποίο κλείνει όταν περνά η μύτη της βέργας και παραμένει ανοιχτό την υπόλοιπη ώρα. Πρόκειται για μια αρθρωτή κατασκευή η οποία κινείται μέσω πνευματικού κυλίνδρου. Συνήθως κολλά ο πνευματικός κύλινδρος λόγω της υψηλής θερμοκρασίας. Η αντικατάσταση του κυλίνδρου διαρκεί περίπου 20 λεπτά. Αν όμως σπάσει η βάση που συγκρατεί τον κύλινδρο τότε χρειάζεται πολύ περισσότερος χρόνος ιδίως αν συμβεί απόγευμα ή βράδυ όπου υπάρχει μόνο ένα άτομο για να αποκαταστήσει τη βλάβη.

Η αστοχία f.4.9.1 είναι και η αστοχία με τη μικρότερη διαθεσιμότητα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι συμβαίνει πολύ συχνά μιας και έχει το μικρότερο χρόνο μεταξύ δύο αστοχιών και επίσης έχει σχετικά μεγάλο χρόνο αποκατάστασης. Στην πραγματικότητα ο χρόνος επισκευής είναι τις περισσότερες φορές ο χρόνος που χρειάζεται να καθαριστεί η γραμμή από το σίδηρο που έχει παραμείνει στη γραμμή μετά την εμπλοκή. Η ρύθμιση του διανομέα απαιτεί σχετικά μικρό χρόνο εκτός και αν έχει δημιουργηθεί ζημιά κατά την εμπλοκή.

Δυστυχώς όμως δεν υπάρχουν καταγεγραμμένα στοιχεία για το ποσοστό του χρόνου που χρειάζεται να αποκατασταθεί η βλάβη στο σύνολο της καθυστέρησης.

Στους πίνακες 4.3 και 4.4 αναγράφονται τα ίδια μεγέθη για τα μηχανήματα κάθε σταθμού εργασίας και για τους σταθμούς εργασίας αντίστοιχα καθώς και για ολόκληρη τη γραμμή.

Machinery	N	TTF			TTR			Availability
		Mean	Std. Deviation	CV	Mean	Std. Deviation	CV	
M.4.9	163	11440,6221	18618,8523	1,6274	29,3374	22,4024	0,7636113	0,9974
M.1.1	125	14806,0720	24382,4128	1,6468	21,0480	30,0091	1,4257459	0,9986
M.4.11	97	18554,8351	29246,3391	1,5762	22,2784	24,0363	1,0789093	0,9988
M.4.12	85	21749,4000	36671,7734	1,6861	26,6706	25,5834	0,9592356	0,9988
M.4.2	63	28641,4127	46863,7680	1,6362	21,3175	22,7503	1,0672132	0,9993
M.4.4	43	38961,6279	54514,3374	1,3992	20,0233	14,7058	0,7344374	0,9995
M.4.8	42	43189,7143	70368,3311	1,6293	32,4286	33,6439	1,0374759	0,9992
M.9.1	42	43595,5476	110242,3732	2,5288	7,7143	4,3577	0,564887	0,9998
M.9.1	41	40846,6098	55988,6331	1,3707	15,0976	18,4605	1,2227475	0,9996
M.4.5	38	43553,4737	133749,6953	3,0709	22,6316	18,0681	0,7983566	0,9995
M.3.10	28	63405,3571	83110,6285	1,3108	30,6429	49,2253	1,606419	0,9995
M.5.4	24	61668,0000	214685,4144	3,4813	8,9583	5,9599	0,6652867	0,9999
M.4.1	20	40019,1500	57962,2043	1,4484	21,3500	14,7765	0,6921074	0,9995
M.2.2	17	47960,2941	62111,1406	1,2951	20,8824	12,0202	0,5756154	0,9996
M.4.10	17	84230,2941	118348,2621	1,4051	20,2941	17,2908	0,8520088	0,9998
M.2.3	16	61727,3750	77394,6132	1,2538	48,1250	29,1476	0,6056647	0,9992
M.3.8	15	110890,1333	316955,7212	2,8583	16,3333	13,3131	0,8150865	0,9999
M.1.2	14	130497,5000	144593,9939	1,1080	24,6429	28,1113	1,1407499	0,9998
M.9.2	13	115379,6154	182794,4051	1,5843	12,8462	15,7366	1,2250059	0,9999
M.7.2	12	153795,9167	316334,6930	2,0568	13,4167	6,3455	0,4729552	0,9999
M.3.5	9	185284,0000	235889,0745	1,2731	29,4444	49,8927	1,6944678	0,9998
M.4.7	9	146584,5556	233484,7703	1,5928	19,5556	12,6106	0,6448613	0,9999
M.2.10	8	182385,7500	341760,4955	1,8738	28,7500	13,1448	0,4572104	0,9998
M.3.6	8	185217,8750	154297,9631	0,8331	15,6250	6,7810	0,4339849	0,9999
M.4.3	7	146333,4286	203920,6602	1,3935	12,8571	5,6695	0,4409586	0,9999
M.5.1	7	196735,7143	207715,6962	1,0558	23,5714	18,8667	0,8004055	0,9999
M.6.1	7	45550,4286	56485,7511	1,2401	20,4286	13,5875	0,6651204	0,9996
M.2.5	6	61687,5000	61001,8084	0,9889	38,3333	21,1345	0,5513345	0,9994
M.3.9	6	248101,1667	266838,3261	1,0755	15,5000	8,3367	0,5378494	0,9999
M.4.6	6	105759,1667	136792,1826	1,2934	19,1667	10,6849	0,557472	0,9998
M.2.6	5	353097,0000	594792,6975	1,6845	29,8000	18,7136	0,6279742	0,9999
M.8.2	5	78268,2000	136054,1224	1,7383	28,4000	40,0849	1,4114405	0,9996
M.3.7	4	53358,5000	82217,5002	1,5409	28,7500	41,1045	1,4297232	0,9995
M.5.2	4	358481,7500	570198,8530	1,5906	18,7500	14,3614	0,7659417	0,9999
M.2.9	3	307346,6667	434129,0611	1,4125	8,3333	2,8868	0,3464102	1,0000
M.7.1	3	533523,3333	679668,8354	1,2739	16,6667	16,0728	0,9643651	1,0000
M.3.1	2	112942,5000	159724,8153	1,4142	35,0000	28,2843	0,808122	0,9997
M.10.1	2	24195,0000	34216,8971	1,4142	5,0000	1,4142	0,2828427	0,9998
M.3.2	1	-	-	-	15,0000	-	-	-

Machinery	N	TTF			TTR			Availability
		Mean	Std. Deviation	CV	Mean	Std. Deviation	CV	
M.5.3	1	-	-	-	15,0000	-	-	

Πίνακας 4.3

Workstation	N	TTF			TTR			Availability
		Mean	St. deviation	CV	Mean	St. deviation	CV	
WS.4	591	3178,8704	6460,7157	2,0324	25,0406	23,0407	0,9201326	0,9922
WS.1	139	13409,6331	22819,9331	1,7018	21,4101	29,7457	1,3893338	0,9984
WS.3	73	24720,8356	34434,2014	1,3929	24,4658	36,9185	1,5089862	0,9990
WS.2	55	33332,0182	97324,4396	2,9198	31,9818	22,8550	0,7146251	0,9990
WS.9	54	33931,4074	64644,9760	1,9052	8,9074	8,6989	0,9765894	0,9997
WS.8	46	36403,6739	52455,1360	1,4409	16,5435	21,5238	1,3010471	0,9995
WS.5	36	47523,1111	102429,8114	2,1554	13,0556	11,8103	0,9046166	0,9997
WS.7	15	123033,4000	262437,0380	2,1331	14,0667	8,3876	0,5962772	0,9999
WS.6	7	45550,4286	56485,7511	1,2401	20,4286	13,5875	0,6651204	0,9996
WS.10	2	24195,0000	34216,8971	1,4142	5,0000	1,4142	0,2828427	0,9998
Line	1018	1846,9800	4091,6502	2,2153	22,9853	24,6712	1,0733469	0,9877

Πίνακας 4.4

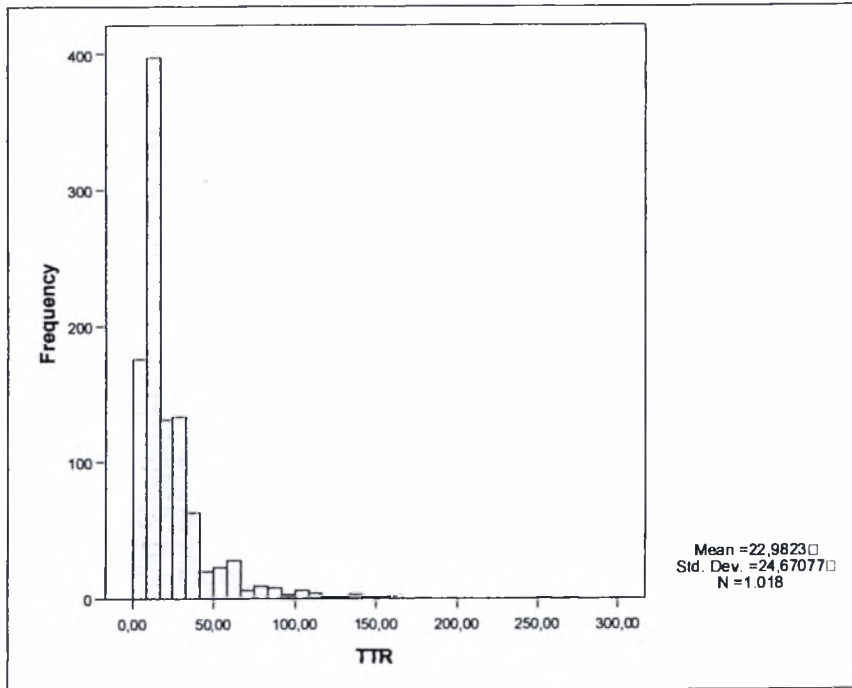
Από τον πίνακα 4.4. βλέπουμε ότι ο σταθμός εργασίας με τη χαμηλότερη διαθεσιμότητα είναι ο WS4 ο οποίος αναφέρεται στη γραμμή Β, εκεί από όπου περνούν οι παραγωγές διαμέτρου 8 έως 16 mm και αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό απασχόλησης. Σε αυτόν τον σταθμό υπάρχουν και τα περισσότερα μηχανήματα τα οποία απαιτούν πολύ λεπτομερή ρύθμιση γιατί από εκεί το προϊόν περνά με πολύ μεγάλη ταχύτητα που φτάνει μέχρι τα 36m/sec. Στο πίνακα 4.3 φαίνεται επίσης ότι 7 από τα 10 πρώτα σε αριθμό αστοχιών μηχανήματα ανήκουν στο σταθμό WS4. Ο συντελεστής διασποράς για τον χρόνο μεταξύ βλαβών είναι επίσης από τους μεγαλύτερους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι υπάρχουν περιόδοι όπου δεν παρατηρείται καμμία αστοχία για ημέρες ενώ μπορεί μέσα σε μία ημέρα να συμβούν παραπάνω από 5 αστοχίες στον ίδιο σταθμό. Σχετικά καλός όμως είναι ο συντελεστής διασποράς όσον αφορά τους χρόνους αποκατάστασης. Αυτό οφείλεται στο

γεγονός ότι ο κόσμος έχει αποκτήσει εμπειρία στην άμεση αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκύπτουν στον συγκεκριμένο σταθμό και οι χρόνοι αποκατάστασης των ζημιών όπως και οι χρόνοι καθαρισμού των εμπλοκών έχουν σταθεροποιηθεί.

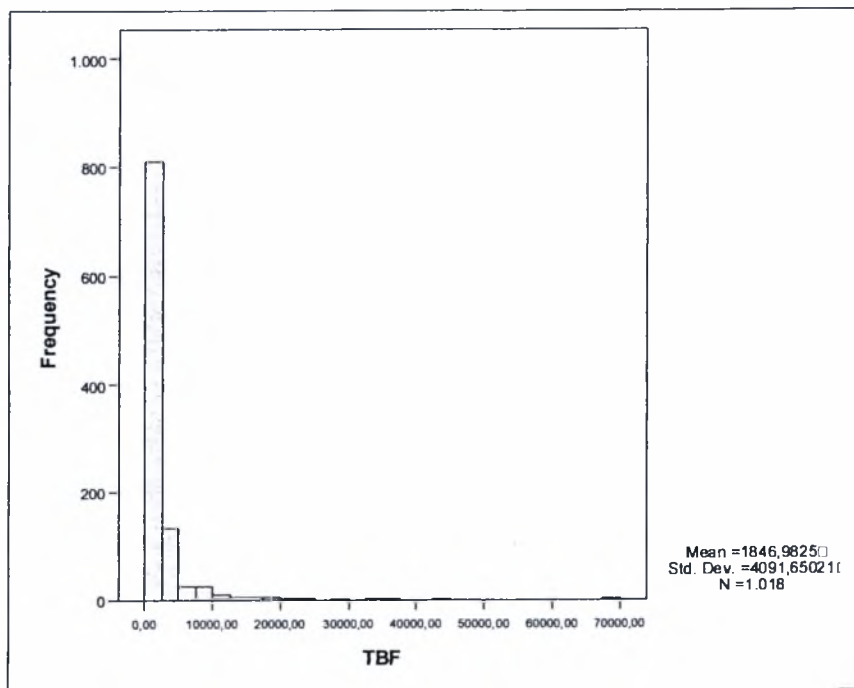
Επόμενος σταθμός με μεγάλο αριθμό αστοχιών είναι ο WS1 που είναι ο κλίβανος. Υπεύθυνο μηχάνημα για τον μεγάλο αριθμό βλαβών είναι το ψυχόμενο ομοίωμα το οποίο μπανει μέσα στον κλίβανο και ωθεί την μπιγιέτα προς το έλαστρο. Η θερμοκρασία στον κλίβανο είναι γύρω στους 1250 βαθμούς κελσίου με αποτέλεσμα το ψυχόμενο προωθητικό μπιγιέτας να υπόκειται μεγάλη φθορά. Η αποκατάσταση της βλάβης του είναι επίσης μια χρονοβόρα διαδικασία με μεγάλο συντελεστή διασποράς.

4.2 Προσδιορισμός Κατανομών Βλαβών και Αποκατάστασης

Η προσπάθεια εύρεσης μιας κατανομής η οποία θα προσεγγίζει με την μεγαλύτερη ακρίβεια τα στατιστικά δεδομένα είναι μια διεργασία η οποία προϋποθέτει γνώση όλης της διαδικασίας αστοχιών και γνώση των κατανομών και των χαρακτηριστικών καθε μιας. Παίρνοντας ως δεδομένα τους χρόνους TTF και TTR φτιάξαμε ιστογράμματα για να μας δώσουν μια ιδέα για το ποιά κατανομή θα μπορούσε να προσεγγίσει με ακρίβεια τα στατιστικά δεδομένα. Στα παρακάτω γραφήματα φαίνονται τα ιστογράμματα της γραμμής όσον αφορά τους χρόνους TTF και TTR.



Γράφημα 4.1



Γραφημα 4.2

Βλέπουμε από τα ιστογράμματα ότι οι κατανομές των χρόνων TTF και TTR ακολουθούν την κατανομή Weibull. Από το ιστόγραμμα του χρόνου TTF θα μπορούσαμε να πούμε ότι η κατανομή του χρόνου μεταξύ δύο διαδοχικών αστοχιών μοιάζει και με την εκθετική κατανομή.

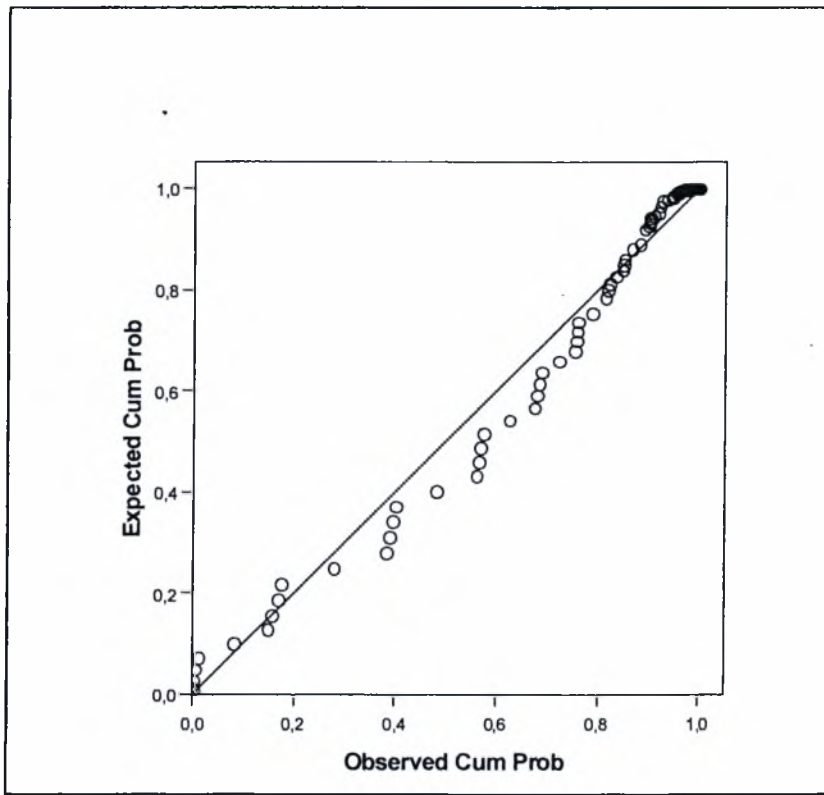
Όπως ειπώθηκε και στο κεφάλαιο 3 οι παράμετροι της κατανομής Weibull είναι η παράμετρος κλίμακας θ (scale parameter) και η παράμετρος μορφής β (shape parameter). Με αυτές τις παραμέτρους προσδιορίζεται η μορφή της κατανομής Weibull. Στον πίνακα 4.5 αναγράφονται οι τιμές των παραμέτρων θ και β που εβρέθησαν για τις κυριότερες μορφές αστοχίας, για τα κυριότερα μηχανήματα, για όλους τους σταθμούς εργασίας και για όλη τη γραμμή.

Level	TTF			TTR		
	Scale parametre	Shape parametre	Index of fit	Scale parametre	Shape parametre	Index of fit
f.1.1.2	31247,459	0,290	0,10	13,089	1,537	0,12
f.1.1.3	13257,502	0,353	0,10	24,290	1,448	0,2
f.1.1.4	45522,756	0,268	0,10	8,872	1,318	0,2
f.2.2.1	95832,012	0,254	0,25	23,531	1,997	0,05
f.2.3.1	57128,079	0,247	0,20	54,316	1,812	0,075
f.3.10.6	79449,683	0,254	0,20	32,327	1,071	0,2
f.4.2.1	33742,553	0,307	0,10	15,758	1,270	0,17
f.4.2.4	11297,950	0,267	0,03	28,787	1,598	0,12
f.4.4.3	22595,816	0,264	0,10	27,655	1,813	0,08
f.4.9.1	8664,882	0,364	0,05	23,813	1,981	0,15
f.4.9.4	88461,117	0,343	0,20	41,141	1,898	0,1
f.4.9.5	15759,659	0,288	0,07	23,800	2,076	0,07
f.4.11.2	5785,547	0,292	0,11	16,795	1,673	0,08
f.4.11.3	20195,023	0,256	0,08	33,876	1,478	0,11
f.4.12.1	94260,139	0,278	0,20	25,432	1,939	0,05
f.4.12.2	10358,981	0,323	0,05	29,458	1,532	0,1
M.1.1	7314,845	0,401	0,07	20,523	1,254	0,15
M.4.2	15681,277	0,360	0,10	22,334	1,377	0,08
M.4.4	11107,663	0,283	0,10	22,084	1,851	0,09
M.4.5	6762,613	0,284	0,07	24,749	1,654	0,12
M.4.8	28200,934	0,260	0,15	33,216	1,286	0,1
M.4.9	5578,723	0,371	0,06	32,048	1,811	0,15
M.4.11	6203,649	0,335	0,09	23,118	1,450	0,12

M.4.12	9646,742	0,380	0,05	28,352	1,551	0,08
M.9.1	26059,743	0,342	0,10	15,511	1,289	0,07
M.10.1	10997,361	0,318	0,09	8,683	2,026	0,15
WS.1	6995,658	0,418	0,06	20,879	1,242	0,15
WS.2	22931,417	0,435	0,12	35,331	1,606	0,06
WS.3	14452,251	0,373	0,09	23,677	1,300	0,2
WS.4	1618,736	0,434	0,04	26,649	1,599	0,12
WS.5	5267,777	0,254	0,15	13,974	1,502	0,07
WS.6	30337,415	0,167	0,20	23,472	1,436	0,05
WS.7	31375,123	0,241	0,06	15,934	1,963	0,07
WS.8	22245,005	0,355	0,10	16,611	1,271	0,2
WS.9	10502,489	0,324	0,10	9,796	1,748	0,2
Line	1097,308	0,514	0,04	23,759	1,449	0,12

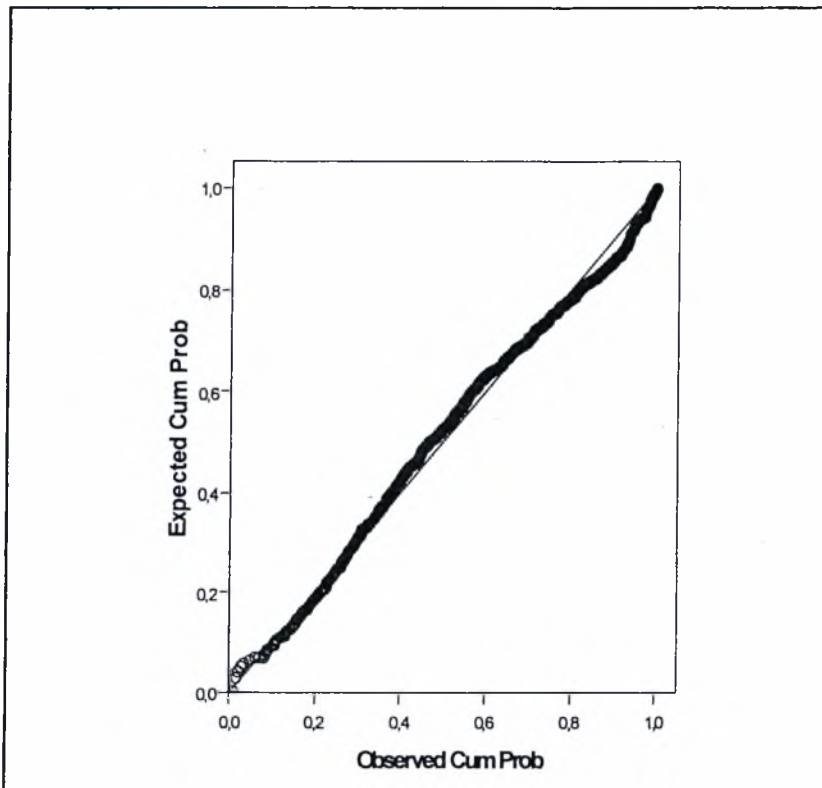
Πίνακας 4.5

Στον παραπάνω πίνακα αναφέρεται και ο δείκτης προσαρμογής (Index of fit) όπου είναι το άνω όριο του ελέγχου Kolmogorov-Smirnov. Πρόκειται για την μεγαλύτερη απόκλιση μεταξύ της αθροιστικής συνάρτησης κατανομής και της θεωρητικής συναρτησης κατανομής που στην περίπτωση μας είναι η Weibull. Ο έλεγχος γίνεται σε ένα ορισμένο επίπεδο σημαντικότητας και μία τιμή του κάτω από 1.2 υποδεικνύει μια καλή προσέγγιση. Οι παράμετροι θ και β υπολογίστηκαν με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (least square method). Επίσης στα γραφήματα 4.3 και 4.4 φαίνονται η αθροιστική κατανομή των χρόνων TTR και TTF σε συνάρτηση με τις αθροιστική κατανομή της συνάρτησης Weibull. Η αναμενόμενη κατανομή υπολογίστηκε με την φόρμουλα του Blom $(r-3/8)/(n+1/4)$, όπου n είναι ο αριθμός των επιθεωρήσεων και r είναι η τάξη η οποία κυμαίνεται μεταξύ 1 και n .



Weibull P-P Plot of TTR

Γράφημα 4.3



Weibull P-P Plot of TTF

Γράφημα 4.4

Όταν η παράμετρος θ της κατανομής Weibull είναι μικρότερη του 1 τότε ο ρυθμός αστοχίας του αντίστοιχου σταθμού, μηχανήματος, τύπου αστοχίας είναι φθίνων. Αυτό φαίνεται από την τρίτη στήλη του πίνακα όπου όλες οι τιμές της παραμέτρου σχήματος είναι κάτω από 1 για τα δεδομένα TTR. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι καθημερινά γίνεται προληπτική συντήρηση στην γραμμή η οποία απορρέει από τις παρατηρήσεις των δελτίων παραγωγής. Επίσης όσο περνά ο καιρός όλο και περισσότερες συντηρήσεις γίνονται πάνω σε ένα μηχάνημα ή ένα σταθμό εργασίας με αποτέλεσμα να αυξάνει την διαθεσιμότητά του. Ένα άλλο γεγονός είναι ότι ο κόσμος που είναι υπεύθυνος για την συντήρηση μαθαίνει με τον καιρό καλύτερα τα μηχανήματα, οι παρατηρήσεις του είναι πιο ακριβείς με αποτέλεσμα να προλαμβάνονται πολλές αστοχίες. Με το πρόγραμμα προβλεπτικής συντήρησης έχει επίσης μειωθεί ο ρυθμός αστοχίας ορισμένων μηχανημάτων.

Όσον αφορά τις τιμές της παραμέτρου σχήματος θ για τα δεδομένα TTR βλέπουμε ότι όλες της οι τιμές είναι πάνω από 1 που σημαίνει ότι ο χρόνος αποκατάστασης βλάβης αυξάνεται. Το συμπέρασμα αυτό είναι λογικό γιατί όσο μειώνεται ο ρυθμός αστοχίας τόσο περισσότερες επικείμενες βλάβες συγκεντρώνονται σε ένα μηχάνημα ή σταθμό εργασίας με αποτέλεσμα ο χρόνος συντήρησης να αυξάνεται.

4.3 Ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των δεδομένων στην πορεία του χρόνου

Πολλά αναλυτικά μοντέλα γραμμών παραγωγής βασίζονται στην υπόθεση ότι τα TTF και TTR είναι ανεξάρτητα. (βλ. Buzzacott & Shanthikumar, 1993; Gershwin, 1994). Ο Inman ανέλυσε πραγματικά δεδομένα από δύο αυτοματοποιημένες γραμμές συγκόλλησης οι οποίες αποτελούνταν από 10 σταθμούς εργασίας με σκοπό να εξετάσει την υπόθεση ανεξαρτησίας

των δεδομένων TTF και TTR. Βρήκε, ότι ενώ υπάρχει μια στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των δεδομένων TTF για 5 σταθμούς εργασίας, αυτή δεν φαίνεται να έχει μεγάλη πρακτική αξία και δεν είναι μεγάλης σπουδαιότητας.

Η έλλειψη συσχέτισης μεταξύ των δεδομένων TTR ή TTF είναι απαραίτητη αλλά δεν αρκεί για να υποστηριχθεί το γεγονός ότι οι μεταβλητές TTR και TTF είναι ανεξάρτητες. Στην παρούσα εργασία όμως ο έλεγχος για συσχέτιση θα αρκούσε για την ένδειξη ανεξαρτησίας.

Χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο (αυτο)παλινδρόμησης βρήκαμε τους συντελεστές συσχέτισης μεταξύ της πρώτης τιμής με την επόμενη (lag-1) ή μεταξύ της πρώτης τιμής με τη τρίτη κατά σειρά (lag-2) μέχρι lag-10. Κάναμε επίσης έλεγχο της υπόθεσης ανεξαρτησίας με το τεστ Durbin-Watson. Στους πίνακες 4.6 και 4.7 αναγράφεται ο συντελεστής συσχέτισης r για κάθε σταθμό εργασίας και για lag-1 ενώ αναγράφεται και μέγιστος συντελεστής συσχέτισης καθώς και το lag στο οποίο αντιστοιχεί. Φαίνεται επιπλέον τα αποτελέσματα του ελέγχου Durbin-Watson όπου υπολογίζονται οι ποσότητες D και $4-D$ σύμφωνα με τη εξίσωση 3.12 προκειμένου να συγκριθούν με τις τιμές από πίνακες στο διάστημα εμπιστοσύνης 0.01 και να ελεγχθεί η υπόθεση συσχέτισης. Η σχετική θεωρία αναφέρεται στο τρίτο κεφάλαιο.

...

Autocorrelation and Durbin-Watson test for TTF data

Level	Lag-1 r	Max r	Lag for max r	Durbin-Watson Statistic		Durbin-Watson 0,01 test bounds		Conclusion for Ho: $\rho=0$ and	
				D	4-D	D (0,01,L)	D(0,01,U)	H1: $\rho>0$	H2: $\rho<0$
WS.1	0,117	0,229	2	2,053	1,947	1,52	1,56	$\rho=0$	$\rho=0$
WS.2	-0,040	0,116	2	1,986	2,014	1,36	1,43	$\rho=0$	$\rho=0$
WS.3	0,208	0,290	2	2,081	1,919	1,38	1,45	$\rho=0$	$\rho=0$
WS.4	-0,003	0,730	9	2,000	2,000	1,52	1,56	$\rho=0$	$\rho=0$
WS.5	0,254	0,254	1	2,080	1,920	1,13	1,26	$\rho=0$	$\rho=0$
WS.6	0,423	0,423	1	2,135	1,865	0,81	1,07	$\rho=0$	$\rho=0$
WS.7	-0,215	0,215	7	1,946	2,054	0,81	1,07	$\rho=0$	$\rho=0$
WS.9	0,140	0,258	2	2,042	1,958	1,25	1,34	$\rho=0$	$\rho=0$
WS.10	0,667	0,667	1	1,965	2,035	1,36	1,43	$\rho=0$	$\rho=0$
Line	0,034	0,063	4	2,001	1,999	1,52	1,56	$\rho=0$	$\rho=0$

Πίνακας 4.6

Autocorrelation and Durbin-Watson test for TTR data

Level	Lag-1 r	Max r	Lag for max r	Durbin-Watson Statistic		Durbin-Watson 0,01 test bounds		Conclusion for Ho: $\rho=0$ and	
				D	4-D	D (0,01,L)	D(0,01,U)	H1: $\rho>0$	H2: $\rho<0$
WS.1	0,031	0,128	6	1,999	2,001	1,52	1,56	$\rho=0$	$\rho=0$
WS.2	0,020	0,301	5	1,930	2,070	1,36	1,43	$\rho=0$	$\rho=0$
WS.3	-0,450	0,133	5	2,010	1,990	1,38	1,45	$\rho=0$	$\rho=0$
WS.4	0,690	0,900	2	1,995	2,005	1,52	1,56	$\rho=0$	$\rho=0$
WS.5	0,253	0,253	1	1,989	2,011	1,13	1,26	$\rho=0$	$\rho=0$
WS.6	0,334	0,334	1	1,761	2,239	0,81	1,07	$\rho=0$	$\rho=0$
WS.7	-0,259	0,259	7	1,919	2,081	0,81	1,07	$\rho=0$	$\rho=0$
WS.9	0,059	0,150	4	1,988	2,012	1,25	1,34	$\rho=0$	$\rho=0$
WS.10	-0,043	0,149	8	2,001	1,999	1,36	1,43	$\rho=0$	$\rho=0$
Line	0,810	0,830	2	2,000	2,000	1,52	1,56	$\rho=0$	$\rho=0$

Πίνακας 4.7

Όπως ειπώθηκε και στο τρίτο κεφάλαιο όταν $D>2$ τότε έχουμε θετική συσχέτιση ενώ όταν $D<2$ τότε έχουμε αρνητική συσχέτιση. Από τους πίνακες 4.6 και 4.7 βλέπουμε ότι όλες οι τιμές D βρίσκονται κοντά στο 2 που σημαίνει ότι υπάρχει πολύ μικρή συσχέτιση των

μεταξύ των δεδομένων στην πορεία του χρόνου. Αυτό επιβεβαιώνεται και με το τεστ Durbin-Watson. Βλέπουμε ότι για όλους τους σταθμούς εργασίας και για τη γραμμή είναι,

- $D > D_{(0.01,U)}$ άρα δεν υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ των τιμών
- $4-D > D_{(0.01,U)}$ άρα δεν υπάρχει ούτε αρνητική συσχέτιση.

Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ δύο συνεχόμενων τιμών (lag-1) στις μεταβλητές TTR και TBF.

4.4 Ανάλυση συσχέτισης μεταξύ TTF και TTR.

Εκτός από την συσχέτιση μεταξύ των τιμών των TTR και TTF μελετήθηκε επίσης και η συσχέτιση μεταξύ του TTF από την αστοχία n στην αστοχία $n+1$ $TTF_{n,n+1}$ και του TTR_{n+1} με σκοπό να δούμε αν ο χρόνος μεταξύ δύο αστοχιών επηρεάζει και πως το χρόνο αποκατάστασης της επόμενης αστοχίας. Επίσης μελετήθηκε και η συσχέτιση μεταξύ TTR_n και $TTF_{n,n+1}$. Τα παραπάνω έγιναν με τον υπολογισμό του συντελεστή συσχέτισης Pearson που περιγραφηκε στο 3^ο κεφάλαιο και την πιθανότητα σημαντικότητας δύο ουρών. Η πιθανότητα σημαντικότητας δύο ουρών περιγράφεται ως η πιθανότητα να εξαχθούν αποτελέσματα τόσο ακραία όσο αυτά που παρατηρούνται και προς τις δύο κατευθύνσεις όταν η μηδενική υπόθεση (καμία συσχέτιση) είναι αληθινή.

Ο συντελεστής συσχέτισης Pearson στηρίζεται στην υπόθεση ότι καθε ζεύγος μεταβλητών ακολουθεί την κανονική κατανομή δύο μεταβλητών. Ο συντελεστής συσχέτισης κυμαίνεται μεταξύ -1 (μια απολύτως αρνητική συσχέτιση) και 1 (μια απολύτως θετική συσχέτιση). Γενικά ισχύει:

- $1 > |\text{Pearson cor}| > 0.5 \Rightarrow$ Μεγάλη συσχέτιση
- $0.5 > |\text{Pearson cor}| > 0.2 \Rightarrow$ Μικρή συσχέτιση

Το τεστ δύο ουρών εξετάζει αν μπορούμε να πουμε με αξιοπιστία ότι ο συντελεστής βρίσκεται πάνω ή κάτω από το 0. Τα αποτελέσματα για τα δεδομένα TTF και TTR φαίνονται στον πίνακα 4.8 όπου αναγράφονται οι κυριότεροι τύποι αστοχίας, τα κυριότερα μηχανήματα, όλοι οι σταθμοί εργασίας και όλη η γραμμή.

Level	Correlation between TBF n,n+1 and TTR n+1		Correlation between TTR n and TBF n, n+1	
	Pearson correlation coefficient	Two-tailed significance probability	Pearson correlation coefficient	Two-tailed significance probability
f.1.1.2	-0,109	0,630	-0,137	0,542
f.1.1.3	-0,142	0,257	-0,076	0,544
f.1.1.4	0,006	0,981	-0,136	0,610
f.2.2.1	0,250	0,351	0,228	0,396
f.2.3.1	-0,011	0,969	-0,176	0,530
f.3.10.6	0,173	0,480	0,072	0,768
f.4.2.1	-0,022	0,910	0,239	0,204
f.4.2.4	-0,011	0,961	-0,029	0,893
f.4.4.3	-0,175	0,414	-0,027	0,901
f.4.9.1	0,103	0,332	-0,057	0,590
f.4.9.4	0,047	0,806	0,136	0,475
f.4.9.5	-0,004	0,986	0,084	0,723
f.4.11.2	0,022	0,877	0,337*	0,014
f.4.11.3	-0,027	0,903	-0,127	0,563
f.4.12.1	-0,004	0,987	0,144	0,555
f.4.12.2	-0,123	0,387	-0,067	0,638
M.1.1	-0,070	0,437	-0,032	0,724
M.4.2	-0,037	0,772	-0,032	0,802
M.4.4	-0,124	0,436	0,078	0,623
M.4.5	-0,109	0,520	-0,094	0,580
M.4.8	-0,162	0,313	-0,061	0,703
M.4.9	0,101	0,199	0,026	0,738
M.4.11	0,252*	0,013	0,192	0,061
M.4.12	-0,086	0,439	-0,066	0,552
M.8.1	-0,273	0,288	-0,075	0,647
M.9.1	0,036	0,821	-0,153	0,339
WS.1	-0,035	0,685	-0,030	0,724
WS.2	-0,085	0,540	0,293*	0,032
WS.3	0,047	0,698	0,026	0,827
WS.4	0,053	0,201	-0,003	0,950
WS.5	0,254	0,140	0,492**	0,003
WS.6	-0,040	0,431	-0,726	0,103
WS.7	-0,172	0,258	-0,072	0,640
WS.8	-0,072	0,640	-0,172	0,371
WS.9	0,271*	0,049	0,311*	0,023
Line	0,023	0,457	0,028	0,380

- * Correlation is significant in the 0,05 level (two-tailed)
- ** Correlation is significant in the 0,01 level (two-tailed)

Πίνακας 4.8

Από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά μεγάλη συσχέτιση μεταξύ των $TTF_{n,n+1}$ και TTR_{n+1} . Επίσης δεν υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ των TTR_n και $TTF_{n,n+1}$. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένες μορφές αστοχίας, ορισμένα μηχανήματα αλλά και σταθμοί εργασίας που παρουσιάζουν μια μέση συσχέτιση.

Μια θετική μέση συσχέτιση μεταξύ TTR_n και $TTF_{n,n+1}$ βλέπουμε στην μορφή αστοχίας f.4.11.2 (κακή ρύθμιση των οδηγών φρένου) στους σταθμούς WS2 (Ελαστρο) και WS9 (Δεματοποίηση) σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και στον σταθμό εργασίας WS5 (Γραμμή Β) σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01.

Μια θετική μέση συσχέτιση μεταξύ $TTF_{n,n+1}$ και TTR_{n+1} βλέπουμε στο μηχανήμα M.4.11 (Φρένο) και στο σταθμό εργασίας WS10 σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις όπου υπάρχει μια συσχέτιση αυτή είναι θετική. Αυτό εξηγείται ως εξής: Μια θετική συσχέτιση μεταξύ $TTF_{n,n+1}$ και TTR_{n+1} υπονοεί ότι όσο περισσότερος χρόνος περνά μεταξύ δύο αστοχιών τόσο περισσότερα προβλήματα συσσωρεύονται και επομένως τόσο περισσότερος χρόνος χρειάζεται για την επισκευή της βλάβης. Αντίστοιχα, μια θετική συσχέτιση μεταξύ TTR_n και $TTF_{n,n+1}$ σημαίνει ότι όσο περισσότερος χρόνος καταναλώνεται για την αποκατάσταση της βλάβης τόσο καλύτερη δουλειά γίνεται και επομένως αυτή η βλάβη αργεί να επανεμφανιστεί.

Κεφάλαιο 5 :Σύνοψη Μεταπτυχιακής Εργασίας

Σε αυτήν την μεταπτυχιακή εργασία παρουσιάσαμε μια στατιστική ανάλυση των μηχανικών αστοχιών που συμβαίνουν σε μια γραμμή παραγωγής σιδήρου μπετόν καλύπτοντας μια περίοδο 3.5 χρόνων. Τα δύο στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών βλαβών και ο χρόνος αποκατάστασης. Έγινε ανάλυση αυτών των στοιχείων σε όλα τα επίπεδα από το σταθμό εργασίας μέχρι την μορφή αστοχίας καποιου μηχανήματος.

Υπολογίστηκε ο μέσος χρόνος μεταξύ δύο αστοχιών (TTF) και ο μέσος χρόνος αποκατάστασης (TTR) όπως επίσης και οι τυπικές αποκλίσεις τους. Χρησιμοποιώντας αυτά τα στοιχεία προσπαθήσαμε να προσομοιώσουμε τα δεδομένα αυτά με την κατανομή Weibull. Τα συμπεράσματα που βγήκαν από αυτή τη προσομοίωση είναι ότι ο ρυθμός αστοχίας (failure rate) φθίνει διότι οι τεχνίτες αποκτούν περισσότερη εμπειρία πάνω στη γραμμή και γίνεται καλύτερη δουλειά κατά την συντήρηση των μηχανημάτων.

Μελετήσαμε επίσης και πιθανές συσχετίσεις μεταξύ των τιμών των TTF και TTR στην πορεία του χρόνου και αποδείξαμε ότι οι τιμές είναι ανεξάρτητες μέσω γνωστών μεθόδων. Μια άλλη εξέταση ήταν η ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των στοιχείων $TTF_{n,n+1}$ και TTR_{n+1} όπως και μεταξύ των στοιχείων TTR_n και $TTF_{n,n+1}$. Τι συμπέρασμα που βγάλαμε ήταν σε διάφορα επίπεδα υπάρχει μια θετική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών όπου μεταφράζεται ως εξής: Αυξανόμενου του χρόνου μεταξύ δύο αστοχιών αυξάνεται και ο

χρόνος αποκατάστασης βλάβης ενώ όταν αυξάνεται ο χρόνος αποκατάστασης αυξάνεται και ο χρόνος μέχρι την επόμενη αστοχία.

Μερικά από τα ερωτήματα που μείνανε αναπάντητα και θα μπορούσαν να αποτελέσουν αντικείμενο περαιτέρω εργασίας είναι πως αυτά τα στοιχεία θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για την δημιουργία ενός σχεδίου συντήρησης ή επιθεωρήσεων στα μηχανήματα ή σταθμούς εργασίας που πάσχουν περισσότερο από αστοχίες. Παρατηρήθηκε ότι πολλές φορές συμβαίνουν ίδιες αστοχίες περισσότερες από μια φορά μέσα στην ίδια βάρδια και αυτό οφείλεται στο γεγονός των μη επαρκών επιθεωρήσεων του τεχίτη βάρδιας. Θα μπορούσε λοιπόν να φτιαχτεί ένα προγραμμα επιθεωρήσεων τέτοιο ώστε να βασίζεται στην συχνότητα των αστοχιών κάθε μηχανήματος.

Βιβλιογραφία

- [1] Liberopoulos G and Tsarouhas P, (2005) “Reliability Analysis of an Automated Pizza Production Line” *Journal of Food Engineering* 69 79-96
 - [2] Hines W and Montgomery D, “Probability and Statistics in Engineering and Management Science”.
 - [3] Ross S, “Probability Models” (eighth edition).
 - [4] Hopp W and Spearman M, “Factory Physics” (second edition)
 - [5] Banks J, Carson J, Nelson B and Nicol D, “Discrete Event System Simulation” (third edition)
 - [6] Walpole R and Myers R, “Probability and Statistics for Engineers and Scientists” (third edition)
 - [7] Wonnacott T and Wonnacott R, “Introductory Statistics” (fifth edition)
 - [8] Baker R D (2001). “Data based Modelling of the failure rate of Repairable Equipment”. *Lifedata analysis*, 7, 65-83.
 - [9] Liberopoulos G and Tsarouhas P. (2002) “System Analysis speeds up Chipita’s Food Processing Line” *Interfaces* 32(3), 62-76
- ” Working Paper, Department of Industrial Management and Logistics, Lund University, Sweden.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Failure f.i.j.k	Παραγωγή Διάμετρος Dmm	Workstation	WS code i	Machinery	Mach j	TTR	TTF	Failure Mode
f.1.1.1	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	0	Inlet door stuck
f.1.1.1	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	160	Inlet door stuck
f.1.1.1	D18	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	4950	Inlet door stuck
f.1.1.1	D18	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	20	Inlet door stuck
f.1.1.1	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	24425	Inlet door stuck
f.1.1.2	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	0	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	1176	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	14	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D18	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	2850	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	40	42540	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	510	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D25	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	2610	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D20	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	20	13735	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D28	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	9970	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D32	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	50655	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D32	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	50	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D32	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	1065	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D32	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	95	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	25430	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	115122	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	264068	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D28	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	15	26285	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	13465	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	326655	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D16	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	254700	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	395335	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	1430	Peel bar door stuck
f.1.1.2	D14	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	40	159847	Peel bar door stuck
f.1.1.3	D18	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	9	0	Peel bar failure
f.1.1.3	D18	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	8	30	Peel bar failure
f.1.1.3	D18	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	17	67	Peel bar failure
f.1.1.3	D18	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	12	68	Peel bar failure
f.1.1.3	D18	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	40	48	Peel bar failure
f.1.1.3	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	40	27265	Peel bar failure
f.1.1.3	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	8875	Peel bar failure
f.1.1.3	D25	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	9410	Peel bar failure
f.1.1.3	D25	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	1980	Peel bar failure
f.1.1.3	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	8935	Peel bar failure
f.1.1.3	D16	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	20	18575	Peel bar failure
f.1.1.3	D16	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	80	2402	Peel bar failure
f.1.1.3	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	15	33553	Peel bar failure
f.1.1.3	D28	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	8065	Peel bar failure
f.1.1.3	D28	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	15	10	Peel bar failure
f.1.1.3	D28	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	15	65	Peel bar failure
f.1.1.3	D28	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	30	15	Peel bar failure
f.1.1.3	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	10420	Peel bar failure
f.1.1.3	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	15	34610	Peel bar failure
f.1.1.3	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	104070	Peel bar failure
f.1.1.3	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	60	52	Peel bar failure
f.1.1.3	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	25	3	Peel bar failure
f.1.1.3	D20	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	15	3845	Peel bar failure
f.1.1.3	D20	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	140	Peel bar failure
f.1.1.3	D20	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	15	1510	Peel bar failure
f.1.1.3	D20	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	65	Peel bar failure
f.1.1.3	D20	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	50	Peel bar failure
f.1.1.3	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	135	1135	Peel bar failure
f.1.1.3	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	75	1440	Peel bar failure
f.1.1.3	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	15	21635	Peel bar failure
f.1.1.3	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	50	105	Peel bar failure
f.1.1.3	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	15	2460	Peel bar failure
f.1.1.3	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	3405	Peel bar failure
f.1.1.3	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	15	35	Peel bar failure
f.1.1.3	D16	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	126040	Peel bar failure
f.1.1.3	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	15014	Peel bar failure
f.1.1.3	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	35	79026	Peel bar failure
f.1.1.3	D20	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	20	50340	Peel bar failure
f.1.1.3	D20	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	30	1125	Peel bar failure

f.1.1.3	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	60	65840	Peel bar failure
f.1.1.3	D22	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	55960	Peel bar failure
f.1.1.3	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	194995	Peel bar failure
f.1.1.3	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	40	Peel bar failure
f.1.1.3	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	15	35	Peel bar failure
f.1.1.3	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	91415	Peel bar failure
f.1.1.3	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	82462	Peel bar failure
f.1.1.3	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	920	Peel bar failure
f.1.1.3	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	20	22610	Peel bar failure
f.1.1.3	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	15	79328	Peel bar failure
f.1.1.3	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	53334	Peel bar failure
f.1.1.3	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	23	78061	Peel bar failure
f.1.1.3	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	12	21653	Peel bar failure
f.1.1.3	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	15	126802	Peel bar failure
f.1.1.3	D14	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	11415	Peel bar failure
f.1.1.3	D22	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	74542	Peel bar failure
f.1.1.3	D16	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	20	44611	Peel bar failure
f.1.1.3	D14	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	12407	Peel bar failure
f.1.1.3	D14	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	14	71	Peel bar failure
f.1.1.3	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	15	38562	Peel bar failure
f.1.1.3	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	22	65418	Peel bar failure
f.1.1.3	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	2438	Peel bar failure
f.1.1.3	D20	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	15	17120	Peel bar failure
f.1.1.3	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	45	3175	Peel bar failure
f.1.1.3	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	70	60545	Peel bar failure
f.1.1.3	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	17	34525	Peel bar failure
f.1.1.3	D18	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	45	32438	Peel bar failure
f.1.1.3	D18	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	75	5	Peel bar failure
f.1.1.4	D32	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	6	0	Outlet door stuck
f.1.1.4	D25	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	1539	Outlet door stuck
f.1.1.4	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	1	20970	Outlet door stuck
f.1.1.4	D25	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	19349	Outlet door stuck
f.1.1.4	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	8810	Outlet door stuck
f.1.1.4	D20	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	4175	Outlet door stuck
f.1.1.4	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	24120	Outlet door stuck
f.1.1.4	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	22915	Outlet door stuck
f.1.1.4	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	30	65	Outlet door stuck
f.1.1.4	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	1290	Outlet door stuck
f.1.1.4	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	619872	Outlet door stuck
f.1.1.4	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	3797	Outlet door stuck
f.1.1.4	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	1275	Outlet door stuck
f.1.1.4	D14	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	7	696037	Outlet door stuck
f.1.1.4	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	8	91879	Outlet door stuck
f.1.1.4	D16	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	5	132155	Outlet door stuck
f.1.1.4	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	25	47755	Outlet door stuck
f.1.1.5	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	25	0	Hydraulics failure
f.1.1.5	D14	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	25	13137	Hydraulics failure
f.1.1.5	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	60	284923	Hydraulics failure
f.1.1.5	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	20	1375	Hydraulics failure
f.1.1.5	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	15	40	Hydraulics failure
f.1.1.5	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	55	282790	Hydraulics failure
f.1.1.5	D25	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	65	2715	Hydraulics failure
f.1.1.5	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	10	16505	Hydraulics failure
f.1.1.5	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	30	33280	Hydraulics failure
f.1.1.5	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	20	628600	Hydraulics failure
f.1.1.5	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	40	110016	Hydraulics failure
f.1.1.6	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	25	0	Air supply failure
f.1.1.6	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE	1	270	317840	Air supply failure
f.1.2.1	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE CONVEYOR	2	20	0	Charging conveyor failure
f.1.2.1	D25	REHEATING FURNACE	1	FURNACE CONVEYOR	2	95	110515	Charging conveyor failure
f.1.2.1	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE CONVEYOR	2	10	498170	Charging conveyor failure
f.1.2.1	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE CONVEYOR	2	35	495335	Charging conveyor failure
f.1.2.1	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE CONVEYOR	2	10	296949	Charging conveyor failure
f.1.2.1	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE CONVEYOR	2	10	61	Charging conveyor failure
f.1.2.1	D10	REHEATING FURNACE	1	FURNACE CONVEYOR	2	80	150	Charging conveyor failure
f.1.2.1	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE CONVEYOR	2	20	67750	Charging conveyor failure
f.1.2.1	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE CONVEYOR	2	15	358085	Charging conveyor failure
f.1.2.2	D12	REHEATING FURNACE	1	FURNACE CONVEYOR	2	25	0	Align machine failure
f.1.2.3	D20	REHEATING FURNACE	1	FURNACE CONVEYOR	2	5	0	Charging table failure
f.1.2.3	D20	REHEATING FURNACE	1	FURNACE CONVEYOR	2	10	482703	Charging table failure
f.1.2.3	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE CONVEYOR	2	5	483927	Charging table failure
f.1.2.3	D08	REHEATING FURNACE	1	FURNACE CONVEYOR	2	5	668260	Charging table failure
f.10.1.1	D08	DELIVERY TABLE	10	REBAR TABLE	1	6	0	Spocket wheel broken
f.10.1.2	D08	DELIVERY TABLE	10	REBAR TABLE	1	4	0	Chains blocked
f.2.10.1	D20	STANDS H1-H10	2	STAND No 10	10	20	0	Safety pin failure
f.2.10.1	D14	STANDS H1-H10	2	STAND No 10	10	30	553691	Safety pin failure
f.2.10.1	D10	STANDS H1-H10	2	STAND No 10	10	50	21985	Safety pin failure

f.2.10.1	D10	STANDS H1-H10	2	STAND No 10	10	30	1170	Safety pin failure
f.2.10.1	D10	STANDS H1-H10	2	STAND No 10	10	35	60	Safety pin failure
f.2.10.1	D18	STANDS H1-H10	2	STAND No 10	10	36	881419	Safety pin failure
f.2.10.1	D18	STANDS H1-H10	2	STAND No 10	10	24	766	Safety pin failure
f.2.10.2	D08	STANDS H1-H10	2	STAND No 10	10	5	0	Lubrication station failure
f.2.2.1	D32	STANDS H1-H10	2	STAND No 02	2	30	0	Safety pin failure
f.2.2.1	D18	STANDS H1-H10	2	STAND No 02	2	30	92600	Safety pin failure
f.2.2.1	D10	STANDS H1-H10	2	STAND No 02	2	35	9715	Safety pin failure
f.2.2.1	D12	STANDS H1-H10	2	STAND No 02	2	15	39601	Safety pin failure
f.2.2.1	D20	STANDS H1-H10	2	STAND No 02	2	55	110209	Safety pin failure
f.2.2.1	D16	STANDS H1-H10	2	STAND No 02	2	20	169457	Safety pin failure
f.2.2.1	D14	STANDS H1-H10	2	STAND No 02	2	20	13918	Safety pin failure
f.2.2.1	D16	STANDS H1-H10	2	STAND No 02	2	15	22615	Safety pin failure
f.2.2.1	D12	STANDS H1-H10	2	STAND No 02	2	25	24895	Safety pin failure
f.2.2.1	D20	STANDS H1-H10	2	STAND No 02	2	20	45735	Safety pin failure
f.2.2.1	D18	STANDS H1-H10	2	STAND No 02	2	25	17062	Safety pin failure
f.2.2.1	D12	STANDS H1-H10	2	STAND No 02	2	10	20268	Safety pin failure
f.2.2.1	D12	STANDS H1-H10	2	STAND No 02	2	10	4325	Safety pin failure
f.2.2.1	D08	STANDS H1-H10	2	STAND No 02	2	15	15315	Safety pin failure
f.2.2.1	D08	STANDS H1-H10	2	STAND No 02	2	10	4055	Safety pin failure
f.2.2.1	D16	STANDS H1-H10	2	STAND No 02	2	5	13020	Safety pin failure
f.2.2.1	D12	STANDS H1-H10	2	STAND No 02	2	15	212535	Safety pin failure
f.2.3.1	D25	STANDS H1-H10	2	STAND No 03	3	60	0	Safety pin failure
f.2.3.1	D18	STANDS H1-H10	2	STAND No 03	3	40	205772	Safety pin failure
f.2.3.1	D12	STANDS H1-H10	2	STAND No 03	3	25	7085	Safety pin failure
f.2.3.1	D25	STANDS H1-H10	2	STAND No 03	3	45	105730	Safety pin failure
f.2.3.1	D28	STANDS H1-H10	2	STAND No 03	3	65	57085	Shear flap failure
f.2.3.1	D08	STANDS H1-H10	2	STAND No 03	3	120	30785	Shear flap failure
f.2.3.1	D10	STANDS H1-H10	2	STAND No 03	3	20	12513	Shear flap failure
f.2.3.1	D20	STANDS H1-H10	2	STAND No 03	3	85	151662	Safety pin failure
f.2.3.1	D10	STANDS H1-H10	2	STAND No 03	3	50	56490	Safety pin failure
f.2.3.1	D08	STANDS H1-H10	2	STAND No 03	3	25	78375	Safety pin failure
f.2.3.1	D08	STANDS H1-H10	2	STAND No 03	3	45	6	Safety pin failure
f.2.3.1	D14	STANDS H1-H10	2	STAND No 03	3	10	32585	Safety pin failure
f.2.3.1	D14	STANDS H1-H10	2	STAND No 03	3	40	1440	Safety pin failure
f.2.3.1	D12	STANDS H1-H10	2	STAND No 03	3	35	2805	Safety pin failure
f.2.3.1	D12	STANDS H1-H10	2	STAND No 03	3	20	1440	Safety pin failure
f.2.3.1	D14	STANDS H1-H10	2	STAND No 03	3	85	243865	Safety pin failure
f.2.5.1	D10	STANDS H1-H10	2	STAND No 05	5	25	0	Safety pin failure
f.2.5.1	D16	STANDS H1-H10	2	STAND No 05	5	30	80390	Safety pin failure
f.2.5.1	D14	STANDS H1-H10	2	STAND No 05	5	25	25715	Safety pin failure
f.2.5.1	D25	STANDS H1-H10	2	STAND No 05	5	80	156065	Safety pin failure
f.2.5.1	D12	STANDS H1-H10	2	STAND No 05	5	30	8530	Safety pin failure
f.2.5.1	D08	STANDS H1-H10	2	STAND No 05	5	40	99425	Safety pin failure
f.2.6.1	D25	STANDS H1-H10	2	STAND No 6	6	50	0	Shear flap failure
f.2.6.1	D25	STANDS H1-H10	2	STAND No 6	6	45	52785	Shear flap failure
f.2.6.4	D08	STANDS H1-H10	2	STAND No 6	6	30	0	Hydraulics failure
f.2.6.4	D08	STANDS H1-H10	2	STAND No 6	6	20	307467	Hydraulics failure
f.2.6.4	D12	STANDS H1-H10	2	STAND No 6	6	4	1458113	Hydraulics failure
f.2.9.2	D14	STANDS H1-H10	2	STAND No 09	9	10	0	Lubrication station failure
f.2.9.2	D08	STANDS H1-H10	2	STAND No 09	9	10	803980	Lubrication station failure
f.2.9.3	D14	STANDS H1-H10	2	STAND No 09	9	5	0	Gearbox failure
f.3.1.1	D12	STANDS H11-H19	3	STAND No 11	1	15	0	Safety pin failure
f.3.1.2	D20	STANDS H11-H19	3	STAND No 11	1	55	0	Gearbox failure
f.3.1.2	D20	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	10	0	Lubrication station failure
f.3.1.5	D10	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	10	0	Knife breakage
f.3.1.5	D10	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	10	14	Knife breakage
f.3.1.5	D10	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	40	154	Knife breakage
f.3.1.5	D10	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	25	1035	Knife breakage
f.3.1.5	D10	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	15	785	Knife breakage
f.3.1.5	D08	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	15	470376	Knife breakage
f.3.1.5	D08	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	30	459864	Knife breakage
f.3.1.6	D18	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	5	0	Shear flap failure
f.3.1.6	D32	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	15	70283	Shear flap failure
f.3.1.6	D25	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	10	20531	Shear flap failure
f.3.1.6	D16	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	25	108874	Shear flap failure
f.3.1.6	D16	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	20	80	Shear flap failure
f.3.1.6	D20	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	10	124030	Shear flap failure
f.3.1.6	D12	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	255	2100	Shear flap failure
f.3.1.6	D18	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	15	168930	Shear flap failure
f.3.1.6	D32	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	30	38455	Shear flap failure
f.3.1.6	D20	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	14	150303	Shear flap failure
f.3.1.6	D20	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	16	106	Shear flap failure
f.3.1.6	D10	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	105	318751	Shear flap failure
f.3.1.6	D10	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	85	105	Shear flap failure
f.3.1.6	D08	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	15	57375	Shear flap failure
f.3.1.6	D08	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	20	105	Shear flap failure

f.3.10.6	D10	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	8	130896	Shear flap failure
f.3.10.6	D10	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	20	271598	Shear flap failure
f.3.10.6	D16	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	15	65088	Shear flap failure
f.3.10.6	D20	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	10	187805	Shear flap failure
f.3.10.6	D32	STANDS H11-H19	3	SHEAR SH1	10	10	58650	Shear flap failure
f.3.2.1	D08	STANDS H11-H19	3	STAND No 12	2	15	0	Safety pin failure
f.3.5.2	D18	STANDS H11-H19	3	STAND No 14	5	160	0	Gearbox failure
f.3.5.2	D22	STANDS H11-H19	3	STAND No 15	5	15	24758	Lubrication station failure
f.3.5.2	D12	STANDS H11-H19	3	STAND No 15	5	30	28767	Lubrication station failure
f.3.5.2	D14	STANDS H11-H19	3	STAND No 15	5	5	54158	Lubrication station failure
f.3.5.2	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No 15	5	5	310310	Lubrication station failure
f.3.5.2	D18	STANDS H11-H19	3	STAND No 15	5	5	536692	Lubrication station failure
f.3.5.4	D08	STANDS H11-H19	3	STAND No 15	5	15	0	Hydraulics failure
f.3.5.4	D16	STANDS H11-H19	3	STAND No 15	5	26	1667762	Hydraulics failure
f.3.5.4	D16	STANDS H11-H19	3	STAND No 15	5	4	40	Hydraulics failure
f.3.6.4	D08	STANDS H11-H19	3	STAND No16	6	10	0	Hydraulics failure
f.3.6.6	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No16	6	20	0	Shear flap failure
f.3.6.7	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No16	6	15	0	Alignment failure
f.3.6.7	D14	STANDS H11-H19	3	STAND No16	6	30	97310	Alignment failure
f.3.6.7	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No16	6	15	186035	Alignment failure
f.3.6.7	D20	STANDS H11-H19	3	STAND No16	6	10	89520	Alignment failure
f.3.6.7	D14	STANDS H11-H19	3	STAND No16	6	15	111210	Alignment failure
f.3.6.7	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No16	6	10	997698	Alignment failure
f.3.7.4	D14	STANDS H11-H19	3	STAND No 17	7	90	0	Hydraulics failure
f.3.7.4	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No 17	7	5	22795	Hydraulics failure
f.3.7.7	D12	STANDS H11-H19	3	STAND No 17	7	5	0	Alignment failure
f.3.7.7	D20	STANDS H11-H19	3	STAND No 17	7	15	213529	Alignment failure
f.3.8.1	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No 18	8	28	0	Safety pin failure
f.3.8.1	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No 18	8	12	195	Safety pin failure
f.3.8.1	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No 18	8	12	948	Safety pin failure
f.3.8.1	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No 18	8	33	6	Safety pin failure
f.3.8.1	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No 18	8	11	916	Safety pin failure
f.3.8.1	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No 18	8	49	6	Safety pin failure
f.3.8.7	D08	STANDS H11-H19	3	STAND No 18	8	5	0	Alignment failure
f.3.8.7	D22	STANDS H11-H19	3	STAND No 18	8	5	92944	Alignment failure
f.3.8.7	D16	STANDS H11-H19	3	STAND No 18	8	10	351736	Alignment failure
f.3.8.7	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No 18	8	10	8010	Alignment failure
f.3.8.7	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No 18	8	5	27	Alignment failure
f.3.8.7	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No 18	8	10	8	Alignment failure
f.3.8.7	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No 18	8	10	45	Alignment failure
f.3.8.7	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No 18	8	35	6	Alignment failure
f.3.8.7	D10	STANDS H11-H19	3	STAND No 18	8	10	830	Alignment failure
f.3.9.7	D08	STANDS H11-H19	3	STAND No 19	9	15	0	Alignment failure
f.3.9.7	D08	STANDS H11-H19	3	STAND No 19	9	10	243265	Alignment failure
f.3.9.7	D12	STANDS H11-H19	3	STAND No 19	9	20	220045	Alignment failure
f.3.9.7	D08	STANDS H11-H19	3	STAND No 19	9	10	259825	Alignment failure
f.3.9.7	D12	STANDS H11-H19	3	STAND No 19	9	8	741385	Alignment failure
f.3.9.7	D08	STANDS H11-H19	3	STAND No 19	9	30	24087	Alignment failure
f.4.1.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH3	1	10	0	Shear distributor failure
f.4.1.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH3	1	10	99335	Knife crossing adjustment
f.4.1.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH3	1	25	610	Shear distributor failure
f.4.1.2	D08	LINE A	4	SHEAR SH3	1	15	0	Shear flap failure
f.4.1.2	D08	LINE A	4	SHEAR SH3	1	15	228930	Shear flap failure
f.4.1.2	D14	LINE A	4	SHEAR SH3	1	25	56811	Shear flap failure
f.4.1.2	D14	LINE A	4	SHEAR SH3	1	15	313109	Shear flap failure
f.4.1.2	D10	LINE A	4	SHEAR SH3	1	20	11605	Shear flap failure
f.4.1.2	D08	LINE A	4	SHEAR SH3	1	20	940	Shear flap failure
f.4.1.2	D16	LINE A	4	SHEAR SH3	1	20	11800	Shear flap failure
f.4.1.2	D12	LINE A	4	SHEAR SH3	1	25	6410	Shear flap failure
f.4.1.2	D08	LINE A	4	SHEAR SH3	1	20	14204	Shear flap failure
f.4.1.2	D08	LINE A	4	SHEAR SH3	1	20	3328	Shear flap failure
f.4.1.2	D08	LINE A	4	SHEAR SH3	1	10	823	Shear flap failure
f.4.1.3	D08	LINE A	4	SHEAR SH3	1	15	0	Shear exit guide adjustment
f.4.1.3	D16	LINE A	4	SHEAR SH3	1	80	24995	Shear exit guide adjustment
f.4.1.3	D14	LINE A	4	SHEAR SH3	1	20	463415	Shear exit guide adjustment
f.4.1.3	D08	LINE A	4	SHEAR SH3	1	18	312102	Shear exit guide adjustment
f.4.1.3	D08	LINE A	4	SHEAR SH3	1	29	37	Shear exit guide adjustment
f.4.1.3	D08	LINE A	4	SHEAR SH3	1	15	84	Shear exit guide adjustment
f.4.1.4	D10	BUNDLE FORMING STA	4	TYING MACHINES	1	10	0	Bundle broken
f.4.1.6	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR7	1	10	0	Housing failure
f.4.10.1	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR7	10	15	0	Pneumatic circuit failure
f.4.10.2	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR7	10	7	0	Lubrication failure
f.4.10.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR7	10	30	0	Rolls worn out/broken
f.4.10.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR7	10	19	211424	Rolls worn out/broken
f.4.10.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR7	10	16	6	Rolls worn out/broken
f.4.10.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR7	10	20	514911	Rolls worn out/broken
f.4.10.4	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR7	10	4	0	Pinch roll conveyor clogged

f.4.10.4	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR7	10	5	1407	Pinch roll conveyor clogged
f.4.10.4	D16	LINE A	4	PINCH ROLL PR7	10	10	134848	Pinch roll conveyor clogged
f.4.10.4	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR7	10	5	54245	Pinch roll conveyor clogged
f.4.10.5	D14	LINE A	4	PINCH ROLL PR7	10	40	0	Pinch roll bearing failure
f.4.10.6	D14	LINE A	4	PINCH ROLL PR7	10	51	0	Housing failure
f.4.10.7	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR7	10	25	0	Wrong roll adjustment
f.4.10.7	D12	LINE A	4	PINCH ROLL PR7	10	9	1159270	Wrong roll adjustment
f.4.10.8	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR7	10	14	0	Cardan shaft failure
f.4.10.8	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR7	10	65	131	Cardan shaft failure
f.4.11.1	D14	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	20	0	Pneumatic circuit failure
f.4.11.1	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	20	79440	Pneumatic circuit failure
f.4.11.1	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	113965	Pneumatic circuit failure
f.4.11.1	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	15	527690	Pneumatic circuit failure
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	0	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	20	32088	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	15	190948	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	15	384	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	25	436	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	5	1527	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	5	0	Guides adjustment
f.4.11.2	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	15	6197	Guides adjustment
f.4.11.2	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	2491	Guides adjustment
f.4.11.2	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	5	30	Guides adjustment
f.4.11.2	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	5	19	Guides adjustment
f.4.11.2	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	15	10	Guides adjustment
f.4.11.2	D14	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	61395	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	30	12805	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	43590	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	152495	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	15	40150	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	15	5	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	40	10	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	45	39185	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	25	22585	Guides adjustment
f.4.11.2	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	12000	Guides adjustment
f.4.11.2	D12	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	20	4743	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	15	195717	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	95575	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	15	151393	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	15	55	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	15	72	Guides adjustment
f.4.11.2	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	43028	Guides adjustment
f.4.11.2	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	486	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	5805	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	13	3	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	220	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	15	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	20	725	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	7	385	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	4	789	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	5	5	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	5	4	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	4	7	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	7	5	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	5	8	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	8596	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	7	1207	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	4	95	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	59	10	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	20	132878	Guides adjustment
f.4.11.2	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	25	15890	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	20	145959	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	14	182548	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	13	72	Guides adjustment
f.4.11.2	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	48	55	Guides adjustment
f.4.11.2	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	5	42811	Guides adjustment
f.4.11.2	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	37	67937	Guides adjustment
f.4.11.3	D12	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	0	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D12	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	1225	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D12	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	20	2	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D12	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	15	55	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	20	8360	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	30	3012	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D14	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	25	44153	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D14	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	6	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	462890	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	20	2095	Rolls worn out/broken

f.4.11.3	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	5	6162	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	15	8	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	25	342330	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	15	10	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D12	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	45	305310	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	35	80535	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D12	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	69	202400	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D12	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	46	75	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	17	18046	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	20	32777	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	137	17933	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	45	46863	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	40	15341	Rolls worn out/broken
f.4.11.3	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	75	147661	Rolls worn out/broken
f.4.11.4	D14	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	145	0	Cylinder adjustment
f.4.11.4	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	25	17710	Cylinder adjustment
f.4.11.4	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	217645	Cylinder adjustment
f.4.11.4	D14	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	40	293155	Cylinder adjustment
f.4.11.4	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	45	17498	Cylinder adjustment
f.4.11.4	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	25	146238	Cylinder adjustment
f.4.11.4	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	105	4049	Cylinder adjustment
f.4.11.4	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	5	551353	Cylinder adjustment
f.4.11.4	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	9	232	Cylinder adjustment
f.4.11.5	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	13	0	Tail braker failure
f.4.11.5	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	10	14762	Tail braker failure
f.4.11.5	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	15	555	Tail braker failure
f.4.11.5	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	15	195	Tail braker failure
f.4.11.5	D08	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	15	32	Tail braker failure
f.4.11.5	D10	LINE A	4	TAIL BRAKER	11	33	48182	Tail braker failure
f.4.12.1	D10	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	5	0	Cooling system failure
f.4.12.1	D10	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	105	Cooling system failure
f.4.12.1	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	25	183980	Cooling system failure
f.4.12.1	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	25	129827	Cooling system failure
f.4.12.1	D12	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	20	323033	Cooling system failure
f.4.12.1	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	15	190800	Cooling system failure
f.4.12.1	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	15	2935	Cooling system failure
f.4.12.1	D10	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	35795	Cooling system failure
f.4.12.1	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	30	79700	Cooling system failure
f.4.12.1	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	25	111378	Cooling system failure
f.4.12.1	D10	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	25	21172	Cooling system failure
f.4.12.1	D10	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	25	2750	Cooling system failure
f.4.12.1	D10	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	30	63996	Cooling system failure
f.4.12.1	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	41	29454	Cooling system failure
f.4.12.1	D10	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	33534	Cooling system failure
f.4.12.1	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	15810	Cooling system failure
f.4.12.1	D10	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	15	18820	Cooling system failure
f.4.12.1	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	35	45429	Cooling system failure
f.4.12.1	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	20	101651	Cooling system failure
f.4.12.1	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	60	2650	Cooling system failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	0	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	20	2	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	30	150564	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	1168	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	15	827	Guides failure
f.4.12.2	D16	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	15	96194	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	15	15815	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	35	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	20	80	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	20	316	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	20	5894	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	105	6	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	15	76245	Guides failure
f.4.12.2	D10	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	15	51754	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	147169	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	65	81392	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	168	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	19730	Guides failure
f.4.12.2	D10	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	58277	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	13180	Guides failure
f.4.12.2	D12	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	180	51475	Guides failure
f.4.12.2	D12	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	20	10	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	5	12546	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	20	1094	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	30	15	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	333450	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	88740	Guides failure
f.4.12.2	D10	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	30	109870	Guides failure

f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	51350	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	7	6	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	33	28	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	20922	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	30	90	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	29	1480	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	25	3	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	45	2712	Guides failure
f.4.12.2	D16	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	21	14793	Guides failure
f.4.12.2	D16	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	24	6	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	15658	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	40	285	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	36	755	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	30	38929	Guides failure
f.4.12.2	D10	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	25	9929	Guides failure
f.4.12.2	D10	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	25	282706	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	15	33810	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	55	1495	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	35	35	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	59	1353	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	34	2855	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	12	49638	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	62	1786	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	50	1936	Guides failure
f.4.12.2	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	12	910	Guides failure
f.4.12.3	D10	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	100	0	Shaft couplings failure
f.4.12.3	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	5	347120	Shaft couplings failure
f.4.12.3	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	15	94720	Shaft couplings failure
f.4.12.3	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	60	1038	Shaft couplings failure
f.4.12.4	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	0	Hydraulic circuit failure
f.4.12.4	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	60	760845	Hydraulic circuit failure
f.4.12.5	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	5	0	n channel metal structure failure
f.4.12.5	D20	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	10	1428700	n channel metal structure failure
f.4.12.5	D32	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	20	41945	n channel metal structure failure
f.4.12.5	D10	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	35	19875	n channel metal structure failure
f.4.12.5	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	7	38898	n channel metal structure failure
f.4.12.5	D08	LINE A	4	TWIN CHANNEL	12	15	6	n channel metal structure failure
f.4.2.1	D10	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	10	0	Lubrication station failure
f.4.2.1	D10	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	20	16	Lubrication station failure
f.4.2.1	D10	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	10	3904	Lubrication station failure
f.4.2.1	D12	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	12	2040	Lubrication station failure
f.4.2.1	D12	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	7	213	Lubrication station failure
f.4.2.1	D12	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	30	778	Lubrication station failure
f.4.2.1	D12	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	15	38945	Lubrication station failure
f.4.2.1	D12	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	10	60	Lubrication station failure
f.4.2.1	D16	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	60	146890	Lubrication station failure
f.4.2.1	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	5	45550	Lubrication station failure
f.4.2.1	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	10	1340	Lubrication station failure
f.4.2.1	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	5	1210	Lubrication station failure
f.4.2.1	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	5	1480	Lubrication station failure
f.4.2.1	D14	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	5	4225	Lubrication station failure
f.4.2.1	D10	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	5	38870	Lubrication station failure
f.4.2.1	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	5	82970	Lubrication station failure
f.4.2.1	D10	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	25	26025	Lubrication station failure
f.4.2.1	D10	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	5	309585	Lubrication station failure
f.4.2.1	D16	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	10	127710	Lubrication station failure
f.4.2.1	D20	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	60	231835	Lubrication station failure
f.4.2.1	D10	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	10	40580	Lubrication station failure
f.4.2.1	D10	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	10	6	Lubrication station failure
f.4.2.1	D14	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	10	85775	Lubrication station failure
f.4.2.1	D12	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	5	36620	Lubrication station failure
f.4.2.1	D10	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	10	41642	Lubrication station failure
f.4.2.1	D10	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	5	30743	Lubrication station failure
f.4.2.1	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	20	31010	Lubrication station failure
f.4.2.1	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	40	60	Lubrication station failure
f.4.2.1	D16	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	5	328110	Lubrication station failure
f.4.2.1	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	9	88575	Lubrication station failure
f.4.2.1	D16	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	23	57084	Lubrication station failure
f.4.2.2	D16	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	25	0	Snap shear failure
f.4.2.2	D12	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	50	12580	Snap shear failure
f.4.2.2	D10	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	15	154807	Snap shear failure
f.4.2.2	D16	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	25	272488	Snap shear failure
f.4.2.2	D12	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	30	54330	Snap shear failure
f.4.2.2	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	50	948510	Snap shear failure
f.4.2.3	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	10	0	Gearbox coupling failure
f.4.2.4	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	50	0	Mandrel failure
f.4.2.4	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	20	172085	Mandrel failure

f.4.2.4	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	35	3850	Mandrel failure
f.4.2.4	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	15	465	Mandrel failure
f.4.2.4	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	50	15	Mandrel failure
f.4.2.4	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	15	925	Mandrel failure
f.4.2.4	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	15	40940	Mandrel failure
f.4.2.4	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	10	5	Mandrel failure
f.4.2.4	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	10	3	Mandrel failure
f.4.2.4	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	5	2	Mandrel failure
f.4.2.4	D10	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	20	7970	Mandrel failure
f.4.2.4	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	30	667740	Mandrel failure
f.4.2.4	D12	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	30	300755	Mandrel failure
f.4.2.4	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	24	39391	Mandrel failure
f.4.2.4	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	10	90	Mandrel failure
f.4.2.4	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	14	79	Mandrel failure
f.4.2.4	D12	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	160	9287	Mandrel failure
f.4.2.4	D12	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	30	250	Mandrel failure
f.4.2.4	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	19	57461	Mandrel failure
f.4.2.4	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	12	148	Mandrel failure
f.4.2.4	D16	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	20	16870	Mandrel failure
f.4.2.4	D16	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	15	77088	Mandrel failure
f.4.2.4	D16	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	20	166357	Mandrel failure
f.4.2.4	D12	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	15	3625	Mandrel failure
f.4.2.4	D08	LINE A	4	FINISHING BLOCK	2	33	15450	Mandrel failure
f.4.3.1	D32	LINE A	4	QUENCH BATH A	3	10	0	Water flexible tubes broken
f.4.3.1	D08	LINE A	4	QUENCH BATH A	3	25	556720	Water flexible tubes broken
f.4.3.1	D32	LINE A	4	QUENCH BATH A	3	10	122910	Water flexible tubes broken
f.4.3.1	D32	LINE A	4	QUENCH BATH A	3	10	67135	Water flexible tubes broken
f.4.3.3	D10	LINE A	4	QUENCH BATH A	3	10	0	Bath conveyor clogged
f.4.3.3	D10	LINE A	4	QUENCH BATH A	3	15	3	Bath conveyor clogged
f.4.3.3	D08	LINE A	4	QUENCH BATH A	3	10	13636	Bath conveyor clogged
f.4.4.1	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	10	0	Pneumatic circuit failure
f.4.4.1	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	5	90	Pneumatic circuit failure
f.4.4.1	D12	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	15	151240	Pneumatic circuit failure
f.4.4.2	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	15	0	Lubrication failure
f.4.4.2	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	5	274793	Lubrication failure
f.4.4.2	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	15	1872	Lubrication failure
f.4.4.2	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	10	6	Lubrication failure
f.4.4.2	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	15	20250	Lubrication failure
f.4.4.2	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	15	83167	Lubrication failure
f.4.4.2	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	10	15	Lubrication failure
f.4.4.2	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	15	414263	Lubrication failure
f.4.4.2	D12	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	5	593295	Lubrication failure
f.4.4.2	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	10	21360	Lubrication failure
f.4.4.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	80	0	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	25	15360	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	40	80730	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	15	72937	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	10	119573	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	25	20	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	20	4630	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	10	27040	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	15	1265	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	14	481076	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	13	267	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	32	1	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	10	113	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	10	54	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	22	3	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D16	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	50	65480	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	20	150638	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	20	402	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	30	117605	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	25	3575	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	60	187380	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	30	28945	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	20	111375	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	15	1890	Rolls worn out/broken
f.4.4.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	10	73595	Rolls worn out/broken
f.4.4.4	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	15	0	Pinch roll conveyor clogged
f.4.4.4	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	10	40	Pinch roll conveyor clogged
f.4.4.4	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	30	80750	Pinch roll conveyor clogged
f.4.4.4	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	25	5	Pinch roll conveyor clogged
f.4.4.4	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR3	4	15	153738	Pinch roll conveyor clogged
f.4.5.1	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	10	0	Pneumatic circuit failure
f.4.5.1	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	10	90	Pneumatic circuit failure
f.4.5.1	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	15	58	Pneumatic circuit failure
f.4.5.1	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	14	7	Pneumatic circuit failure

f.4.5.1	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	36	8	Pneumatic circuit failure
f.4.5.1	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	15	309662	Pneumatic circuit failure
f.4.5.1	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	20	88955	Pneumatic circuit failure
f.4.5.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	15	0	Rolls worn out/broken
f.4.5.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	30	955	Rolls worn out/broken
f.4.5.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	5	2740	Rolls worn out/broken
f.4.5.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	15	125	Rolls worn out/broken
f.4.5.3	D12	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	90	241205	Rolls worn out/broken
f.4.5.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	30	1044970	Rolls worn out/broken
f.4.5.4	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	70	0	Pinch roll bearing failure
f.4.5.4	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	10	89750	Pinch roll conveyor clogged
f.4.5.5	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	60	0	Pinch roll bearing failure
f.4.5.5	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	10	12185	Pinch roll bearing failure
f.4.5.5	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	10	1223780	Pinch roll bearing failure
f.4.5.6	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	15	0	Housing failure
f.4.5.6	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	15	60980	Housing failure
f.4.5.6	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	30	355	Housing failure
f.4.5.6	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	15	7385	Housing failure
f.4.5.6	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	40	6	Housing failure
f.4.5.6	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	15	50905	Housing failure
f.4.5.6	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	35	42230	Housing failure
f.4.5.6	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	15	38520	Housing failure
f.4.5.6	D12	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	5	107310	Housing failure
f.4.5.7	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	20	0	Wrong roll adjustment
f.4.5.7	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	20	1569	Wrong roll adjustment
f.4.5.7	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	20	15	Wrong roll adjustment
f.4.5.7	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	20	371	Wrong roll adjustment
f.4.5.7	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	10	1404	Wrong roll adjustment
f.4.5.7	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	10	6	Wrong roll adjustment
f.4.5.7	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	20	4	Wrong roll adjustment
f.4.5.7	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	30	4466	Wrong roll adjustment
f.4.5.7	D14	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	5	69160	Wrong roll adjustment
f.4.5.7	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	15	87737	Wrong roll adjustment
f.4.5.8	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR4	5	40	0	Cardan shaft failure
f.4.6.2	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR5	6	15	0	Lubrication failure
f.4.6.2	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR5	6	15	49680	Lubrication failure
f.4.6.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR5	6	10	0	Rolls worn out/broken
f.4.6.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR5	6	15	55	Rolls worn out/broken
f.4.6.5	D16	LINE A	4	PINCH ROLL PR5	6	40	0	Pinch roll bearing failure
f.4.6.5	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR5	6	20	360345	Pinch roll bearing failure
f.4.7.1	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR6	7	25	0	Pneumatic circuit failure
f.4.7.1	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR6	7	5	496840	Pinch roll conveyor clogged
f.4.7.3	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR6	7	15	0	Rolls worn out/broken
f.4.7.3	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR6	7	10	141500	Rolls worn out/broken
f.4.7.6	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR6	7	35	0	Housing failure
f.4.7.6	D10	LINE A	4	PINCH ROLL PR6	7	40	733170	Housing failure
f.4.7.6	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR6	7	11	586181	Housing failure
f.4.7.7	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR6	7	8	0	Wrong roll adjustment
f.4.7.7	D08	LINE A	4	PINCH ROLL PR6	7	27	84931	Wrong roll adjustment
f.4.8.1	D10	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	72	0	Shear equipment failure
f.4.8.1	D08	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	10	889825	Shear equipment failure
f.4.8.1	D10	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	112	358473	Shear equipment failure
f.4.8.1	D14	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	10	160920	Shear equipment failure
f.4.8.1	D08	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	85	185345	Shear equipment failure
f.4.8.1	D10	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	15	160180	Shear equipment failure
f.4.8.2	D16	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	22	0	Knife failure
f.4.8.2	D14	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	150	84663	Knife failure
f.4.8.2	D12	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	25	457325	Knife failure
f.4.8.2	D16	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	15	514965	Knife failure
f.4.8.2	D10	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	25	196870	Knife failure
f.4.8.2	D16	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	20	87270	Knife failure
f.4.8.2	D10	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	7	48824	Knife failure
f.4.8.2	D14	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	5	19179	Knife failure
f.4.8.2	D14	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	15	6	Knife failure
f.4.8.2	D10	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	25	17775	Knife failure
f.4.8.2	D10	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	50	28028	Knife failure
f.4.8.2	D10	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	5	112922	Knife failure
f.4.8.2	D10	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	15	2765	Knife failure
f.4.8.2	D10	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	5	1820	Knife failure
f.4.8.2	D10	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	10	55577	Knife failure
f.4.8.3	D10	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	75	0	Discard funnel blocking
f.4.8.3	D08	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	126	25140	Discard funnel blocking
f.4.8.3	D08	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	40	48842	Discard funnel blocking
f.4.8.3	D16	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	30	116892	Discard funnel blocking
f.4.8.3	D16	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	10	3105	Discard funnel blocking
f.4.8.3	D10	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	10	339255	Discard funnel blocking
f.4.8.3	D10	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	65	23050	Discard funnel blocking

f.4.8.3	D08	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	40	642080	Discard funnel blocking
f.4.8.4	D08	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	15	0	Shear flap failure
f.4.8.4	D08	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	10	47730	Shear flap failure
f.4.8.4	D16	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	15	119045	Shear flap failure
f.4.8.4	D10	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	30	363670	Shear flap failure
f.4.8.4	D14	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	10	6314	Shear flap failure
f.4.8.4	D08	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	20	91354	Shear flap failure
f.4.8.4	D08	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	15	542742	Shear flap failure
f.4.8.4	D14	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	25	54805	Shear flap failure
f.4.8.4	D16	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	10	7200	Shear flap failure
f.4.8.4	D10	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	33	69072	Shear flap failure
f.4.8.4	D16	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	35	150095	Shear flap failure
f.4.8.4	D16	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	30	15	Shear flap failure
f.4.8.4	D16	LINE A	4	CROPPING SHEAR	8	20	120	Shear flap failure
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	0	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	30	3613	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	36	1250	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	17	2524	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	30	8303	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D12	LINE A	4	SHEAR SH4	9	5	46215	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	7390	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	33060	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	35	20	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	10	6835	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D14	LINE A	4	SHEAR SH4	9	35	111995	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D12	LINE A	4	SHEAR SH4	9	95	17705	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D16	LINE A	4	SHEAR SH4	9	25	9090	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D16	LINE A	4	SHEAR SH4	9	10	6	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D16	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	6	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D16	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	5	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D16	LINE A	4	SHEAR SH4	9	30	6	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D16	LINE A	4	SHEAR SH4	9	100	6	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D16	LINE A	4	SHEAR SH4	9	40	1020	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	25	13715	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	780	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	25	1855	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	470	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	115	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	111	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	25	174	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	25	3870	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	1934	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	65	1551	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	30	35821	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	1809	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	5335	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	40	3710	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D12	LINE A	4	SHEAR SH4	9	5	9975	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	63285	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	28455	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	2	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	35	91758	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	1196	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	40	110269	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	3162	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	35	79781	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	58	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	21	1189	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	24	1196	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	30	8704	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	10	30189	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D14	LINE A	4	SHEAR SH4	9	60	30791	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	63082	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	90	7733	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	37240	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	25	5	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	10	940	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	525	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	5	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	5	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	65960	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	35	35	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	885	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	77180	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	65	110	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D16	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	18023	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	10	115207	Distributor failure/adjustment

f.4.9.1	D16	LINE A	4	SHEAR SH4	9	25	3840	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	37925	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D12	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	72540	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D12	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	25	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D12	LINE A	4	SHEAR SH4	9	60	26940	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	27	14925	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	44128	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	5	46107	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	17	31613	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	208	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	1135	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	26505	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	141045	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	16	21843	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	16	47	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	41	9	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	27	4	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	55	79114	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	18	75013	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D12	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	12277	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D14	LINE A	4	SHEAR SH4	9	10	6087	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	25	1813	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	29	9000	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	47	19	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	4	5225	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	26	552	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	24	6383	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	38	15641	Distributor failure/adjustment
f.4.9.1	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	487	Distributor failure/adjustment
f.4.9.2	D12	LINE A	4	SHEAR SH4	9	70	0	Hydraulic circuit failure
f.4.9.2	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	63100	Hydraulic circuit failure
f.4.9.2	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	55	7860	Hydraulic circuit failure
f.4.9.2	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	50	5742	Hydraulic circuit failure
f.4.9.2	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	45	387093	Hydraulic circuit failure
f.4.9.2	D12	LINE A	4	SHEAR SH4	9	70	174348	Hydraulic circuit failure
f.4.9.2	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	140	512507	Hydraulic circuit failure
f.4.9.2	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	30	31090	Hydraulic circuit failure
f.4.9.3	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	0	Coupling failure
f.4.9.3	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	110	67975	Coupling failure
f.4.9.3	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	519100	Coupling failure
f.4.9.3	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	50	110	Coupling failure
f.4.9.3	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	50	36760	Coupling failure
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	25	0	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	1320	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	60	8970	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	45038	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	40	8252	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	30	1440	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D14	LINE A	4	SHEAR SH4	9	10	263715	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D14	LINE A	4	SHEAR SH4	9	25	4470	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	60	56140	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	45	155275	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	30	102510	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	38615	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	30	29509	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	33	28003	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	40	39840	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	90	59765	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	60	5590	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	38760	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	265585	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	95	21152	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	120378	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	6745	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	19	121158	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D14	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	12203	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	35	24285	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	55	40440	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	40	58745	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	29	194600	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	23	38251	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	22	1417	Knives worn out/broken
f.4.9.4	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	110	55690	Knives worn out/broken
f.4.9.5	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	10	0	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	1165	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	108	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	272	Exit guide failure/adjustment

f.4.9.5	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	10	1995	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	1500	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	50	129450	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	232402	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	25	18	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	45	2730	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	88865	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	5	197170	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	30	447900	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	684	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	10	3241	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	12	1980	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D14	LINE A	4	SHEAR SH4	9	23	35575	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	15	6300	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	25	15	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	10	16575	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.5	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	33	16665	Exit guide failure/adjustment
f.4.9.6	D14	LINE A	4	SHEAR SH4	9	10	0	Lubrication failure
f.4.9.6	D14	LINE A	4	SHEAR SH4	9	10	126581	Lubrication failure
f.4.9.6	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	10	45007	Lubrication failure
f.4.9.6	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	5	343197	Lubrication failure
f.4.9.6	D08	LINE A	4	SHEAR SH4	9	35	124576	Lubrication failure
f.4.9.6	D10	LINE A	4	SHEAR SH4	9	20	1062824	Lubrication failure
f.5.1.1	D18	LINE B	5	PINCH ROLL PR1	1	15	0	Wrong setting
f.5.1.1	D20	LINE B	5	PINCH ROLL PR1	1	35	174105	Wrong setting
f.5.1.1	D20	LINE B	5	PINCH ROLL PR1	1	10	620268	Wrong setting
f.5.1.1	D32	LINE B	5	PINCH ROLL PR1	1	5	435267	Wrong setting
f.5.1.2	D28	LINE B	5	PINCH ROLL PR1	1	60	0	Pneumatic cylinder failure
f.5.1.3	D10	LINE B	5	PINCH ROLL PR1	1	15	0	Rolls worn out/broken
f.5.1.3	D10	LINE B	5	PINCH ROLL PR1	1	25	54510	Rolls worn out/broken
f.5.2.1	D18	LINE B	5	PINCH ROLL PR2	2	10	0	Wrong setting
f.5.2.2	D25	LINE B	5	PINCH ROLL PR2	2	40	0	Pneumatic cylinder failure
f.5.2.2	D20	LINE B	5	PINCH ROLL PR2	2	15	230930	Pneumatic cylinder failure
f.5.2.4	D25	LINE B	5	PINCH ROLL PR2	2	10	0	Broken joint
f.5.3.1	D28	LINE B	5	SHEAR SH2	3	15	0	Knives worn out/broken
f.5.4.1	D18	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	15	0	Hydraulic circuit failure
f.5.4.1	D32	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	19	320447	Hydraulic circuit failure
f.5.4.1	D32	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	10	130	Hydraulic circuit failure
f.5.4.2	D20	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	10	0	Aprons misalignment
f.5.4.2	D18	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	15	2800	Aprons misalignment
f.5.4.2	D18	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	15	10	Aprons misalignment
f.5.4.2	D18	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	5	55	Aprons misalignment
f.5.4.2	D18	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	5	95	Aprons misalignment
f.5.4.2	D18	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	25	1019795	Aprons misalignment
f.5.4.3	D18	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	5	0	Rolls worn out
f.5.4.3	D32	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	6	4425	Rolls worn out
f.5.4.3	D32	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	5	6	Rolls worn out
f.5.4.3	D32	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	10	47	Rolls worn out
f.5.4.3	D32	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	5	40	Rolls worn out
f.5.4.3	D32	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	3	5	Rolls worn out
f.5.4.3	D32	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	7	13	Rolls worn out
f.5.4.3	D32	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	18	5	Rolls worn out
f.5.4.3	D32	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	2	10	Rolls worn out
f.5.4.3	D32	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	6	5	Rolls worn out
f.5.4.3	D32	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	4	136	Rolls worn out
f.5.4.3	D32	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	3	11	Rolls worn out
f.5.4.3	D32	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	7	5	Rolls worn out
f.5.4.3	D32	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	5	22	Rolls worn out
f.5.4.3	D18	LINE B	5	APRON CONVEYOR	4	10	1159780	Rolls worn out
f.6.1.1	D12	ΨΥΚΤΙΚΗ ΤΡΑΠΕΖΑ	6	COOLING BED	1	45	0	Trolleys movement failure
f.6.1.1	D14	ΨΥΚΤΙΚΗ ΤΡΑΠΕΖΑ	6	COOLING BED	1	23	31132	Trolleys movement failure
f.6.1.1	D14	ΨΥΚΤΙΚΗ ΤΡΑΠΕΖΑ	6	COOLING BED	1	25	6	Trolleys movement failure
f.6.1.1	D08	ΨΥΚΤΙΚΗ ΤΡΑΠΕΖΑ	6	COOLING BED	1	25	14975	Trolleys movement failure
f.6.1.2	D10	ΨΥΚΤΙΚΗ ΤΡΑΠΕΖΑ	6	COOLING BED	1	5	0	Hydraulic circuit failure
f.6.1.3	D10	ΨΥΚΤΙΚΗ ΤΡΑΠΕΖΑ	6	COOLING BED	1	10	0	Trolleys movement failure
f.6.1.3	D25	ΨΥΚΤΙΚΗ ΤΡΑΠΕΖΑ	6	COOLING BED	1	10	252700	Trolleys movement failure
f.7.1.1	D10	CUTTING TO LENGTH A	7	COLD SHEAR	1	5	0	Entry roll failure
f.7.1.1	D18	CUTTING TO LENGTH A	7	COLD SHEAR	1	35	1298747	Entry roll failure
f.7.1.2	D10	CUTTING TO LENGTH A	7	COLD SHEAR	1	10	0	Pneumatic circuit failure
f.7.2.1	D08	CUTTING TO LENGTH A	7	COLD SHEAR CONVEYOR	2	15	0	Moveable stopper stuck
f.7.2.1	D08	CUTTING TO LENGTH A	7	COLD SHEAR CONVEYOR	2	15	185	Moveable stopper stuck
f.7.2.1	D08	CUTTING TO LENGTH A	7	COLD SHEAR CONVEYOR	2	15	745	Moveable stopper stuck
f.7.2.1	D08	CUTTING TO LENGTH A	7	COLD SHEAR CONVEYOR	2	15	85	Moveable stopper stuck
f.7.2.1	D08	CUTTING TO LENGTH A	7	COLD SHEAR CONVEYOR	2	15	77	Moveable stopper stuck
f.7.2.2	D08	CUTTING TO LENGTH A	7	COLD SHEAR CONVEYOR	2	8	0	Pneumatic circuit failure
f.7.2.2	D08	CUTTING TO LENGTH A	7	COLD SHEAR CONVEYOR	2	15	1418399	Pneumatic circuit failure
f.7.2.3	D18	CUTTING TO LENGTH A	7	COLD SHEAR CONVEYOR	2	10	0	Trolleys wrong movement

f.7.2.3	D12	CUTTING TO LENGTH AI	7	COLD SHEAR CONVEYOR	2	8	155042	Trolleys wrong movement
f.7.2.3	D08	CUTTING TO LENGTH AI	7	COLD SHEAR CONVEYOR	2	5	10379	Trolleys wrong movement
f.7.2.4	D12	CUTTING TO LENGTH AI	7	COLD SHEAR CONVEYOR	2	10	0	Conveyor worn out
f.7.2.4	D10	CUTTING TO LENGTH AI	7	COLD SHEAR CONVEYOR	2	30	343264	Conveyor worn out
f.8.1.1	D08	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	15	0	Loose sprocket wheels
f.8.1.1	D20	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	5	797510	Loose sprocket wheels
f.8.1.1	D14	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	10	81170	Loose sprocket wheels
f.8.1.1	D08	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	5	202095	Loose sprocket wheels
f.8.1.1	D08	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	45	219665	Loose sprocket wheels
f.8.1.1	D10	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	12	137422	Loose sprocket wheels
f.8.1.2	D10	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	10	0	Loose/tight chains
f.8.1.2	D10	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	10	50278	Loose/tight chains
f.8.1.2	D10	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	15	421165	Loose/tight chains
f.8.1.2	D10	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	5	5626	Loose/tight chains
f.8.1.2	D20	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	20	427693	Loose/tight chains
f.8.1.2	D28	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	19	169016	Loose/tight chains
f.8.1.2	D20	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	5	281491	Loose/tight chains
f.8.1.2	D20	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	5	35	Loose/tight chains
f.8.1.3	D08	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	5	0	Chains blocked
f.8.1.3	D22	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	10	63465	Chains blocked
f.8.1.3	D14	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	15	5832	Chains blocked
f.8.1.3	D20	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	10	187391	Chains blocked
f.8.1.3	D20	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	5	86467	Chains blocked
f.8.1.3	D20	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	5	170	Chains blocked
f.8.1.3	D18	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	9	558520	Chains blocked
f.8.1.3	D16	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	10	117061	Chains blocked
f.8.1.3	D14	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	40	50730	Chains blocked
f.8.1.3	D20	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	5	336185	Chains blocked
f.8.1.3	D14	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	5	9385	Chains blocked
f.8.1.3	D18	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	10	151583	Chains blocked
f.8.1.3	D08	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	15	106947	Chains blocked
f.8.1.3	D08	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	5	5	Chains blocked
f.8.1.4	D08	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	15	0	ck between chain and sprocket wheel
f.8.1.4	D12	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	15	730075	ck between chain and sprocket wheel
f.8.1.4	D08	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	16	134970	ck between chain and sprocket wheel
f.8.1.4	D08	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	6	599	ck between chain and sprocket wheel
f.8.1.4	D08	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	10	234	ck between chain and sprocket wheel
f.8.1.4	D08	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	5	110	ck between chain and sprocket wheel
f.8.1.4	D08	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	10	195	ck between chain and sprocket wheel
f.8.1.4	D08	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	7	45	ck between chain and sprocket wheel
f.8.1.4	D08	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	10	48	ck between chain and sprocket wheel
f.8.1.4	D10	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	110	10060	ck between chain and sprocket wheel
f.8.1.5	D08	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	45	0	Hydraulic circuit failure
f.8.1.5	D08	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	35	528075	Hydraulic circuit failure
f.8.2.2	D16	INSPECTION TABLE	8	POCKETS	2	100	0	Loose chains
f.8.2.3	D12	INSPECTION TABLE	8	POCKETS	2	10	0	Hydraulic mechanism failure
f.8.2.3	D14	INSPECTION TABLE	8	POCKETS	2	14	314297	Hydraulic mechanism failure
f.8.2.4	D22	INSPECTION TABLE	8	POCKETS	2	8	0	Pockets stuck
f.8.1	D25	INSPECTION TABLE	8	BUNDLE TABLE	1	5	-449648	Loose sprocket wheels
f.8.2.1	D12	INSPECTION TABLE	8	POCKETS	2	10	0	Misaligned pocket
f.9.1.1	D10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	0	Faulty tying wire
f.9.1.1	D10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	10	15	Faulty tying wire
f.9.1.1	D10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	1374	Faulty tying wire
f.9.1.1	O10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	1193	Faulty tying wire
f.9.1.1	D10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	6	Faulty tying wire
f.9.1.1	D10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	145062	Faulty tying wire
f.9.1.1	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	10	14975	Faulty tying wire
f.9.1.1	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	20	Faulty tying wire
f.9.1.1	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	10	15	Faulty tying wire
f.9.1.1	D12	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	11255	Faulty tying wire
f.9.1.1	D12	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	10	910	Faulty tying wire
f.9.1.1	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	3	1245102	Faulty tying wire
f.9.1.1	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING ROLLER WAY	1	11	171798	Roller way worn out
f.9.1.10	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	0	Hydraulics failure
f.9.1.2	D25	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	10	0	Chain stuck
f.9.1.2	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	395510	Chain stuck
f.9.1.3	D10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	0	Tying head stuck
f.9.1.3	O32	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	10	82628	Tying head stuck
f.9.1.3	D14	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	125660	Tying head stuck
f.9.1.3	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	10	192235	Tying head stuck
f.9.1.4	D10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	10	0	Bundle broken
f.9.1.4	D10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	10	20	Bundle broken
f.9.1.4	D10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	5	Bundle broken
f.9.1.4	D14	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	73860	Bundle broken
f.9.1.5	D20	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	0	Failure to feed
f.9.1.5	D14	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	15307	Failure to feed
f.9.1.5	D10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	176595	Failure to feed

f.9.1.5	D10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	890	Failure to feed
f.9.1.6	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	25	0	Head gear failure
f.9.1.7	D14	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	0	Loose bundle
f.9.1.8	D10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	0	Tying machine blocked
f.9.1.8	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	10	11840	Tying machine blocked
f.9.1.8	D12	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	657795	Tying machine blocked
f.9.1.8	D10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	8	476805	Tying machine blocked
f.9.1.8	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	10	11306	Tying machine blocked
f.9.1.8	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	22	80446	Tying machine blocked
f.9.1.8	D18	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	10	10958	Tying machine blocked
f.9.1.8	D10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	105525	Tying machine blocked
f.9.1.8	D18	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	0	Power loss
f.9.1.8	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	10	173665	Power loss
f.9.1.8	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING MACHINES	1	5	471	Power loss
f.9.2.1	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING ROLLER WAY	2	10	0	Roller way worn out
f.9.2.1	D10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING ROLLER WAY	2	10	895215	Roller way worn out
f.9.2.1	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING ROLLER WAY	2	63	128776	Roller way worn out
f.9.2.1	D10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING ROLLER WAY	2	5	449029	Roller way worn out
f.9.2.1	D12	BUNDLE FORMING STA	9	TYING ROLLER WAY	2	5	20797	Roller way worn out
f.9.2.1	D12	BUNDLE FORMING STA	9	TYING ROLLER WAY	2	10	13	Roller way worn out
f.9.2.1	D12	BUNDLE FORMING STA	9	TYING ROLLER WAY	2	4	105	Roller way worn out
f.9.2.1	D12	BUNDLE FORMING STA	9	TYING ROLLER WAY	2	4	16	Roller way worn out
f.9.2.1	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING ROLLER WAY	2	8	6032	Roller way worn out
f.9.2.2	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING ROLLER WAY	2	15	0	Bundle broken
f.9.2.2	D10	BUNDLE FORMING STA	9	TYING ROLLER WAY	2	19	1010467	Bundle broken
f.9.2.2	D08	BUNDLE FORMING STA	9	TYING ROLLER WAY	2	4	35978	Bundle broken
f.9.2.2	D12	BUNDLE FORMING STA	9	TYING ROLLER WAY	2	10	13771	Bundle broken



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000085175