

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ:
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΓΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

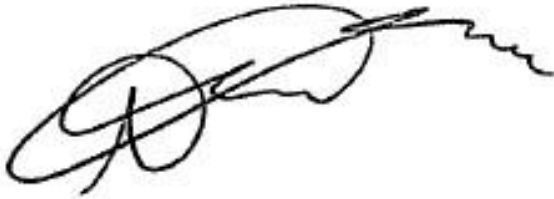
**ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ, ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ
ΜΗΧΑΝΩΝ (ΟΕΕ) ΣΕ ΓΡΑΜΜΗ ΕΜΦΙΑΛΩΣΗΣ ΧΥΜΩΝ ΜΕΣΩ
ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΕΝΟΧΟΝ**

ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΧΑΤΖΗΚΟΝΤΙΔΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΤΣΙΝΑΡΑΚΗΣ

ΧΙΟΣ, 24/4/2023

Κάθε γνήσιο αντίγραφο φέρει την υπογραφή της συγγραφέως



©Copyright 2023, Αναστασία Χατζηκοντίδου

57500 Πλαγιάρι Θεσσαλονίκης

Τηλέφωνο: 6996964317

e-mail: a.chatzikontidou@gmail.com

Απαγορεύεται ρητά από την διεθνή νομοθεσία (βάσει του Ν.2387/1920, με την αναθεώρηση του με το Ν.100/1993, και του Ν.100/1975) η ανατύπωση ή η αναπαραγωγή, τμηματική ή ολική, του παρόντος συγγραφικού έργου με οποιονδήποτε τρόπο ηλεκτρονικό, φωτοαντιγραφικό ή άλλον χωρίς την γραπτή έκκριση της συγγραφέας.

«Είμαι συγγραφέας αυτής της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας και κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων ή ιδεών, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά για τη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία».

Σε όλους όσοι παλεύουν για
ένα καλύτερο αύριο

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα σε αυτό το σημείο να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Γεώργιο Τσιναράκη για την υπομονή του και για την θετική του οπτική γωνία σε όλα τα πράγματα. Σε καιρούς άγχους με υποστήριξε με ηρεμία.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω για τη συνεργασία τον Σπύρο Βαμβακά, ο οποίος έφερε το EVOCON στην Ελλάδα και με πρότεινε στη βιομηχανία της BITOM για να συνεργαστούμε για την εργασία. Τον ευχαριστώ επίσης για την υπομονή του.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρεία Αφοι Χριστοδούλου για την πολύ καλή συνεργασία, για τα δεδομένα που μοιράστηκαν μαζί μου, και θα τη διάθεση να υποστηρίξουν την προσπάθειά μου αυτή, παρόλες τις δύσκολες συνθήκες. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Κυριάκο Μπαρμπαλιά, Υπεύθυνο IT, και τον Νίκο Αβραμίδη, Διευθυντή Τμήματος Εμφιάλωσης.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον σύζυγό μου, τους φίλους και τους συνεργάτες, που για όσο εργαζόμουν την εργασία, έδειξαν υπομονή και με υποστήριξαν, δίνοντάς μου περισσότερη όρεξη να ολοκληρώσω ένα καλής ποιότητας έργο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται και αναλύεται ο δείκτης της Ολικής Αποδοτικότητας Μηχανών (OEE), ένα δείκτη που είναι συνυφασμένος με τη φιλοσοφία της Λιτής Παραγωγής. Ο όρος Λιτή Παραγωγή ξεκίνησε μέσω της ιδέας της μαζικής παραγωγής προϊόντων στα εργοστάσια και επεκτάθηκε μέσω των συστημάτων που ανέπτυξαν μηχανικοί στην TOYOTA δημιουργώντας σε πρακτικό επίπεδο την δομή των εταιρειών που υπάρχουν και σήμερα. Μέσω της φιλοσοφίας της Λιτής Παραγωγής, έχουν προταθεί τεχνικές βελτίωσης της απόδοσης της παραγωγής όπως το KAIZEN, TPM, SMED, 5S και πολλά άλλα, τα οποία έχουν αξιοποιήσει πολλές εταιρείες παγκοσμίως για την βελτίωση του OEE. Στην εργασία αυτή γίνεται παρουσίαση μιας μελέτης εφαρμογής του εργοστασίου BITOM, του ομίλου Αφοί Χριστοδούλου, το οποίο ξεκίνησε να παρακολουθεί το δείκτη OEE μέσω του λογισμικού καταγραφής και παρακολούθησης της παραγωγής με το όνομα EVOCON. Μέσω της συλλογής δεδομένων με αισθητήρες στην παραγωγή, γίνεται παρουσίαση και ανάλυση μέσω του EVOCON για την πορεία των παραγωγικών διαδικασιών της εταιρείας από τον Ιανουάριο του 2022 μέχρι τον Απρίλιο του 2023. Παρουσιάζονται αναλύσεις παραγωγικότητας των μηχανών, ανα βάρδια, ανα προϊόν, ανα γραμμή παραγωγής κ.α. Επιπλέον εντοπίζονται απώλειες στη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού στις γραμμές παραγωγής και παρουσιάζονται πιθανές εξηγήσεις αλλά και αναλύσεις επι αυτών. Ακόμη γίνονται προτάσεις βελτίωσης στην υπάρχουσα κατάσταση ως επόμενες ενέργειες, στις οποίες σημαντικό ρόλο παίζουν οι ίδιοι οι χειριστές των μηχανών αλλά και μικροβελτιώσεις στις παρτίδες. Τέλος προδιαγράφονται πιθανές επεκτάσεις σχετικές με τον OEE που μπορούν να υλοποιηθούν αξιοποιώντας τις αναβαθμισμένες δυνατότητες και εργαλεία που αναπτύσσονται στα πλαίσια του Industry 4.0 και του Internet of Things.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ	8
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ.....	11
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	13
1.1 Εισαγωγή.....	13
1.2 Αντικείμενο της εργασίας	14
1.3 Συμβολή της εργασίας.....	15
1.4 Δομή της Εργασίας.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	17
2.1 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	17
2.2 Παραγωγικότητα και αποδοτικότητα στη Βιομηχανία	17
2.3 Η ιστορία της Λιτής Παραγωγής (Lean Manufacturing) `.....	19
2.3.1 Το σύστημα της Suzuki.....	22
2.3.2 Το σύστημα της TOYOTA (TPS – Toyota Production System)	26
2.4 Η Λιτή Παραγωγή σήμερα	31
2.4.1 5S.....	36
2.4.2 KAIZEN	38
2.4.3 VSM (Value Stream Mapping).....	41
2.4.4 PDCA (Plan-Do-Check-Act).....	42
2.4.5 Total Productive Maintenance (TPM).....	45
2.4.6 Έξι μεγάλες απώλειες.....	49
2.5 Δείκτης OEE	53
2.5.1 Υπολογισμός OEE	56
2.5.2 Χρήση των 6 μεγάλων απωλειών στον OEE.....	62
2.5.3 Απώλειες Διαθεσιμότητας	63
2.5.4 Απώλειες στην Απόδοση	64
2.5.5 Απώλειες στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων.....	65
2.6 OEE case studies.....	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	69
3.1 Ο Όμιλος CHB.....	69
3.2 Λογισμικό μέτρησης OEE EVOCON.....	82

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	91
4.1 Μελέτη Περίπτωσης για το εργοστάσιο της BITOM στα Κουφάλια Θεσσαλονίκης.....	91
4.2 Συλλογή δεδομένων απο τις μηχανές συσκευασίας.....	92
4.3 Χρήση του λογισμικού EVOCON από το εργοστάσιο της BITOM.....	97
4.4 Αναλύσεις.....	102
4.5 Συμπεράσματα.....	117
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	120
5.1 Συμπεράσματα και προτάσεις.....	120
5.1.1 Προτάσεις βελτίωσης της αύξησης διαθεσιμότητας του εξοπλισμού.....	120
5.1.2 TPM και τρόποι βελτίωσης του OEE μέσω της αυτόνομης συντήρησης.....	124
5.1.3 Τρόποι για την ενσωμάτωση των χειριστών στη διαδικασία βελτίωσης του OEE.....	125
5.2 OEE και Industry 4.0 - οι προκλήσεις.....	126
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	128

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Χρονολόγιο της ιστορίας της Λιτής Παραγωγής, (Peter Klym, 2013)

Εικόνα 2: Χρονολόγιο της εξέλιξης της βιομηχανίας, (Siddharth Pyapali, 2016)

Εικόνα 3: Ford Model T, (SILODROME, 2023)

Εικόνα 4: Toyota Production System (Kanban Zone, 2016)

Εικόνα 5: Διαδικασία Παραγωγής καλών προϊόντων (TOYOTA MOTOR CORPORATION, 1995)

Εικόνα 6: Οι 7 απώλειες, (Lean Enterprise Institute, 2021)

Εικόνα 7: Οι 5 αρχές του Lean Manufacturing (PlanetTogether, 2023)

Εικόνα 8: Εργαλεία-Τεχνικές Lean Manufacturing (Tech Quality Pedia, 2023)

Εικόνα 9: Ανάλυση των 5S, (Quality Gurus Inc., 2023)

Εικόνα 10: Οι αρχές του KAIZEN, (Shield Wall Media, 2021)

Εικόνα 11: Value Stream Mapping, (SMART (Scaling Micro Agile® Technique) GmbH, 2021)

Εικόνα 12: Οι κύκλοι του Steward και του Deming, (Lean Enterprise Institute, 2021)

Εικόνα 13: PDCA, (Localazy, 2021)

Εικόνα 14: Ο οίκος του TPM, παρουσιάζονται οι 8 πυλώνες, (Reliable Plant, 2022)

Εικόνα 15: Οι 6 μεγάλες απώλειες κατηγοριοποιημένες βάσει των 3 στοιχείων μέτρησης του OEE

Εικόνα 16: IDA μοντέλο

Εικόνα 17: Επίπεδα δείκτη OEE

Εικόνα 18: Τρόπος υπολογισμού OEE, (API First, 2020)

Εικόνα 19: Η ίδρυση της εταιρείας Οικογένειας Χριστοδούλου, στο Ναυπλιο, 1955

Εικόνα 20: Το μέγεθος της εταιρείας το 1970 στο Ναυπλιο

Εικόνα 21: Φωτογραφία της οικογένειας, με την 1η και τη 2η γενιά των αδελφών.

Εικόνα 22: Το εργοστάσιο της εταιρείας Οικογένεια Χριστοδούλου στα Κουφάλια Θεσσαλονίκης, με την ονομασία BITOM.

Εικόνα 23: Η γκάμα φυσικών χυμων

Εικόνα 24: Η γκάμα των βιταμινούχων χυμών

Εικόνα 25: Τα φυτικά ροφήματα

Εικόνα 26: Οι βιολογικοί χυμοί

Εικόνα 27: Χυμοί ταχείας ψύξης

Εικόνα 28: Συμπυκνωμένοι πουρέδες φρούτων

Εικόνα 29: Κομπόστα ροδάκινο

Εικόνα 30: NFC χυμοί

Εικόνα 31: Στάδια έρευνας που ακολουθούνται απο την εταιρεία

Εικόνα 32: Μίγματα χυμών

Εικόνα 33: Φρουτοπαρασκευάσματα

Εικόνα 34: Αιθέρεια Έλαια εσπεριδοειδών

Εικόνα 35: Το εργοστάσιο της BITOM στα Κουφάλια Θεσσαλονίκης

Εικόνα 36: Εργοστάσιο στο Ναύπλιο

Εικόνα 37: Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη, προς οικογένειες με ανάγκη, δωρεά 7500 φυτικών ροφημάτων. (Οικογένεια Χριστοδούλου, 2023)

Εικόνα 38: Υποστήριξη της εκστρατείας ενημέρωσης για τον καρκίνο του μαστού, (Οικογένεια Χριστοδούλου, 2022)

Εικόνα 39: Λογότυπο της Enocon

Εικόνα 40: Μέτρηση του ΟΕΕ απο τον Mr Enocon

Εικόνα 41: Ο Mr Enocon, και οι αντιδράσεις του ανάλογα με την πορεία της παραγωγής.

Εικόνα 42: Οι εγκαταστάσεις του enocon παγκοσμίως

Εικόνα 43: Οθόνη Παρακολούθησης βάρδιας στο enocon

Εικόνα 44: Οθόνη dashboard Enocon

Εικόνα 45: Οθόνη παρακολούθησης Εργοστασίου στο Enocon

Εικόνα 46: Οθόνη παρακολούθησης αναφορών στο Enocon

Εικόνα 47: Οθόνη ελέγχου ποιότητας ανα βάρδια

Εικόνα 48: Προβολή βάρδιας

Εικόνα 49: Τρόπος εγκατάστασης EVOCON, σε μια μηχανή στην παραγωγή, (EVOCON, 2023)

Εικόνα 50: Μέτρηση αριθμού μπουκαλιών απο αισθητήρα και μετατροπή αυτού σε σήμα για το enocon.

Εικόνα 51: Η συνδεσμολογία που χρησιμοποιεί το Enocon

Εικόνα 52: Οθονη επισκόπησης εργοστασίου

Εικόνα 53: Οθόνη Επισκόπησης εργοστασίου

Εικόνα 54: Οθόνη προβολή βάρδιας στη γραμμή PET, στις 29/3/2022

Εικόνα 55: Οθόνη ανασκόπησης καθυστερήσεων

Εικόνα 56: Ταμπλό enocon με παρουσίαση του ΟΕΕ για κάθε γραμμή παραγωγής

Εικόνα 57: Οθόνη ταμπλό, χρόνοι εκτός λειτουργίας στις μηχανές

Εικόνα 58: CIP Matrix

Εικόνα 59: Στην εικόνα παρουσιάζονται τα δεδομένα βελτίωσης του ΟΕΕ για την αυτοκινητοβιομηχανία που παρουσιάζεται στο άρθρο (Gupta and Garg, 2012)

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Αιτίες μη διαθεσιμότητας εξοπλισμού, 2022

Γράφημα 2: Σύνολο απωλειών διαθεσιμότητας ανα προϊόν

Γράφημα 3: Σύνολο απωλειών διαθεσιμότητας ανα κατηγορία προϊόντος και ανα γραμμή παραγωγής

Γράφημα 4: ΟΕΕ ανά προϊόν για τη γραμμή PET

Γράφημα 5: ΟΕΕ ανά προϊόν για τη γραμμή TETRAPACK 1L

Γράφημα 6: ΟΕΕ ανά προϊόν για τη γραμμή TETRAPACK 250ML

Γράφημα 7: Μέσος χρόνος παραγωγής ανα προϊόν, γραμμή PET

Γράφημα 8: Μέσος χρόνος παραγωγής ανα προϊόν, γραμμή TETRAPACK 1L

Γράφημα 9: Μέσος χρόνος παραγωγής ανα προϊόν, γραμμή TETRAPACK 0,25L

Γράφημα 10: Ποσότητα ελαττωματικών προϊόντων

Γράφημα 11: Ποσοστό ελαττωματικών προϊόντων ανά ετικέτα

Γράφημα 12: Μέσος ΟΕΕ ανα μέγεθος παρτίδας

Γράφημα 13: Διάρκεια απώλειας ταχύτητας (sec)

Γράφημα 14: ΟΕΕ ανα ημερομηνία, με κόκκινο παρουσιάζονται οι ημερομηνίες στις οποίες έγιναν οι ενέργειες βελτίωσης (Ιανουάριος, Φεβρουάριος)

Γράφημα 15: ΟΕΕ ανα ημερομηνία, με κόκκινο παρουσιάζονται οι ημερομηνίες στις οποίες έγιναν οι ενέργειες βελτίωσης (ΙΜάρτιος - Μαιος)

Γράφημα 16: ΟΕΕ ανα ημερομηνία, με κόκκινο παρουσιάζονται οι ημερομηνίες στις οποίες έγιναν οι ενέργειες βελτίωσης (Ιούνιος - Αύγουστος)

Γράφημα 17: ΟΕΕ ανα ημερομηνία, με κόκκινο παρουσιάζονται οι ημερομηνίες στις οποίες έγιναν οι ενέργειες βελτίωσης (Σεπτέμβριος - Δεκέμβριος)

Γράφημα 18: ΟΕΕ ανα μήνα και ανάλυση σε διαθεσιμότητα, απόδοση, ποιότητα

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Οι ρόλοι των μελών ομάδας στην καταγραφή των απωλειών

Πίνακας 2: Παράδειγμα κατηγοριοποίησης των απωλειών

Πίνακας 3: Κατηγοριοποίηση των 6 μεγάλων απωλειών

Πίνακας 4: Σύνολο απωλειών σε ώρες, έτος 2022

Πίνακας 5: Σύνολο απωλειών σε ώρες, έτος 2023

Πίνακας 6: Απαιτούμενος χρόνος παραγωγής ανα προϊόν

Πίνακας 7: Απαιτούμενος χρόνος αλλαγής ανα προϊόν

Πίνακας 8: Ελαττωματικά προϊόντα ανα γραμμή παραγωγής

Πίνακας 9: Ελαττωματικά προϊόντα ανα ετικέτα

Πίνακας 10: Ταχύτητα παραγωγής προϊόντων

Πίνακας 11: Βελτιωτικές ενέργειες της ομάδας για το 2022

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Εισαγωγή

Τους τελευταίους δύο αιώνες έχουν γίνει μεγάλες αλλαγές στον τομέα της βιομηχανίας. Η οικονομία έχει οδηγηθεί μέσα από τη βιομηχανική επανάσταση σε αυτό που τώρα ονομάζεται Industry 4.0. και οδεύει προς το Industry 5.0 δηλαδή την 5η βιομηχανική επανάσταση, με μεγάλη συμβολή της τεχνολογικής ανάπτυξης αλλά και της εξέλιξης και της απλοποίησης της διαδικασίας της σκέψης.

Στις απαρχές της βιομηχανίας, μοναδικός παράγοντας απόφασης ήταν το αν θα έχει κέρδος για τον επιχειρηματία, ένα εγχείρημα, ενώ πλέον οι αποφάσεις είναι πολύπλευρες και περιέχουν και παράγοντες που ούτε λαμβάνονταν υπόψη το 1800, όπως την διατήρηση των υπαρχόντων υπαλλήλων για πολλά χρόνια, την ενσωμάτωσή τους στο σώμα της επιχείρησης και την εκπαίδευσή τους ώστε να αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες. Ο εργάτης του 2023 είναι ένας έξυπνος εργάτης, που καλείται να πάρει και αποφάσεις.

Παρόλαυτά, η βελτίωση της απόδοσης σε μια παραγωγική μονάδα υπήρχε και θα υπάρχει ως βασική απασχόληση σε όλους τους stakeholders, καθότι με αυτό τον τρόπο, μειώνοντας κόστη μπορούν να έχουν οφέλη οι ίδιοι αλλά και οι εργαζόμενοι σε αυτούς.

Πως λοιπόν μπορεί να γίνει η παραγωγή πιο αποδοτική; Τι παράγοντες πρέπει να προσέξουν οι υπεύθυνοι; Τι σκέφτηκαν οι πρώτοι επιχειρηματίες που θέλησαν να κάνουν πιο αποδοτική την παραγωγή τους;

Αυτά τα θέματα αγγίζει η εργασία αυτή, παρουσιάζοντας παράλληλα μια μελέτη περίπτωσης σε μια δημοφιλή ελληνική βιομηχανία επεξεργασίας φρούτων και παραγωγής χυμού, την Αφοί Χριστοδούλου. Η εταιρεία, η οποία είναι γνωστή στο χώρο της επεξεργασίας φρούτων εδώ και 68 χρόνια και έχει λανσάρει την ετικέτα χυμών «Οικογένεια Χριστοδούλου», έχει ξεκινήσει εδώ και δύο χρόνια την πορεία τους για βελτίωση της απόδοσης της παραγωγικής τους διαδικασίας στη μονάδα εμφιάλωσης που έχουν στο εργοστάσιο της ΒΙΤΟΜ στη Θεσσαλονίκη. Για την παρακολούθηση της παραγωγικής τους διαδικασίας, χρησιμοποιούν το λογισμικό EVOCON, μέσω του οποίου

γίνεται και παρακολούθηση του δείκτη απόδοσης της παραγωγής, OEE, ολική απόδοση εξοπλισμού.

1.2 Αντικείμενο της εργασίας

Η εργασία αυτή αρχικά θα παρουσιάσει το ιστορικό πλαίσιο γύρω από την έναρξη της βιομηχανικής εποχής. Στη συνέχεια, θα περάσει μέσα από τα πλαίσια της βιομηχανικής επανάστασης και θα σημειώσει όλους τους μεγάλους σταθμούς της ιστορίας, στο χώρο της βιομηχανίας, από την πλευρά της βελτίωσης της απόδοσης της παραγωγής, της αύξησης της παραγωγικότητας και της βιωσιμότητας της ίδιας της επιχείρησης.

Θα αναλυθούν όλα τα συστήματα που έχουν υπάρξει σταθμοί στην ιστορία, όπως το σύστημα του Ford, ο οποίος ήταν ο πρώτος που έφερε την καινοτομία στην γραμμή συναρμολόγησης στην παραγωγή. Επίσης θα γίνει αναφορά στην Toyota οι οποίες άλλαξαν το πεδίο ολιστικά, και έφεραν επανάσταση στην τότε νοοτροπία των βιομηχάνων, οι οποίοι έθεταν τους εαυτούς τους εναντίον συνδικάτων και σωματείων εργαζομένων. Οι επιστήμονες των δυο αυτών εταιρειών ήταν αυτοί οι οποίοι δημιούργησαν την εταιρική δομή που υπάρχει και ακολουθείται μέχρι και σήμερα, τον τρόπο διοίκησης και συμμετοχής των εργαζομένων αλλά και καινοτομίες στο χώρο της παραγωγής. Βασική τους αξία πίσω από όλα αυτά η συνεχής βελτίωση ή αλλιώς KAIZEN, μια ιαπωνική φιλοσοφία η οποία ήταν βαθιά ριζωμένη στις αντιλήψεις τους και την πέρασαν αποτελεσματικά και στη βιομηχανία, μέσω τεχνικών όπως το TPM, το SMED, τα 5S, το JIT, ή 6σ.

Βασικό στοιχείο σε όλες αυτές τις τεχνικές είναι η παρακολούθηση της βελτίωσης κάποιου σε αυτές. Ο δείκτης OEE, αναπτύχθηκε με αυτό ακριβώς το σκεπτικό, και πλέον είναι ο πιο δημοφιλής δείκτης, καθώς μπορεί και αναλύει τις απώλειες που εμφανίζονται σε διάφορα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας, και καθοδηγεί στην βελτίωσή τους.

Θα παρουσιαστεί μελέτη περίπτωσης για την μέτρηση του δείκτη OEE στο εργοστάσιο της BITOM, που ανήκει στον όμιλο Αφοι Χριστοδούλου, και εδρεύει στη Θεσσαλονίκη. Το εργοστάσιο είναι από τα μεγαλύτερα και δημοφιλέστερα εργοστάσια στην Ελλάδα που κάνει επεξεργασία φρούτων όχι μόνο για χυμούς και κομπόστα αλλά και

για πρόσθετα τροφίμων, σε γιαούρτια ή σε κρέμες, και συνεργάζεται και με τους ξενοδοχειακούς ομίλους. Το εργοστάσιο ξεκίνησε να παρακολουθεί το ποσοστό βελτίωσης της απόδοσής του πριν από 2 χρόνια και συνεχίζει τις προσπάθειες πολύ αποτελεσματικά. Η μελέτη θα γίνει για το τμήμα εμφιάλωσης που έχει το εργοστάσιο η οποία αποτελείται από 3 γραμμές παραγωγής.

Η ανάλυση των δεδομένων και η συλλογή τους γίνεται μέσα από το λογισμικό EVOCON, ένα λογισμικό που στόχο έχει την αποτύπωση της παραγωγής σε μια οθόνη, την αναλυτική μέτρηση κάθε κίνησης στην παραγωγή, και την καταγραφή όλων όσων θεωρούνται απώλειες με καθαρό στόχο την μείωση αυτών και άρα της βελτίωσης της απόδοσής τους και άρα του βασικότερου δείκτη που μετρά την απόδοση αυτή, του OEE. Η εργασία δίνει έμφαση στον δείκτη αυτό.

Παρουσιάζεται αναλυτικά το λογισμικό, και οι τρόποι που μπορεί να αξιοποιηθεί από μια επιχείρηση για να την υποστηρίξει στην βελτίωση της αποτελεσματικότητάς της.

Στην μελέτη περίπτωσης αναλύονται μέσω διαγραμμάτων, πινάκων και σχεδίων τα δεδομένα της παραγωγής του εργοστασίου για το 2022, και εξάγονται συμπεράσματα για αυτά. Τέλος γίνονται προτάσεις βελτίωσης αλλά παρουσιάζονται και οι προκλήσεις του OEE στο μέλλον βάσει της βιβλιογραφίας αλλά και στο εργοστάσιο.

1.3 Συμβολή της εργασίας

Η εργασία αυτή θα παρέχει υποστήριξη στην προσπάθεια του εργοστασίου να βελτιωθεί και να γίνει πιο παραγωγικό. Μέσα και από την ανασκόπηση που παρουσιάζεται ιστορικά αλλά και μέσα από την ανάλυση των εργαλείων, θα μπορούν να έχουν συγκεντρωμένα όλα τα βασικά σημεία της φιλοσοφίας που ονομάζεται Λιτή παραγωγή. Μέσα από το θεωρητικό μέρος, προτείνονται όχι μόνο εργαλεία, αλλά συγκεκριμένοι τρόποι εφαρμογής τους για άμεση εφαρμογή.

Παράλληλα μέσω της ανάλυσης των δεδομένων της παραγωγής έχει σαν στόχο να συνεισφέρει στην βελτίωση της απόδοσης του δείκτη OEE, αλλά και να υποστηρίξει την κατανόηση των ενεργειών στην γραμμή παραγωγής ώστε να οδηγήσει σε ενέργειες

βελτίωσης, σε συνδυασμό με προγράμματα διοίκησης με στόχους για το προσωπικό και προληπτικών συντηρήσεων για τον εξοπλισμό.

1.4 Δομή της Εργασίας

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση της φιλοσοφίας της Λιτής παραγωγής. Ξεκινάει η περιγραφή από την ίδια δημιουργία της βιομηχανίας περίπου το 1800, και καθοδηγεί τον αναγνώστη μέχρι την σημερινή εποχή όταν πλέον οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν οδηγήσει στην παρακολούθηση όλων των δεδομένων της παραγωγής και του εξοπλισμού. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται όλα τα εργαλεία που έχουν να κάνουν με τη Λιτή παραγωγή, όπως το TPM, το KAIZEN, το SMED, τα 5S, το JIT, ή 6σ και παράλληλα προτείνονται αναλυτικοί τρόποι προσέγγισής τους από την αρχή.

Στο Τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται το λογισμικό EVOCON αναλυτικά, με τον τρόπο εγκατάστασής του σε μια βιομηχανία, καθώς και η ιστορία και η λειτουργία της βιομηχανίας Αφοί Χριστοδούλου στη Θεσσαλονίκη.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, γίνεται παρουσίαση των δεδομένων της βιομηχανίας, και στη συνέχεια παρουσιάζονται οι οθόνες του λογισμικού και ο τρόπος χρήσης αυτού από τη βιομηχανία. Επιπλέον γίνονται αναλύσεις για τα δεδομένα της παραγωγής που συλλέγει η βιομηχανία.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, δίνονται τα συμπεράσματα της ανάλυσης αυτής, καθώς και προτάσεις για μελλοντική χρήση. Τέλος παρουσιάζονται κάποιες προκλήσεις για το χρόνο της 4ης βιομηχανικής επανάστασης. Η εργασία κλείνει με τη βιβλιογραφία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Η τιμή ενός προϊόντος καθορίζεται από τους νόμους της προσφοράς και της ζήτησης αλλά και από το κόστος του ίδιου του προϊόντος που απαιτείται για να παραχθεί. Πολλές φορές εταιρείες αδυνατούν να ακολουθήσουν τις τάσεις της αγοράς, λόγω της αδυναμίας τους να μειώσουν το κόστος παραγωγής ενός προϊόντος. Αντίθετα πολλές εταιρείες κερδίζουν σε δημοτικότητα λόγω αυτού του φαινομένου. Παραδείγματα εμφανίζονται από την εποχή του Henry Ford ο οποίος δημιούργησε για πρώτη φορά τη γραμμή συναρμολόγησης, μειώνοντας τον χρόνο κατασκευής ενός οχήματος από 12,5 ώρες στη 1,5 ώρα μόλις (Ford Motor Company, 2021), κατεβάζοντας αντίστοιχα την τιμή του οχήματος και κάνοντάς το προσιτό στο ευρύ κοινό, δίνοντας παράλληλα αύξηση στους εργαζομένους του. Αντίστοιχα τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αύξηση στις εταιρείες γρήγορης μόδας, οι οποίες παράγουν φθηνά προϊόντα προσιτά στο ευρύ κοινό, με τη διαφορά ότι μειώνεται και η ποιότητα του προϊόντος που παράγεται. Οι δύο περιπτώσεις που αναφέρθηκαν είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα αύξησης της αποδοτικότητας (Ford), και αύξησης της παραγωγικότητας (εταιρείες γρήγορης μόδας). Γιατί όμως είναι διαφορετικοί οι δείκτες;

Οι δύο αυτές βασικές έννοιες, η Παραγωγικότητα (productivity) και η Αποδοτικότητα (efficiency), συχνά παρερμηνεύονται ή χρησιμοποιούνται ακόμη και συνώνυμα. Παρόλο που και οι δύο λέξεις σχετίζονται με τη βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας μιας βιομηχανίας αναφέρονται σε διαφορετικά αντικείμενα. (Rhythm Systems, 2023).

2.2 Παραγωγικότητα και αποδοτικότητα στη Βιομηχανία Παραγωγικότητα

Η παραγωγικότητα είναι «ο λόγος της εκροής της παραγωγής προς την εισροή στην παραγωγή» και είναι ένα μέτρο της απόδοσης. Μετρά το χρόνο και την ποσότητα της παραγωγής αλλά όχι την ποιότητα αυτού. Για παράδειγμα, έστω ότι μια γραμμή παραγωγής παράγει 500 μονάδες σε μια εβδομάδα. Εάν αυξηθεί ο ρυθμός παραγωγής στις 700 μονάδες την επόμενη εβδομάδα, η παραγωγικότητά έχει αυξηθεί κατά την ποσότητα

των αγαθών ή κατά 200 μονάδες. Έχει αυξηθεί η ποσότητα των προϊόντων που παράγονται στην ίδια μονάδα χρόνου. Αυτό είναι μια αύξηση στα επίπεδα παραγωγικότητας.

Αποδοτικότητα

Όπου η παραγωγικότητα εστιάζοταν περισσότερο στην αύξηση της παραγόμενης ποσότητας, η αποδοτικότητα αναφέρεται στην ποιότητα των προϊόντων που παράγονται. Ο ορισμός είναι «η ικανότητα να παραχθεί κάτι χωρίς να σπαταληθούν υλικά, χρόνος ή ενέργεια» (Rhythm Systems, 2023). Αυτό σημαίνει ότι η αποδοτικότητα εκφράζεται συχνά με ένα ποσοστό, με το 100% να είναι ο ιδανικός στόχος με μέγιστη απόδοση, έτσι ώστε τα αγαθά να παράγονται με το χαμηλότερο μέσο συνολικό κόστος.

Ωστόσο, πολλές βιομηχανίες μπορεί να λειτουργούν μόνο με απόδοση 60-80%. Για παράδειγμα, αν ένα εργοστάσιο παράγαγε 40% περισσότερες μονάδες σε έναν μήνα από την προηγούμενη περίοδο, αλλά αργότερα συνειδητοποίησαν ότι το 30% αυτών των μονάδων ήταν ελαττωματικές τότε αν και η παραγωγικότητα έχει αυξηθεί, η αποδοτικότητα μειώθηκε. Άρα ο τρόπος να αυξήσει κανείς την αποδοτικότητά του, είναι να παράγει περισσότερα παραγόμενα και ποιοτικά προϊόντα στο ίδιο διάστημα χρόνου.

Υπάρχουν λοιπόν δείκτες παραγωγικότητας και αποδοτικότητας. Παράλληλα, για να μπορούν να βελτιωθούν αυτοί οι δείκτες έχουν εμφανιστεί διάφορες μέθοδοι, οι οποίες με τα χρόνια έχουν αναπτυχθεί αρκετά, κυρίως μέσα από άμεση ανάγκη από συγκεκριμένες βιομηχανίες, όπως παρουσιάζεται και στη συνέχεια. Η όλη προσπάθεια επίτευξης της μέγιστης αποδοτικότητας και παραγωγικότητας, έχει ονομαστεί με τον αγγλικό όρο “Lean Manufacturing” ή στα ελληνικά, “Λιτή Παραγωγή”

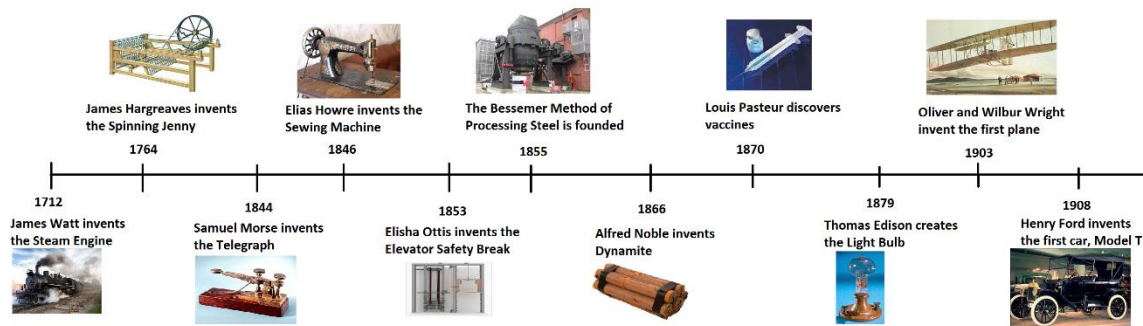
Η εργασία αναφέρεται στην μέτρηση ενός δείκτη μέτρησης της αποδοτικότητας ευρέως χρησιμοποιούμενο, βασικό στην φιλοσοφία της Λιτής Παραγωγής, ο οποίος έχει οριστεί από τον Seiichi Nakajima ως OEE, Overall Equipment Efficiency, δηλαδή Ολική Αποδοτικότητα Εξοπλισμού. Για το λόγο αυτό δε θα γίνει περαιτέρω αναφορά σε θεωρητικά μοντέλα μέτρησης παραγωγικότητας, αλλά θα παρακολουθηθεί το θέμα από την πλευρά της φιλοσοφίας της Λιτής Παραγωγής που έχει πιο σφαιρική αντιμετώπιση.

2.3 Η ιστορία της Λιτής Παραγωγής (Lean Manufacturing)



Εικόνα 1: Χρονολόγιο της ιστορίας της Λιτής Παραγωγής, (Peter Klym, 2013)

Η όλη φιλοσοφία της Λιτής Παραγωγής, είχε να κάνει με την μείωση των απωλειών στην διαδικασία της παραγωγής και την βελτίωση άρα της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητας της παραγωγής μιας βιομηχανικής μονάδας, κάνοντάς την ικανή να ανταπεξέλθει στις ανάγκες των πελατών της, χωρίς να σπαταλάει τους πόρους της. Η φιλοσοφία αυτή εμφανίστηκε σταδιακά ως ένα μέσο κάλυψης της ανάγκης, τόσο για προϊόντα προσιτά στον καθημερινό καταναλωτή όσο και για τη δυνατότητα παραγωγής περισσότερων προϊόντων για την κάλυψη της ζήτησης αυτής (Lean Enterprise Institute, 2023).



Εικόνα 2: Χρονολόγιο της εξέλιξης της βιομηχανίας, (Siddharth Pyapali, 2016)

Όπως φαίνεται και στην εικόνα, οι ανάγκες που σταδιακά έπρεπε να καλυφθούν ενώ αρχικά είχαν να κάνουν με μηχανές αργότερα με τον Παστέρ και τον Έντισον εμφανίστηκαν και προϊόντα πιο μικρά σε μέγεθος και απαιτούμενα σε μεγαλύτερες ποσότητες σε σχέση με τις μηχανές. Είναι εμφανές ότι σταδιακά η ανάγκη για μαζική παραγωγή είναι αυτή που οδήγησε στην Λιτή παραγωγή, οδηγώντας τους βιομήχανους να βελτιώσουν τις πρακτικές που ακολουθούνταν εσωτερικά του εργοστασίου.

Πρώτη προσπάθεια έγινε από τον Φρειδερίκο Τέιλορ με την μελέτη του με το όνομα “The Principles of Scientific Management” το οποίο και αποτελεί την βάση για τα εργοστάσια μαζικής παραγωγής και της θεωρίας αποφάσεων (Ted Hessing, 2018). Εξέτασε τις μεθοδολογίες και την ίδια φύση της εργασίας στα εργοστάσια. Μετά την έρευνά του, πρότεινε τις εξής έννοιες: τυποποίηση της εργασίας, οι μελέτες χρόνου και οι μελέτες κίνησης για να επιτύχει την αποτελεσματικότητα στις μεθόδους εργασίας, τις διαδικασίες και τις λειτουργίες. Ωστόσο, αγνόησε τη συμπεριφορική πτυχή του, κάτι το οποίο προκάλεσε πολλές κριτικές εναντίον του.

Δεύτερη προσπάθεια και αναβάθμιση της προσέγγισης του Τέιλορ γίνεται από τον Χένρι Φόρντ, το 1910, ο οποίος πρωτοπόρησε στον τομέα της στρατηγικής που ακολουθεί μια βιομηχανία, ξεκινώντας έτσι την όλη φιλοσοφία της Λιτής Παραγωγής. Οργάνωσε την εταιρεία του, Ford Company, έτσι ώστε όλοι οι πόροι που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή, δηλαδή, εργάτες, μηχανές, εξοπλισμός, και προϊόντα να έχουν μια συνεχή ροή παραγωγής. Ήταν ο πρώτος πρεσβευτής της φιλοσοφίας της μείωσης των απωλειών. Η μεγαλύτερή του επιτυχία ήταν το μοντέλο του Model T, το οποίο και επειδή ήταν προσβάσιμο λόγω της χαμηλής του τιμής στους πολίτες, τον έκανε πλούσιο. Στην εικόνα φαίνεται το Model T. Ο Φορντ θεωρείται ο πατέρας της μαζικής παραγωγής, και αποτελεί σταθμό και στη βιομηχανική επανάσταση.



Εικόνα 3: Ford Model T, (SILODROME, 2023)

Συγκεκριμένα το 1913 στο Μίσιγκαν της Αμερικής, δημιούργησε την ροή παραγωγής, συνδυάζοντας τους εργάτες της παραγωγής, με σταθερά εναλλάξιμα εξαρτήματα και με κινούμενη μεταφορά. Η συνεχής αυτή παραγωγή ονομάστηκε Γραμμή Συναρμολόγησης. Παρόλαυτά, η γραμμή παραγωγής του Φορντ, είχε ένα ελάττωμα, δεν μπορούσε να παρέχει ποικιλία στα προϊόντα, έβγαζε συγκεκριμένα μοντέλα και επιπλέον παρήγαγε πολλά σκάρτα προϊόντα. Όταν λοιπόν η ανάγκη της αγοράς άλλαξε, ζητώντας μεγαλύτερη ποικιλία στα χρώματα, και τα χαρακτηριστικά, δεν μπόρεσε να ανταπεξέλθει στη ζήτηση και σταδιακά, άλλες εταιρείες ανέβηκαν στη δημοτικότητα βγάζοντας ποικιλία στα χρώματα και τα μοντέλα.

Το 1985 στο επιστημονικό άρθρο τους, οι Dohse, Jürgens και Nialsch κάνουν ανάλυση της Λιτής Παραγωγής, όπως αυτή εφαρμόστηκε στις Ιαπωνικές αυτοκινητοβιομηχανίες, και παρουσίασε μεγάλη επιτυχία. Η θεωρία της Λιτής Παραγωγής βασίστηκε στην αρχή πως οι εργάτες πρέπει να συμμετέχουν στην διαχείριση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος. Στο άρθρο τους (Dohse, Jürgens and Nialsch, 1985) οι συγγραφείς παρουσιάζουν την Λιτή Παραγωγή ως επηρεασμένη και αναβαθμισμένη από τις μεθόδους που χρησιμοποίησε ο Ford στην αυτοκινητοβιομηχανία του, και υπογραμμίζουν την διατήρηση στοιχείων αυτοματοποιημένης εργασίας, με ρουτίνες οδηγούμενη από την φιλοσοφία της γραμμής παραγωγής. Χρησιμοποίησαν τον

όρο "postfordist Japan" ή "Postfordist Production". Έκτοτε η μέθοδος παραγωγής που χρησιμοποιούν στην Ιαπωνία και ιδιαίτερα στην αυτοκινητοβιομηχανία της Ιαπωνίας, με τον όρο Λιτή Παραγωγή, έχει ερευνηθεί εκτενέστερα με ποικίλη ερευνητική θεματολογία, μια εκ των οποίων είναι η ερώτηση αν η Λιτή Παραγωγή υποστηρίζει ή όχι την δημιουργικότητα των εργατών (MacDonald, 1991).

2.3.1 Το σύστημα της Suzuki

Η Λιτή Παραγωγή, από το ξεκίνημά της, έχει αποτελέσει παράδειγμα παραγωγικής διαδικασίας μέσω case studies απο εργοστάσια της Ιαπωνίας τα οποία έχουν αναπτυχθεί προς άλλες χώρες, με κυριότερα την Suzuki Motors και την Toyota. Τα βασικά μειονεκτήματα τα οποία επιδίωξε να αντιμετωπίσει η μέθοδος αυτή από την αρχή της το 1946 ήταν η εξάντληση των εργατών, το λίγο κέρδος των εταιρειών και ο περιορισμός των αυτοκινητοβιομηχανιών να λειτουργούν μόνο εγχώρια. Αντίθετα κάποια χαρακτηριστικά που εισήγαγε η μέθοδος αυτή ήταν, ότι οι εργάτες έπαιρναν μέρος σε δραστηριότητες που ενθάρρυναν την υποστήριξη του οράματος της εταιρείας, ήταν οργανωμένοι σε ομάδες και εφάρμοζαν μια κυκλική διαχείριση των θέσεων τους και άρα ήταν πιο αποδοτικοί συνολικά (Price, 1994).

Τα χαρακτηριστικά της Λιτής Παραγωγής στην αυτοκινητοβιομηχανία της Ιαπωνίας ήταν τα παρακάτω:

1. Εμφανίζεται για πρώτη φορά προσαρμοσμένος καταμερισμός εργασίας, με βάση εναλλάξιμα μέρη, τυποποιημένες θέσεις εργασίας και ρουτίνες εργασίας
2. Μαζική παραγωγή στη γραμμή συναρμολόγησης, η οποία μπορούσε να τροποποιηθεί σε τυχόν αλλαγές στις σειρές προϊόντων
3. Ένα ανθρώπινο δυναμικό παραγωγής σε στρώματα, το οποίο αποτελούνταν στον πυρήνα του από μια μικρή ομάδα αντρών
4. Διαχειριστικός έλεγχος επάνω σε ενδεχόμενα θέματα που αφορούν την παραγωγή υποστηριζόμενο από μια ομάδα "production first" δηλαδή με έμφαση στην παραγωγή, ένα σύστημα αμοιβών και προώθησης με βάση την απόδοση και τη σχετική απουσία των κανόνων εργασίας.

5. Συμμετοχή των εργαζομένων σε ορισμένες δραστηριότητες μέσω προγραμμάτων βελτίωσης της ποιότητας και της παραγωγικότητας.
6. Μια συνεχή αλλά ειδική δέσμευση για αυτοματοποίηση

Αν και έχει πολλά κοινά στοιχεία με το υπάρχον σύστημα που εφάρμοζε η Ford ως τότε, υπάρχουν κάποια στοιχεία που “έσπασαν” το μοντέλο αυτό, κυρίως σε θέματα που έχουν να κάνουν με το ό,τι οι εταιρείες ανέλαβαν μια ισχυρή δέσμευση στη θητεία εργασίας τους αν και οι εργαζόμενοι είχαν λίγα διαχειριστικά δικαιώματα όσον αφορά την δουλειά τους. Όπως αναφέρει και στο άρθρο του ο Price (Price, 1994), “Ιδεολογικά μιλώντας, η λιτή παραγωγή εξελίχθηκε ως συστημα στο οποίο αναπαράχθηκε έντονα η συναίνεση στις αγοραίες αξίες σε όλο το χώρο εργασίας”.

Η αναφορά στην Suzuki έχει να κάνει με την εταιρεία μεταπολεμικά και όχι προπολεμικά, όταν ακόμη η Suzuki ήταν παραγωγός μηχανών υφασμάτων το 1920. Στην τότε βιομηχανία, υπήρχαν τόσα προβλήματα στο εργατικό δυναμικό της εταιρείας που η ένωση εργατών έφτασε μέσα σε λίγα χρόνια από 0% ποσοστό συμμετοχής εργαζομένων, κοντά στο 50%. (Price, 1994) Οι εργαζόμενοι μέσω απεργιών και εντάσεων διεκδικούσαν δικαιώματα που αφορούσαν κυρίως τις απολύσεις και τις προσλήψεις, τις ώρες εργασίας, τους μισθούς και την πίεση που τους ασκούσαν. Η διοίκηση της εταιρείας, ο Suzuki Michio, έχοντας χάσει τη μάχη με το σύνδεσμο εργατών, και αρνούμενος να δεχθεί τα αιτήματά τους, βγαίνει στη σύνταξη το 1957, όπου και αναλαμβάνει πλέον ως διευθυντής της εταιρείας ο γαμπρός του, Suzuki Shunzo.

Ο νέος διευθυντής έχει άλλη κατευθυντήρια γραμμή για το προσωπικό του, εφαρμόζοντας μια πιο ομαδική πρακτική. Ο ίδιος είχε μελετήσει πολύ τις πρακτικές του Ford και είχε ως βασικές θέσεις του, τον εκσυγχρονισμό των πρακτικών εσωτερικά της εταιρείας, την διευκρίνηση των ευθυνών της κάθε θέσης, την βελτίωση του ηθικού, την σωστή κατανομή των κερδών διαχωρίζοντας το προσωπικό και το εταιρικό όφελος και την ύπαρξη ενός συστήματος επιβράβευσης-τιμωρίας. Το πρώτο πράγμα που έκανε μόλις ανέλαβε τα καθήκοντά του ήταν να συγκαλέσει μια συνάντηση με όλο το προσωπικό παρόν (Kobayashi, 1972).

Κάποιες αλλαγές που έκανε ο Suzuki ήταν:

- Δημιούργησε το Εκτελεστικό Συμβούλιο, το οποίο θα ήταν υπεύθυνο για τα καθημερινά ζητήματα. Η δομή του είχε τρία στρώματα, τον πρόεδρο, τους senior και τους εκτελεστικούς μανατζερ.
- Δημιούργησε το Διοικητικό Συμβούλιο, στο οποίο έδινε αναφορά το εκτελεστικό συμβούλιο.
- Επιπλέον δημιούργησε ένα τμήμα σχεδιασμού το οποίο μπήκε στο κέντρο της εταιρείας και το οποίο ήταν υπεύθυνο για τον συντονισμό των πόρων για την παραγωγή και το σχεδιασμό των προϊόντων.
- Δημιούργησε ένα τμήμα ποιότητας
- Συντόνισε ένα φόρουμ συναντήσεων του τμήματος σχεδιασμού με το εκτελεστικό συμβούλιο για την ολιστική διαχείριση το οποίο επίσης έδινε αναφορά στο διοικητικό συμβούλιο.
- Τέλος αναβάθμισε τους αντιπροσώπους του συνδέσμου εργατών σε τμήμα ανθρώπινου δυναμικού, το οποίο εμφανίζεται για πρώτη φορά ιστορικά, το 1958. Το τμήμα αυτό, ήταν υπεύθυνο για να δημιουργεί αγγελίες εργασίας και περιγραφές θέσεων.
- Ενοποίησε τα επίπεδα μισθών στα στρώματα των υπαλλήλων. Το γνωστό ως “White collar stuff”, προσωπικό γραφείου, τεχνικό προσωπικό, μανατζερς, πληρωνόταν μηνιαία, ενώ το γνωστό ως “Blue collar stuff” προσωπικό παραγωγής ωριαία. Αυτό αποτελούσε πρόβλημα λόγω της μείωσης του κοινωνικού στάτους των δευτέρων, προκαλώντας απροθυμία σε αυτούς να σκεφτούν γύρω από το όραμα της εταιρείας και να θέλουν να συνεισφέρουν, επιπλέον από τη θέση τους, σε αυτό. Η αλλαγή που έκανε ο Suzuki ήταν πως έκανε όλους τους μισθούς μηνιαίους το 1959. Επιπλέον εισήγαγε ένα σύστημα ανταμοιβής της απόδοσης προσαρμοσμένο σε κάθε εργαζόμενο, κρατώντας ένα σταθερό επίπεδο αμοιβής ως κατώτατο για όλους και πρόσθεσε σε αυτό μπόνους, το οποίο δίνονταν βάσει της απόδοσης του καθενός και την συνολική απόδοση της ομάδας-τμήμα στην οποία άνηκε.

- Δημιούργησε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης για τους νέους εργαζόμενους στην εταιρεία

Το συνολικό αποτέλεσμα που πέτυχε ο Suzuki ήταν εκθετική ανάπτυξη των εσόδων της εταιρείας, περισσότερες θέσεις εργασίας, πιο ευχαριστημένοι υπάλληλοι. Με συγκεκριμένα στοιχεία, το 1957 υπήρχαν 880 καλυμμένες θέσεις εργασίας, ενώ το 1962 2000. Το 1960 παρήγαγε 150.000 μηχανές και 5.824 τετρακίνητα οχήματα. Επιπλέον εφερε καινοτομία στα επίπεδα μισθών στο προσωπικό “White collar stuff” και “Blue collar stuff” και άρα μείωσε πολύ τις αντιδράσεις και τις απεργίες τους. Τέλος τον Νοέμβριο του 1960 λειτουργούσε τμήμα ποιοτικού ελέγχου στην εταιρεία, το οποίο βασιζόταν σε τεχνικούς ελέγχους και συνεισέφερε στα μεταγενέστερα στάνταρ. (Price, 1994).

Ο Suzuki κλείνοντας έδωσε μεγάλη έμφαση στο θέμα του ποιοτικού ελέγχου, θεωρώντας ότι όλοι οι εργαζόμενοι πρέπει να “αγκαλιάσουν” την ιδεολογία της ποιότητας. Για την εκπαίδευση του προσωπικού στα θέματα ποιότητας χρησιμοποίησε εξατομικευμένες συναντήσεις στις οποίες γινόταν παρουσίαση του ποιοτικότερου δυνατού παραγόμενου προϊόντος. Επιπλέον κυκλοφόρησε εσωτερικά της εταιρείας ένα περιοδικό για το θέμα αυτό. Η εταιρεία κάθε χρόνο περνούσε διευρυμένους ελέγχους ποιότητας, που διεξήγαγε κυρίως η ίδια, σε πολλά επίπεδα.

Το 1963, εισήγαγε 2 προγράμματα εκπαίδευσης του προσωπικού, ένα 15ωρο πρόγραμμα εκπαίδευσης των μανατζερ και ένα 10ωρο μάθημα για όλους. Μέσα σε έναν χρόνο πάνω από τους μισούς υπαλλήλους είχαν εκπαιδευτεί και ήδη είχε αρχίσει να φαίνεται η διαφορά στην ποιότητα, μέσω βελτιώσεων στην παραγωγική διαδικασία. Το προσωπικό ήταν πιο συγκεντρωμένο στην εργασία, σε επίπεδο που διαμόρφωναν μικρές ομάδες σκέψης μετά από το ωράριο εργασίας τους για να συζητήσουν θέματα ποιότητας. Παίρνοντας μέρος σε ένα διαγωνισμό ποιότητας, η Suzuki αποφάσισε να συστηματοποιήσει αυτές τις ομάδες, έτσι κάθε αρχή του μήνα έστελναν αναφορές με τα εξής, δημιουργώντας έτσι ένα επίσημο σύστημα αξιολόγησης ποιότητας.

- Αριθμό προτάσεων
- Συχνότητα συσκέψεων ομάδας
- Αριθμός συμμετεχόντων

- Οικονομικό όφελος και ταξινόμηση σημαντικότητας πρότασης
- Τροπολογίες στα στάνταρ παραγωγής
- Αναφορές που δίδονται
- Δημοσιευμένες αναφορές
- Παραβιάσεις των στάνταρ παραγωγής

Για να ενθαρρύνει τις ομάδες αυτές ο Suzuki τις βαθμονομούσε και έδινε βραβεία στην καλύτερη ομάδα ετησίως. Μαζί με αυτό, υπήρχαν επίσης ατομικές παρόμοιες αναφορές αλλά και απλούστερες στη μορφή. Ο Suzuki θεωρούσε ότι ένα σύστημα αξιολόγησης είναι το κλειδί για το πρόγραμμα ποιότητας που διαμόρφωσε, οι υπάλληλοι είναι περισσότερο γνώστες και συνειδητοποιημένοι στα θέματα ποιότητας και γι' αυτό χρειάζονται λιγότερη άμεση επίβλεψη. Η εταιρεία μέσα σε 3 χρόνια είχε 282 τέτοιες ομάδες αξιολόγησης.

2.3.2 Το σύστημα της TOYOTA (TPS – Toyota Production System)

Το σύστημα που ακολούθησε η TOYOTA ήταν το πιο διάσημο στην Ιαπωνία, παρόλες τις καινοτομίες που έφερε νωρίτερα χρονικά ήδη η Suzuki. Ο καθηγητής Ogawa Eiji στην αξιολόγησή του για το σύστημα της εταιρείας δίνει έμφαση στα παρακάτω (Ogawa, 1984):

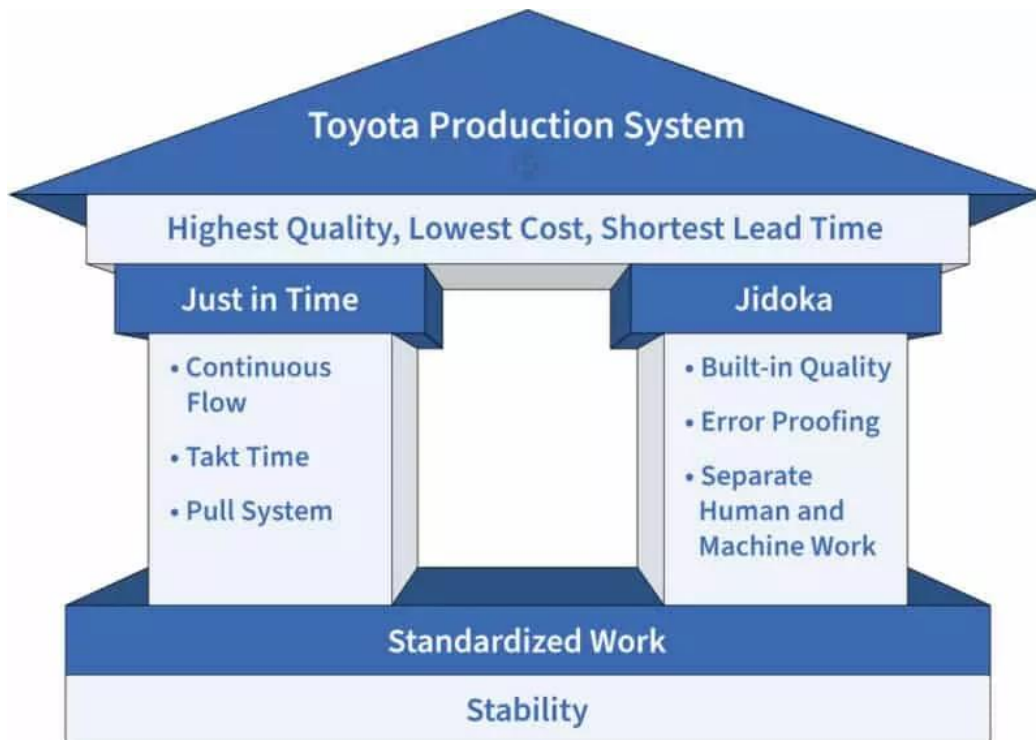
- Επεξεργασία ζήτησης τύπου σούπερ-μάρκετ
- Παραγωγή και μεταφορά σε μικρές παρτίδες
- Αυτοματοποιημένος έλεγχος ποιότητας
- Εκπαίδευση σχετικά με τη συνεχή μείωση των αχρήστων
- Συντηρητικές μετρήσεις αυτοματισμού
- Σύστημα KAN-BAN παραγωγής και ελέγχου αποθεμάτων
- Συστήματα οπτικού ελέγχου
- Αυτόνομη διαχείριση

Ο εγκέφαλος για το σύστημα που ακολούθησε η εταιρεία ήταν ο αρχιμηχανικός της TOYOTA, Ono Taiichi. Το σύστημα αυτό όπως αναφέρει η ίδια η TOYOTA στην ιστοσελίδα της (TOYOTA MOTOR CORPORATION, 1995), είναι “Ένα σύστημα

παραγωγής βασισμένο στη φιλοσοφία της επίτευξης της πλήρους εξάλειψης όλων των απωλειών με την επιδίωξη των πιο αποτελεσματικών μεθόδων.” Όπως αναφέρει ο ίδιος ο ιδρυτής της εταιρείας Sakichi Toyoda (Dixit, Dave and Singh, 2015), τα άχρηστα που παράγονται μπορεί να εκδηλωθούν ως άχρηστος όγκος αποθέματος, άχρηστα στάδια επεξεργασίας και ελαττωματικά προϊόντα, μεταξύ άλλων. Όλα αυτά τα «άχρηστα» στοιχεία συμπλέκονται μεταξύ τους για να δημιουργήσουν περισσότερα άχρηστα, επηρεάζοντας τελικά τη διαχείριση της ίδιας της εταιρείας. Ο όρος στα αγγλικά είναι ”waste elimination”.

Ο Sakichi Toyoda εμπνεύστηκε το σύστημα αυτό, έχοντας παλαιότερα εφεύρει έναν αυτοματοποιημένο αργαλειό (TOYOTA MOTOR CORPORATION, 1995). Εκτός της αυτοματοποιημένης διαδικασίας, δημιούργησε επίσης την ικανότητα να αποφασίζει το ίδιο το μηχάνημα. Εξαλείφοντας τόσο τα ελαττωματικά προϊόντα όσο και τις σχετικές πρακτικές σπατάλης, ο Sakichi κατάφερε να βελτιώσει γρήγορα τόσο την παραγωγικότητα όσο και την αποδοτικότητα της εργασίας. Ο Kiichiro Toyoda στη συνέχεια, ο οποίος κληρονόμησε την αυτοκρατορία της TOYOTA, συνήθιζε να αναφέρει πως ”Οι ιδανικές συνθήκες για την παραγωγή δημιουργούνται όταν μηχανές, εγκαταστάσεις και άνθρωποι συνεργάζονται για να προσθέσουν αξία χωρίς να δημιουργούν απορρίμματα.” Από τον ίδιο αλλά και τον Ono Taiichi δημιουργήθηκε στη συνέχεια το σύστημα Just-In-Time.

Το σύστημα παραγωγής οχημάτων της Toyota αναφέρεται ως "Lean Production System" ή "σύστημα Just-in-Time (JIT)". Καθιερώθηκε μετά από πολλά χρόνια συνεχών βελτιώσεων, με στόχο να παράγει τα οχήματα με τον ταχύτερο και αποτελεσματικότερο τρόπο, και να παραδίδονται όσο το δυνατόν πιο γρήγορα. Το Σύστημα Παραγωγής της TOYOTA δημιουργήθηκε βασισμένο σε δύο έννοιες: **1) “jidoka”**(που μπορεί να μεταφραστεί ως "αυτοματισμός με ανθρώπινη επαφή"), καθώς όταν παρουσιαστεί ένα πρόβλημα, ο εξοπλισμός σταματά αμέσως, αποτρέποντας την παραγωγή ελαττωματικών προϊόντων και **2) την έννοια “Just-in-Time”**, στην οποία κάθε διαδικασία παράγει μόνο ό,τι χρειάζεται για την επόμενη διαδικασία σε συνεχή ροή. Με βάση τις βασικές φιλοσοφίες του jidoka και του Just-in-Time, η TPS μπορεί να παράγει αποτελεσματικά και γρήγορα οχήματα ποιότητας.



Εικόνα 4: Toyota Production System (Kanban Zone, 2016)

Jidoka

Για την Toyota, το jidoka σημαίνει ότι ένα μηχάνημα πρέπει να σταματήσει με ασφάλεια κάθε φορά που εμφανίζεται μια ανωμαλία. Η επίτευξη του jidoka, επομένως, απαιτεί την κατασκευή και τη βελτίωση συστημάτων με το χέρι μέχρι να είναι αξιόπιστα και ασφαλή. Πρώτον, οι μηχανικοί κατασκευάζουν σχολαστικά κάθε νέο εξάρτημα γραμμής με το χέρι σύμφωνα με αυστηρά πρότυπα και, στη συνέχεια, μέσω του kaizen (συνεχής βελτίωση), απλοποιούν σταθερά τις λειτουργίες του.

Η αξία που προστίθεται από τους χειριστές της γραμμής παραγωγής μειώνεται, πράγμα που σημαίνει ότι οποιοσδήποτε χειριστής μπορεί να χρησιμοποιήσει τη γραμμή για να παράγει το ίδιο αποτέλεσμα. Σταδιακά παίρνει θέση το jidoka στην γραμμή αυτή. Με την επανάληψη αυτής της διαδικασίας, τα μηχανήματα γίνονται απλούστερα και λιγότερο δαπανηρά, ενώ η συντήρηση γίνεται λιγότερο χρονοβόρα και λιγότερο δαπανηρή, επιτρέποντας τη δημιουργία απλών και ευέλικτων γραμμών που προσαρμόζονται στις διακυμάνσεις του όγκου παραγωγής.

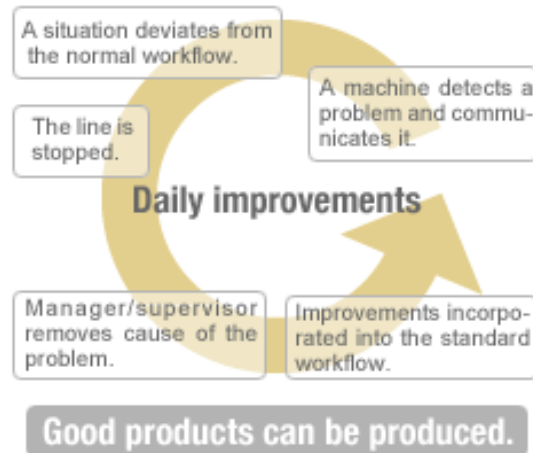
Η εργασία που γίνεται με το χέρι σε αυτή τη διαδικασία είναι πολύ βασική. Οι μηχανές και τα ρομπότ δεν σκέφτονται μόνα τους ούτε εξελίσσονται μόνα τους. Αντίθετα, εξελίσσονται καθώς διδάσκονται τις δεξιότητες των ανθρώπων. Με άλλα λόγια, η δεξιοτεχνία επιτυγχάνεται με την εκμάθηση των βασικών αρχών της παραγωγής μέσω της χειρωνακτικής εργασίας και στη συνέχεια την εφαρμογή τους στη γραμμή παραγωγής του εργοστασίου για να γίνουν σταθερές βελτιώσεις. Αυτός ο κύκλος βελτίωσης τόσο στις ανθρώπινες δεξιότητες όσο και στις τεχνολογίες είναι η ουσία του jidoka της Toyota. Η προώθηση του jidoka με αυτόν τον τρόπο συμβάλλει στην ενίσχυση τόσο της ανταγωνιστικότητας της παραγωγής όσο και της ανάπτυξης του ανθρώπινου δυναμικού.

Οι τέσσερις αρχές για την επιτυχή εφαρμογή του jidoka:

1. Διαπίστωση ανωμαλίας σε προϊόν – Αυτό μπορεί να είναι μια δυσλειτουργία της διαδικασίας, ελαττωματικά στοιχεία στη γραμμή παραγωγής ή οποιαδήποτε απόκλιση από την κανονική ροή εργασίας. Οι μη φυσιολογικές συνθήκες συνήθως επισημαίνονται μέσω ενός μηχανισμού που ονομάζεται andon.
2. Η διαδικασία σταματάει - Μόλις εντοπιστεί μια ανωμαλία, οι λειτουργίες θα πρέπει να σταματήσουν για να αποτραπεί η παραγωγή περισσότερων ελαττωματικών αντικειμένων.
3. Διόρθωση του προβλήματος - Ο επόπτης διαγνώνει και διορθώνει το πρόβλημα για να συνεχίσει την παραγωγή.
4. Διερεύνηση και επίλυση της βασικής αιτίας – Ο επόπτης εντοπίζει την αιτία του προβλήματος, την αντιμετωπίζει και βελτιώνει τη ροή εργασιών για να αποτρέψει την επανεμφάνιση του προβλήματος.

Just-In-Time

“Improving Productivity - Making only "what is needed, when it is needed, and in the amount needed” (TOYOTA MOTOR CORPORATION, 1995) αναφέρει στην ιστοσελίδα της, δηλαδή παράγουμε μόνο ό,τι χρειάζεται, όταν χρειάζεται και στην ποσότητα που χρειάζεται.



Εικόνα 5: Διαδικασία Παραγωγής καλών προϊόντων (TOYOTA MOTOR CORPORATION, 1995)

Στόχος είναι η παραγωγή ποιοτικών προϊόντων αποτελεσματικά μέσω της πλήρους εξάλειψης των απωλειών, των ασυνεπειών και των παράλογων απαιτήσεων στη γραμμή παραγωγής (γνωστά αντίστοιχα στα ιαπωνικά ως muda, mura, muri) (Womack, 2006; Smith, 2014).

Όταν καταχωρηθεί μια παραγγελία ακολουθούνται τα παρακάτω:

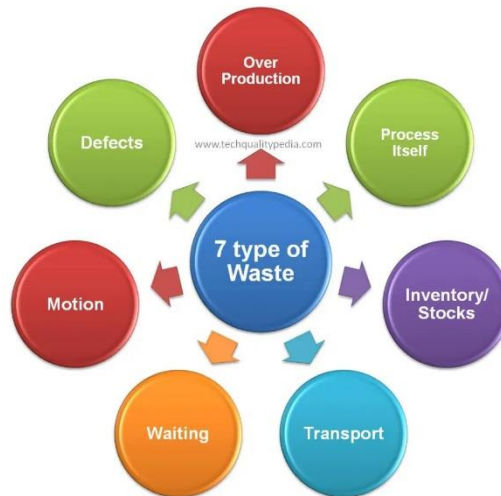
1. Οι οδηγίες παραγωγής πρέπει να δίδονται στην αρχή της γραμμής παραγωγής του οχήματος το συντομότερο δυνατό.
2. Η γραμμή συναρμολόγησης πρέπει να είναι εφοδιασμένη με τον απαιτούμενο αριθμό όλων των απαραίτητων ανταλλακτικών, ώστε να μπορεί να συναρμολογηθεί κάθε είδους παραγγελθέν όχημα.
3. Η γραμμή συναρμολόγησης πρέπει να αντικαταστήσει τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται με την ανάκτηση του ίδιου αριθμού εξαρτημάτων από τη διαδικασία παραγωγής εξαρτημάτων (η προηγούμενη διαδικασία).
4. Η προηγούμενη διαδικασία πρέπει να είναι εφοδιασμένη με μικρούς αριθμούς όλων των τύπων ανταλλακτικών και να παράγει μόνο τους αριθμούς εξαρτημάτων που ανακτήθηκαν από έναν χειριστή από την επόμενη διαδικασία.

2.4 Η Λιτή Παραγωγή σήμερα

Η βασική ιδέα της Λιτής Παραγωγής είναι η εργασία στην εξάλειψη των απωλειών από την διαδικασία παραγωγής. Ως απώλειες (waste) ορίζεται οποιαδήποτε δραστηριότητα δεν προσθέτει αξία από την πλευρά του πελάτη. Από έρευνα που διεξήγαγε το Lean Enterprise Research Centre (LERC), το 60% των δραστηριοτήτων σε μια τυπική παραγωγή είναι waste-απώλειες και δεν προσθέτουν αξία στο τελικό προϊόν ή τον πελάτη (Dixit, Dave and Singh, 2015) (EVOCON, Carl Waddill, 2020).

Τα πλεονεκτήματα που έχει κάποιος εφαρμόζοντας το Lean Production είναι (Womack and Jones, 1997):

- **Εξάλειψη απωλειών:** Η εξάλειψη των άχρηστων διαδικασιών θα αυξήσει την αποτελεσματικότητα και την απόδοση της παραγωγής. Μεγιστοποίηση της αξίας. Στο Lean, απώλειες θεωρούνται τα εξής 7 (muda για Ιαπωνικά)(SMART (Scaling Micro Agile® Technique) GmbH, 2021): *Μεταφορά, Αποθέματα, Κίνηση, Αναμονή, Υπερπαραγωγή, Υπερεπεξεργασία, Ελαττώματα στα προϊόντα*



Εικόνα 6: Οι 7 απώλειες, (Lean Enterprise Institute, 2021)

- **Μείωση του χρόνου παράδοσης:** Ο εξορθολογισμός της διαδικασίας παραγωγής και η αφαίρεση των άχρηστων δραστηριοτήτων επιτρέπει την μείωση του χρόνου παράδοσης για την παραγωγή του προϊόντος. Αυτό επιτρέπει την παραγωγή περισσότερων προϊόντων σε μικρότερο χρονικό διάστημα.

- **Μείωση των παραλλαγών στα προϊόντα-βελτίωση ποιότητας:** Οι προσπάθειες για την εξάλειψη των ελαττωμάτων για τη μείωση των απωλειών συχνά απαιτούν βελτίωση των διαδικασιών και οδηγούν σε προϊόντα καλύτερης ποιότητας. Οι τεχνικές λιτής κατασκευής ενθαρρύνουν επίσης την πρακτική της συνεχούς βελτίωσης.
- **Ροή προϊόντος χωρίς διακοπή:** Η διαδικασία ρέει, το προϊόν περνάει από το ένα στάδιο στο επόμενο.
- **Ζήτηση από τον πελάτη και μετά παραγωγή - μείωση του κόστους:** Οι στρατηγικές λιτής παραγωγής επιτρέπουν την μείωση της ποσότητας των προϊόντων που πρέπει να αποθηκευτούν. Οι αποθήκες και οι διαδικασίες διαχείρισης αποθεμάτων μπορεί να επιφέρουν πολύ υψηλό κόστος, επομένως η μείωση του αριθμού των ειδών που πρέπει να αποθηκευτούν θα επιτρέψει τη μείωση του χώρου της αποθήκης.
- **Συνεχής βελτίωση:** Αυτό αναφέρεται και στους ίδιους τους ανθρώπους αλλά και στην ίδια την διαδικασία παραγωγής

Οι αρχές στις οποίες βασίζεται η Λιτή Παραγωγή (Lean production) επίσης φαίνονται στην εικόνα.



Εικόνα 7: Οι 5 αρχές του Lean Manufacturing (PlanetTogether, 2023)

Οι πέντε αρχές της λιτής παραγωγής περιλαμβάνουν:

1. τον καθορισμό της αξίας,
2. τη χαρτογράφηση της ροής αξίας,
3. τη δημιουργία ροής,
4. τη χρήση ενός συστήματος έλξης και
5. την επιδίωξη της τελειότητας.

Αυτές οι πέντε αρχές περιγράφονται λεπτομερέστερα παρακάτω (PlanetTogether, 2023):

Καθορισμός αξίας - Οι αρχές λιτής παραγωγής στοχεύουν στην προσθήκη αξίας στον τελικό πελάτη. Είναι σημαντικό να κατανοηθεί τι εκτιμούν οι πελάτες όσον αφορά τις ανάγκες τους, τι θέλουν πραγματικά και τι είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν. Είναι πιθανό οι καταναλωτές να μην είναι σε θέση να διατυπώσουν σωστά αυτό που θέλουν. Αυτό είναι ιδιαίτερα κοινό όταν αναπτύσσονται νέα προϊόντα. Υπάρχουν πολλές τεχνικές, όπως συνεντεύξεις, έρευνες και δημογραφικές πληροφορίες που μπορούν να βοηθήσουν την εταιρεία να ανακαλύψει τι ακριβώς θεωρούν πολύτιμο οι πελάτες.

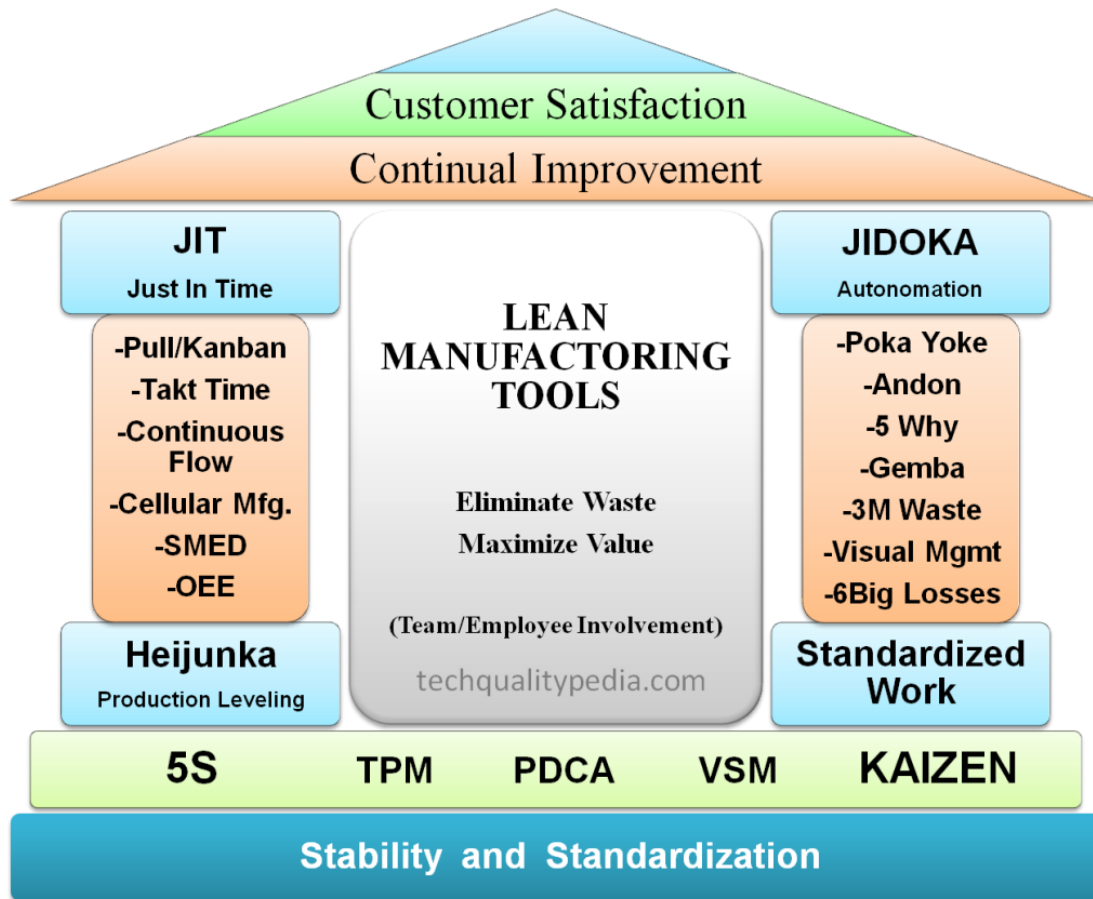
Αντιστοίχιση της ροής αξίας - Η δεύτερη αρχή στο πλαίσιο της λιτής παραγωγής είναι η αναγνώριση και η χαρτογράφηση της ροής αξίας. Σε αυτό το βήμα, ο γενικός στόχος είναι να χρησιμοποιηθεί η αξία του πελάτη ως σημείο αναφοράς και να εντοπιστούν περιοχές που συσχετίζονται με τις αξίες τους. Οποιοσδήποτε δραστηριότητες και διαδικασίες δεν προσθέτουν αξία στον τελικό πελάτη θεωρούνται σπατάλη. Οι απώλειες μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: μη προστιθέμενης αξίας αλλά απαραίτητες, και μη αξίας και περιττές. Το τελευταίο είναι απώλεια και πρέπει να εξαλειφθεί ενώ το πρώτο πρέπει να μειωθεί όσο το δυνατόν περισσότερο.

Δημιουργία ροής - Αφού αφαιρεθούν οι απώλειες από τη ροή αξίας, η ακόλουθη ενέργεια είναι να διασφαλιστεί ότι η ροή των υπόλοιπων βημάτων θα εκτελείται ομαλά χωρίς διακοπές ή καθυστερήσεις. Ορισμένες στρατηγικές για τη διασφάλιση της ομαλής ροής δραστηριοτήτων προστιθέμενης αξίας περιλαμβάνουν μεθόδους όπως η εκ νέου διαμόρφωση των βημάτων παραγωγής, η εξομάλυνση του φόρτου εργασίας ή η δημιουργία δια λειτουργικών τμημάτων.

Δημιουργία ζήτησης - Το απόθεμα είναι μια απο τις μεγαλύτερες απώλειες σε μια μονάδα παραγωγής. Ο γενικός στόχος ενός συστήματος που βασίζεται σε αύξηση της ζήτησης (σύστημα pull) είναι να περιορίσει τα στοιχεία αποθέματος και εργασίας σε διαδικασία (WIP), διασφαλίζοντας ταυτόχρονα ότι τα απαραίτητα υλικά και πληροφορίες είναι διαθέσιμα για ομαλή ροή εργασίας. Ένα σύστημα pull επιτρέπει την παράδοση και την κατασκευή Just-In-Time όπου τα προϊόντα δημιουργούνται τη στιγμή που χρειάζονται και στις απαιτούμενες ποσότητες.

Συνεχής Βελτίωση - Οι απώλειες αποτρέπονται μέσω της επίτευξης των πρώτων τεσσάρων βημάτων που περιλαμβάνουν τον προσδιορισμό της αξίας, τη χαρτογράφηση της ροής αξίας, τη δημιουργία ροής και την υιοθέτηση ενός συστήματος pull. Το πέμπτο βήμα, η επιδίωξη της τελειότητας- συνεχής βελτίωση, κάνει τη λιτή σκέψη και τη συνεχή βελτίωση της διαδικασίας μέρος της οργανωσιακής κουλτούρας. Όλοι οι εργαζόμενοι θα πρέπει να προσπαθούν να επιδιώκουν την τελειότητα ενώ παραδίδουν προϊόντα με βάση τις ανάγκες του πελάτη.

Για την διαχείριση αυτών έχουν αναπτυχθεί εργαλεία, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ξεχωριστά και μαζί, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 8: Εργαλεία-Τεχνικές Lean Manufacturing(Tech Quality Pedia, 2023)

Κάποια από αυτά φαίνονται παρακάτω (Tech Quality Pedia, 2023):

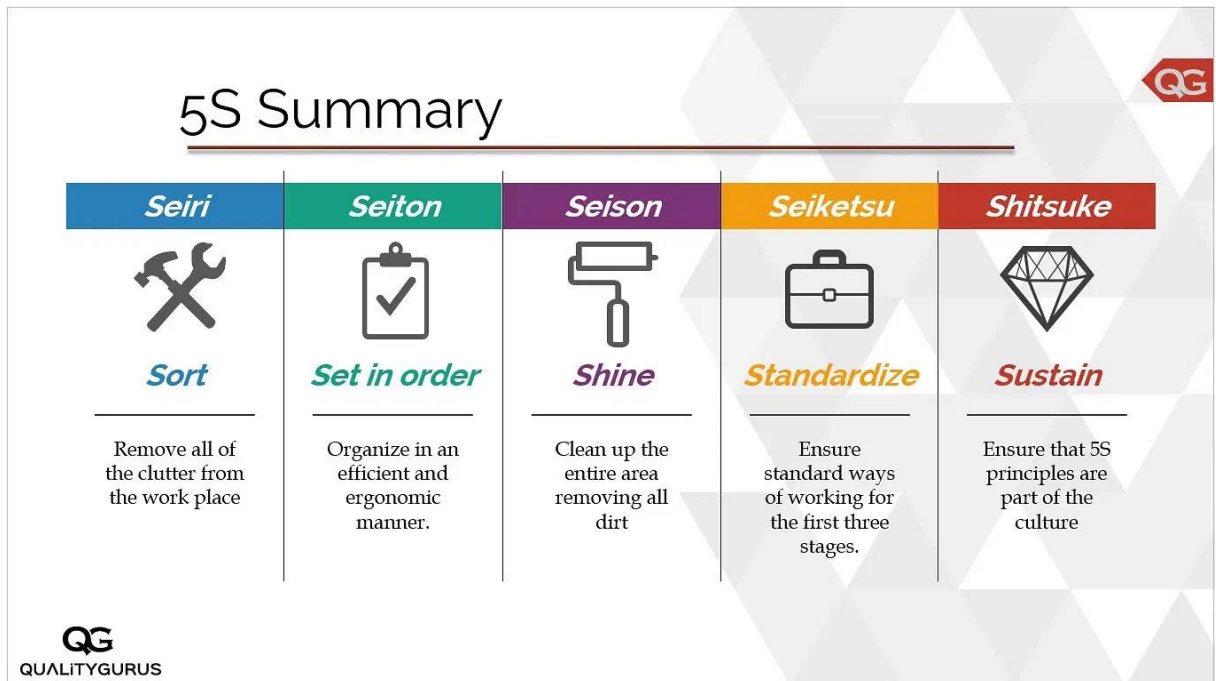
- 5S
- Kaizen
- VSM
- PDCA (Plan-Do-Check-Act)
- TPM(Total Productive Maintenance)
- Standardized Work
- Heijunka (Leveling Production)
- JIT(Just In Time)
- Jidoka(Autonomation)
- Poka-Yoke(Error Proofing)
- Kanban

- Takt Time
- Continuous Flow
- Cellular Manufacturing
- SMED(Single Minute Exchange of Dies)
- OEE
- Six Big Losses
- Andon
- Hoshin Kanri (Policy Deployment)
- Why-Why Analysis (5 Why Analysis)
- Gemba
- 3M Waste(Muda, Mura, Muri)
- SMART Goals
- KPIs (Key Performance Indicators)
- Visual Management

Θα αναλυθούν κάποιες βασικές τεχνικές από τις παραπάνω αναλυτικότερα.

2.4.1 5S

Το 5S είναι μια μέθοδος οργάνωσης και βελτίωσης του χώρου εργασίας που ξεκίνησε από την Ιαπωνία. Αντιπροσωπεύει πέντε (5) ιαπωνικές λέξεις που ξεκινούν με το γράμμα «S»: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu και Shitsuke. Η αγγλική μετάφραση αυτών των όρων είναι sort, set in order, shine, standardize και support. Εφαρμόζοντας αυτές τις αρχές, οι επιχειρήσεις μπορούν να δημιουργήσουν ένα ασφαλέστερο, πιο αποτελεσματικό και πιο παραγωγικό περιβάλλον εργασίας (Quality Gurus Inc., 2023).



Εικόνα 9: Ανάλυση των 5S, (Quality Gurus Inc., 2023)

Πλεονεκτήματα της εφαρμογής των 5S

1. **Μειώνει τον χαμένο χρόνο** – Εξαλείφει όλα τα περιττά βήματα εργασίας, όπως το τρέξιμο για αναζήτηση πραγμάτων. Αυτό μειώνει τον χρόνο που αφιερώνεται σε άχρηστες δραστηριότητες.
2. **Αυξάνει την κερδοφορία** – Η βελτίωση της ροής εργασιών βοηθάει στον εξορθολογισμό των διαδικασιών, γεγονός που οδηγεί σε πιο παραγωγικούς υπαλλήλους και αυξημένα κέρδη.
3. **Βελτιώνει την αποτελεσματικότητα** – Η μείωση της ακαταστασίας στην εργασία βοηθά τους εργαζόμενους να επικεντρωθούν στις εργασίες τους και να τις κάνουν πιο αποτελεσματικά.
4. **Ωθεί την παραγωγικότητα** – Όταν οι εργαζόμενοι δεν διακόπτονται από την αναζήτηση πραγμάτων επειδή είναι ήδη οργανωμένοι, μπορούν να επιτύχουν περισσότερα σε λιγότερο χρόνο.
5. **Ενισχύει το ηθικό** – Οι εργαζόμενοι απολαμβάνουν να εργάζονται σκληρότερα όταν αισθάνονται ότι τους εκτιμούν και τους εκτιμούν όντως.

6. **Κάνει τους εργαζόμενους πιο αποτελεσματικούς** – Εάν οι εργαζόμενοι μπορούν να βρουν αυτό που χρειάζονται γρήγορα και εύκολα, δεν θα σπαταλήσουν τόσο πολύ χρόνο ψάχνοντας για προμήθειες ή εργαλεία. Θα μπορούν να κάνουν άλλες δουλειές πιο γρήγορα και πιο εύκολα.
7. **Βελτιώνει την ποιότητα** – Όσο λιγότερες διακοπές εργασίας, τόσο καλύτερος έλεγχος ποιότητας.
8. **Προωθεί την ασφάλεια**– Όταν δεν υπάρχει ακαταστασία, δεν υπάρχει κίνδυνος τραυματισμού από ατυχή πτώση πάνω σε πεσμένα αντικείμενα ή πτώση αντικειμένου επάνω στον ίδιο τον χειριστή
9. **Ενεργοποιεί την επικοινωνία** – Η επικοινωνία γίνεται εύκολη όταν όλοι έχουν όλα όσα χρειάζονται για να ολοκληρώσουν τη εργασία τους. Όλοι γνωρίζουν πού βρίσκονται τα απαιτούμενα εργαλεία της εργασίας τους.

2.4.2 KAIZEN

Το Kaizen είναι ένας ιαπωνικός όρος που σημαίνει «αλλαγή προς το καλύτερο». Η Kaizen είναι μια θεμελιώδης φιλοσοφία που εφαρμόζουν όλοι στην εταιρεία – από τον Διευθύνοντα Σύμβουλο μέχρι τους εργαζόμενους στη γραμμή συναρμολόγησης. Οι εταιρείες με κουλτούρα συνεχούς βελτίωσης αποκομίζουν πολλά οφέλη από τη φιλοσοφία του KAIZEN.



Εικόνα 10: Οι αρχές του KAIZEN, (Shield Wall Media, 2021)

Τα 5 χαρακτηριστικά του KAIZEN

Η επιτυχής εξάσκηση του Kaizen καταλήγει στην καλλιέργεια μιας ισχυρής, υποστηρικτικής κουλτούρας με τα ακόλουθα πέντε βασικά στοιχεία (Shield Wall Media, 2021):

- **Ομαδική εργασία:** Οι εργαζόμενοι συνεργάζονται για να επιτύχουν τον κοινό στόχο των βελτιωμένων επιδόσεων και διαδικασιών. Η ομαδική εργασία αναπτύσσεται εντός τμημάτων, μέσω κύκλων ποιότητας και μεταξύ επιπέδων.
- **Προσωπική πειθαρχία:** Η αυτοπειθαρχία όσον αφορά τη διαχείριση ποιότητας και χρόνου είναι το κλειδί για την επιτυχία του Kaizen.
- **Βελτιωμένο ηθικό:** Όταν οι άνθρωποι έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν τα καθήκοντά τους ή τη δουλειά τους, οι άνθρωποι είναι πιο ικανοποιημένοι με τη δουλειά τους και ωφελείται ολόκληρη η διαδικασία παραγωγής.

- **Κύκλοι ποιότητας:** Αποτελούνται από περίπου πέντε έως επτά υπαλλήλους, οι κύκλοι ποιότητας επιτρέπουν στις ομάδες να συναντώνται τακτικά για να συζητούν θέματα που προκύπτουν στις εργασιακές τους διαδικασίες.
- **Προτάσεις για βελτίωση:** Από το ανθρώπινο δυναμικό και τη λογιστική, μέχρι την παραγωγή κάθε εργαζόμενος θα πρέπει να εκπαιδεύεται ώστε να εντοπίζει απώλειες ή βελτιώσεις. Όλες οι προτάσεις θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι εργαζόμενοι θα πρέπει να αισθάνονται άνετα είτε να τις μοιράζονται είτε να εφαρμόζουν οι ίδιοι.

KAIZEN Event

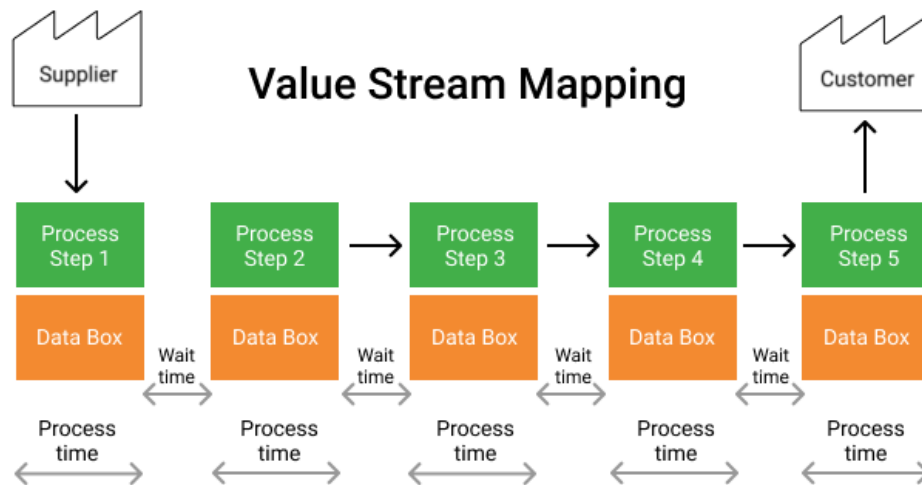
Είναι ένα προγραμματισμένο βραχυπρόθεσμο event όπου οι εργαζόμενοι συγκεντρώνονται για να επικεντρωθούν σε ένα συγκεκριμένο θέμα ή διαδικασία. Οι οργανισμοί μπορούν επίσης να διοργανώσουν ένα event για τη βελτίωση ή την εφαρμογή ορισμένων εργαλείων Lean όπως 5S, συνολική παραγωγική συντήρηση, SMED κ.λπ. Διαρκεί από λίγες ώρες μέχρι μια εβδομάδα, αλλά σε κάθε event πρέπει να ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

- **Προετοιμασία:** Καθορίζεται το εύρος του συμβάντος, επιλέγοντας τη διαδικασία-στόχο. Επιλέγεται μια ομάδα, ορίζονται στόχοι και προγραμματίζονται μια ημερομηνία έναρξης και μια λήξης για το event. Είναι επίσης σημαντικό να θέτονται στόχοι.
- **Εκπαίδευση:** Καλό είναι σε όλους στην ομάδα της εκδήλωσης να παρέχεται κατάλληλη εκπαίδευση βελτίωσης της διαδικασίας.
- **Κατά τη διάρκεια του συμβάντος:** Τεκμηριώνεται η τρέχουσα κατάσταση της διαδικασίας δημιουργώντας έναν χάρτη ροής αξίας, με τη διαδικασία GEMBA(εργαλείο lean - μικροί περίπατοι στους οποίους συζητούνται συγκεκριμένα θέματα που αφορούν την ποιότητα). Πραγματοποιούνται αναλύσεις συμφοράς, αναλύσεις βασικών αιτιών, χαρτογράφηση μελλοντικών ροών αξίας και εφαρμόζεται μια δοκιμαστική λύση.
- **Μετά:** Παρακολούθηση σε μεταγενέστερη ημερομηνία για μέτρηση των αποτελεσμάτων για αποτελεσματικότητα. Μετά τον κύκλο PDCA, αποφασίζονται τα επόμενα βήματα.

Πλεονεκτήματα της εφαρμογής του KAIZEN

- Ομαλότερες και πιο αποτελεσματικές διαδικασίες
- Πιο ακριβή KPIs
- Βελτιωμένο ηθικό και αφοσίωση των εργαζομένων
- Χαμηλότερο λειτουργικό κόστος
- Καθαρότεροι, ασφαλέστεροι χώροι εργασίας
- Υψηλότερης ποιότητας προϊόντα ή υπηρεσίες
- Βελτιωμένη επικοινωνία μεταξύ ομάδων και τμημάτων
- Τυπική τεκμηρίωση εργασίας

2.4.3 VSM (Value Stream Mapping)



Εικόνα 11: Value Stream Mapping, (SMART (Scaling Micro Agile® Technique) GmbH, 2021)

Η χαρτογράφηση ροής αξίας είναι μια τεχνική για τον εντοπισμό και την εξάλειψη των απωλειών σε μια διαδικασία. Η αντιστοίχιση ροής αξίας ξεκινά με την αλληλουχία όλων των βημάτων και των διαδικασιών που απαιτούνται ή δεν απαιτούνται για την παροχή αξίας στον πελάτη. Η ομάδα προσδιορίζει και αφαιρεί όλες τις δραστηριότητες και τους περιορισμούς, χωρίς προστιθέμενη αξία στον πελάτη, μία προς μία. Έτσι ο κύκλος της συνεχούς βελτίωσης συνεχίζεται.

Βήματα εφαρμογής:

1. Αρχικά προσδιορίζεται το προϊόν ή η υπηρεσία που πρόκειται να αναλυθεί.

2. Προσδιορίζονται τα βήματα, οι καθυστερήσεις, και η ροή της πληροφορίας στη διαδικασία για να δημιουργηθεί ένας χάρτης ροής αξίας της διαδικασίας.
3. Δημιουργείται η ροή αξίας, εντοπίζοντας και εξαλείφοντας όλες τις μορφές απωλειών και τις πηγές τους. Οι απώλειες περιλαμβάνουν καθυστερήσεις, περιορισμούς, σημεία συμφόρησης και δραστηριότητες χωρίς προστιθέμενη αξία.
4. Δημιουργείται η ροή αξίας της νέας μελλοντικής κατάστασης εξαλείφοντας τις απώλειες που εντοπίστηκαν στο προηγούμενο βήμα. Αυτό θα οδηγήσει σε μια αποτελεσματική διαδικασία που ανταποκρίνεται στις ανάγκες των πελατών.
5. Τέλος αναπτύσσεται ένα σχέδιο για τη μετάβαση από την τρέχουσα κατάσταση στη μελλοντική.
6. Μετά την δημιουργία του νέου χάρτη ροής αξίας, το τελικό βήμα είναι η δημιουργία ενός τρόπου εντοπισμού ευκαιριών περαιτέρω βελτίωσης της ροής αξίας.

Πλεονεκτήματα από την εφαρμογή του Value Stream Mapping

Τα βασικά οφέλη από τη χρήση της χαρτογράφησης ροής αξίας περιλαμβάνουν τα ακόλουθα(Kanbanize, 2021):

- **Εντοπισμός και εξάλειψη των απωλειών:** Με τη βοήθεια του VSM, είναι εύκολος ο εντοπισμός των απωλειών στη ροή διαδικασίας
- **Οπτικοποίηση ολόκληρης της ροής αξίας:** Ο χάρτης ροής αξίας εμφανίζει όλα τα βήματα μιας διαδικασίας, συμπεριλαμβανομένων των δραστηριοτήτων προστιθέμενης αξίας και μη προστιθέμενης αξίας και παρέχει μια κοινή κατανόηση ολόκληρης της ροής εργασίας.
- **Συνεχής Βελτίωση:** Το VSM υπογραμμίζει την τρέχουσα ροή εργασίας και εστιάζει στη μελλοντική βελτίωση.

2.4.4 PDCA (Plan-Do-Check-Act)

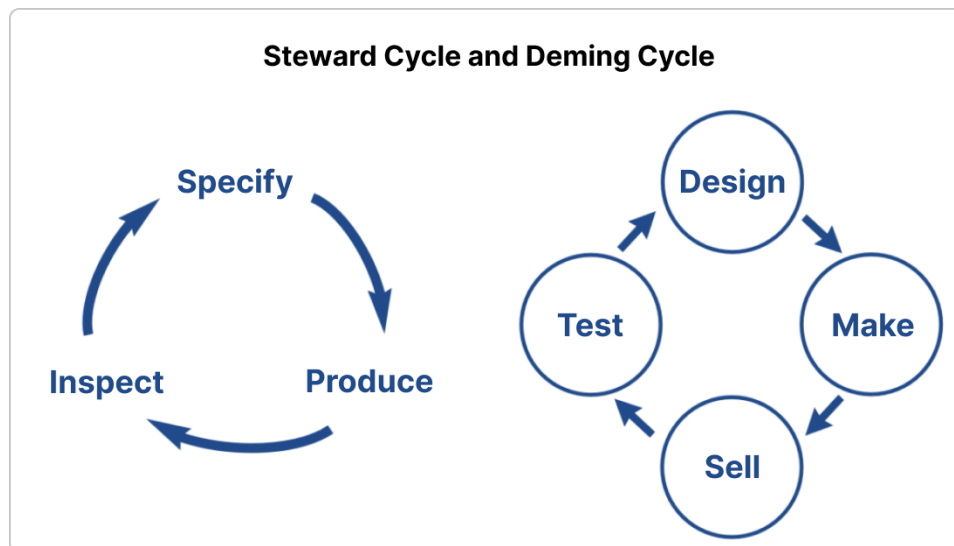
Ο Αμερικανός στατιστικολόγος και φυσικός Walter Shewhart θεωρείται ο πατέρας του PDCA(Shewhart, 1929). Ήταν παθιασμένος με τη στατιστική ανάλυση και τη βελτίωση της ποιότητας και έχτισε τα θεμέλια του PDCA που καταγράφηκε σε πολλές δημοσιεύσεις.

Στην αρχή, ανέπτυξε έναν κύκλο επανάληψης 3 βημάτων για τη βελτίωση της διαδικασίας, γνωστό και ως «κύκλος Shewhart»(Kanbanize, 2023). Οι τρεις φάσεις αυτού του κύκλου ήταν:

- Προσδιορίζω
- Παράγω
- Ελέγχω

Χρόνια αργότερα, εμπνευσμένος από τις ιδέες του Shewhart, ο William Deming επέκτεινε το μοντέλο σε έναν κύκλο μάθησης και βελτίωσης που αποτελείται από τα ακόλουθα βήματα:

- Σχεδιασμός
- Παραγωγή και εφαρμογή
- Πώληση
- Δοκιμή

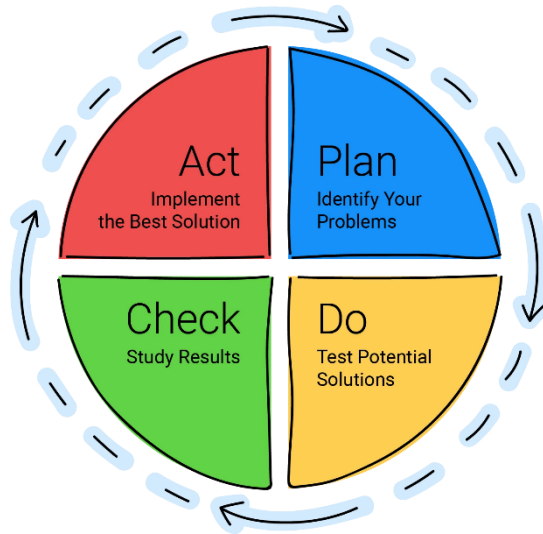


Εικόνα 12: Οι κύκλοι του Steward και του Deming, (Lean Enterprise Institute, 2021)

Αυτό το μοντέλο επανασχεδιάστηκε από την Ιαπωνική Ένωση Επιστημόνων και Μηχανικών (JUSE) το 1951 και έγινε αυτό που γνωρίζουμε σήμερα ως κύκλος PDCA.

Η προσέγγιση PDCA του Deming βασίζεται επίσης στην θεωρία της συνεχούς βελτίωσης. Αποτελείται από τα παρακάτω στάδια:

- Plan - Σχεδιασμός (Καταστρώνεται ένα σχέδιο για τα επιθυμητά αποτελέσματα)
- Do (Εφαρμογή του σχεδίου)
- Check - Έλεγχος (Επαλήθευση των αποτελεσμάτων που επιτεύχθηκαν)
- Act - Πράξη (Έλεγχος και επανα-εφαρμογή)



Εικόνα 13: PDCA, (Localazy, 2021)

Πλεονεκτήματα εφαρμογής PDCA

Η μεθοδολογία PDCA χρησιμοποιείται ευρέως για την επίλυση προβλημάτων και για τη δημιουργία ποιοτικών βελτιώσεων στη διαδικασία. Με την ανάπτυξη αυτού του μοντέλου, οι οργανισμοί στοχεύουν να βελτιώσουν τις εσωτερικές και εξωτερικές διαδικασίες τους εξαλείφοντας τυχόν προβλήματα στην πορεία της εργασιακής διαδικασίας.

Η κυκλική φύση αυτού του μοντέλου επιτρέπει στις ομάδες να εντοπίσουν και να αφαιρέσουν ελαττώματα νωρίς στη διαδικασία και να ξεκινήσουν ξανά τον κύκλο μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Αυτό αυξάνει την αποτελεσματικότητα και εξαλείφει τα αναποτελεσματικά στοιχεία μέχρι να εντοπιστεί η βέλτιστη λύση.

Λόγω της συνεχούς προσέγγισης του PDCA, οι οργανισμοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτό το μοντέλο για να συλλέξουν σχετικές πληροφορίες προτού εξετάσουν εάν θα προχωρήσουν σε ένα σχέδιο ή θα κάνουν βελτιώσεις. Αυτή η

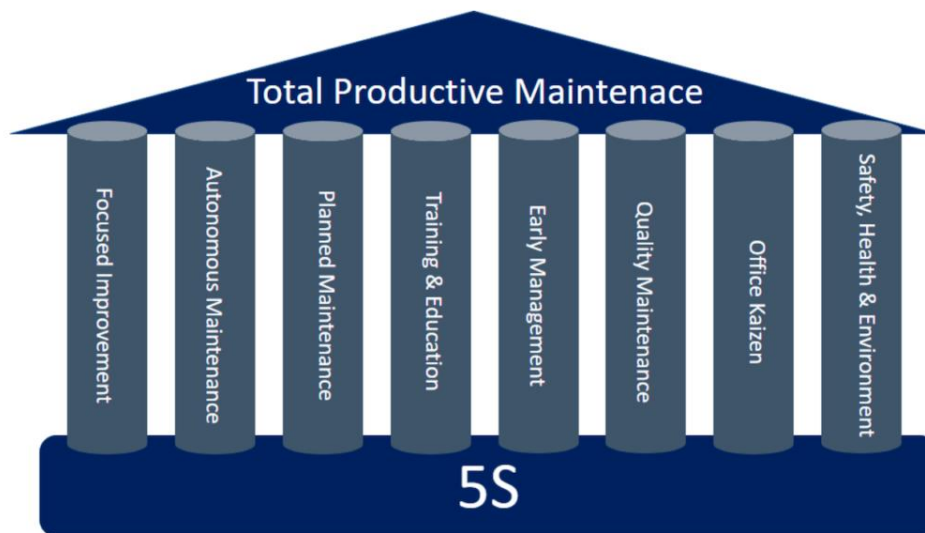
προσέγγιση που βασίζεται στα δεδομένα παρέχει μια βάση για τη συνεχή βελτίωση των διαδικασιών, των προϊόντων, των υπηρεσιών και των ανθρώπων από τους οργανισμούς.

2.4.5 Total Productive Maintenance (TPM)

Το TPM σημαίνει Ολική Παραγωγική Συντήρηση με στόχο τις μηδενικές βλάβες του εξοπλισμού και τη μεγιστοποίηση της συνολικής αποτελεσματικότητάς του.

Η Ολική Παραγωγική Συντήρηση είναι μια μέθοδος για τη συνεχή βελτίωση της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών παραγωγής μέσω της προληπτικής συντήρησης και της συμμετοχής των εργαζομένων εντός του οργανισμού.

Το TPM αποτελείται από το 5S ως εργαλείο θεμελίωσης και οκτώ υποστηρικτικούς πυλώνες ή δραστηριότητες.



Εικόνα 14: Ο οίκος του TPM, παρουσιάζονται οι 8 πυλώνες, (Reliable Plant, 2022)

Οι οκτώ πυλώνες του TPM είναι:

- Εστιασμένη Βελτίωση (Kobetsu Kaizen)
- Αυτόνομη Συντήρηση (Jishu Hozen)
- Προγραμματισμένη Συντήρηση
- Συντήρηση Ποιότητας
- Πρώιμη Διαχείριση Εξοπλισμού
- Εκπαίδευση και κατάρτιση

- Office TPM
- Ασφάλεια, Υγεία & Περιβάλλον

Οι οκτώ πυλώνες του TPM επικεντρώνονται σε προβλεπτικές και προληπτικές τεχνικές που συμβάλλουν στη βελτίωση της αξιοπιστίας του εξοπλισμού. Οι οκτώ πυλώνες είναι: αυτόνομη συντήρηση, εστιασμένη βελτίωση (kaizen), προγραμματισμένη συντήρηση, διαχείριση της ποιότητας, πρόωμη διαχείριση εξοπλισμού, κατάρτιση και εκπαίδευση, ασφάλεια, υγεία και περιβάλλον, και TPM στη διοίκηση. Παρακάτω αναλύονται περισσότερο (Reliable Plant, 2022) (Ahuja and Khamba, 2008):

1. **Αυτόνομη συντήρηση:** Αυτόνομη συντήρηση σημαίνει να διασφαλίζεται ότι οι χειριστές είναι πλήρως εκπαιδευμένοι σε θέματα τακτικής συντήρησης, όπως καθαρισμός, λίπανση και επιθεώρηση, καθώς και αντιλαμβάνονται ότι η ευθύνη είναι αποκλειστικά στα χέρια τους. Αυτό δίνει στους χειριστές μηχανημάτων την αίσθηση της ιδιοκτησίας του εξοπλισμού τους και αυξάνει τις γνώσεις τους για τον εξοπλισμό. Εγγυάται επίσης ότι το μηχάνημα είναι πάντα καθαρό και λιπαινόμενο, βοηθά στον εντοπισμό προβλημάτων πριν γίνουν αστοχίες και ελευθερώνει το προσωπικό συντήρησης για εργασίες υψηλότερου επιπέδου.

Η εφαρμογή της αυτόνομης συντήρησης περιλαμβάνει τον καθαρισμό του μηχανήματος σύμφωνα με ένα πρότυπο "βασικής γραμμής" που πρέπει να διατηρεί ο χειριστής. Αυτό περιλαμβάνει εκπαίδευση του χειριστή σχετικά με τις τεχνικές δεξιότητες για τη διεξαγωγή μιας τακτικής επιθεώρησης βάσει του εγχειριδίου του μηχανήματος. Μόλις εκπαιδευτεί, ο χειριστής ορίζει το δικό του αυτόνομο πρόγραμμα επιθεώρησης. Η τυποποίηση διασφαλίζει ότι όλοι ακολουθούν τις ίδιες διαδικασίες και διαδικασίες.

2. **Focused improvement - Εστιασμένη βελτίωση:** Η εστιασμένη βελτίωση βασίζεται στον ιαπωνικό όρο "kaizen", που σημαίνει "βελτίωση". Στην παραγωγή, το kaizen απαιτεί συνεχή βελτίωση των λειτουργιών και των διαδικασιών. Η εστιασμένη βελτίωση εξετάζει τη διαδικασία στο σύνολό της και συλλέγει ιδέες για τον τρόπο βελτίωσής της. Το να αποκτήσουν μικρές ομάδες στη νοοτροπία της προληπτικής συντήρησης για την εφαρμογή τακτικών, σταδιακών βελτιώσεων σε διαδικασίες που σχετίζονται με τη λειτουργία του εξοπλισμού είναι το κλειδί για το TPM. Η

διαφοροποίηση των μελών της ομάδας επιτρέπει τον εντοπισμό επαναλαμβανόμενων προβλημάτων μέσω διαλειτουργικού brainstorming. Συνδυάζει επίσης πληροφορίες από όλη την εταιρεία, ώστε οι ομάδες να μπορούν να δουν πώς οι διαδικασίες επηρεάζουν τα διαφορετικά τμήματα. Επιπλέον, η εστιασμένη βελτίωση αυξάνει την αποτελεσματικότητα μειώνοντας τα ελαττώματα του προϊόντος και τον αριθμό των διαδικασιών ενώ ενισχύει την ασφάλεια αναλύοντας τους κινδύνους κάθε μεμονωμένης ενέργειας. Τέλος, η εστιασμένη βελτίωση διασφαλίζει ότι οι βελτιώσεις είναι τυποποιημένες, καθιστώντας τις επαναλαμβανόμενες και βιώσιμες.

3. **Προγραμματισμένη συντήρηση:** Η προγραμματισμένη συντήρηση περιλαμβάνει τη μελέτη μετρήσεων όπως τα ποσοστά αστοχίας και το ιστορικό διακοπής λειτουργίας και, στη συνέχεια, τον προγραμματισμό εργασιών συντήρησης με βάση αυτά τα προβλεπόμενα ή μετρημένα ποσοστά αστοχίας ή περιόδους διακοπής λειτουργίας. Με άλλα λόγια, δεδομένου ότι υπάρχει συγκεκριμένος χρόνος για τη συντήρηση του εξοπλισμού, μπορεί να προγραμματιστεί η συντήρηση την ώρα που ο εξοπλισμός είναι σε αδράνεια διακόπτοντας την παραγωγή. Η υιοθέτηση αυτής της προληπτικής προσέγγισης μειώνει σημαντικά το ποσό των απρογραμματίστων διαστημάτων διακοπής λειτουργίας, επιτρέποντας τον προγραμματισμό των περισσότερων συντηρήσεων για περιόδους που τα μηχανήματα δεν έχουν προγραμματιστεί για παραγωγή. Επιτρέπει επίσης να σχεδιάζεται το απόθεμα πιο διεξοδικά, δίνοντας τη δυνατότητα καλύτερου ελέγχου εξαρτημάτων που είναι επιρρεπή σε φθορά και αστοχία. Άλλα οφέλη περιλαμβάνουν τη σταδιακή μείωση των βλαβών που οδηγεί σε μείωση των επενδύσεων κεφαλαίου σε εξοπλισμό, καθώς χρησιμοποιείται στο μέγιστο των δυνατοτήτων του.
4. **Ποιοτική συντήρηση:** Όλος ο προγραμματισμός συντήρησης και η χάραξη στρατηγικής στον κόσμο είναι μάταιος εάν η ποιότητα της συντήρησης που εκτελείται είναι ανεπαρκής. Ο πυλώνας ποιοτικής συντήρησης εστιάζει στον εντοπισμό σφαλμάτων σχεδιασμού εργασίας και στην πρόληψη στη διαδικασία παραγωγής. Αυτό το κάνει χρησιμοποιώντας την ανάλυση της βασικής αιτίας (συγκεκριμένα τα "5 Γιατί") για τον εντοπισμό και την εξάλειψη των

επαναλαμβανόμενων πηγών ελαττωμάτων. Εντοπίζοντας προληπτικά την πηγή σφαλμάτων ή ελαττωμάτων, οι διαδικασίες γίνονται πιο αξιόπιστες, παράγοντας προϊόντα με τις σωστές προδιαγραφές την πρώτη φορά. Ενδεχομένως το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της ποιοτικής συντήρησης είναι ότι εμποδίζει τα ελαττωματικά προϊόντα να μετακινηθούν προς τα κάτω, κάτι που θα μπορούσε να οδηγήσει σε πολλή επανεπεξεργασία. Με τη στοχευμένη ποιοτική συντήρηση, αντιμετωπίζονται ζητήματα ποιότητας και εφαρμόζονται μόνιμα αντίμετρα, ελαχιστοποιώντας ή εξαλείφοντας πλήρως τα ελαττώματα και τον χρόνο διακοπής λειτουργίας που σχετίζονται με ελαττωματικά προϊόντα.

5. **Πρώιμη διαχείριση εξοπλισμού:** Ο πυλώνας TPM της πρώιμης διαχείρισης εξοπλισμού αφορά την πρακτική γνώση και τη συνολική κατανόηση του εξοπλισμού που αποκτάται μέσω της συνολικής παραγωγικής συντήρησης και τη χρησιμοποιεί για τη βελτίωση του σχεδιασμού του νέου εξοπλισμού. Ο σχεδιασμός του εξοπλισμού με τη συμβολή των ανθρώπων που τον χρησιμοποιούν περισσότερο επιτρέπει στους προμηθευτές να βελτιώσουν τη συντηρησιμότητα και τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί ο εξοπλισμός σε μελλοντικά σχέδια.
6. **Εκπαίδευση:** Η έλλειψη γνώσης σχετικά με τον εξοπλισμό μπορεί να εκτροχιάσει ένα πρόγραμμα TPM. Η εκπαίδευση αφορά χειριστές, διευθυντές και προσωπικό συντήρησης. Σκοπός της είναι να διασφαλίσει ότι όλοι αντιλαμβάνονται το ίδιο τη διαδικασία TPM και να αντιμετωπίσει τυχόν κενά γνώσης, ώστε οι στόχοι TPM να είναι επιτεύξιμοι. Εδώ οι χειριστές μαθαίνουν δεξιότητες για να συντηρούν προληπτικά τον εξοπλισμό και να εντοπίζουν τα αναδυόμενα προβλήματα. Η ομάδα συντήρησης μαθαίνει πώς να εφαρμόζει ένα πρόγραμμα προληπτικής και προληπτικής συντήρησης και οι διευθυντές γνωρίζουν καλά τις αρχές TPM, την ανάπτυξη εργαζομένων και την καθοδήγηση. Η χρήση εργαλείων όπως τα μαθήματα ενός σημείου που δημοσιεύονται πάνω ή κοντά σε εξοπλισμό μπορεί να βοηθήσει περαιτέρω στην εκπαίδευση των χειριστών σχετικά με τις διαδικασίες λειτουργίας.

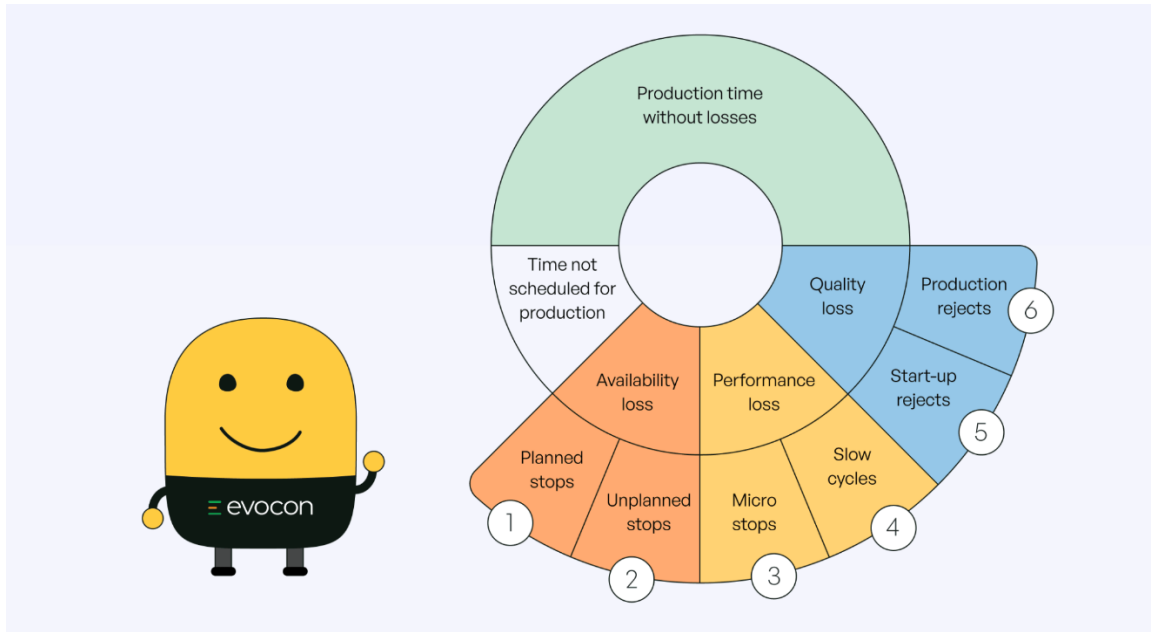
7. **Ασφάλεια, υγεία και περιβάλλον:** Η διατήρηση ενός ασφαλούς εργασιακού περιβάλλοντος σημαίνει ότι οι εργαζόμενοι μπορούν να εκτελούν τα καθήκοντά τους σε ασφαλές μέρος χωρίς κινδύνους για την υγεία. Είναι σημαντικό να δημιουργηθεί ένα περιβάλλον που να κάνει την παραγωγή πιο αποτελεσματική, αλλά δεν θα πρέπει να διακυβεύεται η ασφάλεια και η υγεία του εργαζομένου. Για να επιτευχθεί αυτό, τυχόν λύσεις που εισάγονται στη διαδικασία TPM θα πρέπει πάντα να λαμβάνουν υπόψη την ασφάλεια, την υγεία και το περιβάλλον.
8. **TPM στη διοίκηση:** Ένα καλό πρόγραμμα TPM είναι τόσο καλό όσο το άθροισμα των μερών του. Η ολική παραγωγική συντήρηση θα πρέπει να κοιτάζει πέρα από την παραγωγή, αντιμετωπίζοντας και εξαλείφοντας περιοχές απωλειών στις διοικητικές λειτουργίες. Αυτό σημαίνει υποστήριξη της παραγωγής βελτιώνοντας πράγματα όπως η επεξεργασία παραγγελιών, οι προμήθειες και ο προγραμματισμός. Οι διοικητικές λειτουργίες είναι συχνά το πρώτο βήμα σε ολόκληρη τη διαδικασία παραγωγής, επομένως είναι σημαντικό να είναι απλοποιημένες και χωρίς απώλειες.

Το TPM χρησιμοποιεί ως βασικό του δείκτη τον Δείκτη OEE - Overall Equipment Efficiency. Πριν αναλυθεί όμως ο δείκτης OEE θα αναφερθούν αρχικά οι 6 μεγάλες απώλειες στο Lean.

2.4.6 Έξι μεγάλες απώλειες

Οι έξι κύριες απώλειες, οι οποίες αναφέρονται στον εξοπλισμό, και είναι οι πιο κοινές αιτίες των απωλειών στο Lean Production είναι:

- Βλάβες/Βλάβες εξοπλισμού.
- Ρύθμιση και προσαρμογές μηχανών
- Αδράνεια και μικρή διακοπή.
- Μειωμένη ταχύτητα.
- Βλάβες στη διαδικασία.
- Μειωμένες αποδόσεις ή απορρίψεις εκκίνησης.



Εικόνα 15: Οι 6 μεγάλες απώλειες κατηγοριοποιημένες βάσει των 3 στοιχείων μέτρησης του OEE, (EVOCON, Viktorija Trubaciute, 2020)

Και οι παραπάνω 6 μεγάλες απώλειες πρέπει να μειωθούν στην παραγωγική διαδικασία για να βελτιωθεί ο OEE, όπως αναφέρεται και στην εικόνα, είναι ένας χρήσιμος λειτουργικός χρόνος.

Συγκεκριμένα είναι η πρακτική της κατηγοριοποίησης απωλειών της παραγωγικότητας από την οπτική γωνία του εξοπλισμού. Έχουν προταθεί από τον Seiichi Nakajima, όσο εργαζόταν στο Ιαπωνικό Ινστιτούτο Συντήρησης, μαζί με το TPM (Ολική Παραγωγική Συντήρηση) το 1971. Θεώρησε ότι η συντήρηση είναι καθήκον όλων των υπαλλήλων, και ότι αυτό γίνεται ακόμη πιο αποδοτικό όταν γίνονται συζητήσεις μέσα σε μικρά γκρουπ ατόμων με θεματολογία, την διαχείριση συντηρήσεων.

Οι 6 μεγάλες απώλειες είναι συνυφασμένες με τον OEE και παρέχουν ένα επιπλέον επίπεδο λεπτομερειών αναφορικά με την μειωμένη τιμή αυτού. Σχετικά με τον OEE θα γίνει αναφορά στην επόμενη ενότητα.

Γιατί να αρχίσει μια εταιρεία να καταγράφει τις 6 απώλειες ανα εξοπλισμό;

Ο λόγος έγκειται στο ότι δίνουν πολύ λεπτομερή περιγραφή των απωλειών και μέσα στη βιβλιογραφία υπάρχουν προτάσεις για την βελτίωση κάθε μιας από αυτές με συγκεκριμένο τρόπο.

Ρόλοι μελών ομάδας στην καταγραφή των 6 απωλειών

Ρόλος	Περιγραφή
Μανατζερ	Ορίζει πως θα συλλέγονται τα δεδομένα. Ορίζει τα στάνταρ και καθορίζει τους ιδανικούς χρόνους των κύκλων παραγωγής. Επιπλέον αναγνωρίζει στρατηγικές πρωτοβουλίες και ελέγχει την βιωσιμότητα αυτών στην παραγωγή.
Προϊστάμενος	Επικυρώνει τους ιδανικούς κύκλους παραγωγής, επιθεωρεί και αναγνωρίζει αν υπάρχουν απώλειες στην αρχή κάθε βάρδιας και αναθέτει βελτιωτικές κινήσεις.
Χειριστής	Αναγνώριση των αιτιών για τα προγραμματισμένα και τα μη προγραμματισμένα σταματήματα. Προτείνει βελτιώσεις και κινήσεις βασισμένες σε παρατηρήσεις.

Πίνακας 1: Οι ρόλοι των μελών ομάδας στην καταγραφή των απωλειών

Διερεύνηση των περιορισμών στην παραγωγή.

Κάθε διαδικασία παραγωγής έχει περιορισμούς, οι οποίοι μεταφέρονται σε όλη την μονάδα εργοστασίου. Αν επικεντρωθεί η μέτρηση των 6 απωλειών στους περιορισμούς αυτούς και συγκεντρωθεί όλη η ενέργεια στην βελτίωση αυτών τότε θα φανεί και το μεγαλύτερο όφελος.

Τυποποίηση των χρόνων που απαιτούνται για τις αλλαγές

Είναι συνήθως ο χρόνος μεταξύ του τελευταίου παραγόμενου προϊόντος στην μηχανή, και του πρώτου επόμενου. Αν μετρηθεί ο χρόνος αυτός και μετριέται με πειθαρχία τότε μπορεί να βελτιωθεί, αν θεωρείται απώλεια.

Η συνέπεια είναι πολύ σημαντική όταν χρησιμοποιούνται οι 6 μεγάλες απώλειες ως μέτρο σύγκρισης (συγκρίνοντας μεταξύ των βαρδιών, των μηχανών και των εργοστασιακών μονάδων) ή ως βάση (σύγκριση σε χρονικό ορίζοντα). Είναι σημαντικό να υπάρχουν γραπτά οι κανόνες και οι κατηγοριοποιήσεις των απωλειών σε κάποιο πίνακα.

Π.χ.

Κανόνας	Κατηγορία Απώλειας
Ως χρόνο αλλαγής θα ορίζεται ο χρόνος μεταξύ του τελευταίου τεμαχίου που παράγει η μηχανή και του πρώτου επόμενου τεμαχίου που παράγει	Προγραμματισμένο σταμάτημα
Οποιοσδήποτε κύκλος ο οποίος είναι στο 120% του ιδανικού κύκλου θεωρείται αργός κύκλος	Αργός κύκλος
Τα πρώτα 5 λεπτά μετά από ένα προγραμματισμένο σταμάτημα είναι ένας χρόνος εκκίνησης	Χρόνος εκκίνησης

Πίνακας 2: Παράδειγμα κατηγοριοποίησης των απωλειών

Αυτοματοποίηση συλλογής δεδομένων

Η αυτοματοποίηση της συλλογής των δεδομένων βελτιώνει την ακρίβεια των μετρήσεων για μη προγραμματισμένα και προγραμματισμένα σταματήματα, και είναι ο μόνος τρόπος να μετρηθούν ακριβώς και να διαφοροποιηθούν από τους αργούς κύκλους και τα μικροσταματήματα. Ένας τρόπος διάκρισης μεταξύ Μη προγραμματισμένου σταματήματος και μικροσταματήματος είναι ο χρόνος διάρκειας αυτού. Ένα σταμάτημα του οποίου η διάρκεια είναι αρκετά μεγάλη που να απαιτηθεί ο λόγος για αυτό, θεωρείται μη προγραμματισμένο.

Μετάφραση των απωλειών σε βελτιωτικές ενέργειες

Υπάρχουν δύο μέθοδοι που ακολουθούνται για την αντιστοιχία της κάθε απώλειας σε μια βελτιωτική ενέργεια και αυτές είναι η μέθοδος IDA (Information, Decision, Action), και η μέθοδος της δομημένης βελτίωσης (Structured Improvement). Η IDA μετατρέπει την πληροφορία σε ενέργειες μέσω επικεντρωμένης λήψης απόφασης σε όλα τα επίπεδα της εταιρείας. Η δομημένη βελτίωση επιβεβαιώνει ότι αυτές οι ενέργειες θα είναι ευθυγραμμισμένες σε όλα τα επίπεδα της εταιρείας. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το μοντέλο της IDA.



Εικόνα 16: IDA μοντέλο, (OEE, 2021)

Για τις ενέργειες βελτίωσης ανα κατηγορία απώλειας, είναι απαραίτητη η μέτρηση του OEE, δείκτη που αναλύεται στη συνέχεια.

2.5 Δείκτης OEE

Η συνολική αποτελεσματικότητα εξοπλισμού (OEE - Overall Equipment Effectiveness) είναι ένας δείκτης που χρησιμοποιείται για να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα μιας διαδικασίας παραγωγής. Η συνολική αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού βοηθά στην παρατήρηση των προβλημάτων στις λειτουργίες του εργοστασίου και συγκεκριμένα της παραγωγής, να προσδιοριστεί το ποσοστό του χρόνου παραγωγής που είναι πραγματικά παραγωγικό και να βελτιωθεί, ενώ παρέχει ένα τυποποιημένο όργανο παρακολούθησης της προόδου.

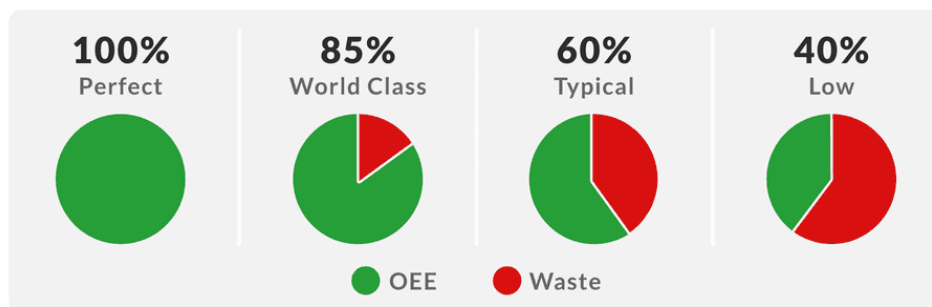
Ο στόχος για τη μέτρηση του OEE είναι η συνεχής βελτίωση. Ο δείκτης OEE, αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως το χρυσό στάνταρ, μετρά δηλαδή το ποσοστό του χρόνου το οποίο είναι παραγωγικό. Στο δείκτη αυτό, το 100% είναι το ιδεατό, αποδίδοντας 3απολύτως ποιοτικά προϊόντα χωρίς χαμένο χρόνο και χωρίς φύρα. Ο δείκτης OEE έχει προταθεί από τον Nakajima ως μέρος της δομής του TPM -Total Productive Maintenance.

Η χρήση του OEE για τη μέτρηση της αποδοτικότητας των μηχανών

Ο δείκτης OEE ενός εξοπλισμού παρέχει πολλές πληροφορίες σε έναν αριθμό, επομένως υπάρχουν πολλοί τρόποι που χρησιμοποιείται το OEE για τη μέτρηση της παραγωγικότητας του εξοπλισμού. Όταν υπολογίζεται και ερμηνεύεται σωστά, μπορεί να μεγιστοποιήσει σημαντικά την παραγωγή. Η συνολική αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς για τη σύγκριση οποιασδήποτε

δεδομένης παραγωγής με τα βιομηχανικά πρότυπα, τον εσωτερικό εξοπλισμό ή άλλες βάρδιες που εργάζονται στον ίδιο εξοπλισμό. Τα τυπικά σημεία αναφοράς OEE είναι τα εξής:

- Η βαθμολογία OEE 100% θεωρείται τέλεια παραγωγή, που σημαίνει ότι κατασκευάζονται μόνο ποιοτικά προϊόντα όσο το δυνατόν γρηγορότερα χωρίς διακοπής λειτουργίας του εξοπλισμού. Η τιμή αυτή είναι ιδεατή και δεν μπορεί να συμβεί.
- Η βαθμολογία OEE 85% θεωρείται παγκόσμιας κλάσης για βιομηχανίες και είναι ένας περιζήτητος μακροπρόθεσμος στόχος.
- Μια βαθμολογία OEE 60% είναι τυπική για βιομηχανίες και δείχνει ότι υπάρχουν σημαντικά περιθώρια βελτίωσης.
- Μια βαθμολογία OEE 40% θεωρείται χαμηλή, αλλά όχι ασυνήθιστη για τις βιομηχανίες που μόλις αρχίζουν να παρακολουθούν και να βελτιώνουν την απόδοση. Στις περισσότερες περιπτώσεις, μια χαμηλή βαθμολογία μπορεί εύκολα να βελτιωθεί μέσω εύχρηστων μέτρων.



Εικόνα 17: Επίπεδα δείκτη OEE

Ο OEE δεν είναι μόνο ένα εξαιρετικό εργαλείο βελτίωσης και για τους χειριστές στην παραγωγή. Οι μετρήσεις του OEE μπορεί να περιλαμβάνουν τα εξής:

- **Στόχο** - Ένα στόχο σε πραγματικό χρόνο για την παραγωγή
- **Πραγματικό Αριθμό Προϊόντων Παραγωγής** - Ο πραγματικός αριθμός παραγόμενων προϊόντων
- **Αποδοτικότητα** - Η αναλογία στόχου προς πραγματικό. το ποσοστό του πόσο μπροστά ή πίσω είναι η παραγωγή

- **Χρόνος διακοπής λειτουργίας μηχανής (Downtime)**- Περιλαμβάνει όλο τον μη προγραμματισμένο χρόνο διακοπής για κάθε βάρδια και ενημερώνεται σε πραγματικό χρόνο.

OEE - Ορολογία

- **Πλήρως παραγωγικός χρόνος** - Χρόνος παραγωγής αφού αφαιρεθούν όλες οι απώλειες
- **Προγραμματισμένος χρόνος παραγωγής** - Ο συνολικός χρόνος που αναμένεται να παράγει ο εξοπλισμός ή το σύστημά σας
- **Ideal Cycle Time (Ιδανικός χρόνος κύκλου)** - Ο χρόνος που χρειάζεται για την κατασκευή ενός ανταλλακτικού
- **Run Time** - Η ώρα που το σύστημά έχει προγραμματιστεί για παραγωγή και όντως παράγει
- **Συνολικός αριθμός Παραγόμενων**- Το σύνολο όλων των προϊόντων που παράγονται, συμπεριλαμβανομένων εκείνων με ελαττώματα
- **Good Count (Καλά προϊόντα)** - Προϊόντα που παράγονται που πληρούν τα πρότυπα ποιοτικού ελέγχου
- **Good Parts (Καλά τελικά προϊόντα)** - Προϊόντα που παράγονται που πληρούν τα πρότυπα και δεν χρειάζεται να ξαναπαραχθούν
- **Availability (Διαθεσιμότητα)** - Αυτό λαμβάνει υπόψη τον προγραμματισμένο και μη προγραμματισμένο χρόνο διακοπής. Μια τέλεια βαθμολογία διαθεσιμότητας σημαίνει ότι η παραγωγή λειτουργεί συνεχώς κατά τη διάρκεια των προγραμματισμένων χρόνων παραγωγής.

Διαθεσιμότητα = Χρόνος εκτέλεσης / Προγραμματισμένος χρόνος παραγωγής.

- **Performance (Απόδοση)** - Αυτό λαμβάνει υπόψη τον αριθμό των φορών που σημειώνονται επιβραδύνσεις ή σύντομες στάσεις στην παραγωγή. Μια τέλεια βαθμολογία απόδοσης με όρους OEE σημαίνει ότι η παραγωγή εκτελείται όσο το δυνατόν γρηγορότερα.

Performance = (Ideal Cycle Time x Total Count) / Run Time.

- **Quality (Ποιότητα)** - Αυτό αναφέρεται σε παραγόμενα προϊόντα που δεν πληρούν τα πρότυπα ποιοτικού ελέγχου, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που πρέπει να επεξεργαστούν ξανά.

$$Quality = Good\ Count / Total\ Count.$$

2.5.1 Υπολογισμός OEE

Προτού υπολογιστεί η συνολική αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού (OEE), είναι σημαντικό να κατανοηθεί η διαφορά μεταξύ των όρων αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα όταν γίνεται συζήτηση για τον δείκτη OEE.

Η **αποτελεσματικότητα** είναι η σχέση μεταξύ αυτού που θα μπορούσε τεχνικά να παραχθεί και αυτού που πραγματικά παράγεται στο τέλος μιας περιόδου παραγωγής. Για παράδειγμα, εάν το μηχάνημα είναι ικανό να παράγει 100 προϊόντα την ώρα και κάνει μόνο 80, τότε είναι 80 τοις εκατό αποτελεσματικό.

Ωστόσο, αυτό δείχνει πόσο **αποδοτικό** είναι το μηχάνημα, επειδή δεν έχει ληφθεί υπόψη ένας αριθμός άλλων παραγόντων όπως ο αριθμός των χειριστών, η ενέργεια και τα υλικά που απαιτούνται για να φτάσει στο 80 τοις εκατό αποτελεσματικότητας η μηχανή. Για παράδειγμα, εάν το μηχάνημα λειτουργεί κατά 60 τοις εκατό με έναν εργαζόμενο και γίνεται 75 τοις εκατό αποτελεσματικό με δύο εργαζόμενους, η αποτελεσματικότητα αυξάνεται κατά 25 τοις εκατό, αλλά η απόδοση μειώνεται στο 50 τοις εκατό με βάση την εργασία.

Υπάρχουν δύο κύριοι τρόποι υπολογισμού του OEE:

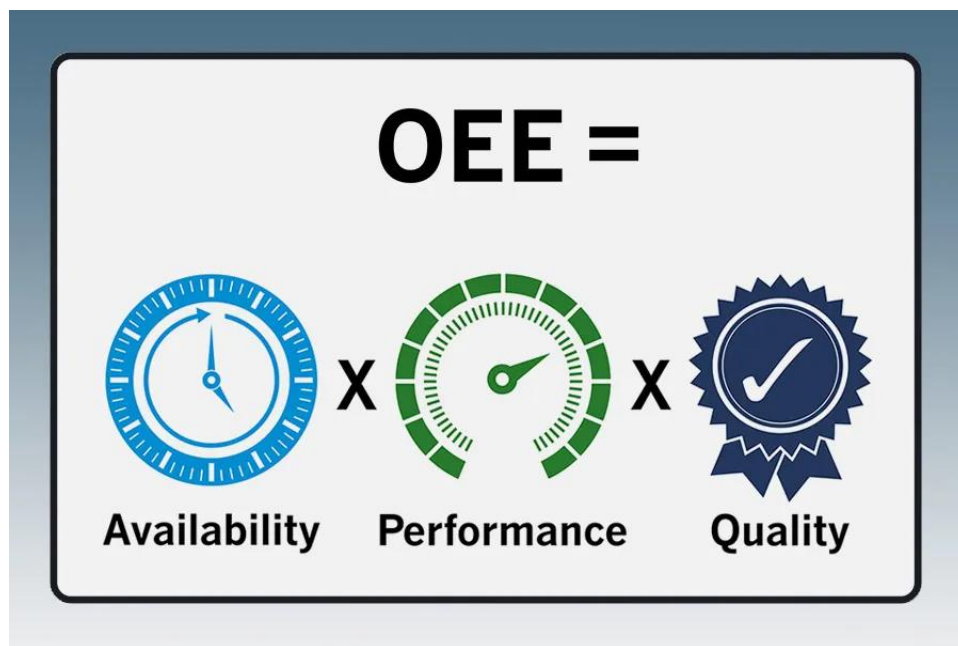
Απλός Υπολογισμός: Ο ευκολότερος τρόπος υπολογισμού του OEE είναι ο λόγος του πλήρως παραγωγικού χρόνου προς τον προγραμματισμένο χρόνο παραγωγής.

$$OEE = (Good\ count \times \text{Ιδανικός χρόνος κύκλου}) / \text{Προγραμματισμένος χρόνος παραγωγής}.$$

Προτιμώμενος υπολογισμός: Αυτός ο τύπος υπολογισμού OEE βασίζεται στους τρεις παράγοντες OEE που συζητήθηκαν προηγουμένως – διαθεσιμότητα, απόδοση και ποιότητα (good count).

$$\text{Διαθεσιμότητα} \times \text{Απόδοση} \times \text{Ποιότητα} = \text{OEE}.$$

Αυτή είναι η προτιμώμενη μέθοδος υπολογισμού επειδή όχι μόνο λαμβάνεται η βαθμολογία OEE που δείχνει πόσο αποτελεσματική είναι η παραγωγή αλλά λαμβάνονται τρεις αριθμοί (διαθεσιμότητα, απόδοση και ποιότητα) που δείχνουν τι προκάλεσε τις απώλειες.



Εικόνα 18: Τρόπος υπολογισμού OEE,(API First, 2020)

Αναλύοντας λίγο περισσότερο τις τρεις αυτές έννοιες είναι εμφανές πόσο σημαντικό ρόλο παίζουν στην παραγωγικότητα (MRPeasy and Madis Kuuse, 2022).

Διαθεσιμότητα (Availability)

Είναι ο χρόνος στον οποίο ο εξοπλισμός χρησιμοποιείται στον κύκλο παραγωγής(uptime) και είναι σε λειτουργία. Υπολογίζεται ως ποσοστό του ιδανικού προγραμματισμένου χρόνου, μαζί με τις απώλειες της διαθεσιμότητας οι οποίες συμβαίνουν για λόγους όπως το setup των μηχανών, η προθέρμανσή τους, ρυθμίσεις και τροποποιήσεις και βλάβες.

Ο τύπος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό είναι:

$$\text{Διαθεσιμότητα} = \frac{\text{Πραγματικός Χρόνος παραγωγής}}{\text{Προγραμματισμένο χρόνο παραγωγής}}$$



Για παράδειγμα, αν έχει προγραμματιστεί μια παραγωγή 10 ωρών αλλά το setup και η προθέρμανση της μηχανής διαρκούν 30λεπτά και κατά τη διάρκεια της ημέρας πρέπει να γίνουν 6 τροποποιήσεις, η καθεμία από τις οποίες διαρκούσε 10 λεπτά, τότε ο πραγματικός χρόνος παραγωγής είναι 8,5 ώρες. Οπότε η διαθεσιμότητα υπολογίζεται ως $8,5/10 = 85\%$ δηλαδή η μηχανή είναι διαθέσιμη στο 85% του χρόνου.

Απόδοση (Performance)

Είναι ο αριθμός των ποιοτικών προϊόντων που έχουν παραχθεί στη χρονική περίοδο της παραγωγής, ο δείκτης αυτός είναι γνωστός και με το όνομα process rate, ή αλλιώς χρόνος επεξεργασίας, και καταδεικνύει την ταχύτητα με την οποία λειτουργεί η μηχανή. Αποδίδεται, όπως και ο δείκτης διαθεσιμότητας, ως ποσοστό του πραγματικού ως προς το βέλτιστο-ιδανικό. Στην ιδανική ταχύτητα της μηχανής εισέρχονται παράγοντες όπως μικροσταματήματα, η απουσία του χειριστή, απώλεια εργαλείων, τα οποία μειώνουν την ταχύτητα και δίνουν την πραγματική τιμή για τη μηχανή.

$$\text{Απόδοση (Performance)} = \frac{(\text{Συνολικός αριθμός παραγόμενων μονάδων} \times \text{Ιδανικός χρόνος παραγωγής})}{\text{Πραγματικός χρόνος Παραγωγής}}$$

Για παράδειγμα συνεχίζοντας το προηγούμενο παράδειγμα, σε μια βάρδια 10 ωρών, ο πραγματικός χρόνος λειτουργίας είναι 8,5 ώρες. Αν ο ιδανικός κύκλος παραγωγής ανα μονάδα είναι 3 λεπτά (0,05ώρες) και η μηχανή έχει επεξεργαστεί 140 μονάδες σε 8,5 ώρες, τότε η απόδοση είναι $(140 * 0,05)/8,5 = 0,82 = 82\%$, οπότε η μηχανή λειτουργεί στο 82% της ιδανικής της ταχύτητας.

Ποιότητα (Quality)

Είναι ο αριθμός των ολοκληρωμένων προϊόντων που έχουν περάσει τους ελέγχους (processed yield) προς τον αριθμό των συνολικών προϊόντων που έχουν παραχθεί.

$$\text{Quality} = \text{Good Parts}/\text{Total parts}$$

Συνεχίζοντας το παραπάνω παράδειγμα, αν έχουν παραχθεί 140 μονάδες μέσα στη βάρδια των 8,5 ωρών πραγματικού χρόνου, και απο αυτά τα 140 τα 135 ήταν χωρίς ελαττώματα τότε η ποιότητα υπολογίζεται ως $135/140 = 0,96 = 96\%$

Αν σε αυτό υπολογίζουμε τον OEE αυτός θα είναι:

$$\text{OEE} = \text{Availability} * \text{Performance} * \text{Quality} = 85\% * 82\% * 96\% = 67\%$$

Με αυτό το αποτέλεσμα και βάσει της παραπάνω κατηγοριοποίησης του δείκτη, η γραμμή παραγωγής είναι σε καλά επίπεδα και μπορεί να βελτιωθεί.

Αναπτύσσοντας λίγο περισσότερο αυτή τη σκέψη θα ήταν καλό να αναφερθεί και ο δείκτης TEEP ο οποίος είναι δείκτης απόδοσης μια μηχανής, και είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με τον OEE. Ο δείκτης TEEP δείχνει την συνολική αποτελεσματικότητα ενός σταθμού εργασίας, και το πόσο αυτή μπορεί να αυξηθεί, λαμβάνοντας υπόψη τον OEE, και το συνολικό χρόνο στον οποίο τρέχει η παραγωγή. Ο δείκτης λαμβάνει υπόψη ακόμη έναν παράγοντα εκτός του OEE που είναι ο συνολικός χρόνος που η μηχανή έχει προγραμματιστεί να λειτουργεί σε σχέση με τον συνολικό χρόνο που είναι διαθέσιμη σε μια περίοδο.

$$\text{TEEP} = \text{OEE} * \text{Utilization}$$

$$\text{Utilization} = \text{Planned time}/\text{Total Time}$$

Συνεχίζοντας το παραπάνω παράδειγμα, ο ρυθμός χρήσης είναι για μια 10ωρη βάρδια, $10/24 = 0,42 = 42\%$, εφόσον ο ΟΕΕ είναι 67% τότε ο ΤΕΕΡ θα είναι $67\% * 42\% = 28\%$, δηλαδή ο σταθμός εργασίας είναι αποδοτικός κατα 28%. Πρόταση βελτίωσης θα μπορούσε να είναι να δημιουργηθούν 3 8ωρες βάρδιες. Αν η εταιρεία λειτουργεί 24/7 τότε ο ΤΕΕΡ είναι ίσος με τον ΟΕΕ. Με αυτούς τους δύο δείκτες η εικόνα που λαμβάνεται για την παραγωγή είναι πολύ ακριβής.

Ίσως ο μεγαλύτερος στόχος της εφαρμογής ενός προγράμματος ΟΕΕ είναι να μειωθούν ή να εξαλειφθούν οι πιο κοινές αιτίες απώλειας παραγωγικότητας που βασίζονται σε μηχανήματα ή εξοπλισμό, γνωστές ως έξι μεγάλες απώλειες. Αυτές οι έξι απώλειες που παρουσιάστηκαν πιο πάνω, αναλύονται στις τρεις κύριες κατηγορίες ΟΕΕ (διαθεσιμότητα, απόδοση και ποιότητα).

ΟΕΕ	6 Μεγάλες απώλειες
Availability Loss	Βλάβη στη μηχανή Setup και προσαρμογές στη μηχανή
Performance Loss	Μικροσταματήματα Μείωση της ταχύτητας
Quality Loss	Βλάβες διαδικασίας Μειωμένη απόδοση

Πίνακας 3: Κατηγοριοποίηση των 6 μεγάλων απωλειών

Αναλύοντας λίγο περισσότερο τα παραπάνω (Muchiri and Pintelon, 2008):

Availability Loss- Απώλειες στη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού:

- **Βλάβη εξοπλισμού (equipment failure):** Πρόκειται για βλάβες ή σταματήματα του εξοπλισμού, ο οποίος ενώ έχει προγραμματιστεί για παραγωγή, δεν λειτουργεί ή δεν παράγει, προκαλώντας προγραμματίστο χρόνο διακοπής λειτουργίας. Βλάβες μηχανών, προγραμματίστες στάσεις συντήρησης και αστοχία εργαλείων, απουσία χειριστή είναι κοινά παραδείγματα.
- **Ρύθμιση και προσαρμογές - προγραμματισμένα σταματήματα εξοπλισμού:** Πρόκειται για χρόνο διακοπής παραγωγής λόγω αλλαγών, προσαρμογών μηχανών και εργαλείων, προγραμματισμένης συντήρησης, επιθεωρήσεων και χρόνου

εγκατάσταση/προθέρμανσης. Άλλα παραδείγματα αυτής της κατηγορίας αποτελούν, το setup της μηχανής, μικροδιορθώσεις στη μηχανή με εργαλεία, καθαρισμός, προληπτική συντήρηση. Η μεγαλύτερη πηγή αυτής της κατηγορίας απώλειας παρόλαυτά είναι το setup της μηχανής και οι προσαρμογές, οι οποίες μπορούν να αντιμετωπιστούν μέσω της μεθοδολογίας του SMED (Single-Minute Exchange of Die) ή με μεγαλύτερες παρτίδες παραγωγής - λιγότερες παρτίδες σημαίνουν λιγότερες αλλαγές και άρα λιγότερες απώλειες.

Performance Loss - Απώλειες στην απόδοση

- **Μικροσταματήματα:** Συμβαίνουν όταν ο εξοπλισμός σταματά για σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτό μπορεί να προκληθεί από εμπλοκές, εμπόδια ροής, λάθος ρυθμίσεις. Αυτά τα ζητήματα συνήθως επιλύονται από τον χειριστή. Παραδείγματα αυτής της κατηγορίας είναι λανθασμένη τροφοδοσία μηχανής, μπλοκαρίσματα υλικών, λάθος ρυθμίσεις στη μηχανή, μπλοκαρισμένοι αισθητήρες, θέματα σχεδίασης μηχανής, ελλιπής καθαρισμός, εμποδισμένη ροή προϊόντος. Σε αυτή την κατηγορία συνήθως τοποθετούνται σταματήματα κάτω των 5 λεπτών. Για την επίλυση αυτής της κατηγορίας, είναι σημαντικό να εκπαιδευτούν οι χειριστές των γραμμών παραγωγής στην “Αυτόνομη Συντήρηση” έναντι από τους πυλώνες του TPM, ώστε να επιλύουν όσο περισσότερα από αυτά τα ζητήματα μπορούν. Επιπλέον σε αυτό είναι σημαντικό να ακολουθηθεί μια Root Cause Analysis (RCA) η οποία μπορεί να οδηγήσει στην πραγματική αιτία των μικροσταματημάτων αυτών και να επιλυθούν μόνιμα.
- **Μειωμένη ταχύτητα - αργοί κύκλοι:** Συμβαίνει όταν ο εξοπλισμός λειτουργεί με ταχύτητες μικρότερες από τον ιδανικό χρόνο κύκλου (ο ταχύτερος δυνατός χρόνος). Ο φθαρμένος ή κακοσυντηρημένος εξοπλισμός λόγω κακών πρακτικών λίπανσης, τα υποβαθμισμένα υλικά και οι κακές περιβαλλοντικές συνθήκες, οι καινούργιοι χειριστές είναι κοινές αιτίες μειωμένης ταχύτητας. Ένας τρόπος επίλυσης των αργών κύκλων είναι η εκπαίδευση των χειριστών να καθαρίζουν και να φροντίζουν τις μηχανές τους ώστε να λειτουργούν στις βέλτιστες συνθήκες.

Quality Loss - Απώλειες ποιότητας

- **Απορρίψεις Παραγωγής:** Αναφέρεται σε οποιοδήποτε ελαττωματικό εξάρτημα που παράγεται κατά τη διάρκεια σταθερής παραγωγής, συμπεριλαμβανομένων των απορριμμάτων και των εξαρτημάτων που μπορούν να υποστούν εκ νέου επεξεργασία. Οι λανθασμένες ρυθμίσεις του μηχανήματος και τα σφάλματα χειριστή ή εξοπλισμού είναι συνήθεις λόγοι για ελαττώματα της διαδικασίας. Το βασικό που πρέπει να αναλυθεί σε μια περίπτωση μεγάλου αριθμού ελαττωματικών προϊόντων είναι η παλαιότητα του εξοπλισμού.
- **Απορρίψεις Εκκίνησης μηχανής :** Η μειωμένη απόδοση αναφέρεται σε ελαττωματικά προϊόντα που παράγονται από την εκκίνηση της χρήσης του εξοπλισμού, σε περίπτωση νέας αγοράς ή αντικατάστασης του παλιού, μέχρι να επιτευχθεί σταθερή παραγωγή. Όπως και τα ελαττώματα της διαδικασίας, αυτό μπορεί να σημαίνει απώλειες και προϊόντα που μπορούν να επεξεργαστούν εκ νέου. Η μειωμένη απόδοση εμφανίζεται συνήθως μετά από αλλαγές, εσφαλμένες ρυθμίσεις και κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης του μηχανήματος. Βασικός τρόπος επίλυσης είναι, οι μικρές παρτίδες στην αρχή της χρήσης του εξοπλισμού και η μικρή ποικιλία. Στη συνέχεια μπορεί να αυξηθεί και η ποικιλία και οι παρτίδες.

2.5.2 Χρήση των 6 μεγάλων απωλειών στον ΟΕΕ

Οι 6 μεγάλες απώλειες είναι ένα πολύ σημαντικό στοιχείο για την βελτίωση του ΟΕΕ. Για το λόγο αυτό είναι πολύ σημαντικό να αναγνωριστούν ορθά και να καταγραφούν (EVOCON, Viktorija Trubaciute, 2020).

- Η μείωση των Απωλειών που έχουν να κάνουν με τη Διαθεσιμότητα, όσον αφορά τις απώλειες του εξοπλισμού ή τις εκκινήσεις προστατεύει την διεργασία αποπρογραμματίσιμα σταματήματα ή νεκρό χρόνο λειτουργίας της μηχανής.
- Η αναγνώριση απωλειών που αφορούν την απόδοση μπορούν να προλάβουν τα μικροσταματήματα και τους αργούς κύκλους παραγωγής.

- Τέλος μειώνοντας τις απώλειες στην ποιότητα, όσον αφορά και τα ελαττωματικά προϊόντα που παράγονται, μειώνονται οι πρώτες ύλες που σπαταλούνται για τη διαδικασία παραγωγής αυτών.

Έχουν τις ρίζες τους στο TPM, και μάλιστα ένας απο τους στόχους του TPM είναι η μείωση των 6 μεγάλων απωλειών.

Παρακάτω παραθέτονται προτάσεις για τη χρήση Κωδικών Αιτίας για κάθε απώλεια που προκύπτει στην παραγωγή καθώς και προτάσεις αντιμετώπισης κάθε απώλειας.

2.5.3 Απώλειες Διαθεσιμότητας

Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποιες οδηγίες για βελτιωτικές ενέργειες ανάλογα με την απώλεια που εμφανίζεται στην παρακολούθηση της παραγωγής.

Βλάβη στον εξοπλισμό:

- Χρήση μέχρι 25 κωδικούς αιτιών
- Χρήση κωδικού αιτίας με το όνομα “άλλη αιτία”, ο οποίος θα παρακολουθείται ώστε να μη ξεπερνάει το 10% των περιστατικών
- Είναι σημαντικό κάθε κωδικός να είναι αντιληπτός και ξεκάθαρος σε όλους
- Οι κωδικοί που δεν χρησιμοποιούνται πρέπει να αφαιρούνται

Είναι πολύ αποτελεσματικό επίσης να χρησιμοποιηθεί ο πυλώνας του TPM με το όνομα “Εστιασμένη Βελτίωση - Focused Improvement”. Σε αυτή τη διαδικασία, δημιουργείται μια ομάδα, πολυλειτουργική, απο χειριστές, συντηρητές, και αναλύεται μια συγκεκριμένη απώλεια. Σε αυτή αναλύεται το επίπεδο επηρεασμού αυτής στον ΟΕΕ μέσω της Ανάλυσης Root Cause ή των 5 Γιατι (5 whys). Μετά την ανάλυση αυτή πρέπει να ανανεώνονται και τα έγγραφα που έχουν αναπτυχθεί ως εκείνη την ώρα για να αποφευχθεί το ίδιο λάθος στο μέλλον.

Εκκίνηση και Προσαρμογές:

Στην κατηγορία αυτή τοποθετούνται όλα τα προγραμματισμένα σταματήματα, συμπεριλαμβανομένων και των προληπτικών συντηρήσεων, καθώς πολλές φορές

εκτελούνται και προγράμματα συντηρήσεων που ενδεχομένως να μη χρειάζονται. Είναι σημαντικό να συμφωνηθεί ο τρόπος μέτρησης του χρόνου εκκίνησης (setup). Συνήθως μετριέται ως ο χρόνος μεταξύ του τελευταίου καλού προϊόντος που παρήγαγε η μηχανή πριν το setup και του πρώτου καλού προϊόντος που παρήγαγε μετά το setup. Κάποιες εταιρείες επίσης χρησιμοποιούν και το χρόνο προθέρμανσης σε αυτό το χρόνο.

Για τη βελτίωση αυτής της απώλειας χρησιμοποιείται η μεθοδολογία του SMED – Single Minute Exchange of Die. Η μεθοδολογία SMED χρησιμοποιείται για την μείωση του χρόνου setup στις μηχανές. Ο στόχος είναι να μειωθεί ο χρόνος εκκίνησης κάτω από 10 λεπτά. Κάθε στοιχείο του setup αναλύεται έτσι ώστε να βρεθεί αν μπορεί **να διαχωριστεί** από το setup, ίσως να μεταφερθεί κατά τη διάρκεια της παραγωγής, να **μετατραπεί**, να αλλάξουν οι ρυθμίσεις του, ή **να γίνει πιο γρήγορο**. Κάποιες οδηγίες δίνονται παρακάτω:

- Κατά τη διαδικασία του setup είναι καλό να υπάρχουν δίπλα στη μηχανή όλα τα εργαλεία που απαιτούνται για αυτό
- Προετοιμασία εξαρτημάτων
- Μπορεί να γίνει αντικατάσταση των βιδών με μηχανισμούς γρήγορης αποδέσμευσης.

2.5.4 Απώλειες στην Απόδοση

Μικροσταματήματα και αργοί κύκλοι:

Οι αιτίες αυτών είναι πολύ διαφορετικές και για αυτό το λόγο διαχωρίζονται στο κομμάτι των απωλειών απόδοσης. Οι δύο αυτές απώλειες είναι και αυτές που είναι πιο δύσκολο από όλες να μετρηθούν καθώς χρειάζονται αισθητήρες στις μηχανές και software παρακολούθησης.

Ιδανικός Κύκλος Παραγωγής.

Οι ιδανικοί κύκλοι παραγωγής είναι σημαντικό να διαπιστωθούν. Είναι οι κύκλοι στους οποίους η μηχανή παράγει με την μέγιστη διαθέσιμη ταχύτητα για το συγκεκριμένο προϊόν. Δείγμα για αυτή την απώλεια αποτελεί ο δείκτης του OEE να ξεπερνά το 100%. Είναι σημαντικό να γίνει διερεύνηση των μοτίβων των σημαντικών απωλειών. Για

παράδειγμα μπορεί η μείωση της απόδοσης της μηχανής μπορεί να εμφανίζεται μετά από μια περιβαλλοντική αλλαγή, κατά τη διάρκεια συγκεκριμένης βάρδιας, μετά από αλλαγή ενός εξαρτήματος. Μόλις αναγνωριστεί το μοτίβο, στη συνέχεια πρέπει να εφαρμοστεί ένα Root Cause Analysis ή η ανάλυση των 5 Γιατί.

Προτάσεις βελτίωσης:

- Προγραμματισμός προληπτικής συντήρησης και λίπανσης μηχανών
- Εισαγωγή ενός προγράμματος 5S για να βελτιωθεί η κατάσταση του εξοπλισμού
- Εκπαίδευση των χειριστών στις σπάνια διαδικασίες της παραγωγής
- Βελτίωση της ακρίβειας των set-point του εξοπλισμού.

2.5.5 Απώλειες στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων

Ένας τρόπος μείωσης των απωλειών στην ποιότητα είναι η μείωση της ποικιλίας των προϊόντων. Είναι δύο οι προτάσεις για την περίπτωση αυτή, η πρώτη είναι ο έλεγχος των ρυθμίσεων της μηχανής και η δεύτερη είναι ο επανέλεγχος των υλικών αν είναι βελτιώσεις στις πρώτες ύλες βελτιώσει την ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Πλεονεκτήματα μέτρησης δείκτη OEE

Η εφαρμογή μιας συνολικής στρατηγικής αποτελεσματικότητας εξοπλισμού είναι ένα ισχυρό πλεονέκτημα για την επίτευξη των στόχων παραγωγής. Επιτρέπει μια προληπτική προσέγγιση, τροποποιώντας τις διαδικασίες παραγωγής σε πραγματικό χρόνο, μειώνοντας το χρόνο διακοπής λειτουργίας, μειώνοντας το κόστος, βελτιώνοντας την ποιότητα και αυξάνοντας την απόδοση. (Muchiri and Pintelon, 2008)(Melton, 2005)

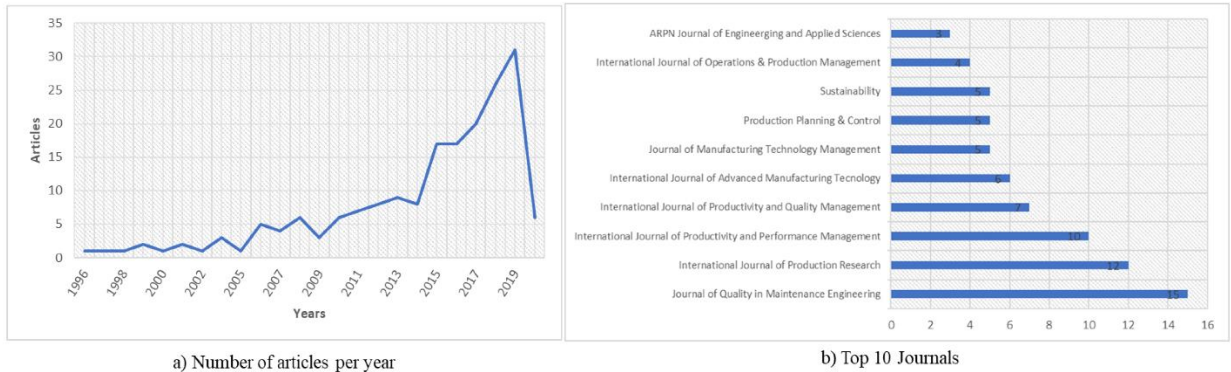
Κάποια οφέλη είναι:

1. **Απόδοση επένδυσης (ROI) για τον εξοπλισμό:** Οι εταιρείες επενδύουν σε μεγάλο βαθμό σε μηχανήματα, επομένως είναι σημαντικό να μεγιστοποιηθεί η απόδοση αυτής της επένδυσης.
2. **Αύξηση της ανταγωνιστικότητας:** Τα εργοστάσια προσπαθούν να μειώνουν τις απώλειες κατά την παραγωγή για να επιτύχουν τη μέγιστη ανταγωνιστικότητα. Η χρήση δεδομένων από μια αναφορά OEE βοηθά να εντοπιστούν σημεία συμφοράς ή αδυναμίες στην παραγωγή, επιτρέποντάς την άμεση δράση. Η

- ποιότητα και η ανταγωνιστικότητα πάνε χέρι-χέρι και η μέτρηση ποιότητας της ΟΕΕ μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό προβλημάτων στην παραγωγή που προκαλούν την ανακατασκευή προϊόντων
3. **Μείωση κόστους μηχανημάτων:** Με τον ΟΕΕ κατανοείται η πραγματική απόδοση μιας μηχανής στην παραγωγή. Έτσι υπάρχει η δυνατότητα να γίνει αντιληπτή η αποτελεσματικότητάς της. Μέσω της μέτρησης του δείκτη γίνονται επίσης αντιληπτές βλάβες που μπορεί να προκύψουν μελλοντικά. Έτσι μέσω της προληπτικής συντήρησης προλαβαίνεται κόστος σε βλάβες.
 4. **Μεγιστοποίηση της παραγωγικότητας του εργατικού δυναμικού:** Μέσω του ΟΕΕ, υπάρχει η δυνατότητα να γίνουν αντιληπτές οι διακοπές εργασίας από τον χειριστή. Έτσι μπορεί να γίνει αντιληπτό αν υπάρχει η ανάγκη για νέες θέσεις εργασίας επίσης.
 5. **Εύκολη οπτικοποίηση της απόδοσης:** Ο ΟΕΕ δίνει έμφαση στην οπτικοποίηση των δεδομένων. Έτσι μπορούν να τεκμηριωθούν τα πάντα όσον αφορά τις μηχανές που παρακολουθούνται.
 6. **Κοστολόγηση βάσει ΟΕΕ:** Ο ΟΕΕ έχει τη δυνατότητα να εκφραστεί όχι μόνο ως ποσοστό, αλλά και με χρήματα. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να γίνει καλύτερα κατανοητός από όλους στην εταιρεία, συμπεριλαμβανομένων των οικονομικών διαχειριστών, των ιδιοκτητών και των φορέων παραγωγής.

2.6 OEE case studies

Μέσω έρευνας στη βιβλιογραφία έχει βρεθεί ότι τα τελευταία χρόνια έχει γίνει εκτεταμένη αναφορά και έρευνα επάνω στον ΟΕΕ. Στο παρακάτω διάγραμμα, φαίνεται η αύξηση είναι ραγδαία.



Εικόνα: Αποτελέσματα έρευνας για τον OEE (Muchiri, P. and Pintelon, L., 2008)

Επιπλέον σε αυτό, έχει γίνει μια αναζήτηση στον παγκόσμιο ιστό στον οποίο έχουν βρεθεί τα παρακάτω αποτελέσματα:

- Δημοσιεύσεις που αφορούν τον δείκτη OEE το 2023: 1020
- Δημοσιεύσεις που αφορούν τον δείκτη OEE τα τελευταία 5 χρόνια: 16200
- Δημοσιεύσεις που αφορούν τον δείκτη OEE σε case study το 2023: 545
- Δημοσιεύσεις που αφορούν τον δείκτη OEE σε case study τα τελευταία 5 χρόνια: 9610

Έχουν παρουσιαστεί κάποιες μελέτες περίπτωσης στις παρακάτω κατηγορίες βιομηχανιών:

- Αύξηση του OEE στο εργοστάσιο του Παπουτσάνη (EVOCON, S.Vamvakas, 2022)
- Αυτοματοποιημένη γραμμή παραγωγής παγωτών (Tsarouhas, 2020)
- Γραμμή παραγωγής αναψυκτικών (Castro and Araujo, 2012)
- Αυτοκινητοβιομηχανίες (Gupta and Vardhan, 2016)
- Γραμμή παραγωγής με διεργασία υγρών (Jung et al., 2022)
- Βιομηχανίες λιπασμάτων (Tobe, Widhiyanuriyawan and Yuliati, 2018)
- Βιομηχανία χάρτου (Sayuti, 2019)
- Πλεκτήρια (Uddin, Sakaline and Khan, 2021)
- κ.α.

Δεν έχει δημοσιευθεί κανένα case study για τον OEE σε βιομηχανίες χυμών τα τελευταία 5 χρόνια. Ανταυτού υπάρχουν 44 δημοσιεύσεις case study για OEE σε βιομηχανίες αναψυκτικών το 2023 και 1450 που αφορούν μέτρηση OEE σε food industry.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την μελέτη περίπτωσης, η βιομηχανία στην οποία εκτελέστηκε η μελέτη περίπτωσης και κάποιες συγκρίσεις ΟΕΕ σε βιομηχανίες.

3.1 Ο Όμιλος CHB

Ο όμιλος CHB δραστηριοποιείται στη βιομηχανία φρέσκων φρούτων από το 1955 και πλέον αποτελεί τον μεγαλύτερο όμιλο επεξεργασίας φρούτων στην Ελλάδα. Σήμερα, η κύρια δραστηριότητα του Ομίλου είναι η επεξεργασία 15 διαφορετικών φρούτων από την ελληνική γη.

Ο Όμιλος CHB ξεκίνησε την επεξεργασία φρούτων στις αρχές της δεκαετίας του '70. Σήμερα, στα δύο ιδιόκτητα εργοστάσια που διαθέτει, τη BITOM A.B.E.E. στα Κουφάλια Θεσσαλονίκης και την Αφοί Ν. Χριστοδούλου Α.Ε. στο Ναύπλιο, επεξεργάζεται περισσότερους από 150.000 τόνους ελληνικών φρούτων ετησίως, μεταξύ των οποίων: πορτοκάλια, ροδάκινα, βερίκοκα, μήλα, αχλάδια, λεμόνια, ακτινίδια, σταφύλια, κεράσια, δαμάσκηνα, ρόδια, καρότα, γκρέιπφρουτ και άλλα. Από τα υψηλής ποιότητας φρούτα που επεξεργάζονται, παράγεται η παρακάτω γκάμα προϊόντων όπως:

- ✓ NFC & συμπυκνωμένοι χυμοί και πουρέδες φρούτων
- ✓ Κομπόστες φρούτων
- ✓ Βάσεις για χυμούς
- ✓ Μίγματα χυμών
- ✓ Φρουτοπαρασκευάσματα
- ✓ Εμφιαλωμένοι χυμοί

Τα παραπάνω παραγόμενα προϊόντα διατίθενται ως πρώτη ύλη στις βιομηχανίες εμφιάλωσης χυμών και αναψυκτικών, γαλακτοκομικών και παγωτού, παρασκευής μαρμελάδων, αλυσίδων σούπερ μάρκετ, σε βιομηχανίες αρωμάτων και σε εταιρείες που ανήκουν στον τομέα του HO.RE.CA, ως συνεργασία με επιχειρήσεις. Παράλληλα ο όμιλος έχει δημιουργήσει μια ετικέτα χυμών με το όνομα “Οικογένεια Χριστοδούλου” η

οποία θα εξεταστεί σε αυτή την μελέτη περίπτωσης και για το λόγο αυτό θα αναλυθεί περισσότερο ως γκάμα.

Αξίες της εταιρείας

Ο όμιλος ιδρύθηκε από τον Γιάννη και τον Μιχάλη Χριστοδούλου, με όραμα την δημιουργία χυμών με ποιότητα στη γεύση που θα φτάνουν στην πόρτα του καταναλωτή, τηρώντας τις αρχές της τιμιότητας, της ειλικρίνειας και της έρευνας (Οικογενεια Χριστοδουλου, 2017). Οι αξίες του ομίλου διαμορφώθηκαν στις εξής: Ήθος, Εμπιστοσύνη, Υπευθυνότητα, Ομαδική εργασία



Εικόνα 19: Η ίδρυση της εταιρείας Οικογένειας Χριστοδούλου, στο Ναυπλιο, 1955

Ιστορικά στοιχεία

Η εταιρεία ιδρύθηκε το 1955, ξεκινώντας με την τυποποίηση φρέσκων φρούτων για εξαγωγές, στην Αγία Τριάδα στο Ναυπλιο, από τον Γιάννη και τον Μιχάλη Χριστοδούλου. Το 1970 πρωτοπόρησε, δημιουργώντας μια μονάδα χυμοποίησης εγχώριων φρούτων,.



Εικόνα 20: Το μέγεθος της εταιρείας το 1970 στο Ναυπλιο

ΤΟ 2003, η διοίκηση της εταιρείας ανανεώθηκε με την ένταξη της 2ης γενιάς των αδελφών Χριστοδούλου, τον Νίκο, τον Γιώργο, τον Μιχάλη και τον Αλέξανδρο.



Εικόνα 21: Φωτογραφία της οικογένειας, με την 1η και τη 2η γενιά των αδελφών.

Το 2004 έγινε επέκταση της επιχείρησης, κατασκευάζοντας μια νέα εκσυγχρονισμένη μονάδα επεξεργασίας φρούτων στα Κουφάλια Θεσσαλονίκης.



Εικόνα 22: Το εργοστάσιο της εταιρείας Οικογένεια Χριστοδούλου στα Κουφάλια Θεσσαλονίκης, με την ονομασία BITOM.

Το 2008 έφτασαν στο επίπεδο να μπορούν να επεξεργάζονται 16 ελληνικά φρούτα, πορτοκάλι, ροδακίνο, αχλάδι, μήλο, ρόδι, κεράσι, βερίκοκο, δαμάσκηνο, σταφύλι, ακτινίδιο, γρειπ-φρουτ, μύρτιλο, φραγκόσυκο, καρότο, λεμόνι και γκότζι-μπέρι. Το 2010 έφεραν καινοτομία στην επεξεργασία του ροδιού, διατηρώντας τις ευεργετικές του ιδιότητες. Το 2011, δημιουργήθηκε το brand “Οικογένεια Χριστοδούλου” με εμφιαλωμένους φυσικούς και βιολογικούς χυμούς. Το 2022 δημιούργησαν τη νέα σειρά φυτικών ροφημάτων με 50% περισσότερο ασβέστιο απο το αγελαδινό γάλα.

Η γκάμα των προϊόντων της ετικέτας Οικογένεια Χριστοδούλου, περιλαμβάνει συσκευασίες 1 λίτρου, 2 λίτρων και 250ml:



Εικόνα 23: Η γκάμα φυσικών χυμων



Εικόνα 24: Η γκάμα των βιταμινούχων χυμών

- 8 είδη φυσικών χυμών,
 - Φυσικό χυμό μήλο, πορτοκάλι,καρότο
 - Φυσικό χυμό 9 φρούτων με 7 βιταμίνες
 - Φυσικό χυμό πορτοκάλι 100%
 - Φυσικό χυμό ρόδι, μήλο και καρότο
 - Φυσικό χυμό πορτοκάλι και ρόδι
 - Φυσικό χυμό με φρούτα απο την αργολίδα
 - Φυσικό χυμό σταφύλι, πορτοκάλι, καρότο
 - Φυσικό χυμό με 100% ρόδι
- 8 είδη απο βιταμινούχους χυμούς
 - Μήλο, πορτοκάλι και καρότο, με βιταμίνες A,C,E
 - 9 φρούτα, με 7 βιταμίνες
 - Βυσσινο με βιταμίνες C,D
 - Ρόδι,μπλούμπερι και ρασμπερι, με βιταμίνη C και Μαγνήσιο
 - Ροδάκινο με βιταμίνη C
 - Πορτοκάλι 100% με βιταμίνη C
 - Λεμόνι με βιταμίνη C
 - Μήλο με Σίδηρο και βιταμίνη C
- 3 Βιολογικούς χυμούς
 - Πορτοκάλι, μήλο, μπανάνα, μάνγκο και πάσσιον
 - Πορτοκάλι, μήλο και καρότο
 - Πορτοκάλι
- 2 φυτικά ροφήματα
 - Αμύγδαλο
 - Αμύγδαλο χωρίς ζαχαρη



Εικόνα 25: Τα φυτικά ροφήματα



Εικόνα 26: Οι βιολογικοί χυμοί

Εκτός της ετικέτας αυτής, η εταιρεία παράγει και χυμούς για ιδιωτικές ετικέτες, οι οποίες τοποθετούν τα δικά τους λογότυπα επάνω στους χυμούς. Κάποια επιπλέον προϊόντα της γκάμας του ομίλου είναι τα παρακάτω, τα κείμενα που περιγράφονται παρακάτω είναι από την ίδια τη σελίδα της εταιρείας:

- **Χυμοί και πουρέδες ταχείας ψύξης** - Πρόκειται για μια πρωτοποριακή σειρά μη παστεριωμένων χυμών και πουρέδων, που διατηρούν τις υψηλότερες διατροφικές και γευστικές αξίες των φρούτων. Είναι ό,τι πιο κοντά στο φρέσκο φρούτο και είναι ιδανικοί για χρήση σε χυμούς υπερύψηλης πίεσης (HPP), juice bar και πρωινό ξενοδοχείων.



Εικόνα 27: Χυμοί ταχείας ψύξης

- **Συμπυκνωμένοι χυμοί και πουρέδες φρούτων** - Οι συμπυκνωμένοι χυμοί φρούτων είναι η πιο συνηθισμένη και ευρέως εμπορεύσιμη μορφή χυμών στην αγορά. Παράγονται από χυμό φρούτων αφαιρώντας, μέσω εξάτμισης, την περιεκτικότητα του νερού, προσφέροντας έτσι πλεονεκτήματα αποθήκευσης και συντήρησης. Διατίθενται θολοί (cloudy) ή διαυγασμένοι (clear) συμπυκνωμένοι χυμοί. Οι πουρέδες φρούτων είναι πολτοποιημένα φρούτα, από τα οποία έχουν

αφαιρεθεί ο φλοιός και ο πυρήνας ή οι σπόροι, διατηρώντας όμως την αρχική γεύση και υφή των φρούτων. Είναι ιδανικοί για την παραγωγή χυμών, νέκταρ και smoothies. Διατίθενται single strength και συμπυκνωμένος πουρές φρούτων. Υπάρχουν 23 ποικιλίες



Εικόνα 28: Συμπυκνωμένοι πουρέδες φρούτων

- **Κομπόστα ροδάκινο** - όπως αναφέρουν στην ιστοσελίδα της εταιρείας “Μετατρέψαμε τα κονσερβοποιημένα ροδάκινα, ένα βασικό αγαθό της αγοράς, σε καινοτόμο προϊόν με προστιθέμενη αξία, χρησιμοποιώντας πρωτοποριακή τεχνολογία. Τα εγγάρακτα ροδάκινα αποτελούν την ιδανική διακόσμηση στη ζαχαροπλαστική, ενώ μπορούν να καταναλωθούν σκέτα στο σιρόπι τους, ως πρωινό ή σνακ”



Εικόνα 29: Κομπόστα ροδάκινο

- **NFC χυμοί και πουρέδες** - Χυμοί εξαιρετικής ποιότητας που παράγονται από φρέσκα φρούτα και παστεριώνονται αμέσως μετά την έκθλιψη τους. Οι ήπιες μέθοδοι επεξεργασίας εγγυώνται ότι οι βιταμίνες, τα ιχνοστοιχεία και τα αρώματα των προσεκτικά επιλεγμένων φρούτων παραμένουν αναλλοίωτα.



Εικόνα 30: NFC χυμοί

- **Βάσεις χυμών** - Οι βάσεις χυμών φρούτων είναι μια ολοκληρωμένη λύση που βελτιστοποιεί τη διαδικασία παραγωγής. Παράγονται από χυμούς φρούτων / μίγματα συμπυκνωμάτων και από άλλα δευτερεύοντα συστατικά. Προσφέρονται βάσεις χυμών για όλα τα είδη χυμών, νέκταρ και ποτών, ανάλογα τις απαιτήσεις της αγοράς, τις τρέχουσες τάσεις και τα προφίλ των καταναλωτών.. Οι βάσεις για ροφήματα παράγονται συνδυάζοντας πρώτη ύλη υψηλής ποιότητας και συστατικά που προσδίδουν προστιθέμενη αξία, όπως χυμοί, συμπυκνώματα, πουρέδες ή αρωματικές ύλες, προσφέροντας μια έτοιμη λύση στις βιομηχανίες εμφιάλωσης. Ο Όμιλος CHB διαθέτει εξειδικευμένη ομάδα Έρευνας & Ανάπτυξης, η οποία συνεργάζεται στενά με τους πελάτες για την ανάπτυξη εξατομικευμένων συνταγών, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της εκάστοτε αγοράς. Παρέχονται έτοιμες βάσεις και απλή συνταγή που μπορεί εύκολα να εμφιαλωθεί σε ένα γευστικό και

πετυχημένο

προϊόν.



Εικόνα 31: Στάδια έρευνας που ακολουθούνται από την εταιρεία

- **Μίγματα χυμών** - παρέχονται έτοιμα μίγματα και μίγματα προϊόντων για τη βιομηχανία ποτών και αναψυκτικών, χρησιμοποιώντας μόνο υψηλής ποιότητας πρώτες ύλες και εφαρμόζοντας προηγμένες τεχνολογίες.



Εικόνα 32: Μίγματα χυμών

- **Φρουτοπαρασκευάσματα και γεμίσεις** - Τα φρουτοπαρασκευάσματα χρησιμοποιούνται από βιομηχανίες γαλακτοκομικών προϊόντων, αρτοποιίας και παγωτού. Είναι ιδανικά για γαλακτοκομικά και μη-γαλακτομικά (φυτικά) προϊόντα και μπορούν να λάβουν διάφορες μορφές (κομμάτια φρούτων, πουρέδες και χυμοί). Τα φρουτοπαρασκευάσματα είναι κατάλληλα για τις ακόλουθες εφαρμογές: Γιαούρτι κλασικό, Γιαούρτι για παιδιά, Γιαούρτι με λιγότερη ζάχαρη, Λειτουργικό γιαούρτι, Φυτικό γιαούρτι, Πόσιμο Γιαούρτι, Κεφίρ, Laban



Εικόνα 33: Φρουτοπαρασκευάσματα

- **Βιολογικοί πουρέδες** - Προσφέρονται βιολογικοί πουρέδες φρούτων όπως ακτινίδιο, βερίκοκο και πορτοκάλι ιδανικούς για βιομηχανίες εμφιάλωσης χυμών & αναψυκτικών και παιδικών τροφών. Παράγονται επίσης βιολογικοί χυμοί και υποπροϊόντα αυτών, κυρίως από ελληνικά εσπεριδοειδή, όπως πορτοκάλια και λεμόνια.
- **Κύβοι φρούτων και καρποκύτταρα** - Τα ροδάκινα κόβονται με ειδική επεξεργασία σε κύβους και φέτες και τα συσκευάζουμε σε ασηπτική συσκευασία ώστε να διατηρήσουν αναλλοίωτα τα θρεπτικά συστατικά των φρούτων χωρίς καμία προσθήκη συντηρητικών. Είναι κατάλληλα για βιομηχανίες φρουτοπαρασκευασμάτων και εμφιάλωσης χυμών.
- **Αιθέραια έλαια εσπεριδοειδών** - χρησιμοποιούν τη διαδικασία της ψυχρής έκθλιψης για να ανακτήσουν τα αιθέρα έλαια που βρίσκονται στη φλούδα των εσπεριδοειδών.



Εικόνα 34: Αιθέραια Έλαια εσπεριδοειδών

Χαρακτηριστικό της εταιρείας, το οποίο και τονίζει είναι η επιλογή των προμηθευτών της, από καλλιεργητές οι οποίοι είναι εξειδικευμένοι σε ένα μόνο φρούτο, και έχουν μεγάλη εμπειρία σε αυτό.

Οι αγορές που εξυπηρετεί ο όμιλος είναι οι εξής:

- Αναψυκτικά
- Χυμοί
- Αρτοποιία & ζαχαροπλαστική
- Γαλακτοκομικά και μη γαλακτοκομικά προϊόντα
- HO.RE.CA
- Λιανική
- Παρασκευή Μαρμελάδων
- Βιολογικά Προϊόντα
- Αρώματα εσπεριδοειδών
- Μηλίτη

Αναλύονται λίγο περισσότερο τις πληροφορίες για τις δύο μονάδες παραγωγής στη συνέχεια, όπως ακριβώς αναφέρονται στην ιστοσελίδα της εταιρείας.

BITOM



Εικόνα 35: Το εργοστάσιο της BITOM στα Κουφάλια Θεσσαλονίκης

“Η BITOM ABEE βρίσκεται στα Κουφάλια Θεσσαλονίκης (3ο χλμ. Κουφαλίων - Προχώματος), στην καρδιά της παραγωγής των πιο εκλεκτών πυρηνόκαρπων φρούτων, με δυνατότητα επεξεργασίας 100.000 τόνων φρούτων ετησίως. Η κύρια δραστηριότητά της είναι η παραγωγή και η διάθεση κομπόστας φρούτων, πουρέ φρούτων, κύβων φρούτων και συμπυκνωμένων χυμών. Διαθέτει ειδικό εξοπλισμό για την εμφιάλωση διάφορων χυμών (συσκευασίες Tetra Pak και PET) και διαθέτει όλα τα απαραίτητα πιστοποιητικά για την παραγωγή και εμφιάλωση βιολογικών προϊόντων. Το εργοστάσιο παραγωγής έχει έκταση 35.000 τετραγωνικών μέτρων και βρίσκεται σε ιδιόκτητο χώρο έκτασης 110.000 τετραγωνικών μέτρων.”

ΑΦΟΙ Ν. ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ Α.Ε



Εικόνα 36: Εργοστάσιο στο Ναύπλιο

“Η ΑΦΟΙ Ν. ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ Α.Ε βρίσκεται στην Αγία Τριάδα, στο Ναύπλιο όπου καλλιεργείται ο κύριος όγκος, υψηλής ποιότητας, εσπεριδοειδών. Το εργοστάσιο έχει τη δυνατότητα να επεξεργάζεται πάνω από 100.000 τόνους φρούτων ετησίως. Οι εγκαταστάσεις του εργοστασίου περιλαμβάνουν τις κύριες γραμμές παραγωγής, όπου χρησιμοποιούνται τελευταίας τεχνολογίας εκχυμωτικά μηχανήματα FMC, καθώς και έναν

ξεχωριστό χώρο παρασκευής φρουτοπαρασκευασμάτων, τα οποία προορίζονται για γαλακτοκομικά προϊόντα, παγωτά και είδη αρτοποιίας. Το εργοστάσιο είναι εξοπλισμένο με ψυκτικούς χώρους αποθήκευσης για τους χυμούς εσπεριδοειδών (συμπυκνωμένων ή μη) καθώς και με ξηρούς αποθηκευτικούς χώρους. Το εργοστάσιο παραγωγής έχει έκταση 20.000 τετραγωνικών μέτρων σε ιδιόκτητο χώρο 70.000 τετραγωνικών μέτρων.”

Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη

Σημαντική είναι και η συνεισφορά της εταιρείας στο κοινωνικό περιβάλλον της χώρας, καθώς πραγματοποιεί δράσεις για διάφορες κοινωνικές ομάδες που έχουν ανάγκη. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η δωρεά 7500 ροφημάτων σε οικογένειες που έχουν ανάγκη, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 37: Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη, προς οικογένειες με ανάγκη, δωρεά 7500 φυτικών ροφημάτων. (Οικογένεια Χριστοδούλου, 2023)

Επιπλέον η υποστήριξη της δράσης ενημέρωσης για τον καρκίνο του μαστού, τον Οκτώβριο του 2022.



Εικόνα 38: Υποστήριξη της εκστρατείας ενημέρωσης για τον καρκίνο του μαστού, (Οικογένεια Χριστοδούλου, 2022)

Ακόμη μια δράση, αφορά την υποστήριξη της ομάδας με οπτική αναπηρία, μέσω ομαδικής συμμετοχής στον αγώνα Liberty Run στην Αθήνα, τον Οκτώβριο του 2022.

Επιπλέον η εταιρεία διατηρεί και ένα blog ενημερωτικό, στο οποίο παρουσιάζει συνταγές και ιδέες χρήσης των φρούτων στο σπίτι.

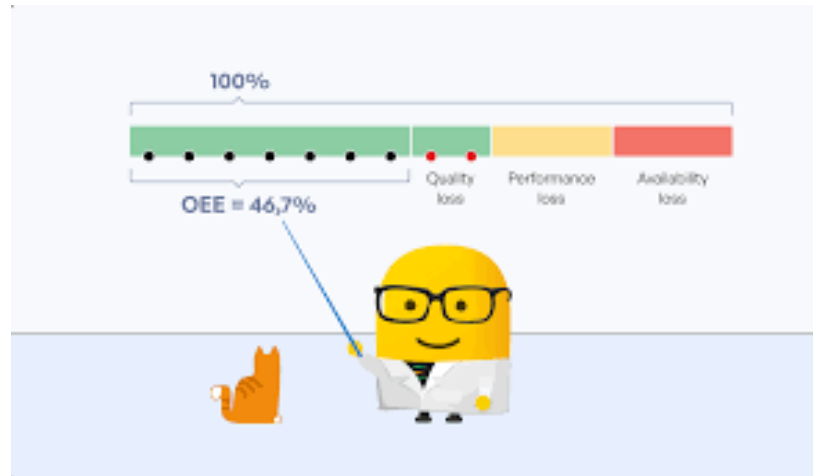
3.2 Λογισμικό μέτρησης ΟΕΕ EVOCON



Εικόνα 39: Λογότυπο της Evocon

Η Evocon είναι μια εταιρεία λογισμικού που ειδικεύεται στην παροχή λύσεων παρακολούθησης και βελτιστοποίησης της παραγωγής για βιομηχανίες. Το λογισμικό τους επιτρέπει στις βιομηχανίες να παρακολουθούν και να αναλύουν τις διαδικασίες παραγωγής

τους σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας πληροφορίες και δεδομένα που μπορούν να τους βοηθήσουν να βελτιστοποιήσουν τις λειτουργίες τους και να αυξήσουν την αποτελεσματικότητά τους.



Εικόνα 40: Μέτρηση του OEE απο τον Mr Evocon

Οι λύσεις της Evocon έχουν σχεδιαστεί για να είναι εύχρηστες και να ενσωματώνονται με τα υπάρχοντα συστήματα παραγωγής, διευκολύνοντας τις εταιρείες να αρχίσουν να χρησιμοποιούν το λογισμικό τους για να βελτιώσουν τις λειτουργίες τους. Η εταιρεία έχει την έδρα της στην Εσθονία και εξυπηρετεί πελάτες σε διάφορους κλάδους παγκοσμίως.

Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για τους οποίους ένα εργοστάσιο μπορεί να επιλέξει να χρησιμοποιήσει τις λύσεις παρακολούθησης και βελτιστοποίησης της παραγωγής της Evocon:

- **Παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο:** Το λογισμικό της Evocon παρέχει παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο των διαδικασιών παραγωγής, δίνοντας στους κατασκευαστές άμεσες πληροφορίες για τις δραστηριότητές τους και επιτρέποντάς τους να εντοπίζουν και να αντιμετωπίζουν γρήγορα προβλήματα.
- **Πληροφορίες που βασίζονται σε δεδομένα:** Με τη συλλογή και την ανάλυση δεδομένων παραγωγής, το λογισμικό της Evocon παρέχει στα εργοστάσια πληροφορίες που βασίζονται σε δεδομένα που μπορούν να τους βοηθήσουν να

βελτιστοποιήσουν τις διαδικασίες τους και να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητά τους.

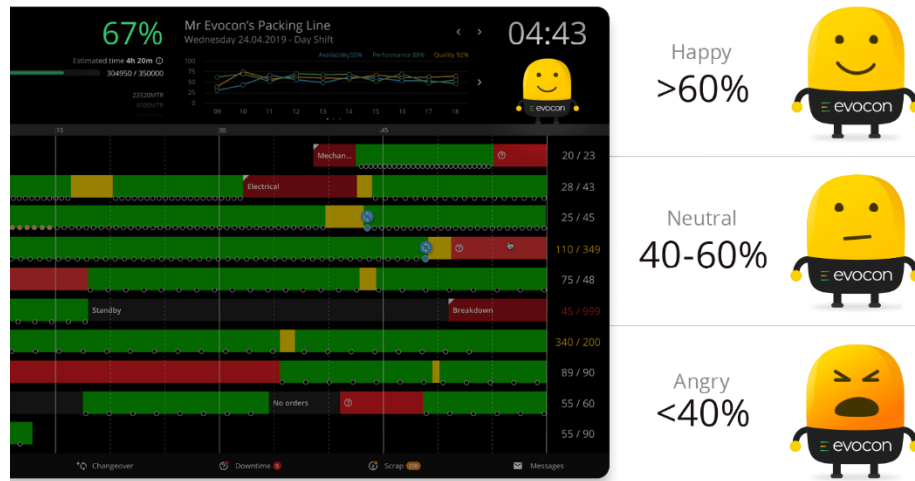
- **Εύκολη ενσωμάτωση:** Οι λύσεις της Evocon έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να είναι εύκολο να ενσωματωθούν με τα υπάρχοντα συστήματα παραγωγής, ελαχιστοποιώντας τις διακοπές στις λειτουργίες και καθιστώντας εύκολη την έναρξη χρήσης του λογισμικού τους.
- **Φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον εργασίας:** Το λογισμικό της Evocon έχει σχεδιαστεί με ένα φιλικό user interface, το οποίο διευκολύνει τους χειριστές και τους διαχειριστές να χρησιμοποιούν και να κατανοούν τα δεδομένα που παρέχονται.
- **Scalable:** Οι λύσεις της Evocon είναι επεκτάσιμες, που σημαίνει ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν από εταιρείες όλων των μεγεθών, από μικρές βιομηχανίες έως μεγάλες επιχειρήσεις.

Συνολικά, οι λύσεις παρακολούθησης και βελτιστοποίησης της παραγωγής της Evocon προσφέρουν στα εργοστάσια ένα ισχυρό εργαλείο για να βελτιώσουν τις λειτουργίες τους, να αυξήσουν την αποδοτικότητα και να παραμείνουν ανταγωνιστικοί στο σημερινό περιβάλλον με γρήγορους ρυθμούς παραγωγής.

Η εταιρεία ιδρύθηκε το 2010, στην Εσθονία, όσο ένας απο τους ιδρυτές της εργαζόταν ως μηχανικός διεργασίας, σε ένα εργοστάσιο. Τα προϊόντα της εταιρείας είχαν μεγάλη ζήτηση, το εργοστάσιο ήταν ανοιχτό 24/7, αλλά δεν μπορούσε και πάλι να ικανοποιήσει τη ζήτηση των πελατών. Επιπλέον ήταν δύσκολη η αύξηση της παραγωγής. Χωρίς να έχουν μια καθαρή εικόνα των προβλημάτων της εταιρείας, ήταν δύσκολο να μπορούν να βρουν και μια καλή λύση, και αυτό είχε ως αντίκτυπο το τεταμένο περιβάλλον στους εργαζόμενους. Ήταν εμφανές ότι έπρεπε να έχουν μια σωστή πληροφόρηση για να μπορέσουν αρχικά να αντιληφθούν τα προβλήματα και στη συνέχεια να τα επιλύσουν. Έτσι γεννήθηκε η ιδέα του evocon.

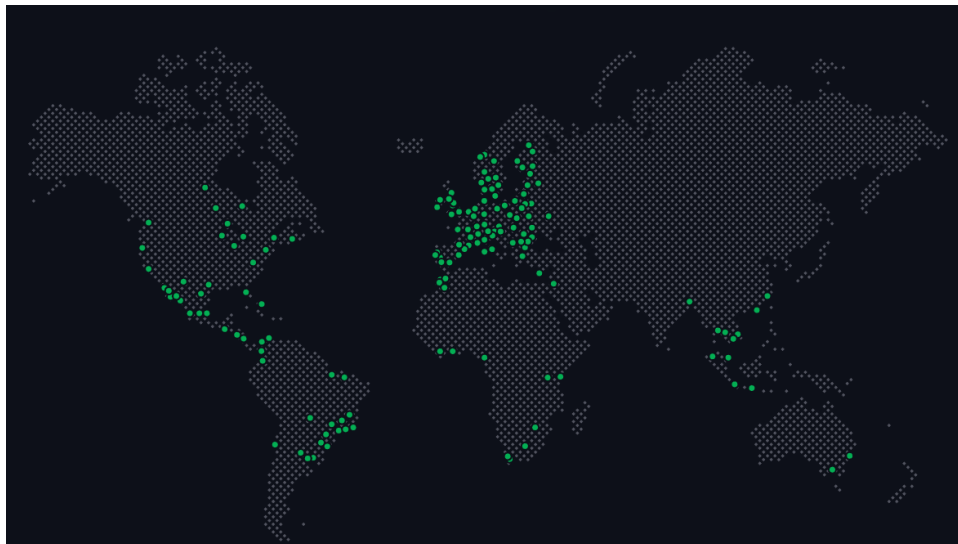
Η Evocon σε όλη την προώθηση της εταιρείας έχει χρησιμοποιήσει τον Mr Evocon, μια κίτρινη φιγούρα που σκοπό έχει την υποστήριξη στην καλή πορεία της παραγωγής. Αν είναι χαρούμενος, τα πράγματα πάνε καλά, αν είναι στεναχωρημένος, χρειάζονται

βελτιώσεις. Ο λόγος της υιοθεσίας αυτής της φιγούρας έχει να κάνει με την βελτίωση της ενασχόλησης των χειριστών της παραγωγής με το Evocon.



Εικόνα 41: Ο Mr Evocon, και οι αντιδράσεις του ανάλογα με την πορεία της παραγωγής.

Στην επόμενη εικόνα φαίνονται οι εγκαταστάσεις του Evocon παγκοσμίως, ενώ στην Ελλάδα μόνο έχει 4 χρόνια παρουσίας, εγκατάσταση σε 105 εργοστάσια και σε 625 γραμμές παραγωγής.

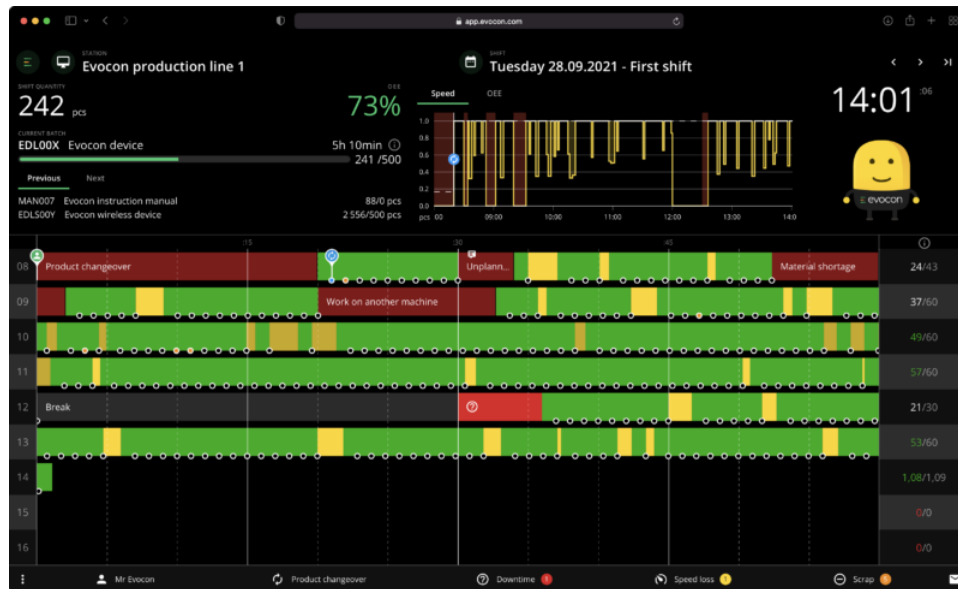


Εικόνα 42: Οι εγκαταστάσεις του evoccon παγκοσμίως

Χαρακτηριστικά του EVOCON

Τα βασικά χαρακτηριστικά του enocon θα παρουσιαστούν με τη μορφή εικόνων, για διευκόλυνση της κατανόησης.

1. Παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της παραγωγής και των βαρδιών



Εικόνα 43: Οθόνη Παρακολούθησης βάρδιας στο enocon

Οθόνη παρακολούθησης βάρδιας, μέσω της οποίας μπορεί να γίνει παρακολούθηση, και ανάλυση της απόδοσης όλων των βαρδιών της παραγωγής σε διαφορετικές ημερομηνίες, σταθμούς, εργοστάσια και χώρες. Η ανάλυση γίνεται ωριαία. Ένα άλλο πλεονέκτημα αυτής της οθόνης είναι ότι φαίνεται όταν η μηχανή είναι εκτός λειτουργίας, λειτουργεί με μικρότερη ταχύτητα ή παράγει ελαττωματικά προϊόντα.

2. Ένα συνολικό dashboard παρακολούθησης του OEE για όλες τις γραμμές παραγωγής.



Εικόνα 44: Οθόνη dashboard Evocon

Το dashboard αυτό έχει πολλά και διαφορετικά widget που μπορεί να προσθέσει κάποιος χρήστης ώστε να παρακολουθεί τα δεδομένα της παραγωγής. Ο στόχος είναι να δώσει δεδομένα τα οποία μπορούν να υποστηρίξουν αποφάσεις. Η συγκεκριμένη οθόνη προτείνεται να τοποθετηθεί και σε οθόνη στον χώρο της παραγωγής, για να δείχνει την κατάσταση της παραγωγής.

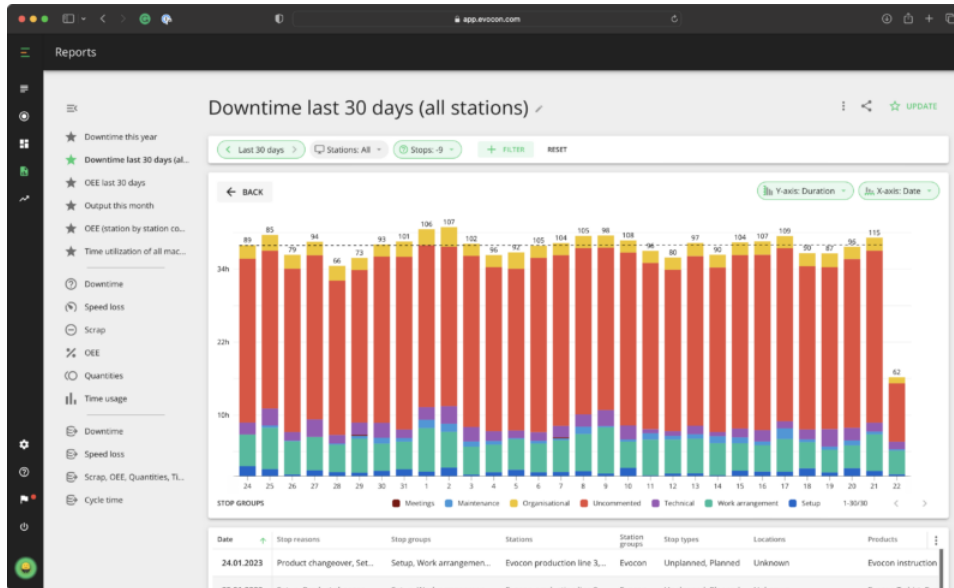
3. Μέτρηση των σταματημάτων στην παραγωγή (Factory Overview)



Εικόνα 45: Οθόνη παρακολούθησης Εργοστασίου στο Evocon

Χρησιμοποιώντας το “Shift View” δηλαδή την πραγματική εικόνα μιας γραμμής παραγωγής, υπάρχει η δυνατότητα να παρακολουθηθεί η πραγματική κατάσταση αυτής τις τελευταίες ώρες.

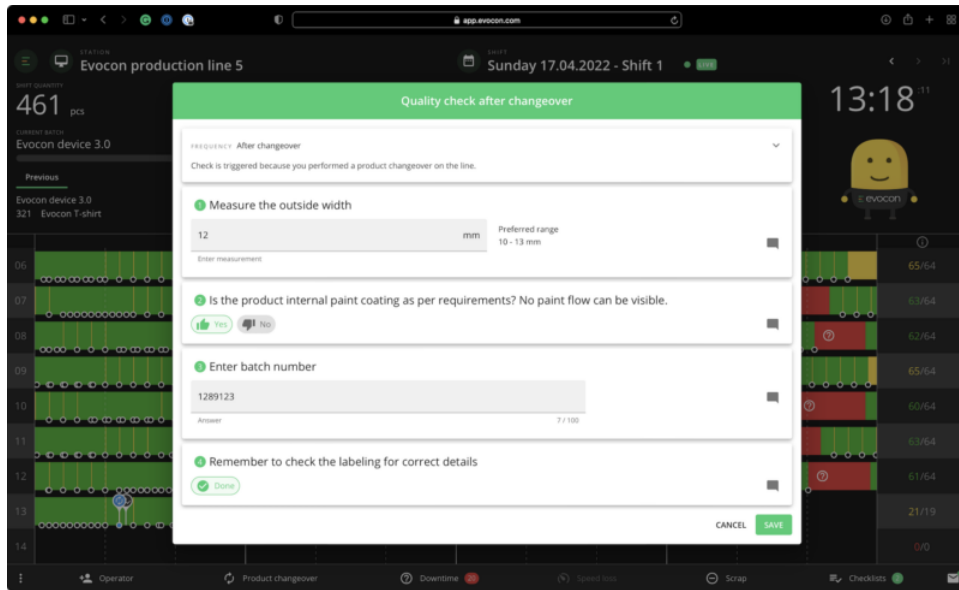
4. Μέτρηση της αποδοτικότητας της παραγωγής - αναφορές



Εικόνα 46: Οθόνη παρακολούθησης αναφορών στο Evocon

Υπάρχουν πολλές αναφορές που αφορούν την παραγωγή στο evoccon, ώστε ο κάθε χρήστης να μπορεί να αξιοποιήσει αυτή που είναι πιο κατάλληλη για τον ίδιο. Κάποιες από τις αναφορές είναι: OEE, Downtime -ο χρόνος που δε λειτουργεί η μηχανή, Απώλειες ταχύτητας στη μηχανή, ποιότητα, χρόνος που η μηχανή χρησιμοποιείται, ποσότητες παραγόμενων προϊόντων. Οι αναφορές δίνουν τη δυνατότητα στο χρήστη να εντοπίσει τις μεγαλύτερες απώλειες και να σκεφτεί βελτιωτικές ενέργειες.

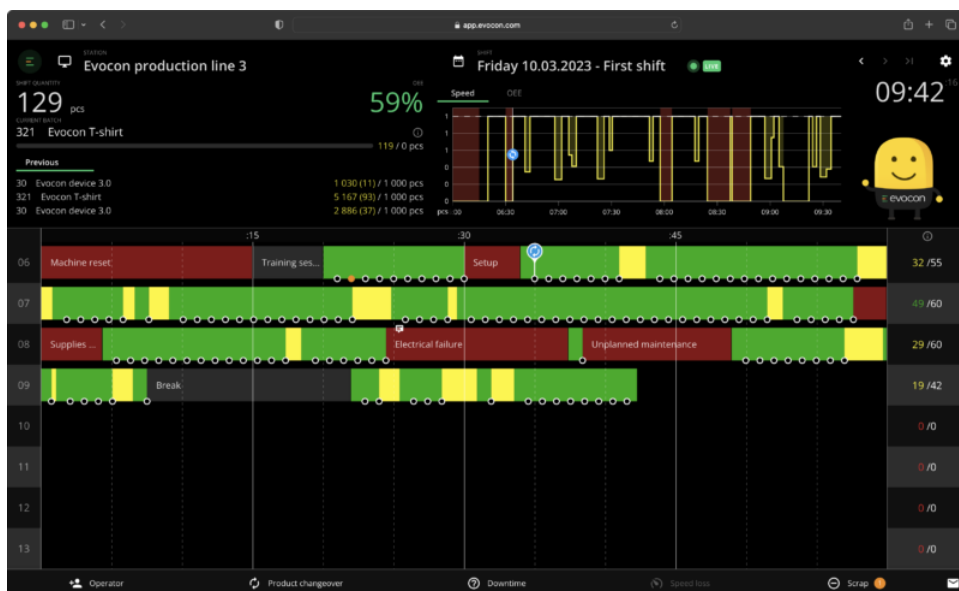
5. Βελτίωση της ποιότητας και της αξιοπιστίας των μηχανών



Εικόνα 47: Οθόνη ελέγχου ποιότητας ανά βάρδια

Με το χαρακτηριστικό που αφορά τους ελέγχους συντήρησης και ποιότητας, ο χρήστης μπορεί να αυτοματοποιήσει τις ενέργειες που σχετίζονται με τους ελέγχους.

6. Παρακολούθηση και ανάλυση του χρόνου διακοπής λειτουργίας του μηχανήματος



Εικόνα 48: Προβολή βάρδιας

Μετρώντας τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας της μηχανής, ο χρήστης μπορεί να ψάξει τις αιτίες για τις οποίες η μηχανή δε λειτουργεί. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα παρουσίασης των ιστορικών δεδομένων για κάθε μηχανή. Τέλος στην κατηγορία αυτή υπάρχουν και ειδοποιήσεις τις οποίες μπορεί να δημιουργήσει ένας χρήστης.

Πλεονεκτήματα με τη χρήση του Enocon πέραν του OEE

- Προγραμματισμός παραγωγής στηριζόμενος σε δεδομένα
- Υποστήριξη στην μετάβαση απο την πυροσβεστική συντήρηση στην προληπτική
- Μπορούν να εμπλακούν όλοι οι χειριστές και οι συντηρητές
- Εύκολο εργαλείο για benchmarking - συγκρίσεις μεταξύ των γραμμών παραγωγής και των εργοστασίων της εταιρείας.

Επιπλέον στο ίδιο το software η εταιρεία έχει αναπτύξει μια βιβλιοθήκη εκπαιδευτικών άρθρων τα οποία εκπαιδεύουν τους χρήστες στο OEE και τις δυνατές ενέργειες για την βελτίωσή του. Επιπλέον έχει έναν OEE Calculator ο οποίος κάνει μέτρηση του OEE της γραμμής παραγωγής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Μελέτη Περίπτωσης για το εργοστάσιο της BITOM στα Κουφάλια Θεσσαλονίκης.

Δεδομένα

Το εργοστάσιο της BITOM είναι ένα απο τα δύο εργοστάσια της εταιρείας, τα οποία λειτουργούν στην Ελλάδα. Το εργοστάσιο της BITOM επεξεργάζεται ετησίως 100.000 τόνους φρούτων. Η κύρια δραστηριότητά της είναι η παραγωγή και η διάθεση κομπόστας φρούτων, πουρέ φρούτων, κύβων φρούτων και συμπυκνωμένων χυμών. Διαθέτει ειδικό εξοπλισμό για την εμφιάλωση διάφορων χυμών (συσκευασίες TetraPak και PET) και διαθέτει όλα τα απαραίτητα πιστοποιητικά για την παραγωγή και εμφιάλωση βιολογικών προϊόντων. Το εργοστάσιο παραγωγής έχει έκταση 35.000 τετραγωνικών μέτρων και βρίσκεται σε ιδιόκτητο χώρο έκτασης 110.000 τετραγωνικών μέτρων, όπως περιγράφουν στην ιστοσελίδα της εταιρείας.

Τμήμα Εμφιάλωσης

Στην BITOM, λειτουργεί εκτός άλλων μια μονάδα εμφιάλωσης των χυμών η οποία αποτελείται απο τις εξής 3 γραμμές παραγωγής.

- Μια γραμμή PET, που αφορά τις πλαστικές συσκευασίες
- Μια γραμμή TETRAPACK, 250mL
- Μια γραμμή TETRAPACK, του 1L

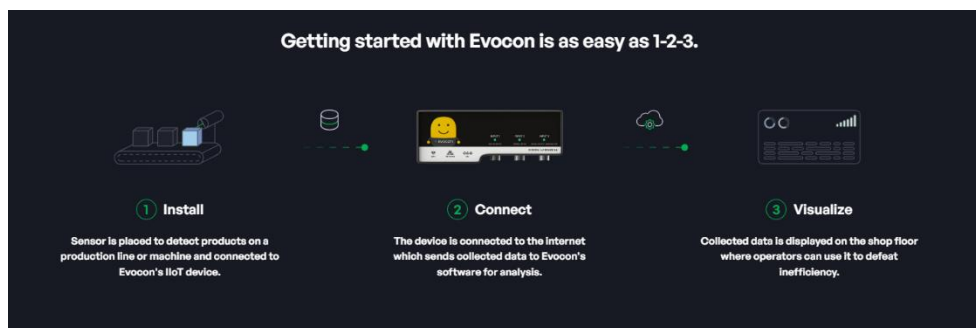
Σαν πρώτες υλες οι μηχανές χρησιμοποιούν οι μεν tetrapack χαρτί και αυτοκόλλητες ετικέτες ενώ οι PET μια πλαστική φιάλη η οποία μετατρέπεται σε μπουκάλι.

Το εργοστάσιο λειτουργεί 5 ημέρες την εβδομάδα, στο τέλος της βάρδιας την Παρασκευή, σβήνουν οι μηχανές και ξαναξεκινούν την Δευτέρα με την πρώτη βάρδια.

4.2 Συλλογή δεδομένων απο τις μηχανές συσκευασίας

Το εργοστάσιο έκανε εγκατάσταση του EVOCON στις αρχές του 2022. Η συλλογή δεδομένων στο EVOCON γίνεται μέσω hardware το οποίο εγκαθίσταται στις μηχανές, και οι οποίες δίνουν δεδομένα προς το λογισμικό. Συγκεκριμένα η συνδεσμολογία για τη συλλογή δεδομένων είναι η ακόλουθη:

1. **Εγκατάσταση 2 αισθητήρων σε μια μηχανή** - Στο πρώτο βήμα, εγκαθίσταται ένας αισθητήρας για την ψηφιοποίηση της συλλογής δεδομένων και ένας αισθητήρας για τη μέτρηση των απορίψεων. Ο πρώτος αισθητήρας τοποθετείται για να ανιχνεύει προϊόντα σε γραμμή παραγωγής ή μηχανή.
2. **Σύνδεση Hardware** - Μόλις εγκατασταθεί ο αισθητήρας, το μόνο που χρειάζεται να γίνει είναι να συνδεθεί στη συσκευή Evocon IIoT. Δεδομένου ότι το Evocon είναι μια λύση που βασίζεται σε cloud, θα πρέπει επίσης να υπάρχει σύνδεση στο Διαδίκτυο χρησιμοποιώντας είτε Ethernet είτε Wi-Fi. Τέλος, τροφοδοτείται η συσκευή IIoT.
3. **Εμφάνιση δεδομένων σε dashboard** - Μόλις ρέουν τα δεδομένα, θα χρειαστεί να γίνει εγκατάσταση μιας οθόνης για την οπτικοποίηση των δεδομένων. Αυτό μπορεί να είναι υπολογιστής, tablet ή τηλεόραση. Τα δεδομένα που συλλέγονται εμφανίζονται στη συνέχεια στο χώρο παραγωγής, όπου οι χειριστές μπορούν να καταγράφουν τους λόγους για τις διακοπές και να λαμβάνουν σχόλια σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την απόδοση της παραγωγής

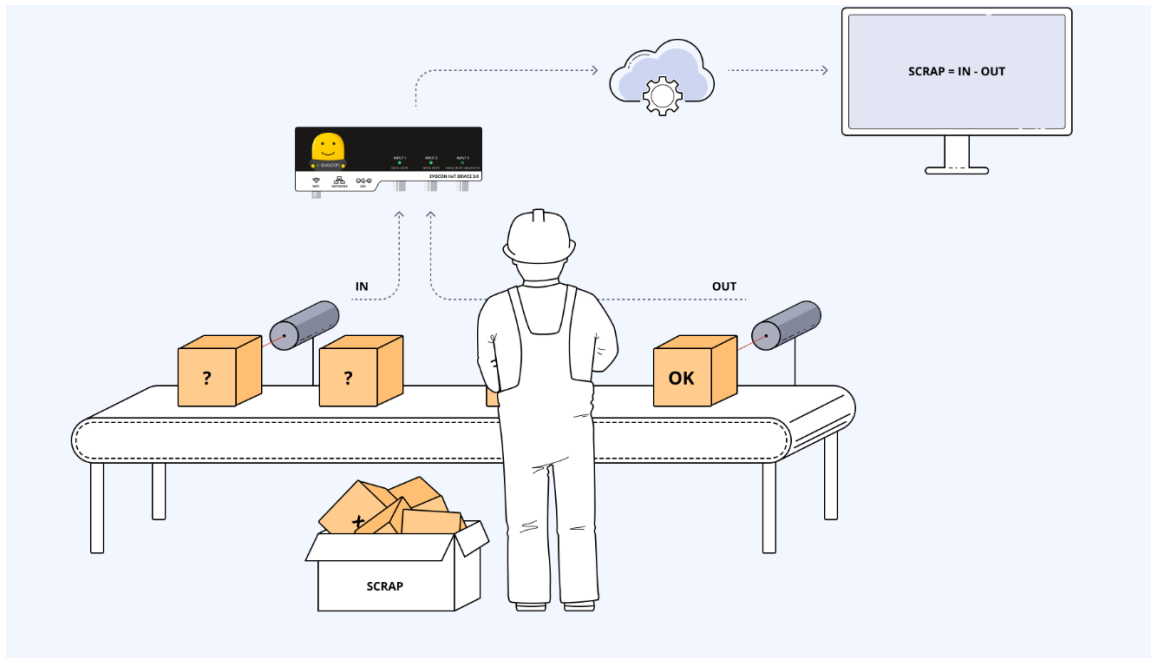


Εικόνα 49: Τρόπος εγκατάστασης EVOCON, σε μια μηχανή στην παραγωγή,(EVOCON, 2023)

Τρόποι παρακολούθησης της παραγωγής με το Evocon -Αισθητήρες

Ο πιο δημοφιλής τρόπος της παρακολούθησης της παραγωγής στο evocoon είναι η μέτρηση αριθμού προϊόντων, τεμαχίων και κουτιών. Ακόμη, το σύστημα μπορεί να μετρήσει και βάρος, μήκος ή όγκο και να παρακολουθήσει το χρόνο λειτουργίας της μηχανής. Αν υπάρχει CNC μηχανή επίσης μπορεί η επιχείρηση να μετρά είτε προϊόντα είτε χρόνο. Πως θα ξέρει η εταιρεία τι είναι καλύτερο να μετρά;

Η μέτρηση προϊόντων είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος για την παρακολούθηση της παραγωγής, του OEE και του νεκρού χρόνου της μηχανής-downtime. Για παράδειγμα αυτός ο τρόπος είναι συνηθισμένος σε γραμμή συσκευασίας μπουκαλιών, όπου γίνεται μέτρηση μπουκαλιών χρησιμοποιώντας αισθητήρες.



Εικόνα 50: Μέτρηση αριθμού μπουκαλιών απο αισθητήρα και μετατροπή αυτού σε σήμα για το evocoon.

Ένα τεμάχιο ή προϊόν όταν κινείται μπροστά απο έναν αισθητήρα, δημιουργεί ένα σήμα, και η συσκευή του Evocon IIOT (Industrial Internet of Things) το καταγράφει. Η συσκευή στη συνέχεια στέλνει σήμα στο σέρβερ για επεξεργασία. Στη συνέχεια το σύστημα εκθέτει τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο στην οθόνη όπου υπάρχει το evocoon.

Ο παραπάνω τρόπος που περιεγράφηκε, ταιριάζει στη μαζική παραγωγή, μεγάλες ποσότητες συγκεκριμένων προϊόντων. Όμως τι γίνεται αν η παραγωγή δεν είναι συνεχής αλλά σε γκρουπ;

Υπάρχει η δυνατότητα της παρακολούθησης γκρουπ προϊόντων με τον ίδιο τρόπο όπως και τα μεμονωμένα προϊόντα, και τα σήματα τα οποία παράγονται θα μετατρέπονται στον σωστό αριθμό προϊόντων. Για παράδειγμα, αν σε ένα κουτί που περνάει από τον αισθητήρα υπάρχουν μέσα 6 τεμάχια, θα κάνει τη μετατροπή του σήματος ώστε να αντιπροσωπεύει 6 προϊόντα. Επίσης το ίδιο γίνεται και αν αντί για αριθμούς είναι σημαντική η παρακολούθηση σε μονάδες πχ κιλά.

Τι γίνεται αν πρέπει να γίνει μέτρηση της ποσότητας του υγρού που περιέχεται σε ένα προϊόν ή το μήκος του; Αυτό γίνεται αν ως αισθητήρας χρησιμοποιηθεί περιστροφικός κωδικοποιητής, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

Επίσης μπορεί να γίνει και μέτρηση ποσότητας υγρού, χρησιμοποιώντας έναν μετρητή ροής, καθώς αυτό κινείται μέσα σε έναν σωλήνα. Επιπλέον αν το υγρό είναι συσκευασμένο σε δοχεία ή σε μπουκάλια τότε μπορεί να μπει ένας αισθητήρας και να γίνει μετατροπή του σήματος από νούμερα σε μονάδες όγκου.

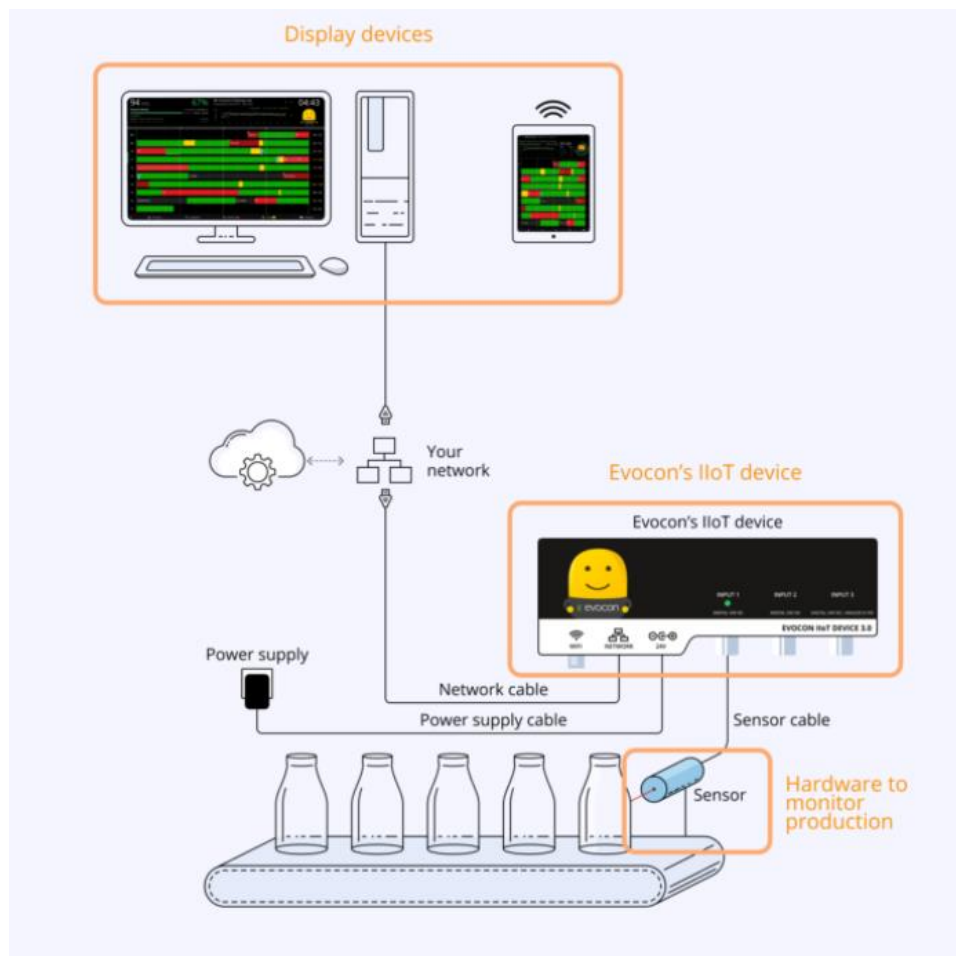
Αν απαιτείται η μέτρηση του χρόνου λειτουργίας μιας μηχανής, τότε το evoccon μπορεί να συνδεθεί κατευθείαν με τη μηχανή (με ένα Andon light, ένα φως ένδειξης της κατάστασης ή ένα plc) και να καθορίζει αυτό πόσο χρόνο λειτουργεί η μηχανή. Αν επίσης η μηχανή αδυνατεί να κάνει κάτι τέτοιο, τότε μπορεί να γίνει απλή τοποθέτηση ενός κουμπιού και να γίνεται χειροκίνητα η ενημέρωση.

Αν υπάρχει CNC μηχανή (Computerized Numerical Control - μια μηχανή ρομποτική, που κάνει κάποιες συγκεκριμένες ακριβείς κινήσεις) υπάρχει η δυνατότητα μέτρησης του χρόνου λειτουργίας, του αριθμού προϊόντων που παράγει και άμεσα να αναλυθεί η επίδοσή του.

Όταν αποφασιστεί ο τρόπος παρακολούθησης της παραγωγής, η ίδια η Evoccon στέλνει τους αισθητήρες και όλο το hardware που απαιτείται, την συσκευή Evoccon IOT και ίσως κάποια κεραία, στην εταιρεία πελάτη.

Το hardware που απαιτείται στην εταιρεία για να λειτουργήσει οπότε το Evocon είναι:

1. Οθόνη για την παρακολούθηση της παραγωγής
2. Η συσκευή EVOCON IIOT
3. Hardware για τη λήψη των δεδομένων από τις μηχανές:
 - a. Αισθητήρες
 - b. Plc
 - c. Κεραία
 - d. Διαμεσολαβητές ιντερνετ



Εικόνα 51: Η συνδεσμολογία που χρησιμοποιεί το Evocon

Στη συνέχεια η εταιρεία, δίνει λεπτομερείς οδηγίες για το πως γίνεται η εγκατάσταση του enocon στην εταιρεία. Τα βήματα σε γενικά πλαίσια είναι:

1. Εγκατάσταση του hardware
2. Δημιουργία της σύνδεσης Ιντερνετ
3. Ρύθμιση του Enocon

Συσκευή Enocon ΠΟΤ

Η συσκευή έχει 3 εισόδους, αυτό σημαίνει ότι μπορεί να λάβει δεδομένα απο 3 διαφορετικές μηχανές.

Παρακολούθηση της ποιότητας της παραγωγής

Υπάρχουν 4 βασικοί τρόποι στο enocon για τη μέτρηση της ποιότητας.

1. **Μέτρηση εισερχομένων στη μηχανή και εξερχόμενων με αισθητήρες, στη συνέχεια μέτρηση της διαφοράς, για την μέτρηση των ελαττωματικών προϊόντων (scrap).** Αυτό απαιτεί 2 αισθητήρες για να λειτουργήσει, ώστε το enocon να διαβάσει τη διαφορά μεταξύ του εξερχόμενου και του εισερχόμενου. Η μέθοδος αυτή συνήθως χρησιμοποιείται όταν ένας άνθρωπος πραγματοποιεί τις επιθεωρήσεις ποιότητας ως τώρα.
2. **Παρακολούθηση της ποιότητας με αισθητήρες.** Τα ελαττωματικά προϊόντα μετριοούνται με έναν αισθητήρα. Στην περίπτωση που υπάρχουν περισσότερα απο ένα σημεία ελέγχου ποιότητας, το κάθε ένα απο αυτά χρειάζεται έναν αισθητήρα. Το σύστημα προσθέτει όλα τα σήματα απο τα σημεία ελέγχου για να δώσει την ποσότητα των ελαττωματικών προϊόντων. Αυτή η μέθοδος είναι καλή όταν υπάρχει η δυνατότητα διαπίστωσης ελαττωματικού προϊόντος απο αισθητήρα.
3. **Χρήση δεδομένων ποιότητας για την παραγωγή απο ήδη συλλεγόμενα στοιχεία.** Συνήθως αυτό αναφέρεται σε σύγχρονο εξοπλισμό που μέσω ρυθμίσεων μπορεί να διαχωρίσει τα ελαττωματικά προϊόντα απο τα καλά.
4. **Εισαγωγή ελαττωματικών προϊόντων χειροκίνητα.** Υπάρχουν 2 τρόποι και πάλι. Ο πρώτος τρόπος έχει να κάνει με την χειροκίνητη εισαγωγή της ποσότητας του ελαττωματικού προϊόντος μέσα στο Enocon απευθείας. Ο Δεύτερος τρόπος έχει να κάνει με την πίεση ενός κουμπιού απο τους χειριστές της μηχανής όταν αντιληφθούν ένα ελαττωματικό προϊόν.

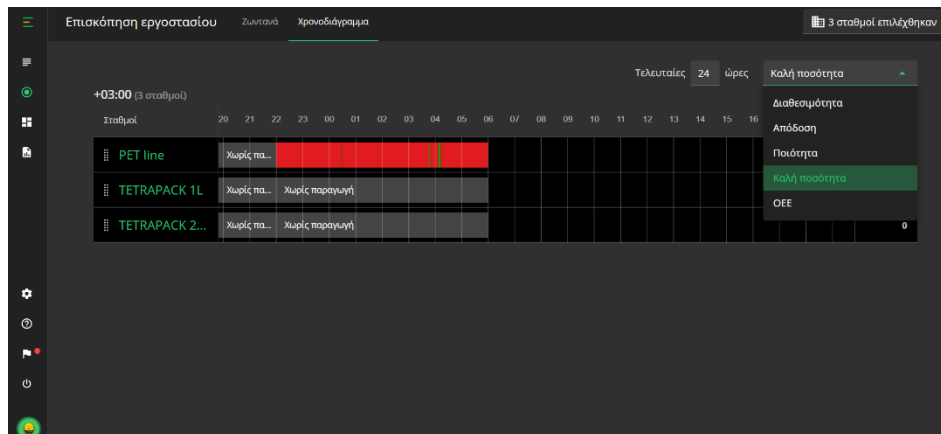
Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποια δεδομένα και κάποιες εικόνες μέσα απο το λογισμικό για το εργοστάσιο της BITOM.

4.3 Χρήση του λογισμικού EVOCON από το εργοστάσιο της BITOM

Στην ενότητα αυτή θα εξηγηθούν κάποιες βασικές οθόνες του EVOCON και πως αυτές αξιοποιούνται απο την BITOM για την ανάλυση των δεδομένων τους. Στο dashboard που αναφέρεται παρακάτω αλλά και στις απλές αναφορές, το διάστημα το οποίο εξετάζεται είναι 1/4/2022 με 1/4/2023.

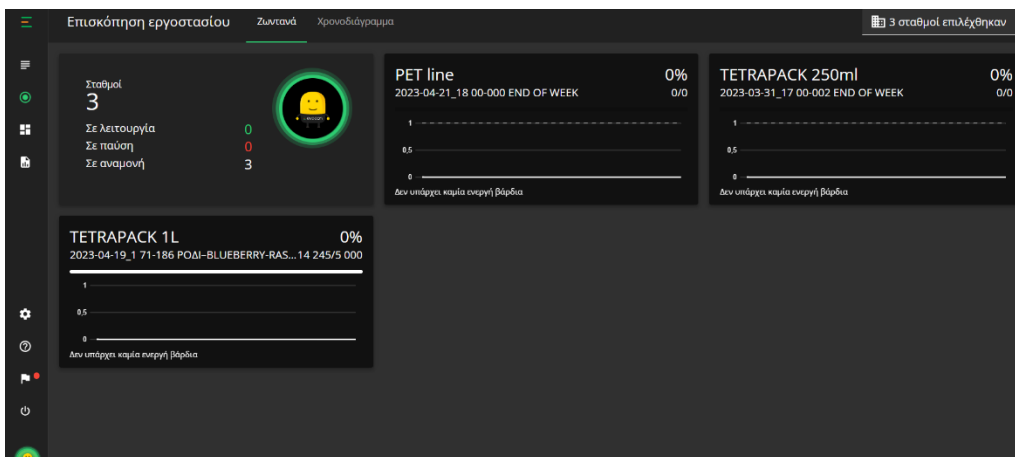
Οθόνη επισκόπησης τους εργοστασίου:

Όπως φαίνεται και απο την παρακάτω εικόνα παρακολουθούνται 3 γραμμές συσκευασίας. Μια γραμμή PET, που αφορά τις πλαστικές συσκευασίες, Μια γραμμή TETRAPACK, 250mL, Μια γραμμή TETRAPACK, του 1L.



Εικόνα 52: Οθόνη επισκόπησης εργοστασίου

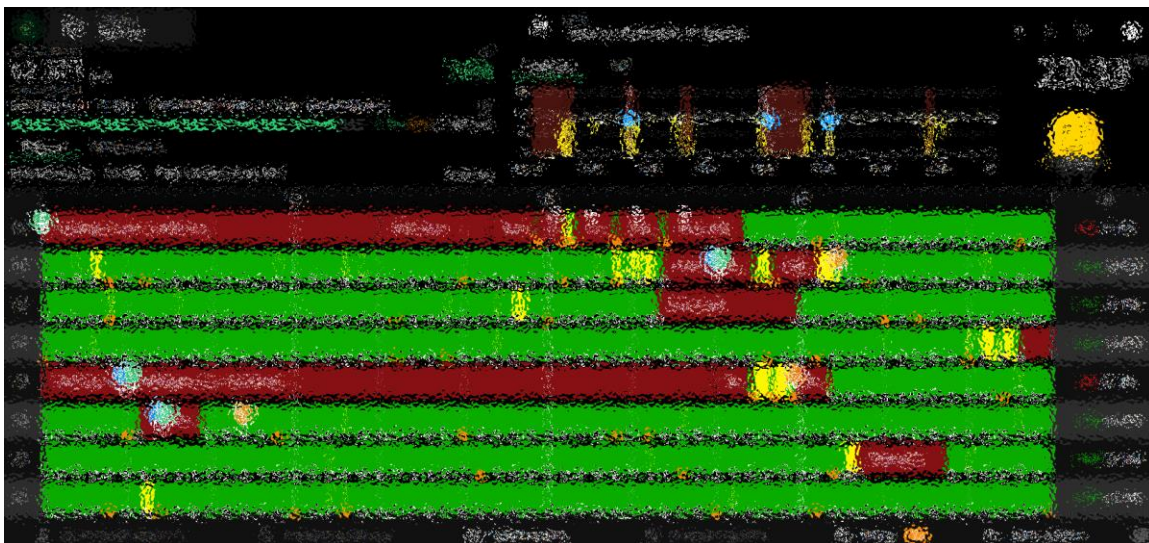
Στη γενική αυτή εικόνα υπάρχει η δυνατότητα παρακολούθησης για τις τελευταίες 24 ώρες και ανα ώρα, τα καλά προϊόντα που παράγονται, ο ΟΕΕ, η διαθεσιμότητα των μηχανών, η απόδοση και η ποιότητα. Αντίστοιχα και στην οθόνη ζωντανής παρακολούθησης φαίνεται το ίδιο.



Εικόνα 53: Οθόνη Επισκόπησης εργοστασίου

Στα αριστερά υπάρχει το μενού το οποίο μπορεί να οδηγήσει το χρήστη στην παρακολούθηση των βαρδιών ανα γραμμή παραγωγής.

Οθόνη προβολής βάρδιας



Εικόνα 54: Οθόνη προβολή βάρδιας στη γραμμή PET, στις 29/3/2022

Στην οθόνη αυτή παρουσιάζονται τα δεδομένα της παραγωγής ανα μια ώρα. Κάθε γραμμή αποτελεί μια ώρα εργασίας, στα δεξιά, υπολογίζεται ο αριθμός των παραγόμενων προϊόντων, ενώ στα αριστερά με τους αριθμούς 14,15 κλπ. παρουσιάζονται οι ώρες της ημέρας. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, όπως φαίνεται φαίνεται η παραγωγή της Β βάρδιας την Τετάρτη στις 29/3/2023. Ο στόχος παραγωγής ήταν 8000 μπουκάλια πορτοκαλι 100%, 2L. Ο OEE υπολογίζεται στο 74%, και κρίνεται ως μια αποδοτική παραγωγή, στην οποία κατα 74% ο εξοπλισμός είναι παραγωγικός. Μέσα απο αυτή την

οθόνη μπορεί να γίνει αξιολόγηση και των αιτιών που ο εξοπλισμός δεν ήταν παραγωγικός καθώς και τα ελαττωματικά προϊόντα.



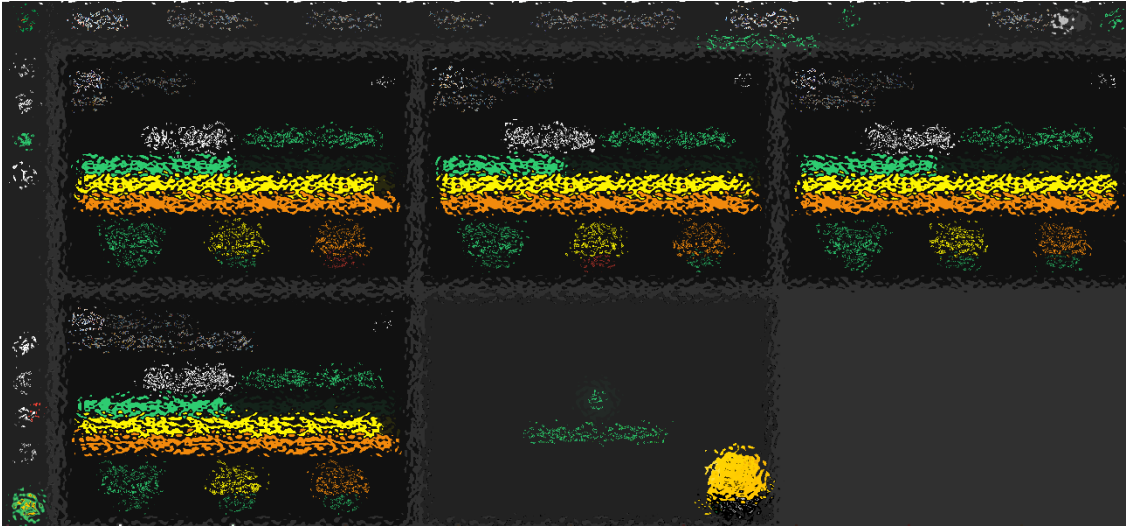
Εικόνα 55: Οθόνη ανασκόπησης καθυστερήσεων

Υπάρχει επίσης η δυνατότητα να φανούν οι επόμενες και οι προηγούμενες παρτίδες για να αναλυθεί καλύτερα η πληροφορία.

Οθόνη Dashboard

Τέλος υπάρχουν επίσης και οι αναφορές μέσα στο λογισμικό αλλά και το ταμπλό ελέγχου, στο οποίο μπορούν να τοποθετηθούν διάφορα widget.

Στα ταμπλό που έχουν δημιουργηθεί υπάρχει η δυνατότητα να δούμε με μια γρήγορη ματιά, άμεσα, κάποια στοιχεία για τις γραμμές.



Εικόνα 56: Ταμπλό ενοσον με παρουσίαση του OEE για κάθε γραμμή παραγωγής

Στο dashboard αυτό φαίνεται πως τους τελευταίους 12 μήνες οι τρεις γραμμές εμφιάλωσης παρουσιάζουν OEE ίσο με 40,38%, κάτι που βάσει της βιβλιογραφίας είναι ο OEE που παρουσιάζουν οι βιομηχανίες που ξεκίνησαν να παρακολουθούν τα δεδομένα για τον OEE πριν από λίγο καιρό. Μια τυπική γραμμή παραγωγής που έχει βελτιωθεί αρκετά στον OEE φτάνει στο 60%. Οπότε βάσει αυτής της τιμής θα γίνουν προτάσεις για βελτίωση του OEE. Όπως φαίνεται και στη χρωματική διάκριση, η βασικότερη απώλεια έχει να κάνει με τη διαθεσιμότητα, η οποία είναι στο 45,16% ενώ αντίστοιχα η απόδοση είναι στο 92,39% και η ποιότητα στο 96,79%.

Για να διαπιστωθεί η αιτία του μειωμένου OEE πρέπει να αναλυθούν περισσότερο οι αιτίες μειωμένης διαθεσιμότητας των μηχανών. Αρχικά πρέπει να διαπιστωθεί αν αφορά όλες τις γραμμές ή μόνο κάποια από αυτές.

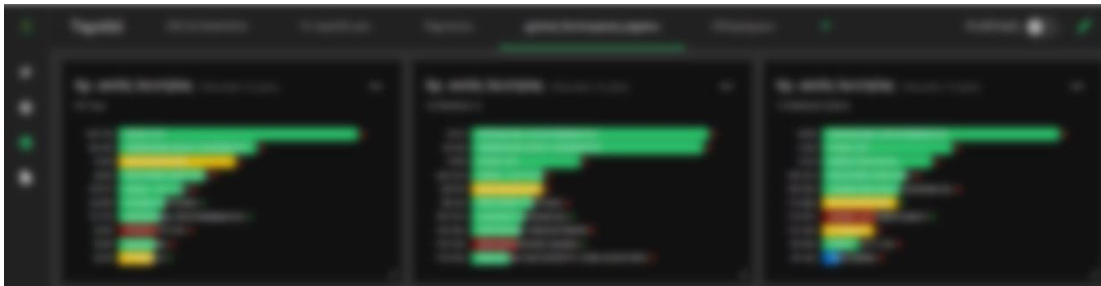
Υπενθυμίζεται ότι η Διαθεσιμότητα ορίζεται ως ο χρόνος που λειτουργεί η μηχανή προς τον χρόνο που έχει προγραμματιστεί να λειτουργεί. Αφορά τον χρόνο στον οποίο η μηχανή δεν είναι παραγωγική, και μπορεί να οφείλεται είτε σε ρυθμίσεις όπως προθέρμανση της μηχανής, απώλεια εργαλείων τη στιγμή που χρειάζονται, αλλαγή στην γραμμή, πχ συσκευασία χυμού ρόδι σε συσκευασία χυμού 9 φρούτων, ή έλλειψη υλικών κ.α.

Όπως φαίνεται από την εικόνα, στην οποία παρουσιάζονται και οι δείκτες OEE για κάθε γραμμή παραγωγής, και στις τρεις γραμμές παρουσιάζεται το ίδιο φαινόμενο, οι

δείκτες είναι 47% στην γραμμή PET, 38% στην Tetrapack 1L, 40% στην Tetrapack 250mL. Παρόλαυτά πριν προχωρήσει περισσότερο η ανάλυση θα ήταν καλό να αναφερθεί πως βάσει της σύγκρισης στην εικόνα, ο OEE για την εμφιάλωση έχει αυξηθεί το διάστημα Απρίλιος 2022- Απρίλιος 2023 σε σχέση με το διάστημα Απρίλιος 2021 - Απρίλιος 2022.

Το εργοστάσιο λειτουργεί με 3 βάρδιες, και 5 ημέρες την εβδομάδα, άρα ο εργάσιμος χρόνος είναι 260 μέρες τον χρόνο * 24ώρες = 6240 ώρες.

Προχωρώντας λίγο περισσότερο την ανάλυση, όπως φαίνεται στην εικόνα, ο συνολικός χρόνος που οι τρεις μηχανές ήταν εκτός παραγωγής ήταν 166 ημέρες και 3 ώρες για την PET γραμμή, 278 ημέρες και 15 ώρες για την Tetrapack 1L, και 288 ημέρες και 11 ώρες για την Tetrapack 250mL.



Εικόνα 57: Οθόνη ταμπλό, χρόνοι εκτός λειτουργίας στις μηχανές

Επίσης γίνεται ανάλυση των αιτιών που οι μηχανές ήταν εκτός λειτουργίας, όπου διαπιστώνεται ότι στην PET γραμμή, οι αιτίες μειωμένης διαθεσιμότητας της γραμμής ήταν οι καθαρισμοί (σόδα cip και σόδα-οξύ), τα τραβήγματα νέου προϊόντος και το κλείσιμο της παρτίδας, αντίστοιχα στην Tetrapack 1L, και πάλι οι καθαρισμοί παίζουν μεγάλο ρόλο στην απώλεια διαθεσιμότητας αλλά και τα τραβήγματα νέου προϊόντος και το ανέβασμα προγράμματος. Τέλος στην Tetrapack 250mL τα αίτια παραμένουν τα ίδια προσθέτοντας και την αιτία που έχει να κάνει με την ανασυσκευασία.

Επιπλέον με αυτή την οθόνη μπορεί να παρατηρηθεί και ο συνολικός αριθμός των βλαβών, οι οποίες στην PET αφορούν την πτώση ψύξης και διαρκούν 2 ημέρες σε χρόνο, ενώ στις άλλες 2 γραμμές διαρκούν αντίστοιχα 14 και 12 ώρες και είναι βλάβες εξοπλισμού και αυτοματισμού.

Επίσης είναι εμφανές ότι τα απρόβλεπτα σταματήματα της μηχανής είναι αρκετά, με την γραμμή PET να έχει χάσει 7 ημέρες σε μπλοκαρίσματα και 2 ημέρες σε ρυθμίσεις,

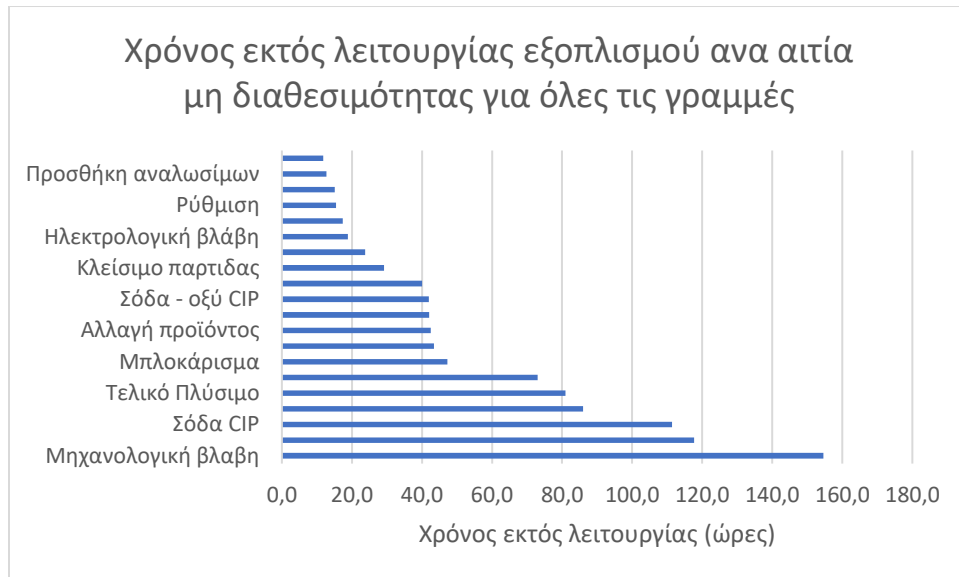
την Tetrapack 1L, να έχασε 22ώρες σε μπλοκαρίσματα και την Tetrapack 250mL 17 ώρες σε μπλοκαρίσματα και 12 σε ρυθμίσεις.

Και βάσει του χρωματικού κώδικα που έχει δοθεί στην οθόνη, τα λειτουργικά καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος των απωλειών διαθεσιμότητας και των τριών γραμμών, ενώ ως 2ης κατηγορία αιτίας είναι οι ρυθμίσεις της μηχανής με κυρίαρχη αιτία τα μπλοκαρίσματα της μηχανής κάθε γραμμής και 3η αιτία τις βλάβες στις μηχανές.

Παρακάτω παρουσιάζεται η ανάλυση που έγινε μέσω των δεδομένων απο το Enocon για τα έτη 2022.

4.4 Αναλύσεις

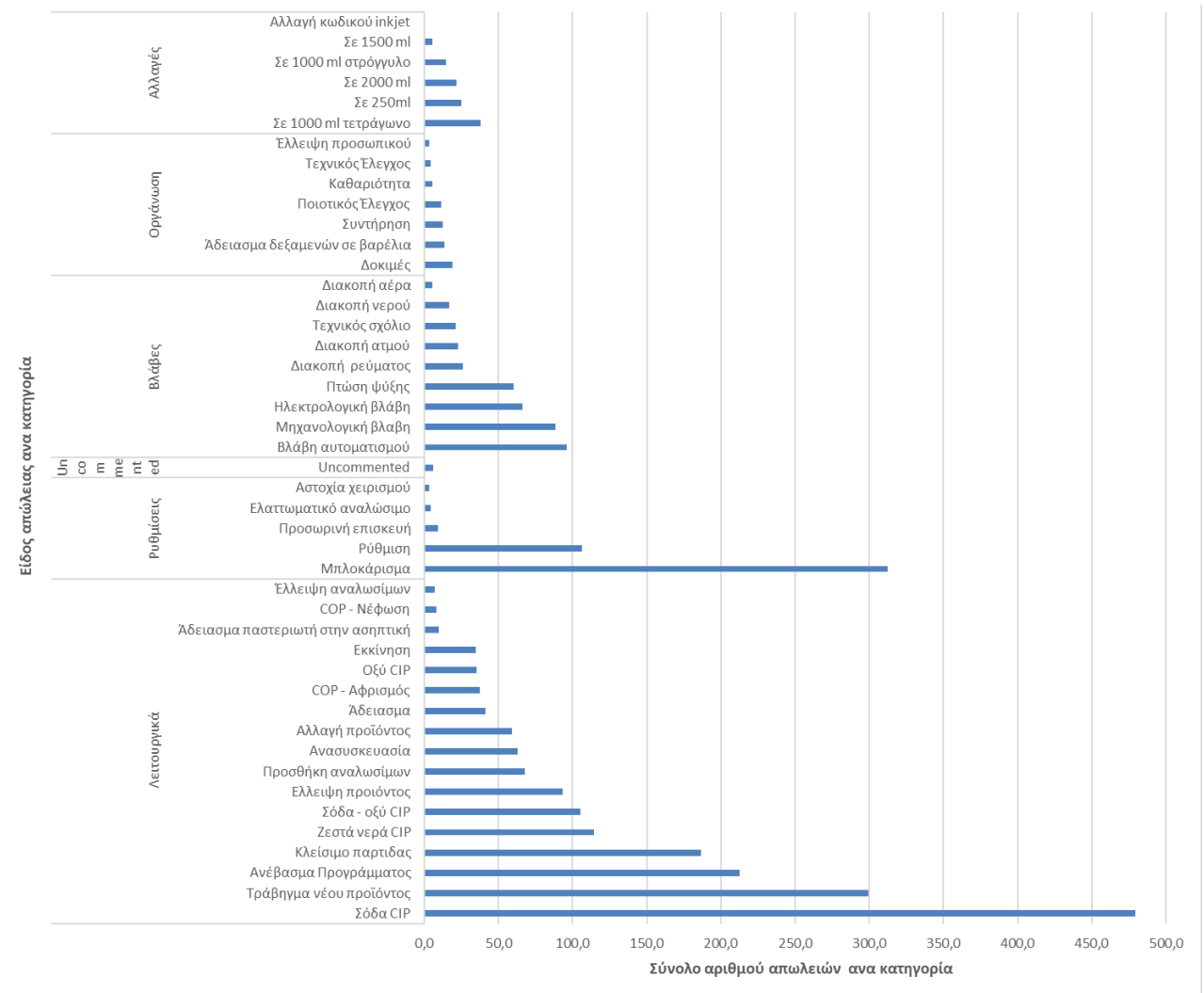
Έχοντας διαπιστώσει απο τα ταμπλό παρακολούθησης του εργοστασίου την μειωμένη τιμή στην διαθεσιμότητα του εξοπλισμού, θα γίνει προσπάθεια διερεύνησης αυτού του δεδομένου.



Γράφημα 1: Αιτίες μη διαθεσιμότητας εξοπλισμού, 2022

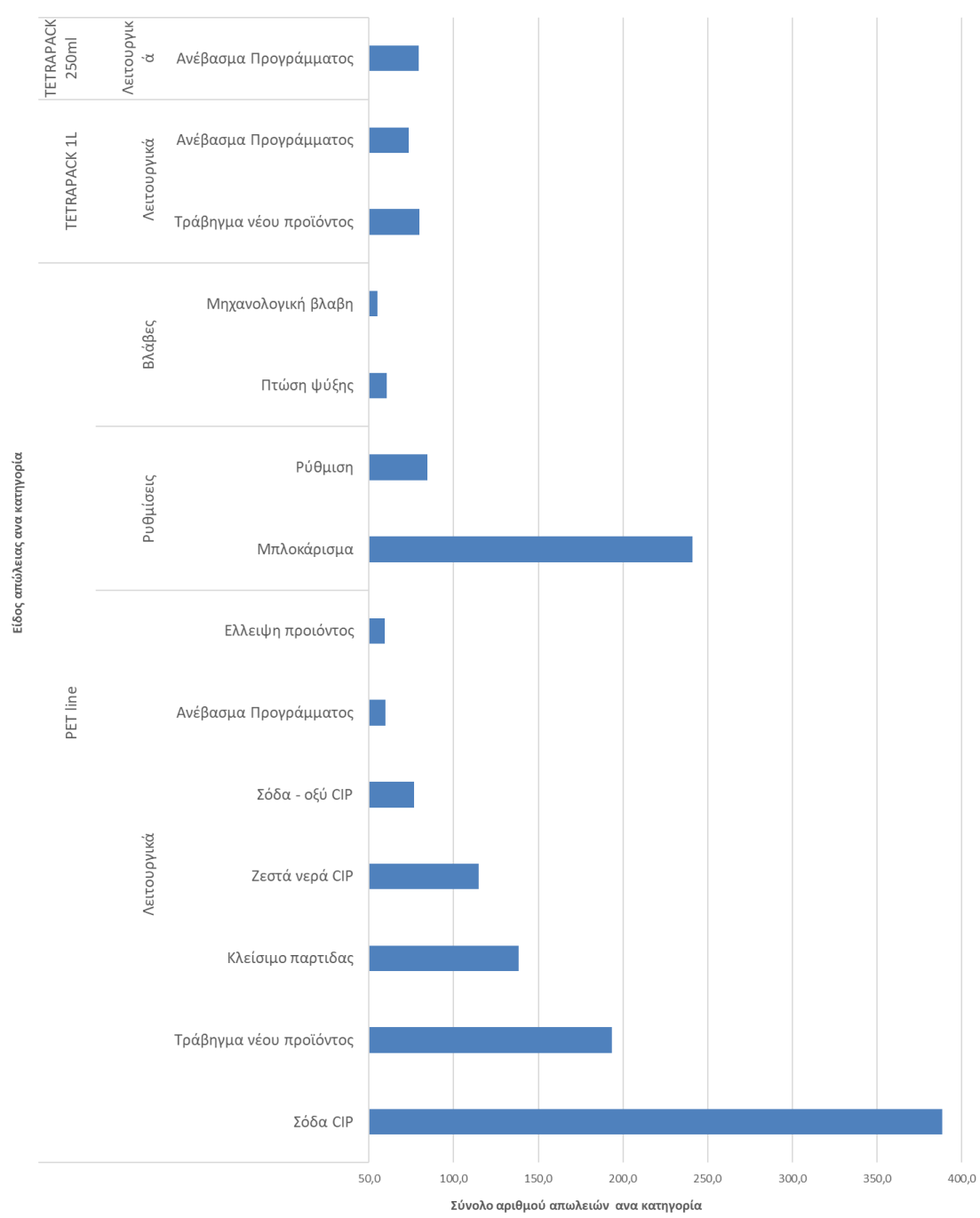
Στο διάγραμμα φαίνονται οι πρώτες 20 αιτίες μη διαθεσιμότητας του εξοπλισμού,. Από το διάγραμμα έχουν εξαιρεθεί οι 2 πρώτες αιτίες για την ευκολία της ανάγνωσης του διαγράμματος, οι οποίες είναι η «Χωρίς παραγωγή» ως πρώτη και την «uncommented» ως δεύτερη. Στο διάγραμμα επίσης φαίνεται πως 3^η μεγαλύτερη αιτία είναι οι μηχανολογικές βλάβες, και τα πλυσίματα μεταξύ των προϊόντων.

Στη συνέχεια έγινε ανάλυση για τις απώλειες διαθεσιμότητας σε όλο το τμήμα εμφιάλωσης, ανα κατηγορία απώλειας.



Γράφημα 2: Σύνολο απωλειών διαθεσιμότητας ανα προϊόν

Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η μεγαλύτερη αιτία απώλειας διαθεσιμότητας του εξοπλισμού είναι η Σόδα CIP, που είναι λειτουργική απώλεια και στη συνέχεια ακολουθούν τα μπλοκαρίσματα, το τράβηγμα προϊόντος, το κλείσιμο παρτίδας και μερικές ακόμη λειτουργικές απώλειες. Στη συνέχεια γίνεται περαιτέρω ανάλυση για κάθε γραμμή παραγωγής ώστε να γίνει αντιληπτό σε ποια γραμμή παραγωγής υπάρχει το μεγαλύτερο πρόβλημα εμφάνισης απωλειών και ποιες είναι αυτές.



Γράφημα 3: Σύνολο απωλειών διαθεσιμότητας ανα κατηγορία προϊόντος και ανα γραμμή παραγωγής

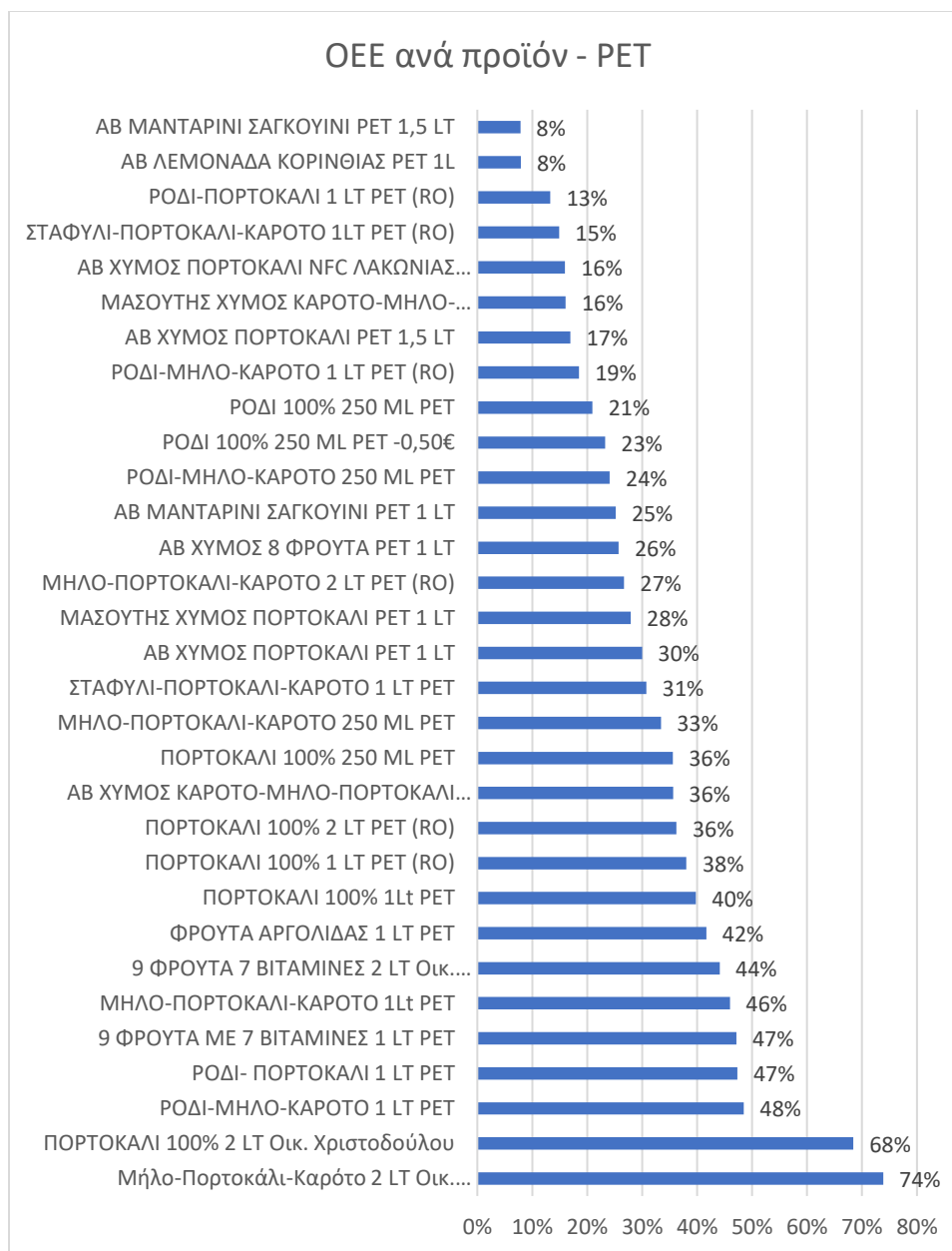
Με την ανάλυση του παραπάνω διαγράμματος προκύπτει ότι οι 3 μεγαλύτερες απώλειες είναι όλες στη γραμμή PET και είναι η σόδα CIP, το τράβηγμα νέου προϊόντος, και τα μπλοκαρίσματα. Η σόδα CIP που αποτελεί και την μεγαλύτερη απώλεια, αφορά την αλλαγή και το πλύσιμο του εξοπλισμού για τη παραγωγή στη συνέχεια διαφορετικού

προϊόντος. Άρα υπάρχει μεγάλη απώλεια χρονική στις αλλαγές μεταξύ των παραγωγών διαφορετικών προϊόντων. Αυτό είναι φυσιολογικό, λόγω του ότι η γραμμή PET εξυπηρετεί την εμφιάλωση πολλών διαφορετικών προϊόντων, αλλά υπάρχει η δυνατότητα να βελτιωθεί μέσω επανασχεδιασμού της σειράς παραγωγής των προϊόντων.

Η εταιρεία έχει αναπτύξει ένα CIP Matrix στο οποίο φαίνονται οι χρόνοι που απαιτούνται για τις αλλαγές απο προϊόν σε προϊόν και τα πλυσίματα των μηχανών.

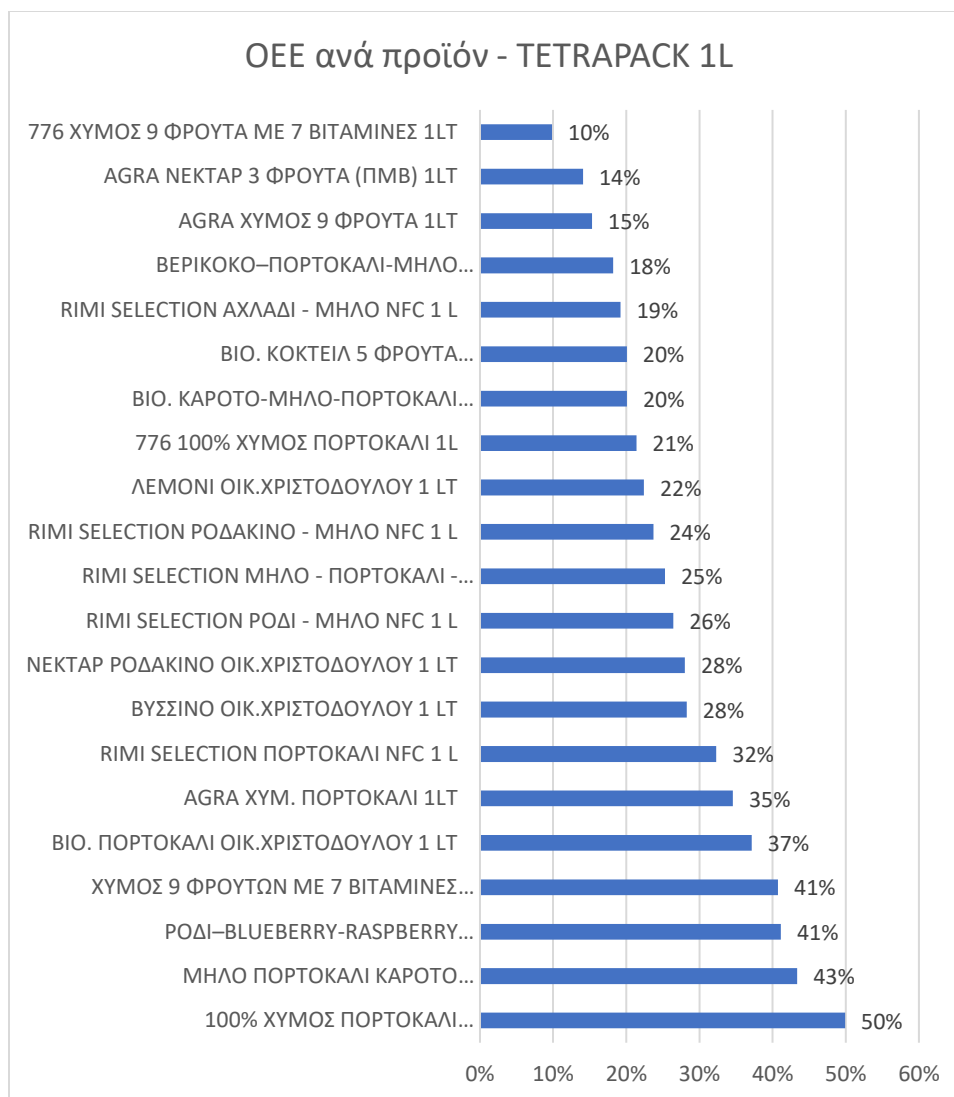
OEE ανα προϊόν

Σαν επόμενο στάδιο θεωρήθηκε σωστό να γίνει ανάλυση του δείκτη OEE ανα προϊόν και ανά γραμμή. Τα αποτελέσματα είναι τα παρακάτω.



Γράφημα 4: ΟΕΕ ανά προϊόν για τη γραμμή PET

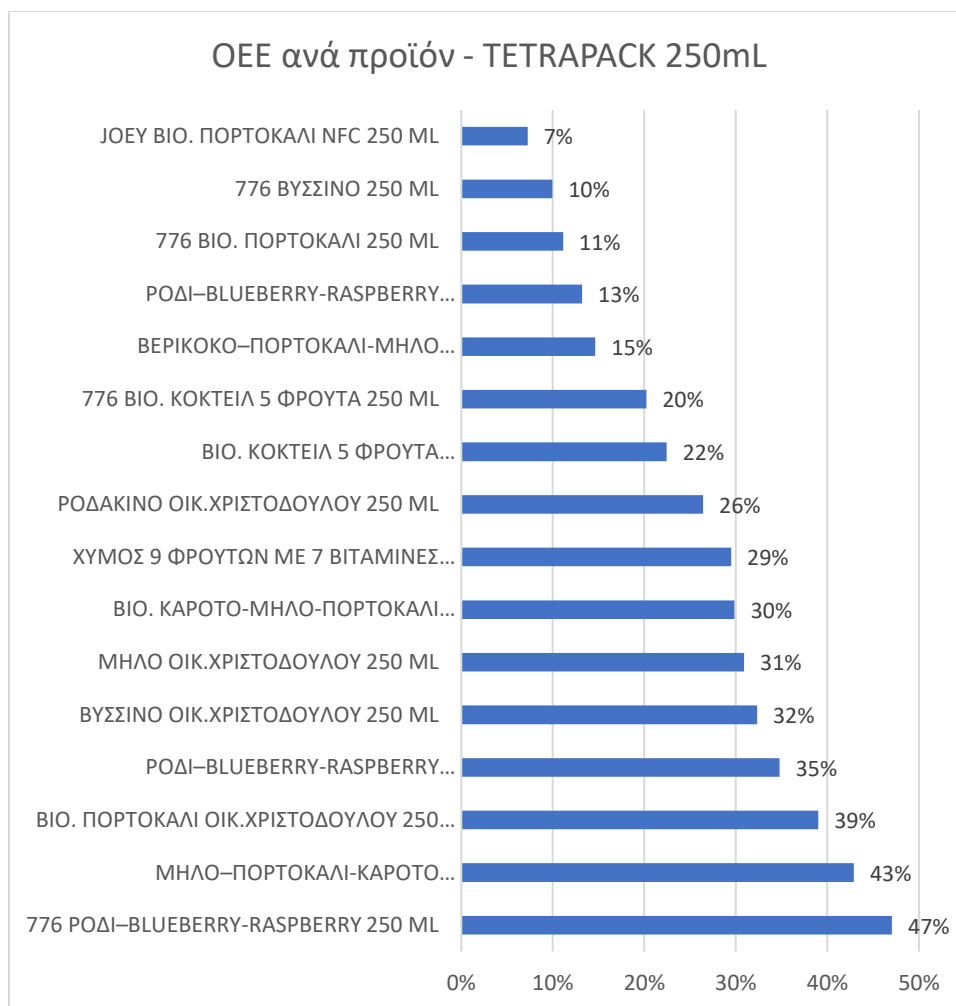
Στο διάγραμμα αυτό φαίνεται πως ο χυμός Μήλο-Πορτοκάλι-Καρότο 2 λίτρων είναι αυτός με το μεγαλύτερο ΟΕΕ με 74%, 2^ο είναι ο χυμός πορτοκάλι 100% 2 λίτρων. Ο ΟΕΕ δείχνει σε αυτή την περίπτωση πως για τα δύο αυτά προϊόντα, υπάρχει η μέγιστη διαθεσιμότητα, απόδοση και ποιότητα στην γραμμή PET.



Γράφημα 5: ΟΕΕ ανά προϊόν για τη γραμμή TETRAPACK 1L

Το διάγραμμα αυτό επίσης δείχνει πως ο χυμός πορτοκάλι 100% είναι αυτός με το μεγαλύτερο ΟΕΕ, ακολουθούν τα προϊόντα Μήλο-Πορτοκάλι Καρότο και το Ρόδι-blueberry-raspberry.

Τέλος για την γραμμή Tetrapack 250mL, τα αποτελέσματα είναι τα παρακάτω.

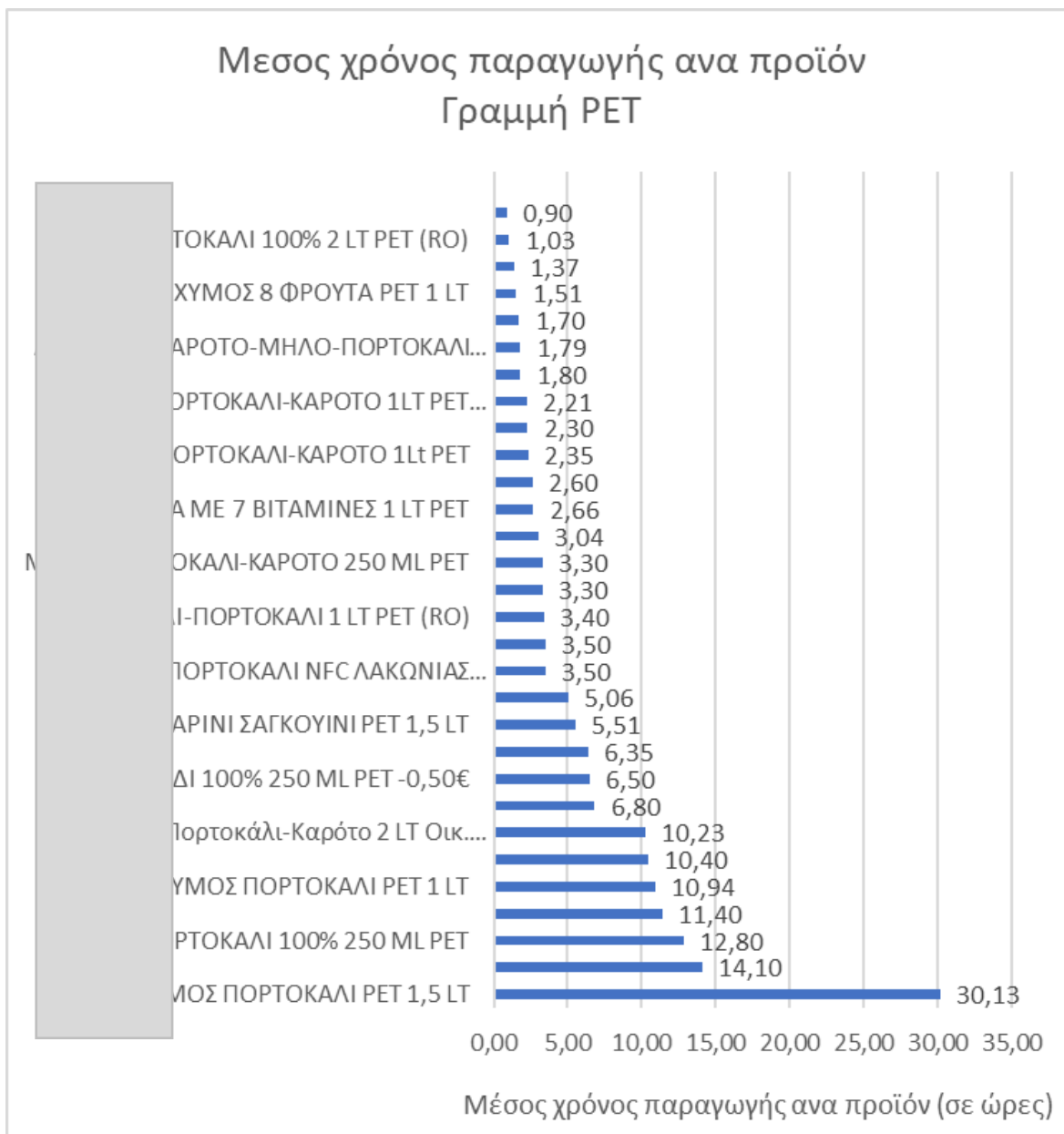


Γράφημα 6: ΟΕΕ ανά προϊόν για τη γραμμή TETRAPACK 250mL

Θα πρέπει τέλος να αναφερθεί πως η παραγωγή των προϊόντων με χαμηλό δείκτη ΟΕΕ, δεν είναι αρνητική, καθώς τα συγκεκριμένα προϊόντα είναι σε μικρότερη ζήτηση και άρα οι παρτίδες που έρχονται ως ζήτηση στην παραγωγή είναι και μικρότερες.

Απαιτούμενος χρόνος παραγωγής ανα προϊόν

Έγινε επίσης ανάλυση του μέσου χρόνου παραγωγής ανα προϊόν. Για να γίνει αυτό έγινε διαίρεση του αριθμού της ποσότητας καλών προϊόντων με τη διάρκεια για να παραχθούν.



Γράφημα 7: Μέσος χρόνος παραγωγής ανα προϊόν, γραμμή PET

Από το διάγραμμα έχουν αφαιρεθεί τα δεδομένα που ήταν ακραία για την λήψη της πραγματικής τιμής του μέσου όρου. Στο διάγραμμα αυτό δίδονται οι ακριβείς χρόνοι παραγωγής ανα προϊόν σε ώρες. Ο χυμός Πορτοκάλι PET 1,5λίτρο φαίνεται να είναι το πιο αργά παραγόμενο προϊόν στη γραμμή PET.

Μέσω των διαγραμμάτων αυτών μπορεί να γίνει ανάλυση των χρόνων παραγωγής των προϊόντων.

Επιπλέον θα πρέπει να αναφερθεί πως τα προϊόντα με το μεγαλύτερο χρόνο παραγωγής είναι και αυτά τα οποία έχουν το μεγαλύτερο ΟΕΕ και άρα η τιμή αυτή δεν έχει αρνητικό χαρακτήρα.

Χρόνος αλλαγής ανα προϊόν

Στον επόμενο πίνακα φαίνεται ο υπολογισμένος χρόνος αλλαγής προϊόντος στη μηχανή ανα προϊόν. Ο χρόνος αυτός υπολογίζεται για τη μετάβαση απο το ένα προϊόν στο επόμενο για παραγωγή.

Προϊόν	Σύνολο χρόνου αλλαγής (ώρες)
ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ 100% 2 LT Οικ. Χριστοδούλου	10
ΦΑΣΟΝ ΧΥΜΟΣ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ NFC ΛΑΚΩΝΙΑΣ ΡΕΤ 1L	2
ΜΑΣΟΥΤΗΣ ΧΥΜΟΣ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ ΡΕΤ 1 LT	3
ΦΑΣΟΝ ΜΑΝΤΑΡΙΝΙ ΣΑΓΚΟΥΙΝΙ ΡΕΤ 1,5 LT	2
ΦΑΣΟΝ ΧΥΜΟΣ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ ΡΕΤ 1,5 LT	4
ΡΟΔΙ-ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ 1 LT ΡΕΤ (RO)	4
ΡΟΔΙ- ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ 1 LT ΡΕΤ	1
ΣΤΑΦΥΛΙ-ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ-ΚΑΡΟΤΟ 1LT ΡΕΤ (RO)	2

Πίνακας 7: Απαιτούμενος χρόνος αλλαγής ανα προϊόν

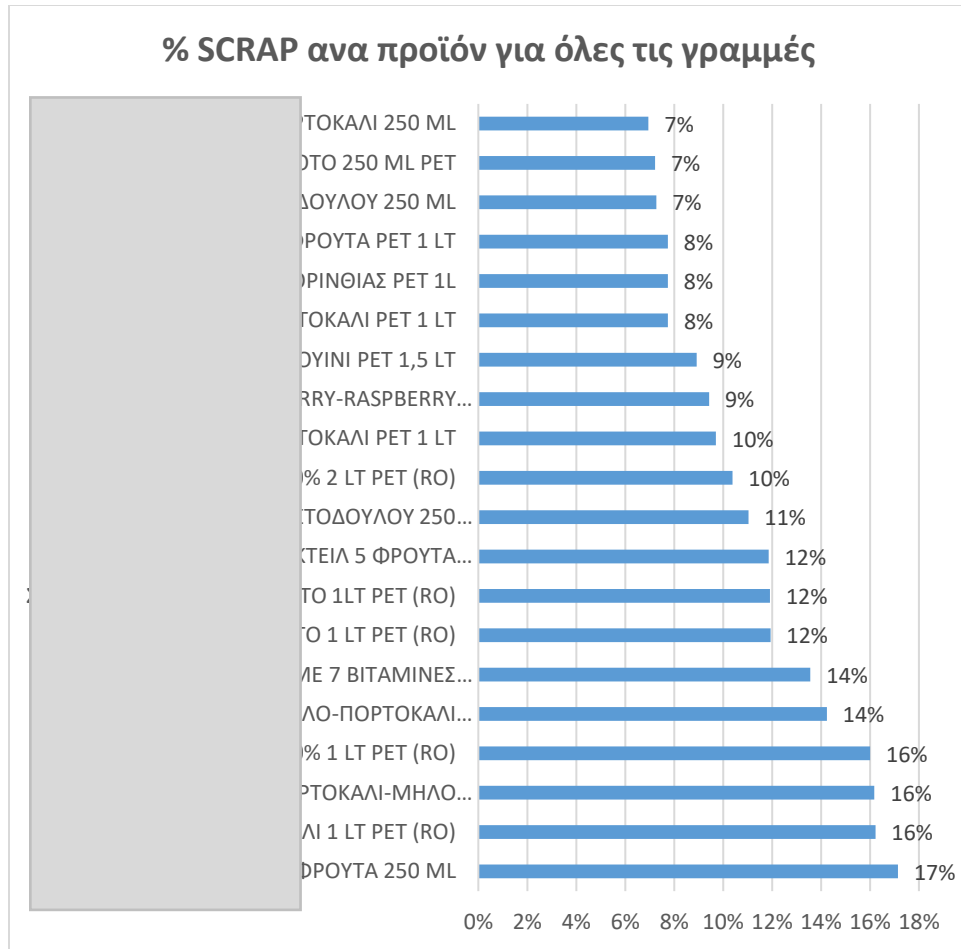
Ελαττωματικά προϊόντα ανα ετικέτα προϊόντος

Στη συνέχεια γίνεται μεγαλύτερη ανάλυση ανα προϊόν για τα ελαττωματικά προϊόντα.



Γράφημα 10: Ποσότητα ελαττωματικών προϊόντων

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα, η ετικέτα με τα περισσότερα ελαττωματικά παραγόμενα προϊόντα είναι ο χυμός 9 φρούτων με 7 βιταμίνες, ακολουθεί ο χυμός ρόδι-μήλο-καρότο 1λίτρο PET συσκευασία, και ο χυμός πορτοκάλι 100% 1Lt PET. Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω στον πίνακα. Δεδομένου ότι τα προϊόντα αυτά είναι αυτά με τη μεγαλύτερη ζήτηση και με την μεγαλύτερη ποσότητα παραγωγής είναι λογικό να είναι τόσο υψηλά αυτά τα νούμερα. Για καλύτερη κατανόηση της πραγματική κατάστασης, θα πρέπει να γίνει ανάλυση του ποσοστού των scrap ανα γραμμή παραγωγής.

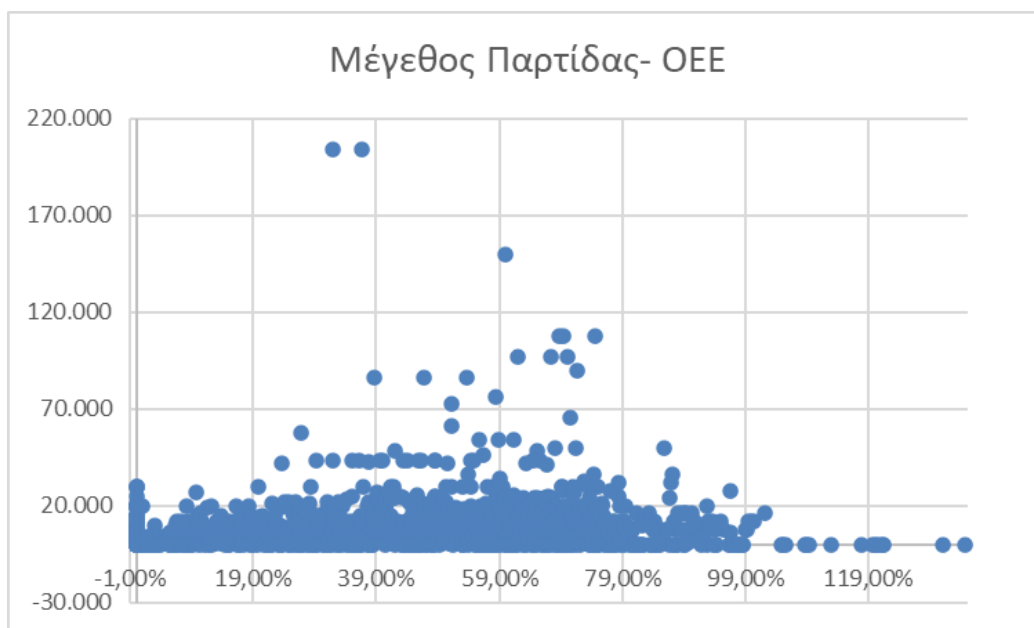


Γράφημα 11: Ποσοστό ελαττωματικών προϊόντων ανά ετικέτα

Στο διάγραμμα αυτό φαίνεται ότι το προϊόν με τα περισσότερα ελαττωματικά παραγόμενα είναι το ΒΙΟ ΚΟΚΤΕΙΛ 5 ΦΡΟΥΤΑ 250mL. Το διάγραμμα αυτό δίνει την πραγματική εικόνα για τα ελαττωματικά προϊόντα καθώς λαμβάνει υποψη και τον συνολικό όγκο παραγωγής.

Συσχέτιση ΟΕΕ και μεγέθους παρτίδας

Στο παρακάτω διάγραμμα γίνεται μια συσχέτιση του ΟΕΕ με το μέγεθος της παρτίδας στις τρεις γραμμές εμφιάλωσης.



Γράφημα 12: Μέσος ΟΕΕ ανα μέγεθος παρτίδας

Για την σύγκριση αυτή χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα που αφορούν την προγραμματισμένη επιθυμητή παρτίδα. Όπως παρατηρείται απο το διάγραμμα, για το ίδιο μέγεθος παρτίδας, πχ κοντά στα 20.000 τεμάχια, ο ΟΕΕ έχει τιμές μεταξύ 15 και 99% κάτι που δηλώνει ότι ο ΟΕΕ δεν σχετίζεται με τον όγκο της παρτίδας.

Ταχύτητα παραγωγής προϊόντων

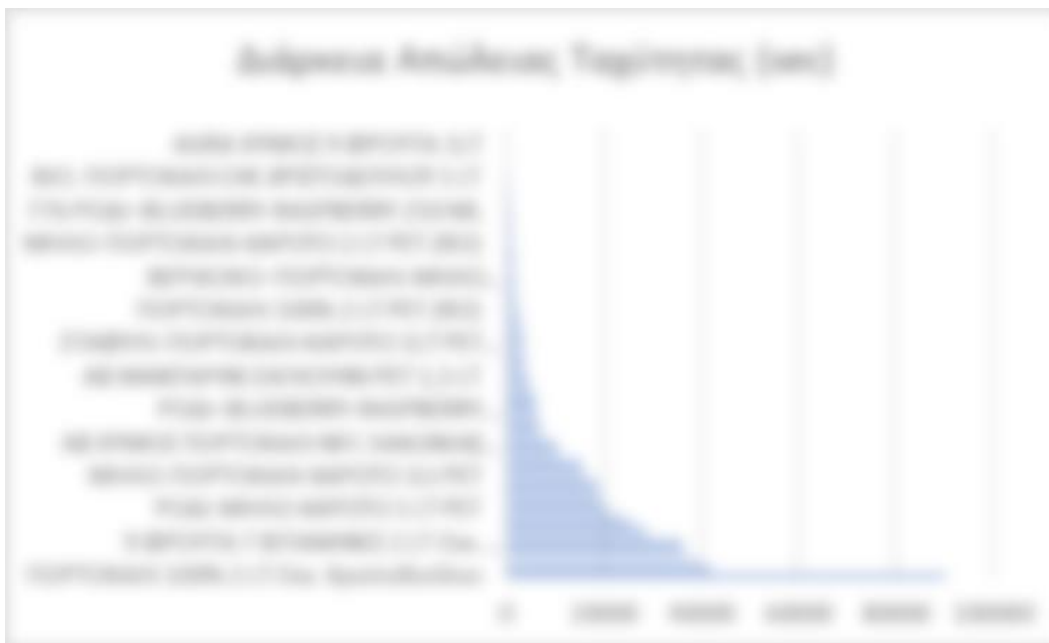
Στη συνέχεια παρουσιάζεται η ταχύτητα παραγωγής προϊόντων η οποία δίδεται ανα ώρα, λεπτό και ανα δευτερόλεπτο.

Station	Συνολική ποσότητα	Διάρκεια για την παραγωγή	Παραγωγή ανα ώρα	Παραγωγή ανα λεπτό	Παραγωγή ανα δευτερόλεπτο
PET line	5.304.340	885	5994	100	5
TETRAPACK 1L	1.340.666	159	8432	141	5
TETRAPACK 250ml	1.111.472	86	12924	215	10
	7.756.478	1.130			

Πίνακας 10: Ταχύτητα παραγωγής προϊόντων

Απώλεια ταχύτητας ανα προϊόν

Τέλος θα γίνει παρουσίαση της απώλειας ταχύτητας ανα προϊόν.



Γράφημα 13: Διάρκεια απώλειας ταχύτητας (sec)

Όπως παρατηρείται στο διάγραμμα, ο χυμός πορτοκάλι 100% έχει την μεγαλύτερη απώλεια σε ταχύτητα στην παραγωγή.

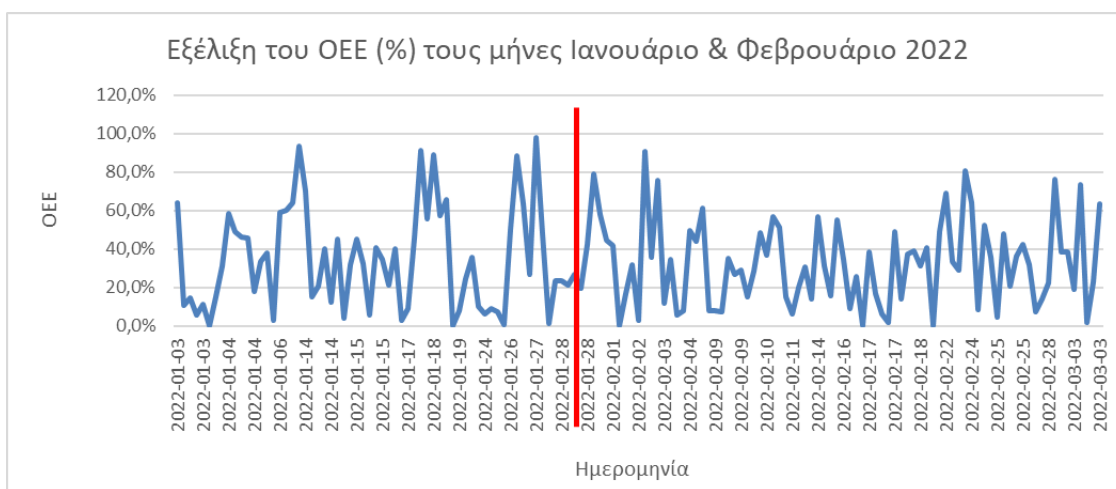
Επίδραση βελτιωτικών ενεργειών στον ΟΕΕ

Η εταιρεία έχει κάνει βελτιωτικές κινήσεις για τον ΟΕΕ κυρίως στη γραμμή PET. Οι ενέργειες αυτές που έγιναν το 2022, παρουσιάζονται παρακάτω, ενώ παράλληλα έχουν δημιουργηθεί διαγράμματα, τα οποία εξηγούν την εξέλιξη του ΟΕΕ μετά απο τις βελτιώσεις αυτές.

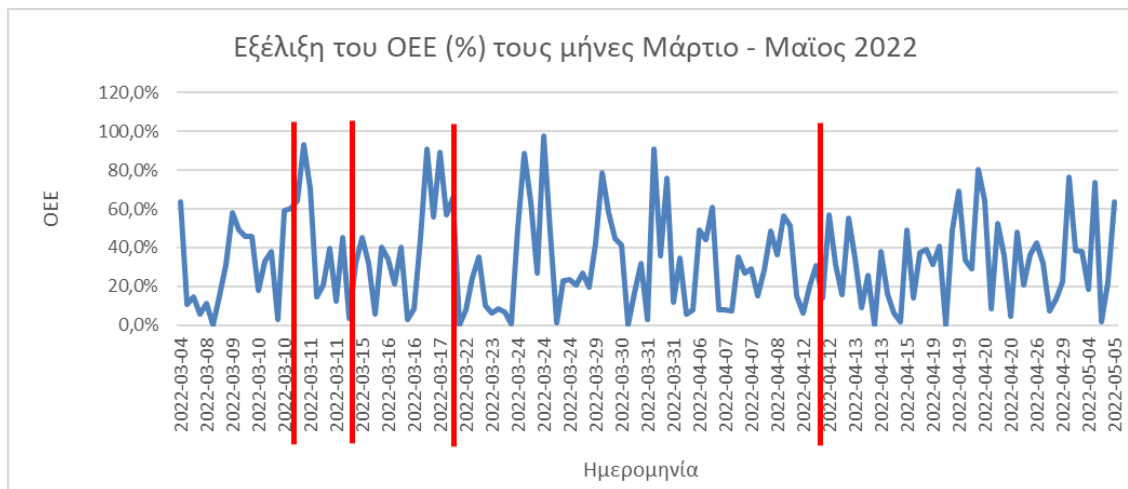
Ημερομηνία	Περιγραφή βελτιωτικής ενέργειας
01/ 2022	Ενεργοποιήθηκε η 2η γραμμή CIP.
28/1/2022	Τοποθέτηση ακαμπτων σιαγωγων στην καπακιέρα PET στις θεσεις μονο για τα 2 λιτρα.
10/3/2022	Αλλαγή στην φορα των αναδευσεων στις δεξαμενες μειγμάτων.
14/3/2022	Μπηκε σε λειτουργια η χλωριωση των νερων του cip με διοξειδιο του χλωριου
14/3/2022	Αλλαγή φίλτρων πριν την αντιστροφη οσμωση
21/3/2022	Τοποθέτηση μονάδας airsprexx για την Γεμιστική PET
12/4/2022	Μπήκανε τα καινούργια αερομαχαιρα, εγινε συντήρηση σε αερομεταφορά και έγινε ο ταινιοδιαδρομος μεταξύ πλυντηρίου και Γεμιστική PET
13/6/2022	Αλλαγή φίλτρων hepa στην Γεμιστική PET
20/7/2022	Λειτουργια λάμπα υν νερών στην παρασκευή των μειγμάτων

3/8/2022	Τοποθέτηση και λειτουργία σταθερής δεξαμενής αζωτου
8/8/2022	Αλλαγή στην γραμμή δοσομετρητής του clo2 redox στο νερό ξεπλυμάτων αντικειμένων στη γραμμή CIP
16/9/2022	Κατεβάσαμε την θερμοκρασία παστερίωσης στο πορτοκάλι από 102 σε 98
4/10/2022	Κατεβάσαμε την θερμοκρασία παστερίωσης στα Α/Β από 102οC σε 98 οC
4/10/022	Εγινε συντήρηση στο πακεταριστικό PET
20/10/2022	Τοποθέτηση μονάδας λίπανσης από Ecolab σε όλες τις γραμμές

Πίνακας 11: Βελτιωτικές ενέργειες της ομάδας για το 2022

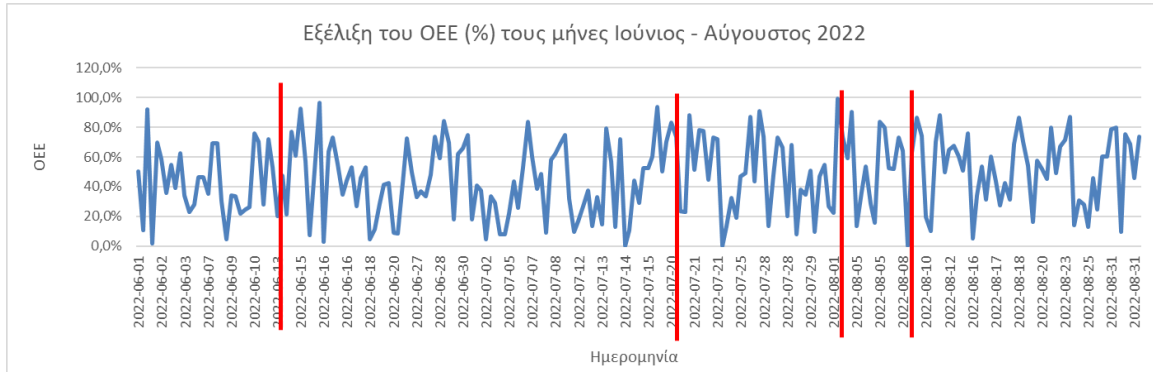


Γράφημα 14: OEE ανα ημερομηνία, με κόκκινο παρουσιάζονται οι ημερομηνίες στις οποίες έγιναν οι ενέργειες βελτίωσης (Ιανουάριος, Φεβρουάριος)

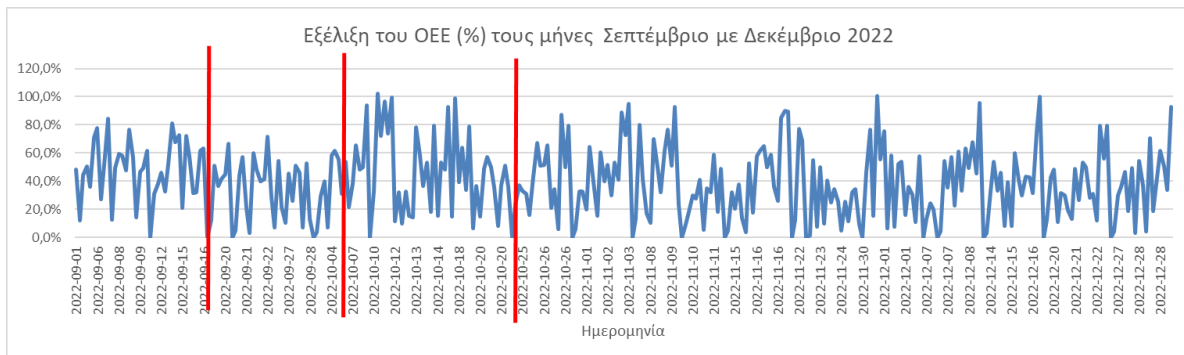


Γράφημα 15: OEE ανα ημερομηνία, με κόκκινο παρουσιάζονται οι ημερομηνίες στις οποίες έγιναν οι ενέργειες βελτίωσης (Μάρτιος - Μάιος)

Όπως παρατηρείται ο ΟΕΕ είναι κατά μέσο όρο σταθερός, και μετά απο την βελτιωτική κίνηση στις 28/1.



Γράφημα 16: ΟΕΕ ανα ημερομηνία, με κόκκινο παρουσιάζονται οι ημερομηνίες στις οποίες έγιναν οι ενέργειες βελτίωσης (Ιούνιος - Αύγουστος)



Γράφημα 17: ΟΕΕ ανα ημερομηνία, με κόκκινο παρουσιάζονται οι ημερομηνίες στις οποίες έγιναν οι ενέργειες βελτίωσης (Σεπτέμβριος - Δεκέμβριος)

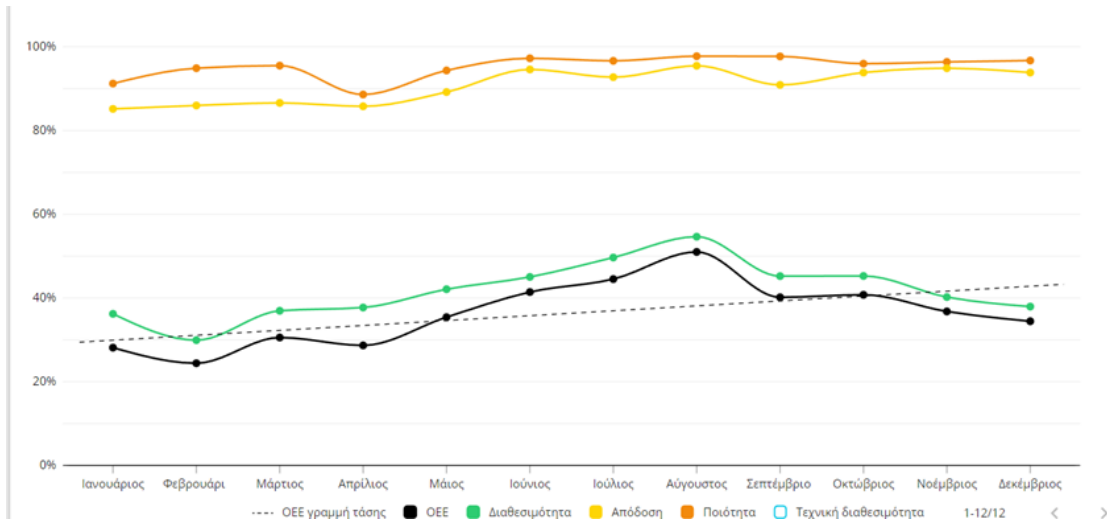
Βάσει των διαγραμμάτων η τιμή του ΟΕΕ αλλάζει περισσότερο μετά απο τις διορθωτικές ενέργειες που έγιναν απο τον Ιούλιο μέχρι και τον Οκτώβριο.

4.5 Συμπεράσματα

Με την ανάλυση που έγινε είναι εμφανές ότι γίνεται προσπάθεια βελτίωσης του ΟΕΕ. Όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα, ο ΟΕΕ για το 2022 κυμαίνεται από 30% μέχρι 51% και ο βασικός λόγος που του είναι σε αυτά τα επίπεδα είναι η διαθεσιμότητα του εξοπλισμού.

Μετά από την ανάλυση που έγινε, είναι εμφανές ότι η αιτία μειωμένης διαθεσιμότητας του εξοπλισμού αναφέρεται κυρίως σε λειτουργικά θέματα με κύριες αιτίες τις πλύσεις και τον καθαρισμό των μηχανών για την αλλαγή της παραγωγής από ένα

προϊόν σε ένα άλλο. Επιπλέον, σαν δεύτερη βασική αιτία, είναι το τράβηγμα των προϊόντων αλλά και τα μπλοκαρίσματα της μηχανής. Ενώ σαν 4^η αιτία εμφανίζονται βλάβες στον εξοπλισμό.



Γράφημα 18: OEE ανα μήνα και ανάλυση σε διαθεσιμότητα, απόδοση, ποιότητα

Ο δείκτης για το 2023 συνεχίζει να βρίσκεται στα ίδια επίπεδα, συγκεκριμένα ο μέσος όρος των μηνών από Ιανουάριο μέχρι Απρίλιο είναι 36%.

Παρατηρήθηκε ότι υπάρχει μια κατηγορία απώλειας εξοπλισμού η οποία δεν έχει κατηγοριοποιηθεί και δεν έχει σχολιαστεί. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ελλιπή πληροφόρηση για το συγκεκριμένο αριθμό συμβάντων.

Ακόμη εμφανίζονται περίπου 400 καθυστερήσεις – απώλειες διαθεσιμότητας του εξοπλισμού τα οποία σχετίζονται με τους χειριστές. Σαν πρόταση δίδεται, να προγραμματιστούν ενέργειες εκπαίδευσης του προσωπικού, ώστε να βελτιωθεί η διαθεσιμότητα στη γραμμή παραγωγής αλλά και για να βελτιωθούν και τα ποσοστά παραγωγής ποιοτικών προϊόντων.

Στο επίπεδο των ελαττωματικών προϊόντων ανα βάρδια, έγινε εμφανές ότι τα ελαττωματικά προϊόντα παράγονται είναι περίπου ίδια σε αριθμό στις τρεις βάρδιες με λίγο περισσότερα προϊόντα στην 2^η βάρδια.

Στο κομμάτι της Ποιότητας στον ΟΕΕ, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι κατά μέσο όρο το 4% των προϊόντων που παράγονται είναι ελαττωματικά., με το μεγαλύτερο ποσοστό να παρουσιάζεται στην γραμμή Tetrapack 250mL, συγκεκριμένα 11%. Αντίστοιχα το προϊόν με τα περισσότερα ελαττωματικά παραγόμενα προϊόντα είναι ο χυμός 9 φρούτων με 7 βιταμίνες που παρουσίασε πάνω από 40.000 ελαττωματικά προϊόντα σε όλη τη διάρκεια του έτους. Για τη διευκόλυνση της εξαγωγής περισσότερων συμπερασμάτων από την εταιρεία έχουν δημιουργηθεί αρκετοί πίνακες με αναλυτικά στοιχεία.

Επιπλέον έγινε ανάλυση της σχέσης που υπάρχει μεταξύ του μεγέθους της παρτίδας παραγωγής και του ΟΕΕ. Όπως αναφέρθηκε, δεν φαίνεται να υπάρχει συσχέτιση, καθώς με τον ίδιο όγκο παρτίδας, κοντά στα 20.000 προϊόντα, ο ΟΕΕ κυμαίνεται από 15 μέχρι 99%.

Ακόμη έγινε ανάλυση του απαιτούμενου χρόνου παραγωγής ανα προϊόν, στην οποία έγινε εμφανές ότι το προϊόν με τον μεγαλύτερο χρόνο παραγωγής είναι ο χυμός πορτοκάλι PET 1,5 λίτρο, και ως 2^ο προϊόν, το πορτοκάλι 100% PET 250mL.

Υπολογίστηκε η ταχύτητα παραγωγής ανα γραμμή παραγωγής, καθώς και οι απώλειες ταχύτητας που προκύπτουν ανα προϊόν. Την μεγαλύτερη απώλεια σε ταχύτητα την παρουσιάζει ο χυμός πορτοκάλι 100% 2 λίτρων, ετικέτας Οικ. Χριστοδούλου.

Μια επιπλέον πρόταση αφορά την κοστολόγηση των προϊόντων βάσει του ΟΕΕ. Κάνοντας μια τέτοια συσχέτιση θα μπορέσει να υπάρχει καλύτερη επικοινωνία και κατανόηση και από το τμήμα πωλήσεων και οικονομικών στη διαχείριση των παρτίδων.

Τέλος αναφέρθηκε η επίδραση των βελτιωτικών ενεργειών που έγιναν στο 2022 στον ΟΕΕ για το έτος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Συμπεράσματα και προτάσεις

Βάσει της μελέτης που πραγματοποιήθηκε, έγινε αισθητή η προσπάθεια του τμήματος εμφιάλωσης για βελτίωση του OEE στις γραμμές παραγωγής. Η μέτρηση του OEE και η παρακολούθηση της παραγωγής μπορεί σταδιακά να υποστηρίξει την εταιρεία περισσότερο να αναγνωρίσει τις απώλειες που έχει, να προτείνει διορθωτικές ενέργειες μέσω τεχνικών και να βελτιώσει και την απόδοση του ίδιου του προσωπικού.

Παρακάτω τίθενται κάποια θέματα κομβικά για την διερεύνηση περισσότερο του OEE στο τμήμα εμφιάλωσης.

Η βασικότερη δυνατότητα βελτίωσης έχει να κάνει με την αύξηση της διαθεσιμότητας του εξοπλισμού. Η βιβλιογραφία για την περίπτωση αυτής της απώλειας προτείνει τα παρακάτω (Limble CMMS and Bryan Christiansen, 2023):

5.1.1 Προτάσεις βελτίωσης της αύξησης διαθεσιμότητας του εξοπλισμού Απώλεια Διαθεσιμότητας - Μη προγραμματισμένος νεκρός χρόνος μηχανής

1. Δημιουργία σχεδίου προληπτικής συντήρησης του εξοπλισμού το οποίο θα ακολουθείται. Αν υπάρχει η δυνατότητα, μπορεί να γίνει τοποθέτηση αισθητήρων σε κομβικά σημεία του εξοπλισμού για να ακολουθηθεί ένα πρόγραμμα συντήρησης εξοπλισμού βάσει κατάστασης. Αυτού του είδους η συντήρηση μπορεί αυτοματοποιημένα να καθοδηγεί την ομάδα συντήρησης να κάνει βελτιωτικές κινήσεις στις μηχανές.
2. Χρήση ενός προγράμματος CMMS, ιδανικά αυτοματοποιημένο μέσω αισθητήρων και μέσω σύνδεσης με το Envocon, για την διαχείριση εργασιών που αφορούν την υγεία των μηχανών της παραγωγής.
3. Μέτρηση του χρόνου που δεν λειτουργούν οι μηχανές στην παραγωγή και προσπάθεια βελτίωσής του σε μηνιαία βάση.
4. Προβλέψεις του νεκρού χρόνου των μηχανών με στόχο τη μείωση των βλαβών στο μέγιστο.

Απώλεια Διαθεσιμότητας Μηχανών - Ρυθμίσεις και τροποποιήσεις - Προγραμματισμένος νεκρός χρόνος μηχανών

Στόχος είναι η μείωση της συχνότητάς τους και της διάρκειάς τους. Προτείνονται οι εξής δύο τρόποι:

1. Ακριβής κοστολόγηση βάσει του OEE, ώστε να αντιληφθεί το εμπορικό τμήμα ότι μικρές παρτίδες σημαίνουν μεγάλο κόστος.
2. Εφαρμογή του εργαλείου SMED – Single Minute Exchange of Die. Η τεχνική αυτή, είναι μια βασική τεχνική στην Λιτή παραγωγή. Πρακτικά η τεχνική αυτή, προτείνει την λεπτομερή παρακολούθηση των προγραμματισμένων σταματημάτων των μηχανών. Στη συνέχεια θα πρέπει να γίνει προσπάθεια να εξαλειφθούν βήματα και να μειωθούν άλλα. Ο στόχος είναι, τα σταματήματα αυτά να γίνονται όσο πιο γρήγορα γίνεται, κοντά σε χρόνο ενός ψηφίου λεπτών αν είναι δυνατό.

Root Cause Analysis (RCA)

Επιπλέον σε απρόβλεπτες βλάβες, υπάρχει η δυνατότητα της εφαρμογής του εργαλείου **Root Cause Analysis (RCA)**. Με αυτό το εργαλείο μπορεί κάποιος να βρει την βασική αιτία ενός προβλήματος. Κάποιες τεχνικές για το εργαλείο αυτό είναι η ανάλυση Why-Why ή ανάλυση των 5 why, ένα διάγραμμα αιτίας και αποτελέσματος (Fishbone diagram/Ishikawa diagram). Η ανάλυση αυτή ανήκει στην μεθοδολογία της Ολικής Ποιότητας.

Για την ανάλυση αυτή, υπάρχουν 3 όροι. Η βασική αιτία, η αφορμή και η πράξη αντιμετώπισης.

Ανάλυση της διαδικασίας:

1. Διαμόρφωση ομάδας - πολυ-λειτουργική (συντηρητές, τεχνικούς, χειριστές, προϊστάμενους) για την διαδικασία αυτή
2. Άμεση παρατήρηση του προβλήματος και των χαρακτηριστικών του
3. Συγκέντρωση των στοιχείων του προβλήματος σε ένα πίνακα. Η καταγραφή είναι πολύ σημαντική, για την κατανόηση. Να δημιουργηθεί γραπτά περιγραφή

4. Πρόταση ενός αντίμετρου, εφαρμογή, και τεστάρισμα. Αν λειτουργεί έχει βρεθεί η αιτία, αν δε λειτουργήσει, γίνεται εκ νέου πρόταση και εφαρμογή, μέσω της μεθόδου δοκιμής και σφάλματος.

Βήματα υλοποίησης:

1. Καθορισμός του προβλήματος
2. Συλλογή δεδομένων
3. Αναγνώριση πιθανών αφορμών
4. Αναγνώριση πραγματικής αιτίας
5. Πρόταση και εφαρμογή λύσεων

Μεγάλο ενδιαφέρον επίσης έχει μια πρόταση από την ίδια την Enocon με συγκεκριμένες οδηγίες για την ανάλυση του νεκρού χρόνου του εξοπλισμού (downtime).

Οι απώλειες στη διαθεσιμότητα των μηχανών δεν έχουν μόνο ως απώλεια, αλλά σημαίνουν και απώλεια της παραγωγής που θα μπορούσε να έχει παραχθεί, ελαττωματικά προϊόντα και άρα σπαταλημένες πρώτες ύλες, επιπλέον ώρες εργασίας στη μορφή υπερωριών, για να προλάβουν τη ζήτηση, επιπλέον κύκλους συντήρησης, και κόστος καθαρισμού μηχανών. Τι δεδομένα πρέπει να καταγραφούν;

Τα δεδομένα της μέτρησης του νεκρού χρόνου πρέπει να είναι τα εξής:

- Ημερομηνία και ώρα όταν ξεκίνησε το σταμάτημα της μηχανής
- Διάρκεια του χρόνου που δεν είναι σε λειτουργία η μηχανή
- Βάρδια
- Το Προϊόν που έχει παραχθεί
- Οι χειριστές που ήταν υπεύθυνοι τη στιγμή του συμβάντος
- Κάποια επιπλέον περιγραφή και σχόλια για τις ενέργειες που ακολουθήθηκαν
- Ο λόγος για τον οποίο συνέβη το σταμάτημα - υπάρχει έτοιμη λίστα με πιθανούς στάνταρ λόγους για τους οποίους συμβαίνουν σταματήματα, αυτοί περιλαμβάνουν:
Η πρακτική αναφέρει την ομαδοποίηση αυτών των αιτιών σε 3 με 5 ομάδες, για παράδειγμα:

- Ρύθμιση μηχανής (setup)
 - Αλλαγή προϊόντος

- Αλλαγή στις μονάδες μέτρησης
- Αλλαγή στα υλικά πρώτων υλών
- Συνολική ρύθμιση
- Τεχνικά
 - Επανεκκίνηση μηχανής
 - Βλάβη ρομπότ
 - Βλάβη στα ηλεκτρολογικά
 - Ελλειπής λίπανση μηχανής
 - Βλάβη αντλιών
 - Βλάβες στον ιμάντα
- Διαχείριση της εργασίας
 - Αναμονή για υλικά
 - Χαμηλής ποιότητας υλικά
 - Μετακινήσεις εντός παραγωγής - για να πάρει ο χειριστής εργαλεία, ή να διώξει εργαλεία που δε χρειάζεται απο κοντά του
 - Απώλειες προμηθειών
 - Παράλληλη εργασία σε άλλη μηχανή
 - Απουσία οδηγιών
- Συντήρηση
 - Καθαρισμός μηχανών
 - Καθημερινές ενέργειες συντήρησης
 - Εβδομαδιαία συντήρηση
 - Προγραμματισμένη συντήρηση
 - Απρόβλεπτη συντήρηση
 - Καθαρισμός
- Προγραμματισμένες παύσεις
 - Παύση
 - Φαγητό
 - Συνάντηση ομάδας
 - Εκπαίδευση

Το πρώτο βήμα για την βελτίωση της διαθεσιμότητας είναι η συλλογή των δεδομένων απο την παραγωγή. Στην συνέχεια γίνεται ταξινόμησή τους, βάσει της πιο συχνής αιτίας.

5.1.2 TPM και τρόποι βελτίωσης του OEE μέσω της αυτόνομης συντήρησης

Έχει αποδειχθεί ότι μέσω του TPM μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά ο δείκτης OEE σημαντικά, χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα στη βιβλιογραφία, αυτοκινητοβιομηχανίας η οποία μέσω σωστής και δομημένης εφαρμογής του TPM μπόρεσε και βελτίωσε τον δείκτη OEE, όπως φαίνεται στην εικόνα παρακάτω (Gurta and Garg, 2012).

Table 8. OEE Improvement before and after TPM Implementation

Name of Machine	OEE (%)	
	Before	After
Broaching Machine –I	59	70
Broaching Machine –I	60	69
Cylindrical Grinder	53	67
Surface Grinder	50	65

Εικόνα 59: Στην εικόνα παρουσιάζονται τα δεδομένα βελτίωσης του OEE για την αυτοκινητοβιομηχανία που παρουσιάζεται στο άρθρο (Gurta and Garg, 2012).

Η αυτόνομη συντήρηση είναι ο πρώτος πυλώνας του TPM και αφορά την βασική συντήρηση των μηχανών απο τους ίδιους τους χειριστές, ως καλύτεροι γνώστες αυτών. Μέσω της αυτόνομης συντήρησης συμβαίνουν τα παρακάτω:

- Καλός καθαρισμός της μηχανής και σωστή λίπανση
- Παρατήρηση τυχόν προβλημάτων πριν αυτά συμβούν
- Απελευθέρωση του προσωπικού της συντήρησης για άλλου είδους εργασίες
- Βελτίωση της συμμετοχής των εργαζομένων και αίσθηση της συμμετοχής τους στην μεγαλύτερη εικόνα της εταιρείας
- Βελτίωση της ολικής ασφάλειας.

Για να μπορέσει η εταιρεία να οδηγηθεί σε αυτό το αποτέλεσμα, θα χρειαστεί να γίνει εκπαίδευση στους χειριστές απο τους συντηρητές. Τα βασικά στα οποία είναι καλό να εκπαιδευτούν είναι:

- Ο καθαρισμός
- Λίπανση
- Επιθεώρηση
- Προσαρμογές
- Γρήγορες διορθώσεις
- Αναγνώριση σημαδιών μειωμένης απόδοσης
- Θέματα ασφαλείας
- Τα προβλήματα στα οποία πρέπει να ενημερώσουν το προσωπικό συντήρησης

Η μεθοδολογία προτείνει ένα συνδυασμό εκπαίδευσης απο μαθήματα σε τάξη και εκπαίδευση επάνω στην ίδια τη μηχανή.

5.1.3 Τρόποι για την ενσωμάτωση των χειριστών στη διαδικασία βελτίωσης του OEE

Οι χειριστές των μηχανών είναι η πρώτη γραμμή στο χώρο της παραγωγής και έχουν κεντρικό ρόλο στην βελτίωση της απόδοσής της. Γνωρίζουν τις μηχανές καλύτερα απο όλους καθώς είναι υπεύθυνοι για τη λειτουργία τους καθημερινά. Για το λόγο αυτό πρέπει να παίζουν και σημαντικό ρόλο στη βελτίωση του OEE, αφού μπορούν να αναγνωρίσουν αιτίες που κανένας άλλος δε μπορεί.

Κάποιοι τρόποι για τη συμμετοχή των χειριστών στον OEE, προτείνονται απο την EVOCON ως σημείο εκκίνησης.

1. **Δημιουργία καθημερινών συνηθειών που καθοδηγούν βελτιώσεις και αλλαγή.**
Στο λογισμικό enocon υπάρχουν αρκετά χαρακτηριστικά που υποστηρίζουν αυτή την ενσωμάτωση των χειριστών στη διαδικασία βελτίωσης του OEE. Κάποια παραδείγματα είναι τα εξής:
 - a. Μια υπενθύμιση στους χειριστές να καταγράψουν για τις βάρδιες τους. Το σύστημα υπενθυμίζει στους χειριστές να ενημερώσουν το σύστημα για την παρουσία τους, και τον ηγετικό τους ρόλο τους στη βάρδια. Αυτό

- δημιουργεί την αίσθηση της ευθύνης στους χειριστές και αυτό αντίστοιχα οδηγεί στην μείωση των αποσπάσεων απο άλλες δραστηριότητες.
- b. Feedback στους χειριστές για την απόδοσή τους μέσω συναισθημάτων στο Enocon με τη χρήση του Mr Enocon. Ο λόγος για αυτό είναι ότι ο άνθρωπος είναι κοινωνικό ον και έχει αποδειχθεί ότι ένας απο τους καλύτερους τρόπους να επηρεαστεί κάποιος είναι μεσω συναισθημάτων.
 - c. Συγγραφή θετικών σχολίων στους χειριστές όταν ολοκληρώσουν επιθυμητές εργασίες.
2. **Ουσιώδεις συζητήσεις βασισμένες σε συλλογή δεδομένων παραγωγής.** Είναι πολύ σημαντική η συζήτηση και η συχνή επαφή με τους χειριστές. Οι συζητήσεις αυτές ενισχύουν ακόμη περισσότερο την αίσθηση της ευθύνης στους χειριστές και τους επιβεβαιώνει ότι ο ρόλος τους είναι πολύ σημαντικός στην επιχείρηση. Μια αρχή θα μπορούσε να είναι η εικόνα απο μια ολοκληρωμένη βάρδια.
3. **Εβδομαδιαίες συναντήσεις βάρδιας με τους χειριστές.** Το Enocon έχει αναπτύξει οθόνη που υποστηρίζει αυτή την ενέργεια.

5.2 OEE και Industry 4.0 - οι προκλήσεις

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ως επόμενος στόχος στη μέτρηση του δείκτη OEE, η συλλογή δεδομένων για την κατανάλωση ενέργειας, και την ανάλυση αυτών (Thiede, 2023).

Ο OEE είναι δείκτης μέτρησης της αποδοτικότητας γραμμών παραγωγής και άρα εργοστασίων. Βασικό στοιχείο στη μέτρηση του OEE είναι η σωστή συλλογή δεδομένων και η σωστή ανάλυσή τους καθώς και η απλοποιημένη παρουσίασή τους σε εύχρηστες και φιλικές προς το χρήστη οθόνες.

Το Industry 4.0. έρχεται να βελτιώσει τις μετρήσεις και τους υπολογισμούς, αλλά και τη συλλογή δεδομένων απο την παραγωγή, μέσω βελτιωμένων αισθητήρων οι οποίοι μπορούν να συνδεθούν άμεσα με λογισμικά και να οδηγήσουν τα εργοστάσια να έχουν όλα τους τα δεδομένα στο εσωτερικό τους δίκτυο.

Μια πρόκληση αφορά τα ψηφιακά δίδυμα, στα οποία το εργοστάσιο θα έχει τη δυνατότητα να κάνει τεστ σε ψηφιακό περιβάλλον πριν ενσωματώσει τυχόν αλλαγές στην πραγματική παραγωγή και το smart factory .

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ahuja, I.P.S. and Khamba, J.S., 2008. Total productive maintenance: literature review and directions. *International journal of quality & reliability management*.

API First, 2020. *Overall Equipment Effectiveness – Lean Tool for Improvement of Process Effectiveness and Efficiency*. [online] Available at: <<https://www.apifirst.in/2020/09/24/overall-equipment-effectiveness/>> [Accessed 18 April 2023].

Castro, F.P. and Araujo, F.O., 2012. Proposal for OEE (Overall Equipment Effectiveness) indicator deployment in a beverage plant. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 9(1), pp.71–84.

Dixit, A., Dave, V. and Singh, A.P., 2015. Lean manufacturing: An approach for waste elimination. *Int. J. Eng. Res*, 4(04).

Dohse, K., Jürgens, U. and Nialsch, T., 1985. From "Fordism" to "Toyotism"? The social organization of the labor process in the Japanese automobile industry. *Politics & Society*, 14(2), pp.115–146.

EVOCON, 2023. *Getting started with Evocon is as easy as 1-2-3*. [online] Available at: <<https://evocon.com/how-evocon-works/>> [Accessed 19 April 2023].

EVOCON, Martin Lääts, April, 2023. What Is OEE and How Does It Work? [online] Available at: < <https://evocon.com/articles/what-is-oee-and-how-does-it-work/>> [Accessed 21 April 2023].

EVOCON, Viktorija Trubaciute, February, 2020, The Six Big Losses in Manufacturing. [online] Available at: < <https://evocon.com/articles/the-six-big-losses-in-manufacturing/>> [Accessed 21 April 2023].

EVOCON, Spiros Vamvakas, May, 2020, The Importance of OEE in Manufacturing. [online] Available at: < <https://evocon.com/articles/oee-in-manufacturing/>> [Accessed 21 April 2023].

EVOCON, Carl Waddill, Nov, 2022, Papoutsanis Digitizes Production With Evocon and Increases OEE by 30%. [online] Available at:

<https://evocon.com/articles/case_study/papoutsanis-digitizes-production-with-evocon-and-increases-oee-by-30/> [Accessed 21 April 2023].

Ford Motor Company, 2021. *FORD COMPANY TIMELINE*. [online] Available at: <<https://corporate.ford.com/about/history/company-timeline.html>> [Accessed 19 April 2023].

Gupta, A.K. and Garg, R.K., 2012. OEE improvement by TPM implementation: a case study. *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research*, 1(1), pp.115–124.

Gupta, P. and Vardhan, S., 2016. Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: a case study. *International Journal of Production Research*, 54(10), pp.2976–2988.

Jung, J.-Y., Min, C.W., Kim, S.W., Gupta, R., Jang, W., Bang, K.-H., Kim, Y.-J., Jo, I.-H. and Kim, S.T., 2022. Proteomic Analysis of Ginseng (*Panax ginseng* CA Meyer) Fluid Proteins under Salt Stress. *Agronomy*, 12(9), p.2048.

Kanban Zone, 2016. *Jidoka*. [online] Available at: <<https://kanbanzone.com/resources/lean/toyota-production-system/jidoka/>> [Accessed 17 April 2023].

Kanbanize, 2021. *Value Stream Mapping: The Definitive Guide*. [online] Available at: <<https://kanbanize.com/lean-management/value-waste/value-stream-mapping>> [Accessed 18 April 2023].

Kanbanize, 2023. *What Is Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle?* [online] Available at: <<https://kanbanize.com/lean-management/improvement/what-is-pdca-cycle>> [Accessed 18 April 2023].

Kobayashi, T., 1972. Transfer of Technology and Traditional Industry: The Experience of the Enshu Area in Japan. *Chukyo University bulletin of the Faculty of Liberal Arts*, 13(1), pp.163–189.

Lean Enterprise Institute, 2021. *What is Lean Thinking & Practice?* [online] Available at: <<https://www.lean.org/>> [Accessed 18 April 2023].

Lean Enterprise Institute, 2023. *A Brief History of Lean*. [online] <https://www.lean.org/explore-lean/a-brief-history-of-lean/>. Available at: <<https://www.lean.org/explore-lean/a-brief-history-of-lean/>> [Accessed 19 April 2023].

Limble CMMS and Bryan Christiansen, 2023. *Six Big Losses in Manufacturing: How to Improve OEE*. [online] Available at: <<https://limblecmms.com/blog/oee-six-big-losses/>> [Accessed 24 April 2023].

Localazy, 2021. *PDCA*. [online] Available at: <<https://localazy.com/dictionary/pdca>> [Accessed 18 April 2023].

MacDonald, M., 1991. Post-Fordism and the flexibility debate. *Studies in Political Economy*, 36(1), pp.177–201.

Melton, T., 2005. The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. *Chemical engineering research and design*, 83(6), pp.662–673.

MRPeasy and Madis Kuuse, 2022. *How to Calculate Overall Equipment Effectiveness (OEE)?*. [online] Available at: <<https://manufacturing-software-blog.mrpeasy.com/overall-equipment-effectiveness/>> [Accessed 22 April 2023].

Muchiri, P. and Pintelon, L., 2008. Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion. *International journal of production research*, 46(13), pp.3517–3535.

Ogawa, E., 1984. *Modern production management: A Japanese experience*. Asian Productivity Org.

Peter Klym, 2013. *Lean Thinking - An Introduction to Lean*. [online] Available at: <<https://www.slideshare.net/klymp000/lean-thinking-26102075>> [Accessed 19 April 2023].

PlanetTogether, 2023. *Five Principles of Lean Manufacturing*. [online] Available at: <<https://www.planettogether.com/blog/five-principles-of-lean-manufacturing>> [Accessed 17 April 2023].

Price, J., 1994. Lean production at Suzuki and Toyota: A historical perspective. *Studies in Political Economy*, 45(1), pp.66–99.

Quality Gurus Inc., 2023. *5S for Workplace Improvement*. [online] Available at: <<https://www.qualitygurus.com/5s-for-workplace-improvement/>> [Accessed 17 April 2023].

Reliable Plant, 2022. *Total Productive Maintenance: An Overview*. [online] Available at: <<https://www.reliableplant.com/Read/26210/tpm-lean-implement>> [Accessed 18 April 2023].

Rhythm Systems, 2023. *Productivity vs Efficiency in Manufacturing*.

Sayuti, M., 2019. Analysis of the overall equipment effectiveness (OEE) to minimize six big losses of pulp machine: a case study in pulp and paper industries. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing. p.012061.

Shewhart, W.A., 1929. Control of quality of manufactured product.

Shield Wall Media, 2021. *Continuous Improvement (Kaizen): Putting it into Practice*. [online] Available at: <<https://rollformingmagazine.com/continuous-improvement-kaizen-putting-it-into-practice/>> [Accessed 17 April 2023].

Siddharth Pyapali, 2016. *Timeline of the Industrial Revolution*. [online] <https://www.thinglink.com/scene/662668174012973056>. Available at: <<https://www.thinglink.com/scene/662668174012973056>> [Accessed 19 April 2023].

SILODROME, 2023. *A Brief History Of The Model T Ford – Everything You Need To Know*. [online] Available at: <<https://silodrome.com/history-model-t-ford/>> [Accessed 19 April 2023].

SMART (Scaling Micro Agile® Technique) GmbH, 2021. *Value Stream Mapping*. [online] Available at: <https://www.scalingmicroagile.ch/tools_and_techniques/value-stream-mapping/> [Accessed 18 April 2023].

Smith, S., 2014. Muda, muri and mura. *Lean & Six Sigma Review*, 13(2), p.36.

Tech Quality Pedia, 2023. *Lean Tools | Lean Manufacturing Tools | Lean Meaning*. [online] Available at: <<https://techqualitypedia.com/lean-tools/>> [Accessed 17 April 2023].

Ted Hessing, 2018. *History of Lean*. [online] <https://sixsigmastudyguide.com/history-of-lean/>. Available at: <<https://sixsigmastudyguide.com/history-of-lean/>> [Accessed 19 April 2023].

Thiede, S., 2023. Advanced energy data analytics to predict machine overall equipment effectiveness (OEE): a synergetic approach to foster sustainable manufacturing. *Procedia CIRP*, 116, pp.438–443.

Tobe, A.Y., Widhiyanuriyawan, D. and Yuliati, L., 2018. The integration of Overall Equipment Effectiveness (OEE) method and lean manufacturing concept to improve production performance (Case study: Fertilizer producer). *Journal of Engineering and Management in Industrial System*, 5(2), pp.102–108.

TOYOTA MOTOR CORPORATION, 1995. *Toyota Production System*. [online] Company Information Vision & Philosophy. Available at: <<https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/>> [Accessed 17 April 2023].

Tsarouhas, P.H., 2020. Overall equipment effectiveness (OEE) evaluation for an automated ice cream production line: A case study. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 69(5), pp.1009–1032.

Uddin, M.M., Sakaline, G. and Khan, M.M.A., 2021. Enhancing OEE as a Key Metric of TPM Approach-A Practical Analysis in Garments Industries. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 6(2), pp.142–147.

Womack, J., 2006. Mura, muri, muda. *Jim Womack E-letter*, 7.

Womack, J.P. and Jones, D.T., 1997. Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), p.1148.

Οικογένεια Χριστοδούλου, 2017. *Η Οικογένεια Χριστοδούλου*. [online] Available at: <<https://christodouloufamily.gr/our-family>> [Accessed 22 April 2023].

Οικογενεια Χριστοδούλου, 2022. *LibertyRun 2022: Ο πιο συναρπαστικός αγώνας, παρέα με τετράποδους φίλους.* [online] Available at: <<https://christodouloufamily.gr/news/2022/libertyrun-2022-o-%CF%80%CE%B9%CE%BF-%CF%83%CF%85%CE%BD%CE%B1%CF%81%CF%80%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82-%CE%B1%CE%B3%CF%8E%CE%BD%CE%B1%CF%82-%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%AD%CE%B1-%CE%BC%CE%B5-%CF%84%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%AC%CF%80%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CF%85%CF%82-%CF%86%CE%AF%CE%BB%CE%BF%CF%85%CF%82>> [Accessed 22 April 2023].

Οικογένεια Χριστοδούλου, 2022. *Η Οικογένεια Χριστοδούλου Αρωγός στην ενημέρωση κατά του Καρκίνου του Μαστού.* [online] Available at: <<https://christodouloufamily.gr/news/2022/%CE%B7-%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%B3%CE%AD%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B1-%CF%87%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CF%8D%CE%BB%CE%BF%CF%85-%CE%B1%CF%81%CF%89%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B5%CE%BD%CE%B7%CE%BC%CE%AD%CF%81%CF%89%CF%83%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%BA%CE%B1%CF%81%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%BF%CF%85-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%8D>> [Accessed 22 April 2023].

Οικογένεια Χριστοδούλου, 2023. *Η Οικογένεια Χριστοδούλου δωρίζει 7500 φυτικά ροφήματα αμυγδάλου σε οικογένειες που έχουν ανάγκη.* [online] Available at: <<https://christodouloufamily.gr/news/2023/%CE%B7-%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%B3%CE%AD%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B1-%CF%87%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CF%8D%CE%BB%CE%BF%CF%85-%CE%B1%CF%81%CF%89%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B5%CE%BD%CE%B7%CE%BC%CE%AD%CF%81%CF%89%CF%83%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%BA%CE%B1%CF%81%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%BF%CF%85-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%8D>>

%CF%87%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CF%8
D%CE%BB%CE%BF%CF%85-
%CE%B4%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B6%CE%B5%CE%B9-7500-
%CF%86%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC-
%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-
%CE%B1%CE%BC%CF%85%CE%B3%CE%B4%CE%AC%CE%BB%CE%BF%CF
%85-%CF%83%CE%B5-
%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%B3%CE%AD%CE%BD%CE%B5%CE
%B9%CE%B5%CF%82-%CF%80%CE%BF%CF%85-
%CE%AD%CF%87%CE%BF%CF%85%CE%BD-
%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CE%B3%CE%BA%CE%B7-1> [Accessed 22 April
2023].