



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
& ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη εφαρμογής της ενσωμάτωσης του Διαδικτύου των Πραγμάτων
στον βιομηχανικό κλάδο

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ
ΓΟΝΑΛΑΚΗ ΧΡΥΣΑΝΘΗ
ΑΜ: 2720

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΑΣΚΟΥΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2018

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία αποτελεί αποτέλεσμα εκτενούς έρευνας και αναζήτησης.

Θα ήθελα να απευθύνω θερμές ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή κ. Ασκούνη Δημήτριο καθώς και στον υποψήφιο διδάκτορα κ. Αυγουλή Μιχάλη για την καθοδήγηση και την άμεση και ουσιαστική βοήθεια που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας διπλωματική εργασίας.

Ειλικρινή ευχαριστώ στην ομάδα της Johnson&JohnsonHellas που διέθεσε πόρους και συγγραφικό υλικό ώστε να κατανοήσω την παραγωγική διαδικασία μίας βιομηχανικής μονάδας.

Τέλος, δεν μπορώ να μην αναφέρω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου για τη συνεχή υποστήριξη που μου παρείχε σε όλα τα στάδια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Περίληψη

Ο 21^{ος} αιώνας θεωρείται ο αιώνας της τεχνολογίας καθώς ολοένα και περισσότερα τεχνολογικά επιτεύγματα δημιουργούν μία νέα τάξη πραγμάτων σε κλάδους όπως είναι η βιομηχανία, η ιατρική, η γεωργία και οι τηλεπικοινωνίες. Ανεπηρέαστη από τούτη την τεχνολογική άνθηση δεν μένει η κοινωνία όπου αναπτύσσεται ένας νέος τρόπος ζωής βασιζόμενος στο διαδίκτυο και τα μέσα επικοινωνίας.

Κυρίαρχο μέρος στην τεχνολογική επανάσταση που διανύει ο σημερινός κόσμος αποτελεί το Διαδίκτυο των Πραγμάτων ή αλλιώς Internet of Things (IoT). Ο όρος Internet of Things (IoT), ή αλλιώς Διαδίκτυο των Πραγμάτων χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον επιχειρηματία Kevin Ashton στα τέλη της δεκαετίας του 1990. Από τότε έως και σήμερα έχει πραγματοποιηθεί εκτενής έρευνα για τους τρόπους με τους οποίους δύο συσκευές-αντικείμενα-μηχανές μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω διαδικτύου και να ανταλλάσσουν δεδομένα. Η πληροφορία που ανταλλάσσεται μπορεί να επεξεργαστεί και να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της λειτουργίας ενός σπιτιού ή ακόμα και ενός εργοστασίου ή μιας ολόκληρης πόλης.

Η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων των ερευνών οδήγησε σε νέα τεχνολογικά μονοπάτια τους επιστήμονες οι οποίοι ανακαλύπτουν όλο και περισσότερες περιπτώσεις όπου μπορούν να χρησιμοποιήσουν Internet of Things μία εκ των οποίων είναι και η Βιομηχανία. Σύμφωνα με την έκθεση της Ernst&Yang «Internet of Things Human-machine interactions that unlock possibilities», οι βιομηχανίες όλων των κλάδων παγκοσμίως προσβλέπουν ιδιαίτερη ανάπτυξη τα επόμενα έτη λόγω του Internet of Things.

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί η κατανόηση του όρου Διαδίκτυο των Πραγμάτων, οι τεχνολογίες αιχμής που χρησιμοποιεί, τα χαρακτηριστικά του και με ποιους τρόπους μπορεί να υλοποιηθεί εντός μίας βιομηχανικής μονάδας. Πραγματοποιείται ανάλυση των λειτουργιών της παραγωγικής διαδικασίας σύμφωνα με το σύνηθες μοντέλο παραγωγής που συναντάται σήμερα στις περισσότερες επιχειρήσεις και προτείνεται ένας νέος, τεχνολογικά εξελιγμένος τρόπος διαχείρισης του τμήματος της Παραγωγής μέσω του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Στόχος είναι η βελτιστοποίηση των διαδικασιών μεταξύ των φάσεων παραγωγής ενός προϊόντος χρησιμοποιώντας εξελιγμένα τεχνολογικά μέσα και η αξιολόγηση ενός επενδυτικού πλάνου μέσω μαθηματικού μοντέλου.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Διαδίκτυο των Πραγμάτων

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: IoT, βιομηχανία, ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, MES, SCADA, PLC

Abstract

The 21st Century is considered the century of technology as more and more technological achievements create a new order of things in sectors such as industry, medicine, agriculture and telecommunications. Unaffected of this technological boom can not be the society where a new lifestyle based on the internet and the media is developed.

The Internet of Things (IoT), is a dominant part of the technological revolution that today's world is experiencing. The term Internet of Things (IoT), was first used by businessman Kevin Ashton in the late 1990s. Since then, extensive research has been carried out on the ways in which two devices-machines can communicate with each other over the Internet and exchange data. The information exchanged can be processed and used to improve the operation of a home or even a factory or a whole city.

The importance of research results has led to new technological paths for scientists who are finding more and more cases where they can use Internet of Things, one of which is Industry. According to Ernst & Yang's report "Internet of Things Human-machine interactions that unlock possibilities", industries in all world sectors are looking forward to growth in the coming years due to the Internet of Things.

The subject of this paper is the understanding of the term Internet of Things, the cutting edge technologies it uses, its features and how it can be implemented within an industrial unit. An analysis of the functions of the production process is carried out in accordance with the usual production model currently found in most businesses and a new, technologically advanced way of managing the Production section through the Internet of Things is proposed. The aim is to optimize the processes between the production phases of a product using sophisticated technological means and the evaluation of an investment plan through a mathematical model.

THEMATIC AREA: Internet of Things

KEY WORDS: IOT, Industry, Wireless Sensor Networks, MES, SCADA, PLC

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	2
Abstract	3
Κατάλογος Πινάκων.....	6
Κατάλογος Σχημάτων	7
Κατάλογος Εικόνων.....	8
Συνομογραφίες & Ακρωνύμια	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1. Διαδίκτυο των Πραγμάτων.....	11
1.1 Στάδια Ανάλυσης Δεδομένων	11
1.2 Εφαρμογές του ΙοΤ.....	12
1.2.1 Έξυπνη πόλη.....	13
1.2.2 Έξυπνη ενέργεια	14
1.2.3 Έξυπνη γεωργία.....	15
1.2.4 Έξυπνη βιομηχανία	16
2. Industry 4.0	18
2.1 Ιστορική αναδρομή.....	18
2.2 Βασικά χαρακτηριστικά	20
2.3 Πλεονεκτήματα χρήσης Industry 4.0.....	22
3. Ασφάλεια στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων	24
3.1 Οι κίνδυνοι	24
3.1.1 Κίνδυνος υποκλοπής δεδομένων	24
3.1.2 Κίνδυνος παράνομου ελέγχου του δικτύου	25
3.1.3 Κίνδυνος εκβιασμού.....	26
3.1.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	26
3.2 Λόγοι μειωμένης ασφάλειας δικτύου	26
3.2.1 Μη ασφαλές περιβάλλον δικτύου.....	26
3.2.2 Χαμηλό επίπεδο αυθεντικότητας/ εξουσιοδότησης	27
3.2.3 Έλλειψη κρυπτογράφησης δεδομένων	27
3.2.4 Ύπαρξη αδυναμιών στο σύστημα του διαδικτύου των πραγμάτων	27
3.2.5 Μη ασφαλές διαδικτυακό περιβάλλον φύλαξης δεδομένων	28
3.2.6 Έλλειψη εκπαίδευσης του προσωπικού	28
3.3 Τρόποι προστασίας.....	29
3.3.1 Επιτήρηση συστήματος -Φυσική Προστασία.....	30
3.3.2 Αύξηση επιπέδου ασφαλείας δικτύου	30
3.3.3 Αύξηση επιπέδου αυθεντικότητας / εξουσιοδότησης.....	31
3.3.4 Εναρμόνιση με διεθνή κανονισμούς και πρότυπα	32
3.3.5 Εκπαίδευση	33
4. Τοπολογία Διαδικτύου των Πραγμάτων.....	34
4.1 Κάλυψη αναγκών με χρήση Διαδικτύου των Πραγμάτων.....	34
4.2 Επίπεδα αρχιτεκτονικής ΙοΤ.....	35
4.3 Λογισμικά επιχειρήσεων	37

4.3.1 Σύστημα ενδοεπιχειρησιακού σχεδιασμού	37
4.3.2 Σύστημα Εκτέλεσης Παραγωγής.....	39
4.3.2.1 Σημεία ενδιαφέροντος MES	40
4.3.2.2 Υποσυστήματα MES	43
4.3.3 SCADA	48
4.3.3.1 Αρχιτεκτονική SCADA	49
5. Ανάπτυξη διαδικασιών βιομηχανικής παραγωγής	51
5.1 Ροή προϊόντος στη γραμμή παραγωγής.....	53
5.1.1 Τμήμα Αποθήκης.....	56
5.1.2 Τμήμα Ζύγισης.....	58
5.1.3 Τμήμα Αναμίξεων	59
5.2 Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στην παραγωγική διαδικασία	62
5.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα χρήσης Διαδικτύου των Πραγμάτων	69
6. Αξιολόγηση επένδυσης	72
6.1 Εισαγωγή στην Έννοια των Επενδύσεων	72
6.2 Κατηγορίες επενδύσεων	73
6.3 Κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων.....	74
6.4 Επενδυτικοί δείκτες	78
7. Συμπεράσματα	80
Βιβλιογραφία.....	82
Διαδικτυακή Βιβλιογραφία.....	83

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Ιστορική αναδρομή της 4ης βιομηχανικής επανάστασης	19
Πίνακας 2: Επικρατέστερα Διεθνή πρότυπα σχετικά με το περιβάλλον IoT	33
Πίνακας 3: Βασικά μέρη τμήματος αποθήκης εργοστασίου	56
Πίνακας 4: Βασικά μέρη τμήματος Ζύγισης εργοστασίου	58
Πίνακας 5 Βασικά μέρη τμήματος αναμίξεων εργοστασίου	60

Κατάλογος Σημάτων

Σχήμα 1: Διάλογοι επικοινωνίας μέσω τεχνολογιών Industry 4.0	21
Σχήμα 2: Επίπεδα Αρχιτεκτονικής IoT	36
Σχήμα 3: Υποσυστήματα ERP	39
Σχήμα 4: Βασικές δυνατότητες συστημάτων ενός εργοστασίου.....	41
Σχήμα 5: Στάδια αρχιτεκτονικής συστήματος SCADA	50
Σχήμα 6: Διαδικασία παραγωγής προϊόντος	51
Σχήμα 7 Ροή προϊόντος στη γραμμή παραγωγής	55
Σχήμα 8: Ροή διαδικασιών τμήματος αποθήκης	57
Σχήμα 9: Διαδικασίες τμήματος Ζύγισης.....	59
Σχήμα 10: Διαδικασίες τμήματος Αναμίξεων	61
Σχήμα 11: Διαδικασίες τμήματος Αναμίξεων	62
Σχήμα 12: Παράγοντες απαίτησης εξέλιξης της γραμμής παραγωγής.....	63

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Χρήση συστημάτων IoT σε μία βιομηχανική μονάδα	17
Εικόνα 2: Περιβάλλον της 4ης βιομηχανικής επανάστασης	20
Εικόνα 3: Διάταξη Συστήματος Ασφαλείας σε Περιβάλλον IoT	29
Εικόνα 4: Δομή συστήματος ασφαλείας σε IoT περιβάλλον	31
Εικόνα 5 Μεθοδολογία 5M	40
Εικόνα 6: Αυτοματοποίηση της γραμμής παραγωγής.....	67

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

CPPSs: *Cyber-physical production systems*

ERP: *Enterprise Resource Planning*

GDPR: *General Data Protection Regulation*

ID: *Identification Devices*

IoT: *Internet of Things*

IRR: *Internal Rate of Return*

ISO: *International Organization for Standardization*

MES: *Manufacturing Production Management*

PDA: *Personal digital assistant*

PLC: *Programmable logic controllers*

RFID: *Radio Frequency Identification*

ROE: *Return on Equity*

ROI: *Return on Investment*

SCADA: *Supervisory control and data acquisition*

SFC: *Shop Floor Controller*

SMURBS: *Smart Urban Solutions*

SSL: *Secure Sockets Layer*

TLS: *Transport Layer Security*

ΚΠΑ: *Καθαρή παρούσα αξία*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μεγάλη αναφορά γίνεται σε επιστημονικούς κύκλους τα τελευταία χρόνια για το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, μία νέα τεχνολογία που αφορά την βιομηχανία, την πολιτική, τη μηχανική και την κοινωνία γενικότερα. Ενσωματώνεται σε πληθώρα δικτυωμένων συσκευών, συστημάτων και αισθητήρων, που επικοινωνούν μεταξύ τους και διαχέουν δεδομένα προς πολλές κατευθύνσεις και προς πολλούς δέκτες. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων ή διαφορετικά Internet of Things (IoT) χρησιμοποιείται ήδη σε αρκετές πτυχές του σύγχρονου τρόπου ζωής όπως συσκευές αυτοματισμού σχετικά με το «έξυπνο σπίτι» με τις οποίες επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ασφάλεια και λιγότερη κατανάλωση άσκοπης ενέργειας. Η πιο διαδεδομένη έως σήμερα μορφή του IoT είναι τα συστήματα κυκλοφορίας που συναντώνται σε κεντρικές οδικές αρτηρίες ενημερώνοντας τους οδηγούς για κυκλοφοριακή συμφόρηση, τυχόν ατυχήματα, έργα και λοιπά γεγονότα που χρήζουν προσοχής. Όμως ιδιαίτερα σημαντική είναι η χρησιμοποίηση του IoT σε κλάδους όπως η γεωργία, η βιομηχανία, η ενέργεια και η ιατρική καθώς μέσω της ροής των πληροφοριών διευκολύνεται η καθημερινή εργασία, ολοκληρώνεται πιο σύντομα η παραγωγική διαδικασία και αυξάνεται η παραγωγικότητα.

Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί από παγκόσμιου βεληνεκούς επιχειρήσεις και ερευνητικούς οργανισμούς έχουν δείξει πως τα επόμενα χρόνια η τεχνολογία του IoT θα μεσουρανήσει. Πιο συγκεκριμένα, αναμένεται ο αριθμός των συνδεδεμένων συσκευών έως το 2025, να φτάσει τα 75 δισεκατομμύρια, ενώ έως το 2030 ο αριθμός αυτός ίσως διπλασιαστεί¹. Στελέχη εταιρειών όπως η Ericsson, η Microsoft, η Google και καθηγητές ιδρυμάτων όπως το MIT συνηγορούν στο ότι μεγάλο μέρος των επενδύσεων των επιχειρήσεων θα δοθεί στο IoT καθώς αποτελεί την τεχνολογία του μέλλοντος. Παρόλο που οποιαδήποτε πρόβλεψη μπορεί να απέχει από την πραγματικότητα, είναι αδιαμφισβήτητο πως αυτά τα δεδομένα υποδεικνύουν μία εικόνα σημαντικής επιρροής.

Με δεδομένη την ανάπτυξη του IoT, εμφανίζεται μία παράμετρος που χρειάζεται προσοχή και αφορά στην κατάργηση της ιδιωτικότητας της προσωπικής ζωής και στην ασύδοτη ροή πληροφοριών χωρίς έλεγχο. Προκειμένου λοιπόν να διαμορφωθεί ένας «έξυπνος κόσμος», πρωτεύοντα ρόλο στην εξέλιξή του IoT πρέπει να παίζει η ασφάλεια των δεδομένων και η διασφάλιση της ιδιωτικής ζωής.

¹<https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>

1. Διαδίκτυο των Πραγμάτων

Ο όρος Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things), επινοήθηκε από τον Kevin Ashton προς τα τέλη της δεκαετίας του 1990². Πρόκειται για μία έννοια που συμπεριλαμβάνει από αντικείμενα της καθημερινότητας μέχρι έξυπνες συσκευές τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους με χρήση διαδικτύου. Όλες οι συσκευές-αντικείμενα έχουν ενσωματωμένους αισθητήρες οι οποίοι στέλνουν σε βάσεις δεδομένων πληροφορίες που στόχο έχουν να αξιοποιηθούν για την ανάληψη μίας απόφασης ή δράσης.³ Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των δεδομένων που συγκεντρώνονται, διαφοροποιείται και η ανάλυση που είναι εφικτή να γίνει όπως και ο βαθμός αξιοποίησής τους. Πιο αναλυτικά, υπάρχουν δεδομένα συνεχούς ροής όπως οι ειδοποιήσεις μηνυμάτων, υψηλής έντασης, ημι-δομημένα και ακαθόριστα όπως τα βίντεο και οι εικόνες.

1.1 Στάδια Ανάλυσης Δεδομένων

Προκειμένου να αναλυθούν τα δεδομένα με τον σωστό τρόπο και το λιγότερο κόστος, η Blue Hill (Blue Hill, 2015) προτείνει τέσσερα στάδια ανάλυσης τα οποία κυμαίνονται από την αντικατάσταση της συλλογής πληροφοριών χειροκίνητα με αισθητήρες έως την αυτοματοποίηση των διαδικασιών χωρίς την ανθρώπινη εμπλοκή.

Το 1^ο στάδιο αφορά στην τοποθέτηση αισθητήρων στις συσκευές οι οποίοι θα είναι προγραμματισμένοι με τέτοιο τρόπο ώστε να στέλνουν σε μία βάση δεδομένων τα στοιχεία που απαιτούνται κλιμακωτά.

Το 2^ο στάδιο είναι το περιγραφικό όπου τα δεδομένα αναλύονται σε πραγματικό χρόνο, δηλαδή άμεσα χωρίς καθυστερήσεις. Συνεπώς η πληροφορία όχι απλά συγκεντρώνεται σε μία βάση δεδομένων αλλά συγκεντρώνεται τη στιγμή που συμβαίνει.

Προχωρώντας στο 3^ο στάδιο της ανάλυσης, αφού έχει συγκεντρωθεί πληθώρα δεδομένων σε σεβαστό χρονικό διάστημα δίνεται η δυνατότητα στον τελικό χρήστη να εξάγει αποτελέσματα μέσω αλγορίθμων τα οποία έχουν ως απώτερο σκοπό την πρόβλεψη και τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών. Χρησιμοποιούνται παρελθοντικά στοιχεία και σύμφωνα με στατιστικά μοντέλα παρουσιάζεται μία ενδεχόμενη μελλοντική κατάσταση.

² That 'Internet of Things' Thing, Kevin Ashton (2009)

³https://www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html

Ο αυτοματισμός αποτελεί το τελευταίο και πιο υψηλό στάδιο (τέταρτο) της ανάλυσης. Πρεσβεύει την αρχή πως τα εισερχόμενα δεδομένα μεταφράζονται σε πράξη δίχως την ανάμιξη του ανθρώπινου παράγοντα.

1.2 Εφαρμογές του IoT

Ο όρος “Έξυπνες Συσκευές” έχει συνδεθεί άρρηκτα με την τεχνολογία του IoT. Πρόκειται για συσκευές που ενσωματώνονται σε άλλες συσκευές ή αντικείμενα και το μέγεθός τους δεν μπορεί να ξεπερνά μερικά κυβικά εκατοστού. Η έννοια του “έξυπνου” έγκειται στην ασύρματη ή ενσύρματη επικοινωνία μίας συσκευής με άλλη ή άλλες συσκευές μέσω θυρών χρησιμοποιώντας πλήθος αισθητήρων και αυτόματων συστημάτων. Ο τελικός χρήστης (άνθρωπος) λαμβάνει μία πληροφορία σε πραγματικό χρόνο την οποία μπορεί να επεξεργαστεί αν δεν είναι ήδη επεξεργασμένη.

Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία του IoT (Rutledgeetal, 2014, σελ 3) κατηγοριοποιούνται σε:

- Συσκευές αναγνώρισης (Identification Devices – ID): Συσκευές που απλά προσκολλώνται σε πράγματα όπως τα συστήματα ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification-RFID).
- Απομακρυσμένους αισθητήρες (Remote sensors): Συσκευές που εκπαιδεύονται να αναγνωρίζουν πράγματα από απόσταση όπως οι κάμερες παρακολούθησης.
- Έξυπνες συσκευές (Smart Devices): Αισθητήρες που συνδέονται απευθείας με το διαδίκτυο και υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου τους μέσω αυτού (π.χ. οικιακός θερμοσίφωνας που ρυθμίζεται μέσω κινητού).
- Υπολογιστές με εφαρμογές: Συσκευές που έχουν κατασκευαστεί να τρέχουν μία συγκεκριμένη εφαρμογή.
- Υπολογιστικές συσκευές πολλαπλών χρήσεων: Συσκευές που είναι συνδεδεμένες στο διαδίκτυο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για οποιοδήποτε σκοπό έχει ανάγκη ο τελικός χρήστης/χειριστής.

Το IoT περιλαμβάνει περιοχές συνδεσιμότητας μεταξύ συσκευών, οικισμών, πόλεων, εργοστασίων, μηχανημάτων. Συνεπώς μπορεί κανείς να το συναντήσει σε πολλούς τομείς της καθημερινότητάς του αλλά και στον επιστημονικό κλάδο και τη βιομηχανία.

1.2.1 Έξυπνη πόλη

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μεγάλη ερευνητική δραστηριότητα γύρω από το πώς μία πόλη μπορεί να αξιοποιήσει διαφόρων ειδών δεδομένα και πληροφορίες ούτως ώστε να εξοικονομήσει ενέργεια, να μειώσει τη ρύπανση, τα κυκλοφοριακά προβλήματα και γενικότερα να εξελίξει με τον καλύτερο τρόπο τη ζωή των πολιτών της. Βασικοί παράγοντες υλοποίησης μίας “Έξυπνης” Πόλης αποτελούν τα Big Data και το Internet of Things. Ως Big Data ορίζονται τα δεδομένα που αποθηκεύονται σε μία βάση δεδομένων και έχουν τα εξής χαρακτηριστικά: μεγάλο όγκο, ταχύτητα (φτάνουν σε πραγματικό χρόνο), ποικιλία (δομημένα ή αδόμητα), ποιότητα (μπορεί να είναι αβέβαιης προέλευσης) και αξία για τον τελικό χρήστη.⁴ Έτσι, με τη βοήθεια του IoT και την χρησιμοποίηση του κατάλληλου λογισμικού (software) και υλικού (hardware) το όραμα της “Έξυπνης” πόλης μπορεί να καρποφορήσει.⁵

Ήδη έχει ξεκινήσει να υλοποιείται το Smart Urban Solutions (SMURBS), ένα ερευνητικό πρόγραμμα που στόχο έχει την ανάπτυξη είκοσι-τεσσάρων (24) έξυπνων πόλεων σε δώδεκα (12) χώρες της Ευρώπης.⁶

Οι βασικές αρχές ώστε να χαρακτηριστεί μία πόλη έξυπνη σύμφωνα με το παραπάνω ερευνητικό πρόγραμμα είναι οι εξής:

1. Δημιουργία Υποδομών

Η αρχή του παντός για μία “Έξυπνη” πόλη είναι η δημιουργία υποδομών που δύνανται να υποστηρίξουν κατασκευαστικά έργα και IoT συστήματα. Η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αλλά και η δημιουργία μηχανισμών για την σωστή και άμεση παροχή υπηρεσιών σε κάθε είδους συνθήκες αποτελούν βασικές προϋποθέσεις που θα οδηγήσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα.

2. Χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Έχουν παρατηρηθεί οφέλη όπως η μείωση του κόστους ενέργειας, η ελαχιστοποίηση των ρύπων και η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας που οδηγούν στο συμπέρασμα πως μία έξυπνη

⁴https://en.wikipedia.org/wiki/Big_data

⁵<https://www.myota.gr/index.php/k2-tags/2013-02-13-13-23-56/140-2013-03-19-04-55-08/11393-big-data>

⁶<http://www.tanea.gr/news/greece/article/5481190/h-eksypnh-polh-toy-oxi-kai-toso-makrinoy-mellontos/>

πόλη χρειάζεται να εκμεταλλευτεί στο έπακρο τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και να δημιουργήσει ακόμα περισσότερες.

3. Διαδίκτυο των πραγμάτων

Αφορά συσκευές που επικοινωνούν μέσω ιντερνέτ και συλλέγουν πληροφορίες προς όφελος των διοικούντων μίας πόλης και κατ' επέκταση και των πολιτών της. Εφόσον η πληροφόρηση είναι άμεση, διευκολύνεται η λήψη αποφάσεων.

5. Διαχείριση μεταφορών και κυκλοφορίας

Προκειμένου οι πολίτες μία πόλης να κινούνται έξυπνα, χρειάζεται να μειωθεί το κυκλοφοριακό πρόβλημα στις κεντρικές αρτηρίες. Λύσεις ίσως δοθούν μέσω εναλλακτικών διαδρομών ή με τη χρησιμοποίηση μέσων μαζικής μεταφοράς.

Με βάση τα παραπάνω χαρακτηριστικά μία πόλη μπορεί να αυξήσει την αποδοτικότητά των συστημάτων της καθώς αφού για παράδειγμα θα εντοπίζει κυκλοφοριακά προβλήματα και ατυχήματα, θα χρησιμοποιούνται με τον βέλτιστο τρόπο τα μέσα μεταφοράς. Επιπλέον, αξιοποιώντας τους φυσικούς πόρους αποφεύγεται η άσκοπη κατανάλωσή τους.

1.2.2 Έξυπνη ενέργεια

Σε ένα περιβάλλον που μονίμως αλλάζει και οδηγείται σταδιακά σε καταστροφή, σύσσωμοι οι παγκόσμιοι οργανισμοί αναζητούν τρόπους που θα βοηθήσουν ή θα δώσουν λύση στο πρόβλημα. Κύριος σκοπός πλέον είναι η κατάργηση της δημιουργίας ενέργειας από ορυκτούς πόρους και η αντικατάστασή τους με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ).⁷ Συνεπώς απαιτείται αλλαγή ολόκληρου του μηχανισμού παροχής ενέργειας. Σύμφωνα με τα νέα δεδομένα, η χρησιμοποίηση των ΑΠΕ αποτελεί την βάση για την ανάπτυξη Έξυπνης Ενέργειας κατά την οποία η ρύθμιση και ο έλεγχός τους γίνεται από έξυπνες συσκευές οι οποίες επικοινωνούν μέσω ειδικά διαμορφωμένου δικτύου.

Το μέλλον της ενέργειας είναι η έξυπνη ενέργεια. Είναι η παραγωγή καθαρής και φθηνής ενέργειας και η λειτουργία της αγοράς, η διαχείριση και αποδοτική χρήση της με καινοτόμες τεχνολογίες. Αυτά μπορούν να οδηγήσουν σε έναν ανταγωνιστικό ενεργειακό τομέα προς όφελος της οικονομίας και των καταναλωτών.

⁷<http://bigbusiness.gr/index.php/energia/6458-se-pilotiko-kathestos-me-eksypni-energeia-apo-ananeosimes-piges-vazei-dyo-nisia-o-deddi>

Έχουν αναπτυχθεί λογισμικά που διαχειρίζονται με έξυπνο τρόπο την ενέργεια που καταναλώνεται ξεκινώντας από την οικία του μέσου καταναλωτή έως και μία βιομηχανία. Μέσω μετρητών παρακολούθησης και ελέγχου ηλεκτρικής ενέργειας με τη βοήθεια του διαδικτύου, οι εφαρμογές εξάγουν στοιχεία που αφορούν επί παραδείγματι την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας, την παραγωγή φωτοβολταϊκής ενέργειας. Όλα τα δεδομένα μεταφέρονται αυτόματα και με ασφάλεια σε μία πλατφόρμα λογισμικού ώστε ο τελικός χειριστής να βλέπει σε πραγματικό χρόνο τα δεδομένα από οποιαδήποτε συσκευή. Τέτοιου είδους εφαρμογές βοηθούν τους καταναλωτές και τις βιομηχανίες να εξορθολογήσουν την κατανάλωση της ενέργειας με την παροχή υπηρεσιών υψηλής ποιότητας.

Η νέα ενεργειακή εποχή απαιτεί τη μετατροπή των εταιρειών ηλεκτρικής ενέργειας σε παρόχους εξατομικευμένων ψηφιακών υπηρεσιών που βασίζονται στην ευφυή διαχείριση δεδομένων. Βασικό συστατικό επίτευξης «έξυπνης» ενέργειας θεωρείται και η χρησιμοποίηση συστημάτων IoT.

1.2.3 Έξυπνη γεωργία

Ο αγροτικός τομέας αναπτύσσεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια κυρίως λόγω της αδιαμφισβήτητης συμβολής της τεχνολογίας. Νέοι τεχνολογικοί δρόμοι όπως το “Internet of Things” έχουν φέρει στο προσκήνιο τον όρο “Έξυπνη Γεωργία” με την εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών αλλάζοντας πλήρως την αγροτική παραγωγή όπως ήταν γνωστή έως σήμερα. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, τα Big Data, η ρομποτική και άλλα τεχνολογικά επιτεύγματα δίνουν τη δυνατότητα ανάπτυξης μίας πιο παραγωγικής και βιώσιμης γεωργικής παραγωγής καθώς ο γεωργός έχει πλέον τα μέσα για τη λήψη καλύτερων αποφάσεων.

Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή πλατφόρμα Smart Farming Thematic Network⁸ (Smart AKIS), μία ελεύθερη προς όλους πλατφόρμα που στόχο έχει την παρουσίαση λύσεων για μια πιο οργανωμένη, λειτουργική και αποδοτική γεωργία, η “Έξυπνη” Γεωργία απαρτίζεται από τρεις διασυνδεδεμένους τομείς τεχνολογιών:

- **Τα Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης** που συλλέγουν, επεξεργάζονται και αποθηκεύουν για μελλοντική χρήση δεδομένα χρήσιμα για την εκτέλεση εργασιών εντός μίας γεωργικής επιχείρησης.

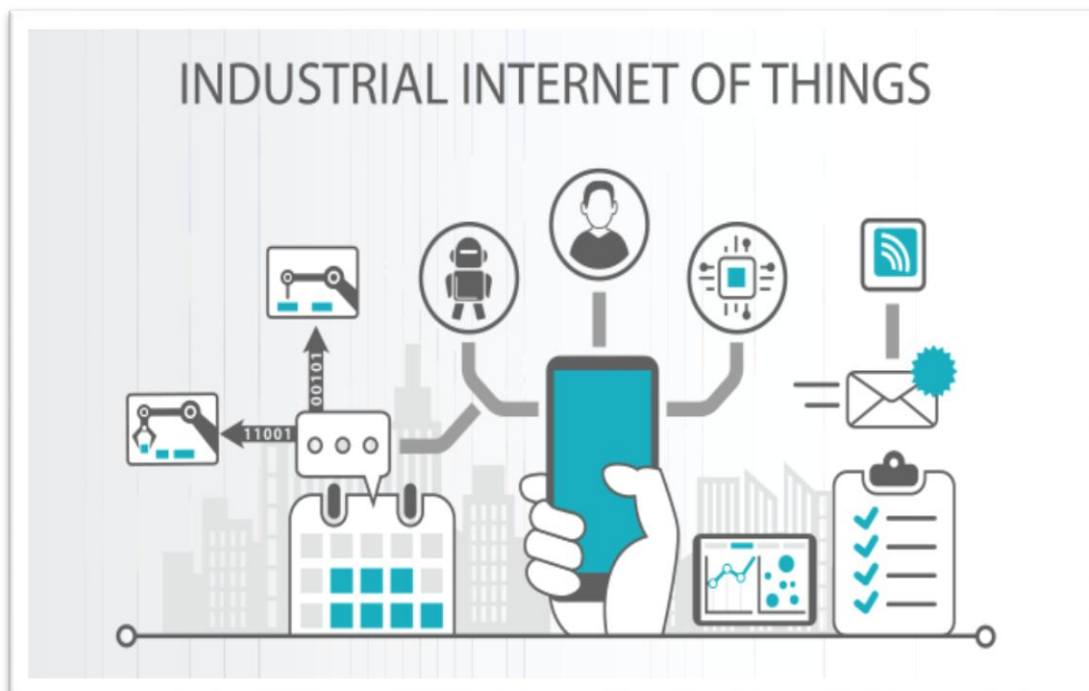
⁸<https://www.smart-akis.com/index.php/el/network-el/what-is-smart-farming-el/>

- **Τη Γεωργία Ακριβείας** σύμφωνα με την οποία εφόσον καταγραφούν χωρικές και χρονικές μεταβολές και αξιολογηθούν περιβαλλοντικές επιπτώσεις, μία γεωργική επιχείρηση μπορεί να βελτιώσει την οικονομική της απόδοση. Κάτι τέτοιο επιτυγχάνεται με τη χρήση συστημάτων Λήψης Αποφάσεων, γεω-εντοπισμού (GPS), αεροφωτογραφιών αλλά και μέσω εικόνων από δορυφόρο για την δημιουργία χαρτών με διάφορες μεταβλητές όπως τα χαρακτηριστικά του εδάφους, η περιεκτικότητα σε οργανική ύλη, τα επίπεδα του αζώτου και άλλα.
- **Τους Γεωργικούς Αυτοματισμούς και τη Ρομποτική** που περιλαμβάνονται ουσιαστικά σε κάθε μέρος της “Εξυπνης” Γεωργίας. Ένα παράδειγμα είναι η χρήση τηλεκατευθυνόμενων συσκευών (farm-drones, farm-bots) που αναγνωρίζουν επίπεδα ζωής, οξυγόνου, και υγρασίας.

Οι παραπάνω εφαρμογές απευθύνονται σε μεγάλες γεωργικές μονάδες αλλά και σε μικρά συγκροτήματα εκμεταλλεύσεων αγροτικών προϊόντων, στην κτηνοτροφία και τη βιολογική καλλιέργεια ανάλογα με τις ανάγκες της εκάστοτε επιχείρησης. Σε κάθε περίπτωση η “Εξυπνη” Γεωργία παρέχει μεγάλα οφέλη στην επιχείρηση που θα την υλοποιήσει, αυξάνοντας την απόδοσή της και μειώνοντας το λειτουργικό της κόστος. Επιπλέον, η αποτελεσματική χρήση νερού, ενέργειας και φυτοφαρμάκων απορρέουν στη διασφάλιση του φυσικού πλούτου της γης και του περιβάλλοντος.

1.2.4 Έξυπνη βιομηχανία

Ένας τομέας ο οποίος θα ωφεληθεί σημαντικά τα επόμενα χρόνια από τις σαρωτικές τεχνολογικές εξελίξεις είναι αυτός της βιομηχανίας. Αυτοματοποιημένες διεργασίες, κυβερνο-φυσικά συστήματα και λογισμικά τεχνητής νοημοσύνης όλα υπό το πρίσμα του IoT, συντελούν σε ένα έξυπνο εργοστάσιο που επιτρέπει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και καλύτερο εργασιακό περιβάλλον. Τα κυβερνο-φυσικά συστήματα δημιουργούν έναν εικονικό κόσμο, αντίγραφο του φυσικού, και σε συνδυασμό με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων πραγματοποιείται επικοινωνία μεταξύ μηχανημάτων και ανθρώπων σε πραγματικό χρόνο. Έξυπνες μηχανές καταγράφουν με ακρίβεια πληθώρα δεδομένων όπως η κατάσταση των μηχανών και οι περιβαλλοντικές συνθήκες. Κατόπιν, οι πληροφορίες αξιολογούνται και αποστέλλονται σε ανώτερα υπολογιστικά συστήματα τα οποία δίνουν μία ξεκάθαρη εικόνα στον χειριστή για τις διαδικασίες, αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα της παραγωγικής διαδικασίας και μειώνοντας κόστη και χρόνο. Παραδείγματα αυτοματισμών αποτελούν οι ανιχνευτές αερίων, οι μετρητές θερμοκρασιών, τα οχήματα που κινούνται δίχως την ανθρώπινη παρέμβαση.



Εικόνα 1: Χρήση συστημάτων IoT σε μία βιομηχανική μονάδα

Πηγή: <https://www.rtinsights.com/the-future-of-the-industrial-iiot-is-growing-in-testbeds/>

Η αλληλεπίδραση μηχανών και ανθρώπων εντός μίας βιομηχανίας βελτιώνει το επιχειρησιακό αποτέλεσμα καθώς το IIoT μεταδίδει καινοτόμες λύσεις και μετασχηματίζει τις διαδικασίες της παραγωγής που ήταν γνωστές έως σήμερα. Αποτέλεσμα αυτών, αποτελεί η αειφόρος ανάπτυξη του οργανισμού σε συνδυασμό με ένα περιβάλλον διασυνδεδεμένο, ψηφιακό και ευφύες.

2. Industry 4.0

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η παραδοσιακή βιομηχανική παραγωγή έχει αρχίσει να δίνει τη σκυτάλη σε ένα νέο μοντέλο λειτουργίας βασισμένο τις ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις. Το πρώτο χαρακτηριστικό της εν λόγω τάσης είναι ο αυτοματισμός της παραγωγικής διαδικασίας, ενώ η άμεση πληροφόρηση και η επικοινωνία σε διάφορα επίπεδα αποτελεί το βασικό και ιδιαίτερα ουσιώδες γνώρισμά της. Η επιστήμη της τεχνολογίας έχει φτάσει πλέον στην τέταρτη γενιά, Industry 4.0 όπως συνηθίζεται να λέγεται, αυτοματοποιώντας ελεγχόμενα και δυναμικά την παραγωγική διαδικασία.

2.1 Ιστορική αναδρομή

Ο όρος Industry 4.0 αναφέρεται στο τελευταίο στάδιο εξέλιξης της τεχνολογίας και των μέσων που χρησιμοποιεί εντός μίας επιχείρησης ή ενός οργανισμού στο πλαίσιο του “Internet of Things”. Καθώς αφορά τον τομέα της βιομηχανίας συνηθίζεται να λέγεται και “Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση”⁹. Σήμερα, οι χώρες που ακολουθούν και υλοποιούν σε μεγάλο επίπεδο την εξέλιξη της τεχνολογίας είναι κυρίως η Γερμανία και η Αμερική.

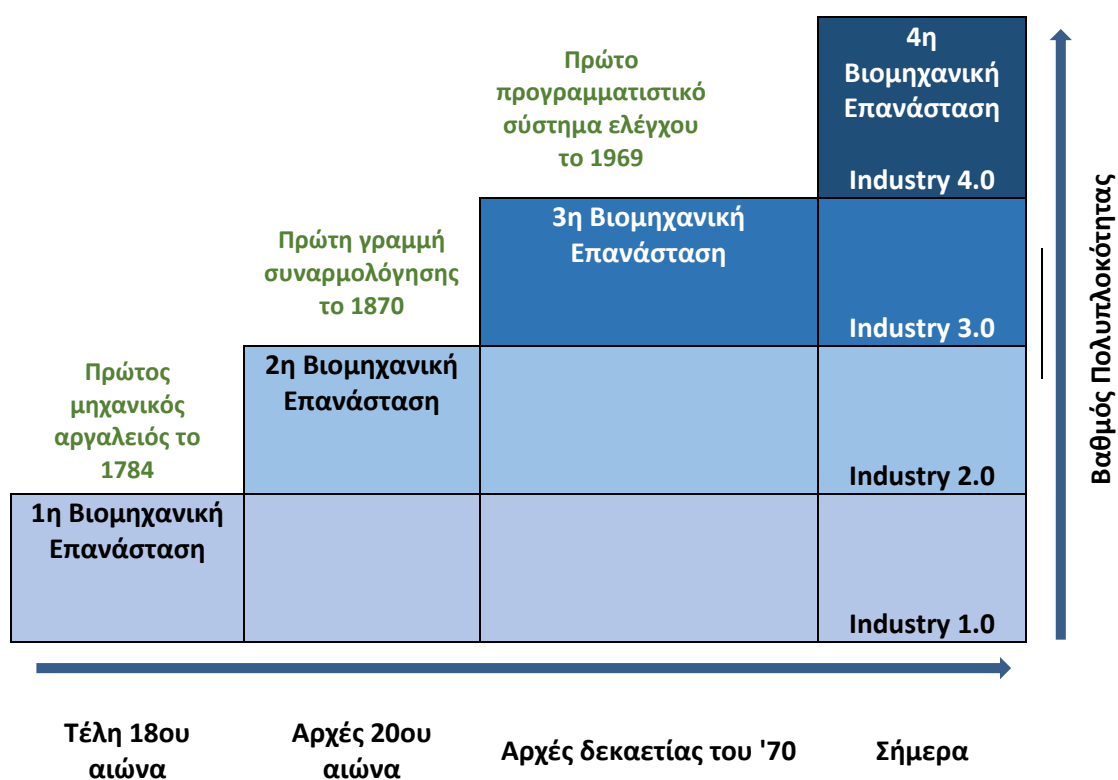
Η βιομηχανία έκανε την εμφάνισή της στα τέλη του 18^{ου} αιώνα με αρχές του 19^{ου} όταν αναπτύχθηκαν μηχανές που λειτουργούσαν με τη δύναμη του νερού και του ατμού. Όσο οι δυνατότητες επιπλέον παραγωγής αυξάνονταν, οι παραγωγοί δημιούργησαν μικρές ομάδες στο πλαίσιο του οργανισμού, της μικρής συντεχνίας.

Έως τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, ο ηλεκτρισμός έγινε η πρωταρχική πηγή ενέργειας για μαζική παραγωγή καθώς ήταν πιο εύκολο για τις επιχειρήσεις να χρησιμοποιούν μηχανές που δούλευαν με αυτόνομα, με δική τους ενέργεια. Σε αυτή την εποχή ξεκίνησε η φιλοσοφία της εξειδίκευσης για τους εργάτες.

Τις τελευταίες δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα, σχεδιάστηκαν τα πρώτα λογισμικά που αξιοποιούσαν με πιο εύκολο τρόπο το ηλεκτρονικό υλικό (hardware). Ενοποιημένα συστήματα έδωσαν τη δυνατότητα σε όσους εμπλέκονταν με τη βιομηχανία να σχεδιάζουν, να προγραμματίζουν και να παρακολουθούν τη ροή του προϊόντος μέσα στο εργοστάσιο. Ωστόσο η εξωστρέφεια με απώτερο στόχο τη μείωση του κόστους οδήγησε στην ανάγκη για επισημοποίηση των πρακτικών διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

⁹<http://www.apics.org/apics-for-individuals/apics-magazine-home/magazine-detail-page/2017/09/20/industry-1.0-to-4.0-the-evolution-of-smart-factories>

Ο 21^{ος} αιώνας έχει χαρακτηριστεί ως ο αιώνας της πληροφορίας και στον τομέα της βιομηχανίας η 4^η βιομηχανική επανάσταση (Industry 4.0) συνδέει το ίντερνετ των πραγμάτων (IoT) με βιομηχανικές τεχνικές που βοηθούν τα συστήματα να διανέμουν πληροφορίες, να τις αναλύουν και να τις χρησιμοποιούν για τη βέλτιστη λειτουργία της επιχείρησης. Οι τεχνολογίες αιχμής που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν μηχανήματα τεχνητής νοημοσύνης, εξελιγμένα υλικά και ρομποτικά μηχανήματα και θεωρούνται οι αρωγοί για την ανάπτυξη συστημάτων διαχείρισης της βιομηχανικής παραγωγής, του κύκλου ζωής των προϊόντων και άλλων. Ουσιαστικά η Industry 4.0 διευκολύνει τα λογισμικά να φτάσουν στο μέγιστο των δυνατοτήτων τους.



Πίνακας 1: Ιστορική αναδρομή της 4ης βιομηχανικής επανάστασης

Το δίκτυο που δημιουργείται εντός μίας παραγωγικής μονάδας οργανώνεται με τον ίδιο τρόπο όπως ένα κοινωνικό δίκτυο, αν σκεφτεί κανείς πως οι ηλεκτρονικά και μηχανικά εξαρτήματα επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω δικτύου. Έξυπνα μηχανήματα μοιράζονται δεδομένα για διάφορους τομείς του κύκλου ζωής ενός προϊόντος όπως το επίπεδο αποθέματος, τις ανάγκες ζήτησης, τις δυσλειτουργίες σε κάποιο μηχάνημα.

Η πλέον σημαντική δυνατότητα του Industry 4.0 είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ υποδομών όπως η “Έξυπνη” ενέργεια, το “Έξυπνο” σπίτι και η “Έξυπνη” οργάνωση της παραγωγής. Σε ότι αφορά στην βιομηχανική παραγωγή, οι τεχνολογίες αιχμής βοηθούν στο να καλύπτονται

άμεσα οι ανάγκες του τελικού καταναλωτή.¹⁰ Επί της ουσίας, απότερο στόχο αποτελεί η δημιουργία ενός δικτύου επικοινωνίας το οποίο ξεκινά από τον καταναλωτή και καταλήγει στους προμηθευτές των εργοστασίων.



Εικόνα 2: Περιβάλλον της 4ης βιομηχανικής επανάστασης

2.2 Βασικά χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με έρευνα της Deloitte (2015), τα τέσσερα βασικά χαρακτηριστικά του Industry 4.0 που θα επιφέρουν αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας μίας παραδοσιακής έως σήμερα βιομηχανίας είναι τα εξής:

- Κάθετη δικτύωση έξυπνων συστημάτων παραγωγής
- Οριζόντια ενοποίηση της αλυσίδας αξίας σε παγκόσμιο επίπεδο
- Παρακολούθηση της αλυσίδα αξίας μέσω της επιστήμης της τεχνολογίας
- Επιτάχυνση μέσω ραγδαία αναπτυσσόμενων τεχνολογιών

Κάθετη δικτύωση έξυπνων συστημάτων παραγωγής

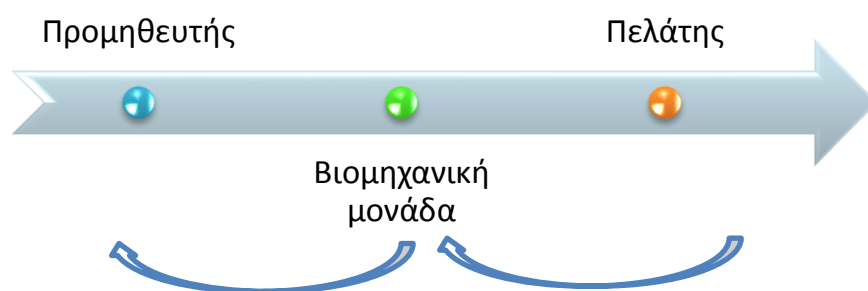
Το πρώτο χαρακτηριστικό χρησιμοποιεί διαδικτυακά συστήματα παραγωγής (Cyber-physical production systems-CPPSs) τα οποία λειτουργούν βοηθητικά ώστε το εργοστάσιο να αντιδρά άμεσα μέσω αυτόματων μηχανισμών σε αλλαγές που αφορούν στη ζήτηση της αγοράς, στο επίπεδο αποθεμάτων και σε ενδεχόμενα ελαττώματα και σφάλματα. Οι λεγόμενες έξυπνες βιομηχανικές μονάδες αναπτύσσουν συστήματα που συλλέγουν δεδομένα μέσω έξυπνων

¹⁰<https://www.spectralengines.com/industry-4-0-and-how-smart-sensors-make-the-difference/>

αισθητήρων με σκοπό να οργανώνουν την παραγωγική διαδικασία με τέτοιο τρόπο που να ικανοποιείται κάθε πελάτης ξεχωριστά. Εφόσον οι έξυπνοι αισθητήρες είναι τοποθετημένοι στα υλικά που συμμετέχουν στον τομέα της παραγωγής, είναι γνωστή η θέση και τη κατάστασή τους ανά πάσα στιγμή. Καθίσταται εφικτή η λεπτομερής καταγραφή σε όλα τα στάδια της παραγωγής έτσι ώστε επί παραδείγματι οι διορθώσεις σε παραγγελίες να υλοποιούνται άμεσα και οι δυσλειτουργίες των μηχανημάτων να αντιμετωπίζονται ταχύτερα.

Οριζόντια ενοποίηση της αλυσίδας αξίας σε παγκόσμιο επίπεδο

Μέσω CPPSs δημιουργούνται νέοι δίαυλοι επικοινωνίας που πλέον δεν σχετίζονται μόνο με το τμήμα της παραγωγής αλλά με ολόκληρη τη βιομηχανική μονάδα. Αυτή η νέα τάξη πραγμάτων επιτρέπει την αλληλεπίδραση τομέων όπως το marketing, τις πωλήσεις, της αποθήκης, των υπηρεσιών καθώς τα στοιχεία που εξάγονται από κάθε συσκευή καταχωρούνται σε βάσεις δεδομένων διαθέσιμες μέσω εξειδικευμένου λογισμικού. Ως αποτέλεσμα, είναι πιο εύκολο για τα στελέχη μίας επιχείρησης να ενσωματώσουν τις ιδιαίτερες απαιτήσεις των πελατών πιο γρήγορα, με καλύτερη ποιότητα, χωρίς μεγάλο ρίσκο και χωρίς μεγάλο κόστος στην διαδικασία παραγωγής. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα για νέα επιχειρηματικά μοντέλα αφού οι προμηθευτές ενημερώνονται άμεσα για τις ανάγκες των πελατών και προμηθεύουν τα εργοστάσια με τις κατάλληλες πρώτες ύλες για μία πιο σύντομη παραγωγική διαδικασία.



Σχήμα 1: Δίαυλοι επικοινωνίας μέσω τεχνολογιών Industry 4.0

Παρακολούθηση της αλυσίδα αξίας μέσω της επιστήμης της τεχνολογίας

Το τρίτο χαρακτηριστικό αναφέρεται στην παρακολούθηση του κύκλου ζωής των προϊόντων και των πελατών μίας επιχείρησης. Εφόσον είναι διαθέσιμα ιστορικά στοιχεία λειτουργιών κατά την παραγωγική διαδικασία αλλά και δείκτες ζήτησης της αγοράς, δημιουργούνται νέα προϊόντα τα οποία χρειάζονται και νέες γραμμές παραγωγής. Συνεπώς τα τεχνολογικά μέσα εμπλέκονται από το στάδιο του σχεδιασμού μίας νέας γραμμής παραγωγής έως την υλοποίησή της και την διασύνδεση με τον τελικό πελάτη.

Επιτάχυνση μέσω ραγδαία αναπτυσσόμενων τεχνολογιών

Ο τομέας της βιομηχανίας, χρησιμοποιεί τις τεχνολογίες του μέλλοντος προς όφελός του καθώς ενσωματώνει συστήματα και εφαρμογές που επιτρέπουν μεγαλύτερη ευελιξία και μείωση κόστους. Η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση απαιτεί συστήματα αυτοματισμών για να αξιοποιήσει στο μέγιστο τις δυνατότητες που έχουν προκύψει. Τεχνολογίες όπως η ανώτερη ρομποτική, οι εξελιγμένοι αισθητήρες και η τεχνητή νοημοσύνη συνηγορούν στο να αναπτυχθούν μέθοδοι οι οποίοι αυξάνουν το επίπεδο της αξιοπιστίας στην παραγωγή και βοηθούν στην αναζήτηση νέων λύσεων που θα επανξήσουν τη συνεργασία μεταξύ του ανθρώπινου παράγοντα και των μηχανών.

2.3 Πλεονεκτήματα χρήσης Industry 4.0

Στον 21^ο αιώνα, η χρήση τεχνολογιών αιχμής σε μία βιομηχανία θεωρείται απόφαση μείζονος σημασίας για την ευημερία, την εξέλιξη και την βιωσιμότητά της. Ορισμένα από τα βασικά οφέλη που έχουν καταγραφεί με την αξιοποίηση του Industry 4.0 είναι τα εξής:

- Επικέντρωση στον πελάτη και τις ανάγκες του
- Νέα κανάλια διανομής
- Μείωση κόστους
- Μείωση χρόνων παράδοσης τελικού προϊόντος¹¹
- Έξυπνη συγκέντρωση δεδομένων
- Περισσότερη ψηφιοποίηση
- Νέες περισσότερο ποιοτικές υπηρεσίες
- Προληπτική συντήρηση
- Προσαρμογή στις επιθυμίες του πελάτη (customization)
- Αύξηση αποδοτικότητας
- Μείωση κατανάλωσης ενεργειακών πόρων
- Καθολική βελτιστοποίηση

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός πως η τεχνολογία του Industry 4.0 ανοίγει νέους δρόμους εντός και εκτός επιχειρήσεων. Στο εσωτερικό των επιχειρήσεων, τα στελέχη της πληροφορούνται με ακρίβεια και αμεσότητα για την φάση παραγωγής στην οποία βρίσκεται κάθε προϊόν, για το μέγεθος των αποθεμάτων τους, ενώ μαθαίνουν να χρησιμοποιούν νέες προσωποποιημένες γραμμές παραγωγής με ασφάλεια. Παράλληλα λόγω της διάχυτης πληροφορίας, μία βιομηχανία έχει τη δυνατότητα να επεκταθεί σε άλλες μακρινές αγορές, να

¹¹<https://www.bcg.com/publications/2017/lean-meets-industry-4.0.aspx?linkId=46378114&redir=true>

αυξήσει την αποδοτικότητά της σε όλα τα επίπεδα και να μειώσει περιττά κόστη διαφυλάσσοντας τους ενεργειακούς της πόρους.

Η έννοια του Industry 4.0 σηματοδοτεί την τέταρτη βιομηχανική επανάσταση η οποία συνδέει υψηλού επιπέδου τεχνικές που αφορούν την παραγωγή και τις διαδικασίες της με έξυπνες ψηφιακές τεχνολογίες. Αποτέλεσμα της παραπάνω σύζευξης είναι η δημιουργία μίας ψηφιακής επιχείρησης που θα λειτουργεί αυτόνομα, θα επικοινωνεί, θα αναλύει και θα χρησιμοποιεί τα διαθέσιμα δεδομένα για ευφυείς ενέργειες προς όφελός της στον φυσικό-πραγματικό κόσμο. Οι τεχνολογίες τελευταίας γενιάς ανοίγουν δρόμους κατά τους οποίους η τεχνολογία θα γίνει αναπόσπαστο κομμάτι ενός οργανισμού και της ανθρώπινης καθημερινότητας χρησιμοποιώντας, νανοτεχνολογία, τεχνητή νοημοσύνη, αξιόλογα υπολογιστικά συστήματα, το Ίντερνετ των Πραγμάτων και υψηλής ποιότητας υλικά.

Η 4^η βιομηχανική επανάσταση δεν ασχολείται απλά με την παραγωγική διαδικασία. Μέσω των έξυπνων τεχνολογιών αλλάζει την οργάνωση της παραγωγής καθώς και το πώς δημιουργούνται, χρησιμοποιούνται και συντηρούνται τα προϊόντα και τα υλικά. Το πλέον σημαντικό όμως είναι πως μετασχηματίζει ολόκληρους οργανισμούς από το πώς θα χρησιμοποιήσουν με τον βέλτιστο τρόπο το μέγεθος των πληροφοριών που διατίθενται μέχρι το πώς να βελτιώσουν τη σχέση καταναλωτή, προμηθευτή και παραγωγικής μονάδας.

3. Ασφάλεια στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων

Η βασική απαίτηση πίσω από τη χρήση του διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) είναι η ύπαρξη τόσο φυσικής αλλά και προσωπικής ασφάλειας. Παρά τη μεγάλη ανάπτυξη και επένδυση στην αποτροπή κυβερνοεπιθέσεων, η ύπαρξη πληθώρας «έξυπνων» συσκευών και μηχανημάτων που συνδέονται σε κοινό δίκτυο και ενδεχομένως και στο διαδίκτυο αποτελούν στόχο υψηλού ενδιαφέροντος.

Η αποδοχή και η διάδοση του IoT και των υπηρεσιών του βασίζεται στην ασφάλεια των πληροφοριών και την προστασία του απορρήτου, τα οποία αποτελούν δύο βασικά θέματα στο IoT, λόγω της πολυπλοκότητας του. Πολλές υπάρχουσες «έξυπνες» τεχνολογίες είναι διαθέσιμες προς χρήση από το κοινό, αλλά δεν είναι κατάλληλες για βιομηχανική χρήση λόγω της απαίτησης υψηλού επιπέδου ασφαλείας. Δεδομένο της απαίτησης καταγραφής, επιτήρησης και μεταφοράς δεδομένων διαμέσου του IoT, ένα πλήθος προσωπικών και ιδιωτικών πληροφοριών συλλέγονται καθημερινά. Για τη διασφάλιση των δεδομένων απαιτείται περαιτέρω ανάπτυξη της ασφάλειας και της κρυπτογράφησης των δικτύων που χρησιμοποιούνται από το σύνολο των αισθητήρων, συσκευών και υπολογιστικών μηχανημάτων.

3.1 Οι κίνδυνοι

Η ανάπτυξη ενός ισχυρού μηχανισμού ασφάλειας και προστασίας του IoT ενός οργανισμού ή μιας εταιρείας πρέπει να στοχεύει στην καταπολέμηση των παρακάτω κινδύνων:

3.1.1 Κίνδυνος υποκλοπής δεδομένων

Η Δυνατότητα υποκλοπής δεδομένων αποτελεί μια σημαντική απειλή στο χώρο του IoT, μέσω της διείσδυσης εισβολέων σε βάσεις δεδομένων με αποτέλεσμα την αλλοίωση αυτών. Η απειλή της παραποίησης πληροφοριών είναι μείζονος σημασίας καθώς τεράστιος όγκος δεδομένων βρίσκεται αποθηκευμένος σε βάσεις δεδομένων του δικτύου IoT. Κατά την ανάπτυξη ενός συστήματος IoT χρησιμοποιείται ένα πλήθος εξοπλισμού όπως κάμερες επιτήρησης της παραγωγικής διαδικασίας, καταγραφή δαχτυλικών αποτυπωμάτων και φωνής για την πρόσβαση σε χώρους περιορισμένης πρόσβασης¹². Τα ανωτέρω αποτελούν στοιχεία με

¹² Defining the Internet of Devices: Privacy and Security Implications, Richard L. Rutledge, Aaron K. Massey, Annie I. Antón, and Peter Swire

τα οποία ο εισβολέας μπορεί να ταυτοποιήσει προσωπικά δεδομένα ατόμων και να ενεργήσει εις βάρος αυτών.

Επιπλέον, σε περίπτωση υποκλοπής πληροφοριών από βάσεις δεδομένων, υφίσταται κίνδυνος αποκάλυψης ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων τόσο σε φυσικά πρόσωπα όσο και εμπιστευτικές πληροφορίες ενός οργανισμού ή μιας εταιρείας σχετικά με οικονομικά στοιχεία καθώς και πληροφορίες της παραγωγικής διαδικασίας (συνταγή προϊόντος, αναλογία Α υλών κτλ.). Πελατολόγια, τραπεζικοί λογαριασμοί, πιστωτικές και χρεωστικές κάρτες, κωδικοί ασφαλείας και άλλα προσωπικά στοιχεία αποτελούν βασικό στόχο των κυβερνοεπιθέσεων. Ο εισβολέας σε περίπτωση υποκλοπής δεδομένων μπορεί παράλληλα να τροποποιήσει το περιεχόμενο των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα στο δίκτυο του IoT. Στο πλαίσιο του αθέμιτου ανταγωνισμού, οι πληροφορίες αυτές μπορούν να αλλοιωθούν και να δημοσιευθούν με σκοπό να πλήξουν τη φήμη και την αξιοπιστία του οργανισμού, προς εξυπηρέτηση σκοπιμοτήτων τρίτων προσώπων και οργανισμών.

3.1.2 Κίνδυνος παράνομου ελέγχου του δικτύου

Η δυνατότητα παράνομης εισβολής στο δίκτυο IoT μέσω κυβερνοεπίθεσης και ο έλεγχος του συστήματος (υπολογιστές, μηχανήματα παραγωγής) αποτελούν σημαντικό κίνδυνο κατά τη λειτουργία ενός έξυπνου συστήματος ελέγχου της παραγωγικής διαδικασίας σε μια εταιρεία ή ένα εργοστάσιο. Ο εισβολέας μπορεί μέσω κυβερνοεπιθέσεων (τεχνικές επιθέσεων δρομολόγησης, επιθέσεων άρνησης παροχής υπηρεσίας κτλ) να προκαλέσει διατάραξη του δικτύου και εν συνεχεία δυσλειτουργία των μηχανημάτων της γραμμής παραγωγής ακόμα και αδυναμία ελέγχου των συσκευών. Τα τρία βασικά εργαλεία του IoT, RFID, WSN και CLOUD είναι αρκετά ευαίσθητα σε κυβερνοεπιθέσεις¹³. Εφόσον ο εισβολέας αποκτήσει τον έλεγχο και τα δικαιώματα, τότε μπορεί να οδηγηθεί σε αυθαίρετες πρακτικές και ενέργειες που μπορούν να τροποποιήσουν τον τρόπο λειτουργίας των συσκευών που είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο, ή ακόμα και να καταστρέψουν μέρος ή το σύνολο του συστήματος. Οι παραπάνω ενέργειες, εκτός από τις προφανείς οικονομικές επιπτώσεις για τον οργανισμό, μπορούν να οδηγήσουν στη μείωση της αξιοπιστίας και της φήμης της εταιρείας και την αποδυνάμωση της στο ανταγωνιστικό περιβάλλον.

¹³ G. Privat, “Extending the Internet of Things”, Communications & Strategies, no. 87, 2012.

3.1.3 Κίνδυνος εκβιασμού

Ο εκβιασμός μέσω του Διαδικτύου αποτελεί σημαντικό κίνδυνο στο πλαίσιο ενός περιβάλλοντος IoT. Εισβολείς εισέρχονται στο δίκτυο του οργανισμού, απαιτώντας να καταβληθεί συγκεκριμένο χρηματικό ποσό με την απειλή πρόκλησης δυσλειτουργίας του συστήματος (κακόβουλα προγράμματα, επιθέσεις άρνησης υπηρεσιών-DDoS) καθώς και υποκλοπή ή διάρρευση ευαίσθητων δεδομένων. Μεγάλος αριθμός εισβολέων (hackers) επιδιώκουν την είσοδο τους σε εσωτερικά δίκτυα οργανισμών, σε βάσεις δεδομένων και μηνυμάτων διαδικτύου (emails), απαιτώντας να τους καταβληθούν συγκεκριμένα ποσά κυρίως σε ηλεκτρονικό χρήμα (bitcoins, ethereum, litecoins) ή σε δωροεπιταγές δυσχεραίνοντας τον εντοπισμό τους.

3.1.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Η χρήση συστημάτων IoT από ολοένα και περισσότερους οργανισμούς, εταιρείες και εργοστάσια οδηγεί σε μια ραγδαία αύξηση των απαιτήσεων ισχύος για την ενεργειακή κάλυψη των συσκευών. Η εξυπηρέτηση αυτών των ενεργειακών αναγκών εφόσον δεν προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οδηγεί σε αύξηση των εκπομπών ρύπων με όλες τις επακόλουθες επιπτώσεις για το περιβάλλον.

Επιπλέον, σημαντική αποτελεί η πιθανότητα κακόβουλων επιθέσεων από μεμονωμένα άτομα ή από οργανώσεις οι οποίοι μέσω εισβολής στο περιβάλλον IoT εταιρειών και εργοστασίων με επικίνδυνες χημικές ουσίες μπορούν να επιφέρουν δυσλειτουργία του συστήματος και πρόκληση οικολογικής καταστροφής.

3.2 Λόγοι μειωμένης ασφάλειας δικτύου

3.2.1 Μη ασφαλές περιβάλλον δικτύου

Σε μεγάλο αριθμό εταιρειών η ασφάλεια των δεδομένων βρίσκεται σε χαμηλό επίπεδο. Λόγω του αυξανόμενου ανταγωνισμού, οι εταιρείες εστιάζουν στην ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τη σημασία της ασφάλειας των πληροφοριών μεταξύ των συσκευών που επιδρούν στο σύστημα του IoT. Αποτέλεσμα αυτών είναι η χρήση συστημάτων συνδεδεμένων σε εσωτερικά δίκτυα αλλά και στο διαδίκτυο, που χρησιμοποιούν απρχαιωμένα πρωτόκολλα δικτύου και επιτρέπουν στον εισβολέα να αποκτήσει πρόσβαση στο σύστημα. Επιπλέον η χρήση λογισμικών αποτροπής κυβερνοεπιθέσεων και κακόβουλων προγραμμάτων που δεν διαθέτουν τις απαραίτητες ενημερώσεις ασφαλείας αποτελούν εύκολο στόχο στους εισβολείς.

3.2.2 Χαμηλό επίπεδο αυθεντικότητας/ εξουσιοδότησης

Αφορά τον αναποτελεσματικό μηχανισμό ελέγχου της αυθεντικότητας πρόσβασης του χρήστη στο σύστημα του IoT καθώς και την έλλειψη συγκεκριμένων εξουσιοδοτήσεων πρόσβασης αναλόγως του χρήστη. Βασικές αιτίες αποτελούν¹⁴ :

1. Η απουσία πολύπλοκων κωδικών πρόσβασης στο σύστημα
2. Το χαμηλό επίπεδο Προστασίας των διαπιστευτηρίων πρόσβασης
3. Η απουσία κατανομής πρόσβασης στους χρήστες του συστήματος ανάλογα με τον βαθμό εξουσιοδότησης τους
4. Η μη ασφαλής διαδικασία ανάκτησης κωδικών πρόσβασης στο σύστημα
5. Η απουσία κεντρικού ελέγχου του συστήματος και των ατόμων που εισέρχονται σε αυτό

3.2.3 Έλλειψη κρυπτογράφησης δεδομένων

Αφορά την ύπαρξη δεδομένων που μεταφέρονται μέσω του δικτύου του IoT χωρίς την ύπαρξη κρυπτογράφησης. Η χρήση μη κρυπτογραφημένων υπηρεσιών μέσω του διαδικτύου και του εσωτερικού δικτύου της εταιρείας καθώς και η μειωμένη χρήση των πρωτοκόλλων κρυπτογράφησης SSL (Secure Sockets Layer) και TLS (Transport Layer Security) αποτελούν αδυναμίες που παρέχουν εύκολη πρόσβαση στον εισβολέα, με αποτέλεσμα την υποκλοπή ή τροποποίηση των δεδομένων που βρίσκονται στο δίκτυο.

3.2.4 Ύπαρξη αδυναμιών στο σύστημα του διαδικτύου των πραγμάτων

Η έλλειψη των τελευταίων ενημερώσεων στο λογισμικό του συστήματος IoT αποτελεί σημαντική αδυναμία ασφαλείας απέναντι σε επιθέσεις. Το σύνολο των συστημάτων που βρίσκονται συνδεδεμένα στο δίκτυο του IoT πρέπει να μπορούν να εκτελούν τις ενημερώσεις ασφαλείας, οι οποίες απαιτούνται όταν εντοπίζονται αδύναμα σημεία στο λογισμικό (software, firmware). Επίσης σε περίπτωση που το λογισμικό του IoT εμπεριέχει ευαίσθητα δεδομένα και πιστοποιητικά, εφόσον αυτά τροποποιηθούν από τον εισβολέα μπορούν να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα στη λειτουργία των μηχανημάτων ακόμη και να οδηγήσουν σε εσφαλμένη λειτουργία αυτών.

¹⁴ Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions, Jayavardhana Gubbi, Rajkumar Buyya, Slaven Marusic, Marimuthu Palaniswami

Επιπλέον, σημαντική αδυναμία ενός συστήματος IoT είναι η έλλειψη φυσικής ασφάλειας στο σύστημα. Με την έννοια Φυσική ασφάλεια εννοούμε την ύπαρξη αδυναμιών στο σύστημα του IoT που επιτρέπει την πρόσβαση και απόκτηση δεδομένων από φυσικά πρόσωπα. Η έλλειψη ελέγχου του χώρου φύλαξης συστημάτων και υπολογιστών με ευαίσθητων δεδομένα μπορεί να οδηγήσει στην είσοδο εντός του χώρου εισβολέων και την αποσυναρμολόγηση και απόκτηση καίριων εξαρτημάτων (σκληροί δίσκοι, κωδικοί ασφαλείας κτλ.). Επιπλέον η ύπαρξη ξεκλειδωτων θυρών usb στους υπολογιστές μπορεί να οδηγήσει στην αντιγραφή σημαντικών βάσεων δεδομένων με χρήση φορητών αποθηκευτικών μέσων (σκληροί δίσκοι, USB κτλ.).

3.2.5 Μη ασφαλές διαδικτυακό περιβάλλον φύλαξης δεδομένων

Λόγω του μεγάλου όγκου δεδομένων αλλά και εξαιτίας της εύκολης απομακρυσμένης πρόσβασης για ανάκτηση των δεδομένων, ολοένα και περισσότερες εταιρείες στρέφονται στη χρήση προγραμμάτων καθώς και στην αποθήκευση δεδομένων και αρχείων στο διαδίκτυο. Το cloud storage, όπως αυτό ονομάζεται, αποτελεί τη σύγχρονη τάση αποθήκευσης δεδομένων των εταιρειών καθώς δεν απαιτείται πλέον η ύπαρξη δικτύων (server) εντός της εταιρείας με μεγάλο αποθηκευτικό χώρο. Σε αντιδιαστολή με τους φυσικούς χώρους αποθήκευσης (σκληροί δίσκοι) τα 'cloud' δεδομένα είναι ταυτόχρονα αποθηκευμένα σε διαφορετικούς server, μειώνοντας την πιθανότητα φυσικής απώλειας αυτών. Σημαντικό μειονέκτημα όμως αυτού του τρόπου αποθήκευσης και φύλαξης των δεδομένων είναι η δυνατότητα κυβερνοεπιθέσεων που μπορούν να οδηγήσουν σε υποκλοπή και αλλοίωση των δεδομένων καθώς και σε επιθέσεις άρνησης υπηρεσιών (Distributed Denial of Service – DDoS) σε παρόχους υπηρεσιών cloud με αποτέλεσμα την αδυναμία ανάκτησης δεδομένων από το IoT σύστημα της εταιρείας¹⁵.

3.2.6 Έλλειψη εκπαίδευσης του προσωπικού

Βασική αιτία ενίσχυσης των απειλών ασφαλείας σε ένα IoT περιβάλλον αποτελεί η έλλειψη εκπαίδευσης του προσωπικού του οργανισμού σχετικά με θέματα ασφαλείας πληροφοριών και προσωπικών δεδομένων. Η έλλειψη γνώσεων σχετικά με τις απειλές ασφαλείας δεδομένων στο εταιρικό περιβάλλον, καθώς και μη ορθή χρήση των IoT συσκευών αποδυναμώνει τη προσπάθεια του οργανισμού. Πολλές φορές το προσωπικό που εργάζεται δεν ακολουθεί τις βασικές αρχές ασφαλείας τόσο στις συσκευές του συστήματος IoT όσο και στις προσωπικές

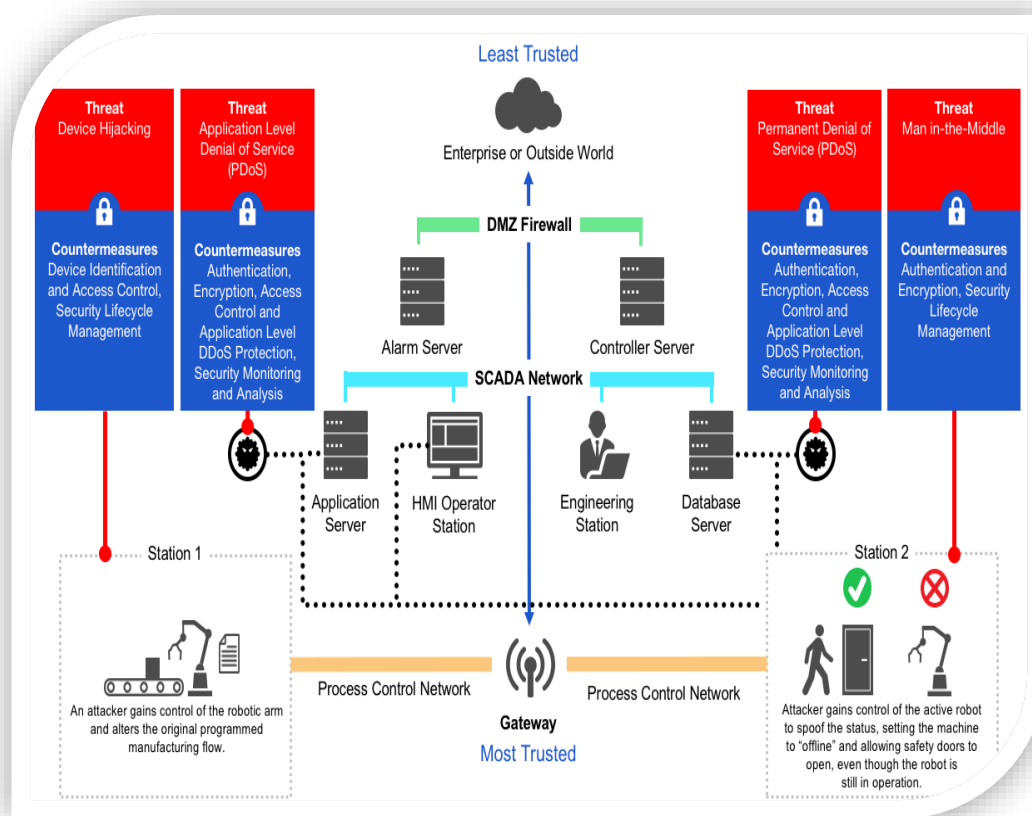
¹⁵Effects Of The Internet Of Things (Iot): A Systematic Review Of The Benefits And Risks, Brous, P., Delft University of Technology, Delft, The Netherlands

Εννοιολογική και εφαρμόσιμη μελέτη της ενσωμάτωσης του Διαδικτύου των Πραγμάτων στον βιομηχανικό κλάδο

του συσκευές (προσωπικός υπολογιστής, κινητό, αποθηκευτικά μέσα usb) αναπτύσσοντας ευνοϊκό περιβάλλον για τους εισβολείς.

3.3 Τρόποι προστασίας

Δεδομένου της στροφής των εταιρειών και των οργανισμών σε περιβάλλοντα IoT καθίσταται επιτακτική ανάγκη αντιμετώπισης των απειλών ασφαλείας. Το IoT μπορεί να αποτελέσει μια νέα ευκαιρία ανάπτυξης νέων προϊόντων, πιο ποιοτικών και με μικρότερο κόστος και χρόνο παραγωγής. Επομένως απαιτείται η ανάπτυξη αποτελεσματικών τρόπων προστασίας κατά των απειλών σε περιβάλλον IoT.



Εικόνα 3: Διάταξη Συστήματος Ασφαλείας σε Περιβάλλον IoT

ΠΗΓΗ: <https://www.rambus.com/iot/industrial-iot/>

3.3.1 Επιτήρηση συστήματος -Φυσική Προστασία

Η ανάπτυξη ενός συστήματος ελέγχου του περιβάλλοντος IoT αποτελεί βασική κίνηση ως προς την κατεύθυνση της ασφάλειας του συστήματος. Το σύνολο των ευαίσθητων συσκευών ενός IoT συστήματος πρέπει να παρακολουθούνται από κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης σε συνεχή βάση προς αποτροπή φυσικών εισβολών εντός του εταιρικού χώρου. Επιπλέον στο πλαίσιο της ενίσχυσης της ασφάλειας, ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στο σύνολο του υλικοτεχνικού εξοπλισμού που είναι συνδεδεμένο στο IoT και επί του οποίου υπάρχουν ευαίσθητα δεδομένα ή μέσω των οποίων μπορεί κάποιος να συνδεθεί και να επενεργήσει στο σύστημα IoT. Επομένως πρέπει από τις ανωτέρω συσκευές να μην μπορεί να αποσυναρμολογηθούν εξαρτήματα όπως σκληροί δίσκοι, καθώς και εξωτερικές θύρες όπως usb και Ethernet να είναι κλειδωμένες. Σε περίπτωση απαίτησης εισόδου δεδομένων με φορητά μέσα αποθήκευσης¹⁶, θα πρέπει να ενημερώνεται ο υπεύθυνος ασφαλείας του συστήματος και η σύνδεση να γίνεται με συγκεκριμένα και ελεγμένα μέσα αποθήκευσης (π.χ usb με κωδικό ασφαλείας).

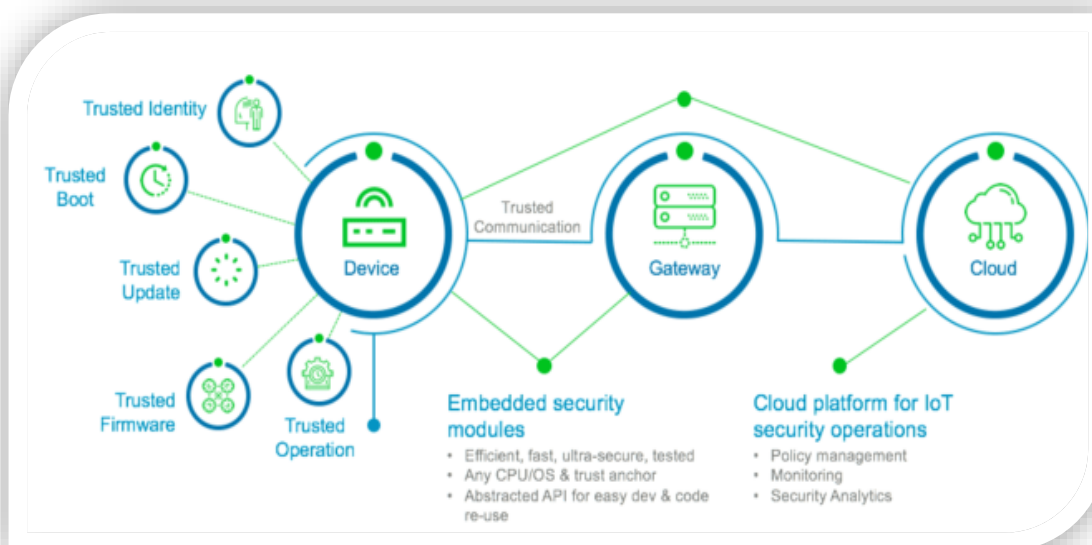
3.3.2 Αύξηση επιπέδου ασφαλείας δικτύου

Σημαντικός παράγοντας για την ενίσχυση της ασφάλειας του περιβάλλοντος αποτελεί η διαρκής ενημέρωση ασφαλείας στο σύνολο του λογισμικού (software/firmware). Οι συσκευές θα πρέπει να ενημερώνονται και να προστατεύονται κάθε φορά που εμφανίζονται τρωτά σημεία ασφαλείας. Επιπλέον οι ενημερώσεις ασφαλείας (update files) θα πρέπει να επαληθεύονται για την αξιοπιστία τους, να διαθέτουν υψηλό επίπεδο κρυπτογράφησης και να αποθηκεύονται στο δίκτυο IoT χρησιμοποιώντας κρυπτογραφημένες συνδέσεις. Η κρυπτογράφηση των δεδομένων αποτελεί κρίσιμο παράγοντα στην προστασία του περιβάλλοντος IoT, και επομένως τα αρχεία και τα δεδομένα θα πρέπει να χρησιμοποιούν ασφαλή πρότυπα κρυπτογράφησης όπως τα πρότυπα SSL και TLS¹⁷.

Πολύ σημαντικό βήμα για την ενίσχυση του επιπέδου ασφαλείας αποτελεί ο έλεγχος ασφαλείας του δικτύου με χρήση τεχνικών διείσδυσης. Οι δοκιμές αυτές αποτελούν δοκιμαστικές εισβολές στο σύστημα IoT προκειμένου να γίνει αξιολόγηση του επιπέδου ασφαλείας του. Με την τεχνική αυτή εκτελείται μια προσομοίωση επίθεσης από εισβολέα με σκοπό τον εντοπισμό κενών ασφαλείας στο σύστημα.

¹⁶ The Internet of Things: Reduce Security Risks with Automated Policies ,Cisco (2015)

¹⁷ Safeguarding the Internet of Things, Irfan Saif, Sean Peasley, Arun Perinkolam (2017)



Εικόνα 4: Δομή συστήματος ασφαλείας σε IoT περιβάλλον

ΠΗΓΗ: <https://www.mocana.com/blog/new-release-mocana-iot-security-platform>

3.3.3 Αύξηση επιπέδου αυθεντικότητας / εξουσιοδότησης

Σημαντικός τρόπος βελτίωσης της ασφάλειας του συστήματος IoT αποτελεί η αύξηση του επιπέδου αυθεντικότητας κατά την πρόσβαση του προσωπικού στις συσκευές του δικτύου. Ισχυροί κωδικοί πρόσβασης, ασφαλής μέθοδος επανέκδοσης κωδικών καθώς και εφαρμογή επιπλέον κωδικών πρόσβασης σε συστήματα με ευαίσθητα δεδομένα ενισχύουν την ασφάλεια του IoT.

Επιπλέον, η πρόσβαση του προσωπικού στο περιβάλλον IoT πρέπει να είναι περιορισμένοι και να ακολουθούνται βασικοί κανόνες εξουσιοδότησης. Το σύστημα θα πρέπει να περιλαμβάνει αρκετούς χρήστες εκ των οποίων κάθε χρήστης θα είναι εξουσιοδοτημένος να επενεργεί σε συγκεκριμένα προκαθορισμένα μέρη του συστήματος. Κάθε χρήστης θα πρέπει να διαθέτει τον προσωπικό του κωδικό πρόσβασης και το σύστημα του IoT θα πρέπει να καταγράφει τις κινήσεις του. Επίσης θα πρέπει να υφίσταται χρονικός περιορισμός κατά την είσοδο του χρήστη, με σκοπό να αποφεύγεται η χρήση των συσκευών από άλλους χρήστες. Η γενική εποπτεία του συστήματος πρέπει να ελέγχεται από τον αρμόδιο Υπεύθυνο Ασφαλείας του δικτύου.

3.3.4 Εναρμόνιση με διεθνή κανονισμούς και πρότυπα

Λόγω της ραγδαίας εξέλιξης των τεχνολογικών συστημάτων και της παράλληλης αύξησης του κινδύνου κυβερνοεπιθέσεων, η εναρμόνιση των οργανισμών σύμφωνα με συγκεκριμένα διεθνή πρότυπα προδιαγραφών διευκολύνει την προστασία απέναντι σε πλήθος απειλών στο περιβάλλον του IoT. Πρότυπα προδιαγραφών όπως η σειρά ISO /IEC 27001¹⁸ και ISO /IEC 27002¹⁹ παρέχουν μια κοινή πολιτική για την αντιμετώπιση κινδύνων στο πλαίσιο της ασφάλειας πληροφοριών. Επιπλέον η σειρά ISO/IEC 27031²⁰ και ISO/IEC 27035²¹ αποτελούν βασικό οδηγό για αποτελεσματική αναγνώριση και αντίδραση απέναντι σε κυβερνοεπιθέσεις. Επίσης υπάρχουν αρκετά διεθνή πρότυπα σχετικά με μηχανισμούς κρυπτογράφησης, αυθεντικότητας και εξουσιοδότησης, τα οποία μπορούν να ενσωματωθούν στο περιβάλλον του IoT.



Σημαντική αποτελεί επίσης και η εφαρμογή του γενικού κανονισμού για την Προστασία Δεδομένων GDPR²²(General Data Protection Regulation). Ο Κανονισμός αυτός αποτελεί ένα ενιαίο Ευρωπαϊκό νομικό πλαίσιο προστασίας των προσωπικών δεδομένων, σύμφωνα με τον οποίο άτομα ,οργανισμοί και εταιρείες καλούνται να

επανεξετάσουν και να αναθεωρήσουν τα πληροφοριακά τους συστήματα καθώς και τον τρόπο διαχείρισης πληροφοριών με σκοπό την ενίσχυση και προστασία των προσωπικών και όχι μόνο δεδομένων .

¹⁸ ISO/IEC 27001:2013 Information technology, Security techniques, Information security management systems - Requirements

¹⁹ ISO/IEC 27002:2013 Information technology, Security techniques, Code of practice for information security controls

²⁰ ISO/IEC 27031:2011 Information technology, Security techniques , Guidelines for information and communication technology readiness for business continuity

²¹ ISO/IEC 27035:2011 Information technology, Security techniques, Information security incident management

²² General Data Protection Regulation, Regulation (EU) 2016/679 Of The European Parliament And Of The Council Of 27 April 2016

	Standard/ organization	Outline	Main contributing member, etc.
Common/universal standard	IEEE P2413	A project for discussing cross-domain platforms in the IoT	-
	ISO/IEC 30141	A reference architecture discussed by WG10, which succeeded JTC1 SWG5	-
	NIST CPS PWG	Public WG for discussing CPS framework	-
	oneM2M	A collaborative project among 7 major standardization organizations. Horizontal integration of conventional vertically integrated M2M services using common PF	Approximately 200 industrial organizations, including Continua, HGI, and OMA
Representative industrial/specific	Industrie 4.0	Led by the German government as an innovation policy in the manufacturing industry	Siemens, Bosch, SAP, etc.
	IIC	Focused on energy, medical, manufacturing, transportation, and public administration	Approximately 150 companies, including GE, AT&T, IBM, Cisco, and Intel
	OCF	Standards for interoperability between various devices at home and in companies	Intel, Samsung Electronics, Cisco, MS, Qualcomm, LG, etc.
	HomeKit	Standards for connecting iOS with other devices	Approximately 20 companies, including Apple

Πίνακας 2: Επικρατέστερα Διεθνή πρότυπα σχετικά με το περιβάλλον IoT

3.3.5 Εκπαίδευση

Ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας στη προσπάθεια των οργανισμών για βελτίωση της ασφάλειας στο περιβάλλον IoT αποτελεί η ορθή εκπαίδευση του εμπλεκόμενου προσωπικού σε θέματα ασφαλείας πληροφοριών, κυβερνοεπιθέσεων και προσωπικών δεδομένων. Η εκπαίδευση πρέπει να εστιάζει στην αρχιτεκτονική του περιβάλλοντος IoT, στα τρωτά σημεία ασφαλείας των αισθητήρων και των συστημάτων αυτού, καθώς και στην ορθολογική χρήση των προσωπικών υπολογιστών και κινητών τα οποία και αποτελούν εύκολο στόχο επιθέσεων από εισβολείς (hackers).

4. Τοπολογία Διαδικτύου των Πραγμάτων

Η επικοινωνία είναι η αρχή των πάντων για το IoT. Οι διαδικτυακές τεχνολογίες διευκολύνουν τις συσκευές να επικοινωνούν τόσο με άλλες συσκευές, καθώς και με μηχανήματα και λογισμικά. Το IoT βασίζεται σε τυποποιημένα πρωτόκολλα που εγγυώνται πως η επικοινωνία μεταξύ ετερογενών συσκευών θα πραγματοποιηθεί με επιτυχία και αξιόπιστα.

4.1 Κάλυψη αναγκών με χρήση Διαδικτύου των Πραγμάτων

Ένα δίκτυο σε μία βιομηχανική μονάδα εφαρμόζεται είτε τοπικά είτε μέσω υπολογιστικού νέφους (cloud computing). Σε κάθε περίπτωση οι συσκευές χρειάζεται να έχουν τουλάχιστον μία θύρα σύνδεσης φορητών αποθηκευτικών συσκευών (Usb), θύρα δικτύου (Ethernet) ή να επικοινωνούν μέσω ασύρματης επικοινωνίας (wi-fi, Bluetooth κτλ.). Ανάλογα με την τοπολογία του δικτύου, κάθε συσκευή μπορεί να συνδεθεί απευθείας σε κεντρική πύλη (gateway) η οποία μεταδίδει τα δεδομένα ή να συνδεθεί αρχικά μέσω άλλης συσκευής εντός εμβέλειας, έτσι ώστε οι κόμβοι του δικτύου να λειτουργήσουν σαν κεντρικές πύλες. Η δεύτερη περίπτωση θεωρείται πιο ασφαλής καθώς το δίκτυο δεν βασίζεται σε μία μόνο κεντρική πύλη.

Βασικοί παράγοντες που θα πρέπει να υπολογιστούν προκειμένου το δίκτυο που θα δομηθεί να καλύπτει τις ανάγκες της κάθε επιχείρησης αποτελούν ²³:

➤ Εμβέλεια

Ένα δίκτυο χαρακτηρίζεται από τις αποστάσεις στις οποίες θα μεταδίδονται τα δεδομένα μεταξύ των συσκευών, και επομένως και από την εμβέλεια που χρειάζεται να έχουν οι συσκευές επιλέγοντας το αντίστοιχο δίκτυο. Ξεκινώντας από το προσωπικό δίκτυο (Personal Area Network-PAN) το οποίο έχει τη μικρότερη εμβέλεια έως το δίκτυο ευρείας περιοχής (Wide Area Network-WAN) το οποίο καλύπτει αποστάσεις χιλιομέτρων.

➤ Μέγεθος δεδομένων

Ο όγκος δεδομένων αποτελεί βασικό κριτήριο κόστους και χρόνου για έναν οργανισμό. Για τον καθορισμό του μεγέθους των δεδομένων που μπορούν να μεταβιβαστούν σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα πρέπει να συνυπολογιστεί ο όγκος δεδομένων που κάθε συσκευή έχει τη δυνατότητα να παράγει καθώς και το πλήθος των συσκευών που θα είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο.

²³ IOTA: A SYSTEM SOFTWARE FRAMEWORK FOR THE INTERNET OF THINGS, David J. Lillethun (2015)

➤ Ενέργεια

Σημαντικοί παράγοντες για τη μέτρηση της ενέργειας που χρησιμοποιείται σε ένα δίκτυο είναι το μέγεθος των δεδομένων που μεταδίδονται και η απόσταση που διανύουν. Αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για ένα εργοστάσιο ο υπολογισμός της ισχύος που απαιτείται κατά τη λειτουργία κάθε μηχανήματος ή συσκευής, με σκοπό την εξασφάλιση της απαιτούμενης ισχύος που δύναται να καλύψει ένα δίκτυο.

➤ Συνδεσιμότητα

Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται στο ΙοΤσυνήθως δεν είναι σε διαρκή διασύνδεση με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας. Στην διαλειπτική-περιοδική αυτή σύνδεση το δίκτυο θα πρέπει να είναι έτοιμο να δεχτεί οποιαδήποτε νέα σύνδεση χωρίς καθυστέρηση ή δυσλειτουργία προκειμένου να μην χαθούν δεδομένα.

➤ Διαλειτουργικότητα

Το πλήθος των συσκευών που επικοινωνούν μέσω ΙοΤ αλλά και η διαφορετικότητά τους δημιουργεί προβλήματα επικοινωνίας. Επί του παρόντος τα βασικά πρωτόκολλα επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται διατηρούν σε υψηλό επίπεδο τη διασύνδεση πλην όμως ορισμένων περιπτώσεων που προκαλούν δυσλειτουργίες.²⁴ Η ταχεία εξέλιξη των τεχνολογιών ορισμένες φορές δεν συμπίπτει με τα πρωτόκολλα επικοινωνίας που χρησιμοποιούν τα λογισμικά με αποτέλεσμα η διασύνδεση να μην είναι εφικτό να γίνει.

➤ Ασφάλεια

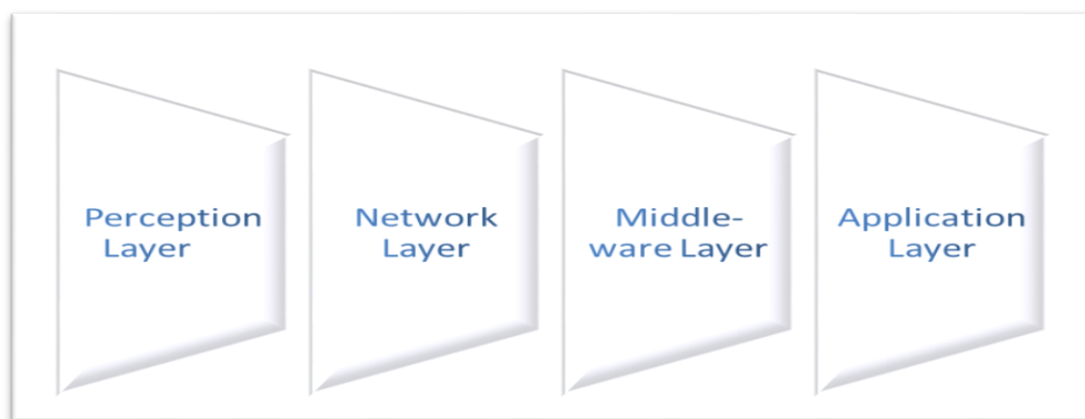
Η ασφάλεια θεωρείται βασική προτεραιότητα κατά την χρήση δικτύων. Οι διαδικτυακές τεχνολογίες που εφαρμόζονται είναι μείζονος σημασίας να περιλαμβάνουν μέτρα για την αυθεντικότητα, την κρυπτογράφηση και την προστασία των πυλών, προς εξασφάλιση της προστασίας των δεδομένων και των πληροφοριών.

4.2 Επίπεδα αρχιτεκτονικής ΙοΤ

Η έννοια του Διαδικτύου των Πραγμάτων περιλαμβάνει από μικρές έξυπνες συσκευές έως ιδιαίτερης πολυπλοκότητας λογισμικά τα οποία χρησιμοποιούν τεχνολογίες τελευταίας γενιάς. Συνδετικό κρίκο μεταξύ των συσκευών και συστημάτων είναι μία γενική αρχιτεκτονική που

²⁴<https://www.automationworld.com/article/industry-type/all/how-evaluate-interoperability-iot>

διέπει το IoT και αποτελείται από τέσσερα επίπεδα, της Αντίληψης, του Δικτύου, του ενδιάμεσου Λογισμικού και των Εφαρμογών²⁵.



Σχήμα 2: Επίπεδα Αρχιτεκτονικής IoT

➤ **Επίπεδο Αντίληψης (Perception Layer)**

Κύρια λειτουργία του επιπέδου Αντίληψης αποτελεί η ταυτοποίηση των αντικειμένων, η συλλογή και η επεξεργασία των δεδομένων μέσω αισθητήρων.

➤ **Επίπεδο Δικτύου (Network Layer)**

Πρόκειται για το συγκλίνον δίκτυο μέσω του οποίου μεταδίδονται σε συστήματα επεξεργασίας δεδομένων οι πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν στο επίπεδο Αντίληψης.

➤ **Ενδιάμεσο Λογισμικό (Middle-ware Layer)**

Το επίπεδο του Ενδιάμεσου Λογισμικού είναι μείζονος σημασίας για την ορθή λειτουργία συστημάτων IoT καθώς είναι υπεύθυνο για την διάδοση των χρήσιμων δεδομένων σε ανώτερα λογισμικά με στόχο την αξιοποίηση τους. Το επίπεδο του Δικτύου αποστέλλει πληθώρα πληροφοριών και το ενδιάμεσο λογισμικό (middle-ware) ελέγχει και διαχειρίζεται αυτές τις πληροφορίες ανάλογα με τις ανάγκες που έχουν προσδιοριστεί από τον χειριστή του ανώτερου λογισμικού. Αποτελεί λοιπόν το φίλτρο που στέλνει προς επεξεργασία μόνο τις σημαντικές πληροφορίες διευκολύνοντας τον ρόλο του επόμενου επιπέδου και αποδεσμεύοντας χώρο από το δίκτυο και τη βάση δεδομένων.

²⁵FarooqM.U., WaseemM., KhairiA., MazharS., (2015). A Critical Analysis on the Security Concerns of Internet of Things (IoT)

➤ Επίπεδο Εφαρμογών (Application Layer)

Δεδομένης της αξιοποίησης των τεχνολογιών αιχμής, στο τέταρτο και τελευταίο επίπεδο της αρχιτεκτονικής του IoT, έχουν αναπτυχθεί συστήματα εφαρμογών που ανταλλάσσουν δεδομένα και τα μετατρέπουν σε χρήσιμες πληροφορίες για τον τελικό χρήστη. Όλα τα παραπάνω απεικονίζονται σε ένα περιβάλλον εργασίας εύχρηστο για τον χρήστη.

4.3 Λογισμικά επιχειρήσεων

Στη σημερινή εποχή οι οργανισμοί του κλάδου της βιομηχανίας χαρακτηρίζονται από συνεχώς αυξανόμενη πολυπλοκότητα των διεργασιών τους, με ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες που επηρεάζουν τις διαδικασίες της. Οι ανάγκες των πελατών για ταχύτερη εξυπηρέτηση, καλύτερη ποιότητα προϊόντων και υπηρεσιών και χαμηλότερη τιμή γίνονται ολοένα και πιο επιτακτικές. Ταυτόχρονα οι επιχειρήσεις χρειάζεται να παρακολουθούν λεπτομερώς τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας προκειμένου να προσεγγίσουν το επιθυμητό αποτέλεσμα της κερδοφορίας τους. Σε αυτό το σημείο παρατηρείται αδυναμία συγκέντρωσης των απαιτούμενων δεδομένων καθώς και του συντονισμού αυτών.

Η καθημερινότητα σε ένα εργοστάσιο συνήθως χαρακτηρίζεται από συχνές αλλαγές των παραγγελιών που οδηγούν σε υψηλά επίπεδα αποθεμάτων και ενδεχομένως σε μεγάλες καθυστερήσεις στις παραδόσεις τους. Επίσης ελλείψεις υλικών και εξαρτημάτων καθυστερούν την παραγωγική διαδικασία και προσθέτουν επιπλέον κόστη στην επιχείρηση εκτός προϋπολογισμού.

Η αδυναμία διαχείρισης τέτοιων περιπτώσεων με αυτοματοποιημένο τρόπο προκαλεί μειωμένη παραγωγικότητα και αποδοτικότητα των ανθρώπων της παραγωγής.

Λύση στο πρόβλημα φαίνεται να δίνει η ύπαρξη και η εξέλιξη συστημάτων που οριοθετούν ένα σύγχρονο σύστημα Διαχείρισης Επιχειρησιακών Πόρων και ενδοεπιχειρησιακού σχεδιασμού (Enterprise Resource Planning – ERP) με τα συστήματα Αμιγούς Παρακολούθησης κι Ελέγχου Παραγωγής (Manufacturing Production Management – MES) επιτρέποντας την ανάπτυξη και διατήρηση της εταιρικής κερδοφορίας αλλά και συμβάλλοντας στη βιομηχανική καινοτομία. Τα συστήματα αυτά είναι φτιαγμένα να παρέχουν έγκαιρα, αξιόπιστες και ακριβείς πληροφορίες για το σύνολο των εργασιών μίας παραγωγικής μονάδας.

4.3.1 Σύστημα ενδοεπιχειρησιακού σχεδιασμού

Ένα σύστημα ενδοεπιχειρησιακού σχεδιασμού (Enterprise Resource Planning- ERP) αποτελεί μία ακολουθία από άμεσα υλοποιήσιμα πακέτα εφαρμογών, που καλύπτουν όλες τις

λειτουργίες μίας επιχείρησης και διαθέτουν την απαραίτητη ευελιξία, για τη δυναμική προσαρμογή τους στις απαιτήσεις και τις μεταβολές που συμβαίνουν σε αυτή. Αποτελεί ουσιαστικά τη θεμελίωση και ολοκλήρωση των επιχειρησιακών διαδικασιών (Business Process Reengineering-BPR) των επιχειρησιακών πληροφοριακών συστημάτων. Παρέχει ολοκληρωμένες πληροφοριακές λύσεις για την καλύτερη και αποδοτικότερη διαχείριση και προγραμματισμό των πόρων και δίνει τη δυνατότητα στην επιχείρηση να λειτουργήσει συντονισμένα σαν ενιαίο σύνολο, καθοδηγούμενη από τις πληροφορίες που δέχεται από το περιβάλλον (Escalleetal, 1999).

Τα συστήματα ERP επεξεργάζονται με αυτοματοποιημένο τρόπο τις τυποποιημένες και άλλοτε χειροκίνητες διεργασίες με στόχο τη μείωση του χρόνου απόκρισης από τη στιγμή της απαίτησης-ανάγκης του πελάτη έως την παράδοση του προϊόντος σε αυτόν. Ενδο-επιχειρησιακά, οι αυτοματοποιημένες συναλλαγές βελτιώνουν τη ροή χρήματος καθώς μειώνεται ο χρόνος που μεσολαβεί από την παραλαβή των υλικών έως την είσπραξη του αντιτίμου από τον τελικό καταναλωτή. Επιπλέον, οι αναφορές που προέρχονται από τα ERP συστήματα παρέχουν στα ανώτερα στελέχη της επιχείρησης μια σαφή εικόνα των επιμέρους τμημάτων της εταιρείας η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναγνωρίσει τις διάφορες αναγκαίες βελτιώσεις και να εκμεταλλευτεί τις ευκαιρίες της αγοράς. Συνεπώς η επιχείρηση οδηγείται σε ένα πιο οργανωμένο σύστημα παρακολούθησης των τμημάτων της.

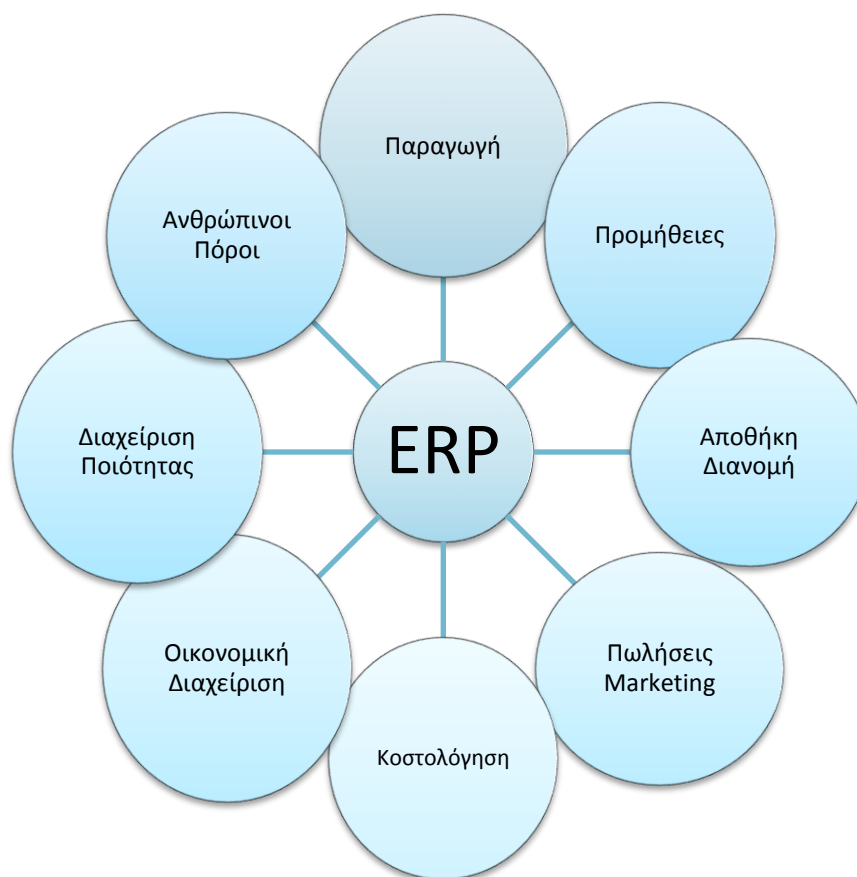
Μέσω της βελτίωσης του συντονισμού σε όλη τη ροή των εμπορικών και παραγωγικών λειτουργιών της επιχείρησης, ο οργανισμός οδηγείται σε:

- Μείωση των χρόνων διεκπεραίωσης
- Κατάργηση πολλαπλής εισαγωγής των ίδιων δεδομένων
- Αύξηση της ικανοποίησης του πελάτη
- Αποτελεσματικότερος συντονισμός της εφοδιαστικής αλυσίδας
- Μείωση κόστους και φύρας
- Βελτίωση της ποιότητας του εργασιακού περιβάλλοντος

Τα τμήματα της επιχείρησης στα οποία αναφέρεται και από τα οποία λαμβάνει πληροφόρηση ένα σύστημα ERP είναι τα ακόλουθα:

- Οικονομική & λογιστική διαχείριση (Financial Accounting)
- Ανθρώπινο δυναμικό (Human Resources)
- Προγραμματισμός παραγωγής (Production Planning)
- Διαχείριση ροής εργασιών (Workflow Management)

- Διαχείριση υλικών & αποθεμάτων (Inventory & Materials Management)
- Διαχείριση αγορών & προμηθειών (Purchasing Management)
- Διαχείριση πωλήσεων & διανομών (Sales & Distribution)
- Διαχείριση ποιότητας (Quality Management)



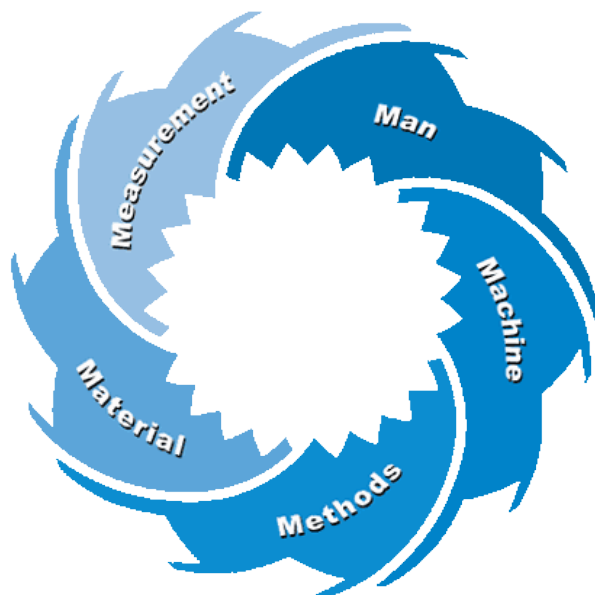
Σχήμα 3: Υποσυστήματα ERP

Η ορθή και άμεση διάχυση της πληροφορίας μεταξύ των τμημάτων αποτελεί σημαντικό παράγοντα ευελιξίας ενός συστήματος ERP. Σε ό,τι αφορά στις βιομηχανικές μονάδες, το τμήμα της Παραγωγής είναι δυναμικό και τα δεδομένα καταγράφονται σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που δυσκολεύει την αξιολόγηση αυτών των πληροφοριών από το ERP. Τον ρόλο του μεταφραστή της πληροφορίας μεταξύ του ERP και των συστημάτων ελέγχου της παραγωγής αναλαμβάνει το σύστημα εκτέλεσης της παραγωγής (Manufacturing Execution System-MES).

4.3.2 Σύστημα Εκτέλεσης Παραγωγής

Το σύστημα εκτέλεσης της παραγωγής (Manufacturing Execution System-MES), αποτελεί το υπολογιστικό σύστημα που ανιχνεύει και αρχειοθετεί τη διαδικασία μετασχηματισμού α' υλών

σε έτοιμα προϊόντα.²⁶ Πρόκειται για ένα σύστημα διαχείρισης δεδομένων το οποίο καθορίζει σε μία μονάδα παραγωγής τις απαιτούμενες ανάγκες για τα προς υλοποίηση προϊόντα ή υπηρεσίες, τη διαδικασία που θα ακολουθηθεί, το χρονοδιάγραμμα των εργασιών καθώς και το απαιτούμενο εργατικό δυναμικό και εξοπλισμό.



Εικόνα 5 Μεθοδολογία 5M

Η απόφαση ανάπτυξης και αλλαγής της υφιστάμενης κατάστασης σε μία βιομηχανική επιχείρηση πολλές φορές φαντάζει ιδιαίτερα δύσκολη και με μεγάλο ποσοστό επικινδυνότητας καθώς λάθος υπολογισμοί μπορεί να οδηγήσουν σε δυσάρεστα αποτελέσματα για την βιωσιμότητά της.

Η υλοποίηση μίας τέτοιου είδους επένδυσης απαιτεί την αρχική μελέτη του διαγράμματος ροής των υλικών και των εργασιών μέσα στην παραγωγική διαδικασία με τον έλεγχο και τη

συντήρηση του εξοπλισμού να έρχονται αμέσως μετά. Ακολουθεί η ανάλυση των φάσεων εργασίας όπου πραγματοποιείται ειδική μελέτη για τον σχεδιασμό των ροών της πληροφορίας και του συγχρονισμού τους. Τα σημεία μέτρησης, οι μέθοδοι μέτρησής και ο συσχετισμός αυτών πρέπει να καταγραφούν ώστε να ολοκληρωθεί η καταγραφή σύμφωνα με τη φιλοσοφία του 5πτυχου Άνθρωποι, Μηχανές, Υλικά, Μέθοδοι, Μετρήσεις (5M)²⁷.

Η παραπάνω αρχική μελέτη, οριοθετεί το έργο και βοηθά την επιχείρηση να εκτιμήσει τον χρόνο υλοποίησης και τον προϋπολογισμό της.

4.3.2.1 Σημεία ενδιαφέροντος MES

Με τη βοήθεια της τεχνολογίας και με βάση τη συσσωρευμένη γνώση που αποκτήθηκε τις τελευταίες δύο δεκαετίες από τις εταιρείες λογισμικού σχετικά με τις ανάγκες μίας εργοστασιακής μονάδας, έχουν αναπτυχθεί πληθώρα συστημάτων που βοηθούν σημαντικά στην αύξηση της παραγωγικότητάς της.

²⁶https://en.wikipedia.org/wiki/Manufacturing_execution_system

²⁷<http://www.5me.com>

Προκειμένου να επιτευχθεί μία ορθή και ολοκληρωμένη παρακολούθηση της παραγωγικής διαδικασίας, οι εφαρμογές που θα χρησιμοποιηθούν σε ένα εργοστάσιο χρειάζεται να πραγματοποιούν μετρήσεις σχετικά με την αποδοτικότητα, την ποιότητα, την παραγωγή και την ανάλυση παρτίδων.²⁸



Σχήμα 4: Βασικές δυνατότητες συστημάτων ενός εργοστασίου

Τα παραπάνω συστήματα, διαχειρίζονται, παρακολουθούν και συγχρονίζουν σε πραγματικό χρόνο όλες τις διαδικασίες που εμπλέκονται για τον μετασχηματισμό των α' υλών σε τελικά προϊόντα, έτοιμα προς κατανάλωση. Η συνεργασία με το ERP σύστημα της εκάστοτε εταιρείας το οποίο ορίζει τον προγραμματισμό της παραγωγής κρίνεται ως μείζονος σημασίας.

Πιο αναλυτικά, η επικοινωνία των συστημάτων δίνει τη δυνατότητα στους χειριστές να διαχειρίζονται άμεσα την εκτέλεση της παραγγελίας και να πραγματοποιούν διαφόρων επιπέδων ελέγχους. Οι έλεγχοι καλύπτουν όλα τα στάδια παραγωγής εξάγοντας στατιστικά δεδομένα για περαιτέρω ανάλυση με αποτέλεσμα ο ποιοτικός έλεγχος όλων των διεργασιών να γίνεται σε πραγματικό χρόνο. Η ικανότητα ανάλυσης του συνόλου της παραγωγικής διαδικασίας στον χρόνο που συμβαίνει οδηγεί στην ορθή μέτρηση της αποδοτικότητας των εργαζομένων, των μηχανημάτων και της παραγωγής γενικότερα.

➤ Διαχείριση Αποδοτικότητας

Το λογισμικό προκειμένου να μετρήσει την αποδοτικότητα της παραγωγικής διαδικασίας, συγκεντρώνει δεδομένα ανά κατηγορία (π.χ. υλικά, προσωπικό). Επίσης καταγράφει την φύρα

²⁸<https://www.ge.com/digital/products/plant-applications>

που προκύπτει από τη διαδικασία και μετρά τον χρόνο αδράνειας κατά τον οποίο τα μηχανήματα δεν εκτελούν κάποια λειτουργία. Με αυτόματο ή χειροκίνητο τρόπο συσχετίζει τα γεγονότα που συμβαίνουν με τις αιτίες ώστε να αναγνωρίσει το πραγματικό πρόβλημα. Η μέτρηση της αποδοτικότητας πραγματοποιείται μέσω δεικτών αποδοτικότητας, εξαγωγής γραφημάτων και υπολογιστικών αρχείων (π.χ. φύλλα excel) για περαιτέρω ανάλυση ενώ συγκρατεί και συγκεντρώνει στοιχεία για αξιοποίηση αυτών σε μακροχρόνιες μετρήσεις.

➤ Διαχείριση Ποιότητας

Το σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας διασφαλίζει πως η ποιότητα των προϊόντων κινείται πάντοτε εντός των επιτρεπτών ορίων παρέχοντας στατιστικά στοιχεία και ειδοποιήσεις ώστε να ελέγχονται τα επίπεδα της ποιότητας. Ταυτόχρονα δεν επηρεάζεται χρονικά η παραγωγική διαδικασία. Επιπροσθέτως, οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται από τους χειριστές χειροκίνητα ή από αυτόματες πηγές, ενσωματώνονται σε ένα κοινό σημείο προσφέροντας μία ολοκληρωμένη εικόνα στον χρήστη. Τέλος, σχόλια, αρχεία που αποτυπώνουν διαδικασίες και προδιαγραφές αυτών, κρίνονται ιδιαίτερα σημαντικά για την αποτύπωση της ποιότητας και επισυνάπτονται στο σύστημα.

➤ Διαχείριση Παραγωγής

Η Διαχείριση Παραγωγής επιβλέπει τις διεργασίες της παραγωγής, συμπεριλαμβάνοντας λειτουργίες που ελέγχουν τη ροή του προϊόντος μεταξύ των τμημάτων της. Η πλήρης καταγραφή των βημάτων της εξέλιξης μίας α΄ύλης σε τελικό προϊόν, επιτρέπει την εξαγωγή γενεαλογικών αναφορών. Βασικό χαρακτηριστικό του συστήματος αποτελεί η δυνατότητα παρακολούθησης χρονοδιαγραμμάτων προκειμένου να ολοκληρωθεί η αρχική παραγγελία και η αλλαγή αυτών όταν είναι απαραίτητο, με στόχο τη μείωση του πλεονάσματος.

➤ Ανάλυση Παρτίδων

Η εφαρμογή αναλύει τη συνταγή που έχει προέλθει από το σύστημα ERP και σε κάθε βήμα αυτής καταγράφει και ελέγχει την παρτίδα των προϊόντων σύμφωνα με ότι έχει καθοριστεί στη διαδικασία. Επίσης παρέχει ανάλυση για προγραμματισμένες ή ολοκληρωμένες συνταγές δημιουργώντας ηλεκτρονικό αρχείο παρτίδων. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται συνολικά η ποιότητα και η συνοχή των προϊόντων.

Αντικείμενο έρευνας και ανάπτυξης των επιχειρήσεων που ασχολούνται με την εξέλιξη εφαρμογών σχετικών με τους παραπάνω τομείς είναι η αύξηση της παραγωγικότητας της βιομηχανικής παραγωγής σε συνδυασμό με την μείωση κατανάλωσης περιβαλλοντικών

πόρων. Βασικός παράγοντας για την υλοποίηση των παραπάνω με έναν τεχνολογικά άρτιο και εξελιγμένο τρόπο είναι η επικοινωνία μέσω του διαδικτύου.

4.3.2.2 Υποσυστήματα MES

Ένα σύστημα εκτέλεσης της παραγωγής (MES) αποτελείται από υποσυστήματα για τον Σχεδιασμό και τον Προγραμματισμό της Παραγωγικής διαδικασίας, την Εκτέλεση Παρτίδων, την Ανάλυση Συλλογής Δεδομένων, την Διαχείριση Συντήρησης μηχανημάτων, Εργασιών και Εργατικού Δυναμικού που εμπλέκονται σε αυτές, την Αποτίμηση της Παραγωγικότητας και της Απόδοσης²⁹.

➤ Συλλογή και Ανάλυση Δεδομένων

Τα δεδομένα συγκεντρώνονται από προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLC), αισθητήρες, χειριστήρια και τερματικά δεδομένων στη βάση δεδομένων του συστήματος και σε πραγματικό χρόνο. Κατόπιν ταξινομούνται σε κατηγορίες όπως οι τρέχουσες γραμμές παραγωγής, τα μηχανήματα, οι εργασίες και το προσωπικό.³⁰ Η αποτύπωση των δεδομένων εμφανίζεται μέσω αναφορών ενώ η πρόσβαση σε αυτές είναι ελεγχόμενη και καθορισμένη από τον διαχειριστή (administrator). Τέλος, επικοινωνεί με ERP συστήματα είτε λαμβάνοντας πληροφορίες από αυτά είτε προσφέροντας δεδομένα.

➤ Διαχείριση Παρτίδας

Η παραγγελία καταχωρείται από τον Υπεύθυνο παραγωγής στο σύστημα ώστε κατόπιν η απαραίτητη πληροφορία να διοχετευτεί στους λογικούς ελεγκτές PLC, στα χειριστήρια, στους ζυγούς και γενικότερα στο σύνολο των μηχανημάτων τα οποία και θα την εκτελέσουν. Τα δεδομένα από τα μηχανήματα συγκεντρώνονται σε μία βάση και μπορούν να επεξεργαστούν από απλούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές χωρίς τη χρήση πολύπλοκων συστημάτων. Η εκτέλεση της εκάστοτε εντολής-συνταγής μπορεί να γίνει από εκεί όπως και η διαχείριση των α' υλών καθ' όλη την παραγωγική διαδικασία. Παρακολουθείται η μετακίνηση όλων των υλικών σε όλες της φάσεις της παραγωγής με αποτέλεσμα το απόθεμα αυτών να καταγράφεται σε πραγματικό χρόνο. Επιπροσθέτως, το σύστημα εξάγει στατιστικά στοιχεία λαμβάνοντας υπόψη παρελθοντικά δεδομένα και παρόμοιες παραγγελίες ώστε να συγκρίνει πλήθος παραμέτρων όπως τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν και τον χρόνο που

²⁹Identifying reasons for ERP system customization in SMEs: a multiple case study, Ondrej Zach (2012)

³⁰<http://www.tracepro.gr/manufacturing/data-collection-analysis>

καταναλώθηκε.³¹ Αποτέλεσμα των παραπάνω αποτελεί η αύξηση της αποδοτικότητας των μηχανημάτων, η μείωση του κόστους με την ορθή διαχείριση των διαθέσιμων πόρων και η βελτίωση της ποιότητας των διαδικασιών.

➤ **Σχεδιασμός και Προγραμματισμός Παραγωγικής διαδικασίας**

Το σύστημα λαμβάνει δεδομένα που αφορούν σε παρελθοντικές πωλήσεις με χρήση στοιχείων από το ERP και με βάση πληροφορίες που καταχωρούνται από το τμήμα Marketing της εταιρείας για τις παρούσες ανάγκες της αγοράς προτείνοντας παράλληλα τον προγραμματισμό της παραγωγικής διαδικασίας. Με χρήση διαγραμμάτων προγραμματισμού του χρόνου (διαγράμματα Gantt) παρακολουθείται η εξέλιξη της προβλεπόμενης παραγωγής σε προκαθορισμένο χρόνο και με συγκεκριμένους περιορισμούς σε πόρους και κόστος, προς επίτευξη των στόχων του οργανισμού .

➤ **Αποτίμηση της Παραγωγικότητας και της Απόδοσης**

Με τη βοήθεια μετρητών, το σύστημα καταγράφει τη διαθεσιμότητα όλου του μηχανολογικού εξοπλισμού που εμπλέκεται στο τμήμα της παραγωγής και εξάγει στατιστικά στοιχεία μέσω γραφημάτων και αναφορών. Κατά κύριο λόγο μετρά τις ώρες που λειτουργεί ή βρίσκεται σε αδράνεια κάθε μηχανήμα ανά γραμμή παραγωγής με ανάλυση χρόνου, δηλαδή ανά μέρα, μήνα, έτος. Επίσης, υπολογίζει την συνολική παραγωγή ενός μηχανήματος, με σκοπό να ορίσει την πραγματική και την μέση αποδοτικότητά του.³² Πραγματοποιείται αυτόματη καταγραφή σε συνεχόμενη βάση για το σύνολο του εξοπλισμού, ενώ οτιδήποτε προκαλεί δυσλειτουργίες και καθυστερήσεις αναγνωρίζεται άμεσα.

➤ **Διαχείριση Εργασιών**

Κάθε εργασία αναλύεται σε περαιτέρω οντότητες για πιο λεπτομερή παρακολούθηση. Το σύστημα επιλέγει τις συσκευές και τα μηχανήματα που θα αναλάβουν την κάθε εργασία, δίνει εντολή για την έναρξη της λειτουργίας τους και κατόπιν λαμβάνει μηνύματα επιβεβαίωσης για την ολοκλήρωσή τους.³³

³¹<http://www.tracepro.gr/manufacturing/batch-execution-analysis>

³²<http://www.tracepro.gr/manufacturing/production-planning-scheduling>

³³<http://www.tracepro.gr/manufacturing/productivity-efficiency>

➤ Διαχείριση Εργατικού Δυναμικού

Το σύστημα αναθέτει εργασίες στο προσωπικό σύμφωνα με την αποδοτικότητά του σε παρόμοιες περιστάσεις. Ειδικές συσκευές που είναι τοποθετημένες σε διάφορα σημεία της παραγωγής, καθοδηγούν τους εργαζόμενους βήμα προς βήμα για τις απαραίτητες ενέργειες και υπολογίζουν τον καθαρό χρόνο εργασίας.³⁴ Ο υπεύθυνος παραγωγής γνωρίζει σε πραγματικό χρόνο τι συμβαίνει σε κάθε σημείο όπου υπάρχει εργατικό δυναμικό και έχει τη δυνατότητα να αξιολογήσει τον τρόπο εργασίας τους όπως και να διορθώσει άμεσα καταστάσεις όπου χρειαστεί.

➤ Διαχείριση Συντήρησης Μηχανημάτων

Όταν τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται σε μία εργοστασιακή μονάδα αξιοποιούνται με βέλτιστο τρόπο, παρατηρείται αύξηση της απόδοσης ολόκληρης της γραμμής παραγωγής. Εξαιτίας αυτού, ένα σύστημα διαχείρισης των μηχανών χρειάζεται να προλαμβάνει βλάβες και δυσλειτουργίες. Χρησιμοποιώντας ένα κοινό δίκτυο ο αρμόδιος εργαζόμενος λαμβάνει στο τερματικό του την πληροφορία ότι σε συγκεκριμένη μηχανή έχει δημιουργηθεί συγκεκριμένο πρόβλημα και αυτομάτως αναλαμβάνει να το επιλύσει. Είτε αφού ολοκληρώσει την εργασία του, είτε κατά τη διάρκεια αυτής ενημερώνει λεπτομερώς το σύστημα για τις εργασίες του, με χρήση λιστών σε βάσεις δεδομένων, με αποτέλεσμα η εξέλιξη των διαδικασιών να παρακολουθείτε άμεσα και σε πραγματικό χρόνο.³⁵

Ένα σύστημα MES μπορεί να διαχειριστεί εκτός των διεργασιών στη γραμμή παραγωγής, επιπλέον τομείς της εφοδιαστικής αλυσίδας ξεκινώντας από τη διαχείριση του τμήματος της Αποθήκης και καταλήγοντας στο τμήμα Ζύγισης των τελικών προϊόντων κατά τη μεταφορά τους στον τελικό πελάτη. Πιο αναλυτικά, το σύστημα εμπλέκεται επίσης με τους τομείς της διανομής, των πωλήσεων μέσω κινητών τηλεφώνων, της παραγγελιοληψίας και της εξυπηρέτησης. Η αλληλεπίδραση με ανώτερα και κατώτερα στην ιεραρχία μιας επιχείρησης συστήματα όπως ο ενδοεπιχειρησιακός σχεδιασμός (ERP) και ο βιομηχανικός αυτόματος έλεγχος και τηλεμετρία (supervisory control and data acquisition-SCADA), θεωρείται δεδομένη ώστε η ροή της πληροφορίας να αξιοποιείται στο έπακρο σε όλα τα τμήματά της.

➤ Διαχείριση Αποθήκης

Το σύνολο των διαδικασιών στην αποθήκη πραγματοποιείται μέσω εύχρηστων τερματικών τα οποία χρησιμοποιούν την τεχνολογία ραβδωτού κώδικα (barcode) προκειμένου να

³⁴<http://www.tracepro.gr/manufacturing/job-management>

³⁵<http://www.tracepro.gr/manufacturing/maintenance-management>

συγκεντρώσουν δεδομένα που θα αξιοποιηθούν από τους χειριστές και τους διαχειριστές της εφαρμογής.³⁶

Οι δυνατότητες που παρέχονται είναι οι εξής:

- Παρακολούθηση εισερχόμενων παραγγελιών
- Παραλαβή εμπορευμάτων και α' υλών
- Τακτοποίηση στα ράφια
- Διαλογή/συγκέντρωση υλικών
- Έλεγχος αποθεμάτων
- Αντικατάσταση υλικών
- Εσωτερικές διακινήσεις
- Παρακολούθηση των δραστηριοτήτων σε πραγματικό χρόνο

Η επιχείρηση που χρησιμοποιεί εφαρμογή διαχείρισης του τομέα της αποθήκης, εκμηδενίζει λάθη που μπορεί να προκύψουν κατά τη μεταφορά των προϊόντων καθώς με την τεχνολογία του barcode το κάθε είδος έχει την ταυτότητά του. Επιπλέον με τον συνεχή έλεγχο των παραγγελιών και των προϊόντων που διακινούνται, μειώνονται οι επιστροφές και γίνεται καλύτερη διαχείριση των αποθεμάτων άρα και του κεφαλαίου που καταναλώνει η εταιρεία για την προμήθεια υλικών. Συνεπώς ο διαθέσιμος χώρος αποθήκευσης των προϊόντων αξιοποιείται στο μέγιστο δυνατό σημείο. Εφόσον τηρείται η ιχνηλασιμότητα σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας, οι διαδικασίες πραγματοποιούνται πιο σύντομα και το εργασιακό δυναμικό αυξάνει την απόδοσή του με τη χρήση σύγχρονων και εύχρηστων εργαλείων.

➤ Διαχείριση Διανομής

Κάθε όχημα που μετακινείται εντός των εγκαταστάσεων δηλώνει τη θέση του χρησιμοποιώντας συστήματα ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνότητας (Radio Frequency Identification-RFID). Το σύστημα MES λαμβάνει την εν λόγω ενημέρωση και επομένως γνωρίζει ποιο όχημα βρίσκεται σε συγκεκριμένο τομέα και με ποιο σκοπό. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η ολοκλήρωση της παραγγελίας χωρίς καθυστερήσεις και λάθη. Κατ'επέκταση, το τελικό προϊόν αποκτά προστιθέμενη αξία και η ικανοποίηση του πελάτη αυξάνεται. Επιπροσθέτως, όταν τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας εκτελούνται ορθά και σε χρόνο ίσο ή λιγότερο του αναμενόμενου, αποτελεί φυσικό επακόλουθο να διαμορφωθούν ισχυρές

³⁶https://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/applications/product_serialization_page?

σχέσεις εμπιστοσύνης με τους εμπόρους που διακινούν τα προϊόντα της εκάστοτε επιχείρησης στη αγορά.

➤ Πωλήσεις με χρήση διαδικτύου, με φορητές συσκευές και παραγγελιοληψία

Η κεντρική πλατφόρμα του MES έχει τη δυνατότητα διασύνδεσης με φορητές ηλεκτρονικές συσκευές (personal digital assistant-PDA) οι οποίες λαμβάνουν πληροφορίες χρήσιμες για έναν πωλητή. Αφορούν στοιχεία του εκάστοτε πελάτη, ευκαιρίες πώλησης, παρελθοντικές παραγγελίες, το σύνολο των προς πώληση ειδών και των αποθεμάτων. Διαχειρίζονται ακόμα και την οικονομική συμφωνία εκδίδοντας τα απαιτούμενα παραστατικά και ορίζοντας τρόπους εξόφλησης. Συμπερασματικά όλη η διαδικασία της παραγγελιοληψίας γίνεται με εύκολο τρόπο και οδηγεί στα κάτωθι :³⁷

- μείωση της διπλής δουλειάς για την ίδια εργασία
- βελτίωση της αποδοτικότητας των στελεχών του τμήματος Πωλήσεων
- μείωση των λαθών στις εισερχόμενες παραγγελίες
- ταχύτερη ολοκλήρωση των παραγγελιών
- μείωση του χρόνου απόκρισης σε περιπτώσεις λάθους
- έλεγχος της ποιότητας των υπηρεσιών που προσφέρονται από τα στελέχη πωλήσεων
- βελτίωση του επίπεδου των στατιστικών αναφορών

Φυσικά η παραπάνω διαχείριση προϋποθέτει διασύνδεση των φορητών συσκευών με το διαδίκτυο.

➤ Τεχνική Εξυπηρέτηση

Όλες οι επιχειρήσεις που απασχολούν τεχνικό προσωπικό χρειάζεται να έχουν τον πλήρη έλεγχο των εργασιών που υλοποιούνται παρακολουθώντας τον χρόνο υλοποίησης αλλά και την αποδοτικότητα των εργαζομένων. Αυτοί οι στόχοι μπορούν να επιτευχθούν μέσω ενός συστήματος MES καθώς δίνεται η δυνατότητα καταγραφής του πλήθους των εργασιών, του χρόνου απασχόλησης και του προσωπικού που έχει απασχοληθεί μέσω φορητών τερματικών. Ως αποτέλεσμα, μειώνεται η κατανάλωση γραφικής ύλης, η απόκριση σε θέματα που προκύπτουν είναι άμεση και η ποιότητα των υπηρεσιών που προσφέρονται βελτιώνονται αισθητά.

³⁷<https://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/applications/mobility.page?>

➤ Διαχείριση Γεφυροπλάστιγγας

Βιομηχανικές μονάδες που μετακινούν συχνά τα προϊόντα τους, απαιτούν άμεση γνωστοποίηση πληροφοριών για το βάρος του οχήματος, τον χρόνο παράδοσης και παραλαβής. Χρησιμοποιώντας λογισμικό MES συγκεντρώνεται οι απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με το βάρος των οχημάτων πάνω στη γεφυροπλάστιγγα έτσι ώστε να πραγματοποιείται επιπλέον έλεγχος βάρους για τη συνολική ποσότητα των προς μεταφορά ειδών. Ουσιαστικά από έναν υπολογιστή μπορεί να ρυθμιστεί η γεφυροπλάστιγγα, ακόμα και χωρίς τη συμμετοχή χειριστή με τη χρήση για παράδειγμα μαγνητικών καρτών που δηλώνουν τα χαρακτηριστικά των ειδών που ζυγίζονται.³⁸ Επιπλέον το σύστημα εκδίδει δελτία αποστολής και παραλαβής και ενημερώνει αυτόματα το ERP.

4.3.3 SCADA

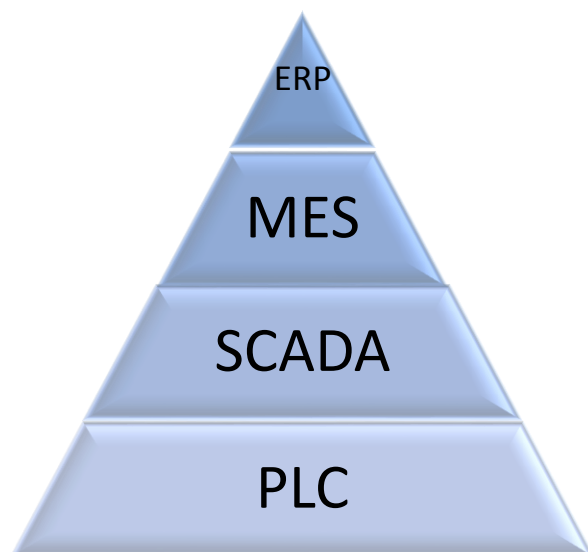
Το σύστημα που θεωρείται η βάση της πυραμίδας για την αξιοποίηση δεδομένων που προέρχονται από την παραγωγική διαδικασία ονομάζεται SCADA (Supervisory control and data acquisition) και αποτελεί τον βιομηχανικό αυτόματο έλεγχο της διαδικασίας³⁹. Αποτελεί βασικό σύστημα αποδοχής και αποστολής πληροφοριών στο MES με σκοπό την πλήρη αξιοποίηση των στοιχείων. Περιλαμβάνει λογισμικό και υλικά που επιτρέπουν σε μία βιομηχανική ομάδα να:⁴⁰

- ελέγχει τις διαδικασίες της βιομηχανίας είτε τοπικά είτε απομακρυσμένα
- επιβλέπει, συγκεντρώνει και επεξεργάζεται σε πραγματικό χρόνο δεδομένα
- αλληλοεπιδρά άμεσα με συσκευές όπως αισθητήρες, βαλβίδες, αντλίες, κινητήρες, μέσω λογισμικού που αποτυπώνει σε μία οθόνη τη δραστηριότητα των μηχανών (Human Machine Interface-HMI)
- καταγράφει γεγονότα στο αρχείο

³⁸<http://www.anaco.gr/gr/robo/bertdensimag.html>

³⁹<https://inductiveautomation.com/what-is-scada>

⁴⁰<http://www.dpstele.com/scada/programming-concepts.php>



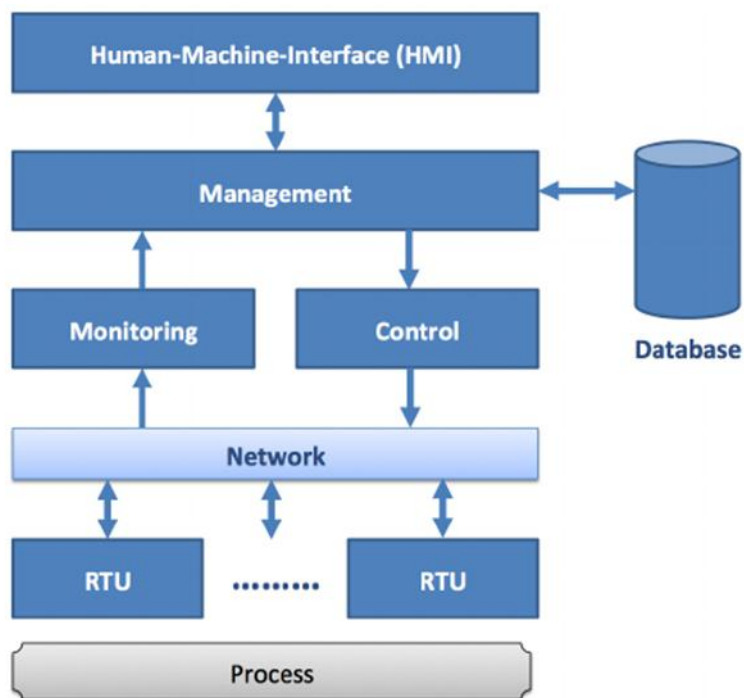
Συστήματα βιομηχανικού αυτόματου ελέγχου και τηλεμετρίας (SCADA) είναι απαραίτητα για τη λειτουργία των βιομηχανικών μονάδων καθώς συμμετέχουν στην επεξεργασία δεδομένων για ορθότερη και πιο άμεση λήψη αποφάσεων, με σκοπό να διατηρηθεί σε υψηλά επίπεδα η αποδοτικότητα και να μειωθεί ο χρόνος που τα μηχανήματα είναι σε αδράνεια.

Η βασική αρχιτεκτονική ξεκινά με προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (programmable logic controllers-PLC) ή με απομακρυσμένες τερματικές μονάδες (remote terminal unit-RTU) τα οποία κωδικοποιούν και αποκωδικοποιούν τα σήματα από τον πραγματικό κόσμο. Πρόκειται για μικροϋπολογιστές που επικοινωνούν με μία πληθώρα αντικειμένων όπως τα μηχανήματα που βρίσκονται στον χώρο του εργοστασίου, το περιβάλλον εργασίας των αποτελεσμάτων των μηχανημάτων που είναι ορατό στο χρήστη (Human Machine Interface-HMI) και τους αισθητήρες, τα οποία κατόπιν καθοδηγούν την πληροφορία από τα παραπάνω αντικείμενα σε υπολογιστές και οθόνες που είναι εγκατεστημένο το SCADA. Με τη σειρά του το SCADA επεξεργάζεται, διανέμει και παρουσιάζει τα δεδομένα βοηθώντας τους χειριστές και τους εργαζόμενους να αναλύσουν αυτή την πληροφορία και να καταλήξουν σε σημαντικές αποφάσεις.

4.3.3.1 Αρχιτεκτονική SCADA

Το δίκτυο διασύνδεσης συστημάτων στο χώρο της παραγωγής περιλαμβάνει έναν κεντρικό σταθμό συγκέντρωσης δεδομένων στον οποίο πραγματοποιείται η διαχείριση της συνολικής διαδικασίας ανάλυσης. Τα δεδομένα προέρχονται από απομακρυσμένες μονάδες εισόδων/εξόδων (PLC,RTU) τα οποία αρχικά συλλέγουν την πληροφορία τοπικά.

Εννοιολογική και εφαρμόσιμη μελέτη της ενσωμάτωσης του Διαδικτύου των Πραγμάτων στον βιομηχανικό κλάδο



Σχήμα 5: Στάδια αρχιτεκτονικής συστήματος SCADA

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Typical-Software-Architecture-for-a-SCADA-System_fig3_271764198

Ο κεντρικός σταθμός συγκέντρωσης μπορεί να βρίσκεται είτε σε τοπικό δίκτυο είτε σε υπολογιστικό νέφος (cloud). Κατόπιν η πληροφορία αποτυπώνεται σε περιβάλλον εργασίας ορατό στο χρήστη (Human Machine Interface- HMI) με δυνατότητα παραμετροποίησης συγκεκριμένων παραμέτρων (π.χ. θερμοκρασία).

5. Ανάπτυξη διαδικασιών βιομηχανικής παραγωγής

Η παραγωγική διαδικασία σε μια βιομηχανία, αφορά τη μετατροπή μιας σειράς εισροών (α΄ ύλες) σε αντίστοιχες εκροές που απαιτούνται στο πλαίσιο παραγωγής τελικού προϊόντος και εισαγωγής αυτού στην αγορά. Αποτελείται από δύο κύριες ομάδες πόρων - τους μετασχηματιστικούς πόρους και τους μετασχηματισμένους πόρους. Οι μετασχηματιστικοί πόροι περιλαμβάνουν τα κτίρια, τα μηχανήματα, τους υπολογιστές και τους ανθρώπους που πραγματοποιούν τις μετασχηματιστικές διαδικασίες. Οι μετασχηματισμένοι πόροι είναι οι πρώτες ύλες και τα συστατικά που μετατρέπονται σε τελικά προϊόντα. Η παραγωγική διαδικασία περιλαμβάνει το σύνολο των μηχανημάτων της γραμμής παραγωγής, των ειδικών εργαλείων και του εξειδικευμένου προσωπικού προκειμένου οι μετασχηματισμένοι πόροι να λάβουν την τελική τους μορφή (έτοιμα προϊόντα).



Σχήμα 6: Διαδικασία παραγωγής προϊόντος

Είναι πολύ σημαντικό για κάθε οργανισμό να εντοπίζει τις παραγωγικές διαδικασίες που προσθέτουν αξία, ώστε να μπορούν να ενισχυθούν αυτές οι διαδικασίες με σκοπό το όφελος του οργανισμού. Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι διαδικασιών⁴¹:

- **Παραγωγή εργασίας (job production).** Περιλαμβάνει την παραγωγή προσωποποιημένων εργασιών, όπως ένα εφάπαξ προϊόν για συγκεκριμένο πελάτη ή μια μικρή παρτίδα προϊόντος σε ποσότητες συνήθως χαμηλότερες από εκείνες των προϊόντων μαζικής αγοράς.

⁴¹Krajewski, L.J.; Ritzman, L.: Operations Management: Processes and Value Chains, Manoj K. Malhorta. 8th ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall, 2007

- **Παραγωγή παρτίδας (batch production).** Το προϊόν κατασκευάζεται σε παρτίδες. Η διαδικασία παραγωγής ανά παρτίδα (batch -lot) περιλαμβάνει τον συνδυασμό ενός συνόλου πρώτων υλών οι οποίες μέσω συγκεκριμένων παραγωγικών διαδικασιών μετατρέπονται στο τελικό προϊόν. Οι παρτίδες συνεχώς υποβάλλονται σε επεξεργασία από κάθε μηχανή πριν μετακινηθεί στην επόμενη λειτουργία. Αυτή η μέθοδος αναφέρεται μερικές φορές ως «διακεκομμένη» παραγωγή, καθώς διάφοροι τύποι θέσεων εργασίας βρίσκονται εν εξελίξει στα διάφορα στάδια της παραγωγής. Η διαδικασία παρτίδας έχει ιδιαίτερα οφέλη για μια βιομηχανία καθώς είναι κατάλληλη για ένα ευρύ φάσμα σχεδόν παρόμοιων προϊόντων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιούν τα ίδια μηχανήματα σε διαφορετικές ρυθμίσεις. Επιπλέον, εξοικονομεί την απαίτηση μεγάλου αριθμού μηχανημάτων και δημιουργεί ευελιξία στο εργατικό δυναμικό. Οι μονάδες μπορούν να ανταποκριθούν γρήγορα στις παραγγελίες πελατών, μεταφέροντας αποθέματα προϊόντων εν εξελίξει ή εν μέρει ολοκληρωμένων προϊόντων με σκοπό μέσω των τελικών σταδίων παραγωγής να ολοκληρωθούν άμεσα.
- **Παραγωγή ροής (flow production).** Αποτελεί μια συνεχή διαδικασία παραγωγής των τμημάτων και των υποσυνόλων των προϊόντων που μεταφέρονται από το ένα στάδιο στο άλλο μέχρις ότου ολοκληρωθούν. Τα εν εξελίξει προϊόντα επεξεργάζονται σε κάθε στάδιο και στη συνέχεια μεταφέρονται κατευθείαν στο επόμενο στάδιο εργασίας χωρίς να περιμένουν την ολοκλήρωση της παρτίδας. Για την επιβεβαίωση της ορθής λειτουργίας της γραμμής παραγωγής, κάθε λειτουργία πρέπει να είναι κανονικού μήκους και δεν θα πρέπει να υπάρχουν μεταβολές ή διακοπές στην γραμμή παραγωγής. Για να είναι επιτυχής η παραγωγή ροής, πρέπει να υπάρχει συνεχής ζήτηση των προς παραγωγή προϊόντων. Εάν η ζήτηση μεταβληθεί, αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε παραγωγή επιπλέον των απαιτούμενων τελικών προϊόντων (stock) με αρνητικές επιπτώσεις για τον οργανισμό (υψηλό κόστος, χώρο αποθήκευσης, ημερομηνία λήξης προϊόντων).

Στο παρόν κεφάλαιο αναλύεται η διαδικασία παραγωγής ανά παρτίδα (batch production) σε εργοστάσιο καταναλωτικών προϊόντων. Για την αποτελεσματική διαχείριση της παραγωγής ανά παρτίδα πρέπει να ενσωματώνονται οι παρακάτω βασικές δραστηριότητες⁴²:

- **Διαχείριση συνταγών (Recipe Management).** Η ανάγκη να έχουμε λειτουργίες ελέγχου που να μπορούν να διαχειριστούν το πλήθος των συνταγών, υποδηλώνει την

⁴²A batch process management framework: Domain-specific, design pattern and software component based approach, Seppo Kuikka (1999)

ανάγκη για τη εγκατάσταση ενός συστήματος διαχείρισης και ελέγχου των συνταγών κατά την παραγωγική διαδικασία.

- **Προγραμματισμός και σχεδιασμός παραγωγής (Production Planning and Scheduling).** Η παραγωγή παρτίδων πρέπει να πραγματοποιείται μέσα σε ένα προγραμματισμένο χρονικό πεδίο. Ο προγραμματισμός και ο σχεδιασμός της παραγωγής αποτελούν δραστηριότητες που πρέπει να ενσωματώνονται στο σύστημα διαχείρισης της παραγωγικής διαδικασίας.
- **Διαχείριση πληροφοριών παραγωγής (Production Information Management)** Βασικό χαρακτηριστικό της διαχείρισης ανά παρτίδα αποτελεί η συλλογή και αποθήκευση των ιστορικών των παρτίδων καθώς και του ελέγχου των πληροφοριών που διακινούνται κατά την παραγωγική διαδικασία.
- **Διαχείριση διαδικασιών (Process Management).** Απαιτείται ένα σύστημα ανάπτυξης διαδικασιών σχετικά με την εισαγωγή και την επιτήρηση των παρτίδων καθώς και τον συντονισμό την καταγραφή και την σύνταξη αναφορών για το σύνολο των δραστηριοτήτων της παραγωγικής διαδικασίας.
- **Επιτήρηση παραγωγής (Unit Supervision).** Αποτελεί τη διαδικασία ελέγχου, διαχείρισης και διάθεσης των πόρων και υλών. Επιπλέον επιβλέπει την εκτέλεση των διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα στη παραγωγική διαδικασία συντονίζοντας τις δραστηριότητες ελέγχου.
- **Έλεγχος διαδικασιών (Process Control).** Αφορά τον έλεγχο των δραστηριοτήτων κατά την παραγωγική διαδικασία συμπεριλαμβανομένου και του ελέγχου του συστήματος παραγωγής, του εξοπλισμού και του προσωπικού.

Εν κατακλείδι, η υλοποίηση μίας παραγωγικής μονάδας και η συντήρησή της σε αρεστά επίπεδα, περιλαμβάνει αρκετές διαδικασίες και στάδια στα οποία λόγω της πολυπλοκότητάς τους χρειάζεται να συμμετέχει εξειδικευμένο προσωπικό.

5.1 Ροή προϊόντος στη γραμμή παραγωγής

Μεγάλο μέρος των προϊόντων που χρησιμοποιεί σήμερα ο μέσος άνθρωπος προκειμένου να ικανοποιήσει τις καθημερινές του ανάγκες, έχουν κατασκευαστεί σε βιομηχανικές μονάδες μικρού ή μεγάλου μεγέθους. Κάθε βιομηχανία επιδιώκει τα προϊόντα που παράγει να ικανοποιούν το επίπεδο ποιότητας που έχουν θεσπίσει τα στελέχη της αλλά και τα διεθνή πρότυπα. Προκειμένου να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, ο τομέας της Παραγωγής πρέπει να είναι διαμορφωμένος με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε τόσο χωροταξικά όσο και λειτουργικά να στοχεύει στη μέγιστη αποδοτικότητα των διαδικασιών.

Ο τομέας της Παραγωγής μίας εργοστασιακής μονάδας θεωρείται ο πυρήνας της καθώς πρόκειται για το σημείο όπου πραγματοποιείται η σύνθεση των πρώτων υλών σε τελικά προϊόντα έτοιμα προς διανομή και κατανάλωση. Εργοστάσια που παρασκευάζουν καταναλωτικά προϊόντα περιλαμβάνουν συγκεκριμένα τμήματα, καθένα από τα οποία αναλαμβάνει να διεκπεραιώσει ειδικές εργασίες κατά την διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας. Τα εν λόγω τμήματα απαρτίζονται από μηχανολογικό εξοπλισμό και από προσωπικό άρτια εκπαιδευμένο, εξειδικευμένο και έμπειρο ως προς τα στάδια της παραγωγής. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εύρυθμη λειτουργία του τομέα της Παραγωγής αποτελεί η συνεργασία των επιμέρους τμημάτων και η εύκολη μεταξύ τους επικοινωνία σε περιπτώσεις όπου αυτό κρίνεται αναγκαίο έτσι ώστε η γραμμή παραγωγής να χαρακτηρίζεται από συνοχή και συνάφεια. Σύμφωνα με τον Αδαμίδη (2015) στην διαδικασία παραγωγής κατά παρτίδα (Batch Process), η χωροταξική διάταξη του εργοστασίου οργανώνεται κατά διαδικασία ή λειτουργία. Προτού ξεκινήσει η διαδικασία παραγωγής, οι μηχανές, τα εργαλεία και τα υλικά πρέπει να προετοιμαστούν ανάλογα ώστε να μην υπάρχει καθυστέρηση μεταξύ των διαδικασιών αφού είναι απαραίτητο να ολοκληρωθεί μία λειτουργία για να ξεκινήσει η επόμενη. Συνήθως οι παρτίδες αποθηκεύονται προσωρινά προτού εισέλθουν σε ένα συγκεκριμένο στάδιο της παραγωγής, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε έλλειψη χώρου. Λόγω αυτού στόχος του χωροταξικού σχεδιασμού είναι να ελαττώσει όσο το δυνατόν περισσότερο τους χρόνους αναμονής και τις ανάγκες αποθήκευσης. Άλλωστε, προτεραιότητα των βιομηχανικών επιχειρήσεων αποτελεί η μείωση του λειτουργικού κόστους αποθήκευσης και η ελάττωση του χρόνου υστέρησης.

Ένα σύνηθες μοντέλο παραγωγικής διαδικασίας στον κλάδο των καταναλωτικών προϊόντων αποτελείται από τα τμήματα της Αποθήκης, της Ζύγισης, των Αναμίξεων και της Συσκευασίας. Η πληροφορία ζήτησης τεμαχίων προϊόντων φθάνει στον τομέα της Παραγωγής σε καθημερινή βάση μέσω του εμπορο-λογιστικού συστήματος (ERP) που χρησιμοποιεί κάθε εταιρεία, καταγεγραμμένη σε ειδικό έντυπο. Το εν λόγω έντυπο παραλαμβάνει ο υπεύθυνος του ορόφου ο οποίος κατανέμει τις αρμοδιότητες του κάθε εργαζόμενου και παρακολουθεί τη γραμμή παραγωγής από την αφετηρία έως τον τερματισμό της.



Σχήμα 7 Ροή προϊόντος στη γραμμή παραγωγής

Ο υπεύθυνος του τμήματος της Αποθήκης συγκεντρώνει τα υλικά που χρειάζονται για τη σύνθεση των τελικών προϊόντων και τα μεταφέρει στο τμήμα της Ζύγισης. Έπειτα, τα ηνία παραλαμβάνει ο αρμόδιος για το ζύγισμα των πρώτων υλών, ο οποίος ζυγίζει τις πρώτες ύλες ακολουθώντας ρητά τα δεδομένα της συνταγής που απαιτούνται για κάθε υλικό σύμφωνα με την αρχική παραγγελία. Κατόπιν, οι ζυγισμένες πρώτες ύλες τοποθετούνται σε ειδικά διαμορφωμένα δοχεία τα οποία μετακινούνται στον χώρο των Αναμίξεων. Όσες ποσότητες έχουν περισσέψει από το ζύγισμα, επιστρέφονται στο τμήμα της Αποθήκης όπου τοποθετούνται σε αντίστοιχα ράφια. Καθώς τα τελικά προϊόντα είναι ουσιαστικά μίγματα από υλικά σε συγκεκριμένες συγκεντρώσεις και παρασκευάζονται κάτω από ειδικές θερμοκρασίες βάση των σχετικών συνταγών τους σε συγκεκριμένες ποσότητες, κάτω από ειδικές θερμοκρασίες, το τμήμα Αναμίξεων είναι αρμόδιο για την έναρξη, την παρακολούθηση και την ολοκλήρωση της διαδικασίας ανάμιξης των πρώτων υλών. Οι πρώτες ύλες τοποθετούνται σε καλά καθαρισμένες δεξαμενές, ενώ ο υπεύθυνος ανάμιξης προγραμματίζει τις παραμέτρους λειτουργίας των δεξαμενών (ταχύτητα, χρόνος, θερμοκρασία κτλ). Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία της ανάμιξης, τα ημι-έτοιμα, όπως συνηθίζεται να ονομάζονται, προϊόντα τοποθετούνται σε ειδικά διαμορφωμένα δοχεία και απευθείας τυπώνεται νέο barcode που υποδηλώνει στοιχεία όπως η ημερομηνία ανάμιξης και λήξης. Στη συνέχεια τα ημι-έτοιμα προϊόντα μεταφέρονται στον χώρο της Συσκευασίας που αποτελεί τον τελευταίο σταθμό καθώς στο εν λόγω τμήμα το προϊόν λαμβάνει την τελική του μορφή. Την ίδια χρονική περίοδο που το τμήμα Συσκευασιών παραλαμβάνει τα ημι-έτοιμα προϊόντα, παραλαμβάνει και τα υλικά τα υλικά συσκευασίας. Όλα τα επιμέρους προϊόντα ή/και υλικά τοποθετούνται στα μηχανήματα γραμμής παραγωγής και ξεκινά η διαδικασία της συσκευασίας. Η πρόοδος της διαδικασίας παρακολουθείται από τον αρμόδιο του τμήματος ο οποίος επεμβαίνει όπου είναι απαραίτητο είτε για να διορθώσει κάποια δυσλειτουργία του συστήματος, είτε για να καταγράψει στατιστικά στοιχεία που αφορούν στην ταχύτητα της μηχανής και στη δυναμική της. Κατά το τελευταίο βήμα της διαδικασίας συσκευοποίησης, στα τελικά προϊόντα επικολλάται

γραμμοκώδικας (barcode) που υποδηλώνει τα στοιχεία της κάθε παρτίδας και την ημερομηνία παρασκευής. Κατόπιν τα τελικά εμπορεύματα τοποθετούνται σε κιβώτια και μεταφέρονται στον χώρο διανομής. Σύμφωνα με την αρχική παραγγελία, ο υπεύθυνος διανομής δίνει οδηγίες για τη μεταφόρτωση των εμπορευμάτων στα φορτηγά της εταιρείας για να αποσταλούν στους ενδιαφερόμενους πελάτες.

Η βασική λειτουργία μίας παραγωγικής μονάδας και ο λόγος ύπαρξής της είναι η διεκπεραίωση της διαδικασίας παραγωγής ενός προϊόντος. Χρειάζεται ειδική μελέτη από την εκάστοτε εργοστασιακή μονάδα για τα βήματα της παραγωγικής διαδικασίας καθώς και παρακολούθηση των μέσων παραγωγής (μηχανήματα, λογισμικά) για την εύρυθμη λειτουργία και συντήρηση αυτών. Κυρίαρχο μέλημα κάθε βιομηχανίας αποτελεί η ικανοποίηση του τελικού πελάτη η οποία μεταξύ άλλων οφείλεται και στην εύρυθμη λειτουργία της παραγωγικής διαδικασίας.

5.1.1 Τμήμα Αποθήκης

Το τμήμα της Αποθήκης αποτελεί το πρώτο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας του οποίου η αποδοτική διαχείριση συντελεί στην αύξηση της παραγωγικότητας και των κερδών της βιομηχανίας. Είναι το σημείο όπου τοποθετούνται οι πρώτες ύλες, τα υλικά συσκευασίας και τα ημιέτοιμα προϊόντα αφού ολοκληρωθεί η επεξεργασία τους στο τμήμα των Αναμιξεων. Απαρτίζεται από μηχανήματα, υλικά και ανθρώπινο δυναμικό όπως καταγράφεται στον παρακάτω πίνακα:

ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΥΛΙΚΟ	ΑΝΘΡΩΠΟΣ
Κλαρκ	Υλικά συσκευασίας	Χειριστής κλαρκ/scanner
Scanner απογραφής	Α' ύλες	Υπεύθυνος Αποθήκης
Ράφια	Ημι-έτοιμα προϊόντα	

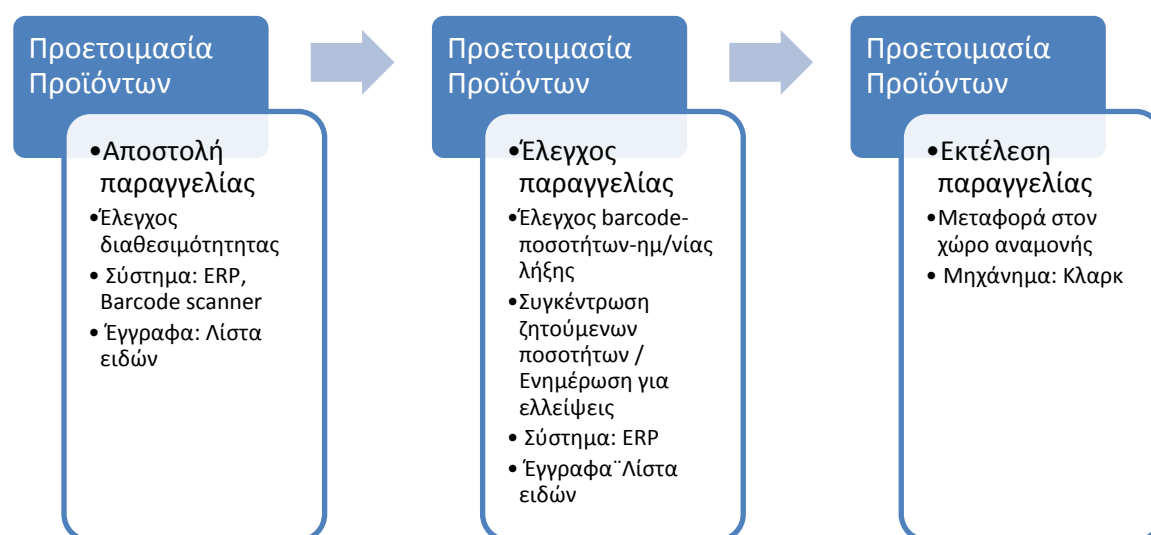
Πίνακας 3:Βασικά μέρη τμήματος αποθήκης εργοστασίου

Όλα τα χύμα προϊόντα, οι πρώτες ύλες και τα υλικά συσκευασίας, τοποθετούνται στον χώρο της Αποθήκης, σε συγκεκριμένα ράφια με βάση το barcode που αναγράφεται στις ετικέτες τους. Η ακριβής θέση τους και χαρακτηριστικά όπως η ημερομηνία λήξης τους, η θερμοκρασία στην οποία θα πρέπει να συντηρούνται, το βάρος, το ύψος και το πλάτος τους έχουν καταχωρηθεί στο ERP της εταιρείας. Ο Υπεύθυνος Αποθήκης είναι υπεύθυνος για το σημείο στο οποίο πρέπει να τοποθετηθεί κάθε υλικό και κάθε πρώτη ύλη, ενώ ο Χειριστής με βάση τον γραμμοκώδικα του κάθε υλικού είναι αρμόδιος για την τοποθέτησή τους. Βοηθητικό εργαλείο για τον Χειριστή αποτελεί ο σαρωτής γραμμοκώδικα (barcode scanner) αφού με εύκολο τρόπο πραγματοποιείται η αναγνώριση του κάθε είδους. Σκοπός του εργοστασίου είναι

η διάθεση των προϊόντων που η ημερομηνία λήξης τους είναι η πιο κοντινή, δηλαδή εκείνων που έχουν μείνει τον περισσότερο χρόνο στην αποθήκη (μέθοδος FIFO: First In – First Out).

Η πρώτη ενέργεια που λαμβάνει χώρα στην αποθήκη είναι η παραλαβή των πρώτων υλών και των υλικών συσκευασίας από τους προμηθευτές. Ο Υπεύθυνος Αποθήκης είναι ενήμερος για την ημέρα και ώρα της παραλαβής και υποχρεούται να διαθέσει χώρο στην αποθήκη για τις εισερχόμενες ποσότητες. Επιπλέον είναι αρμόδιος για τον έλεγχο των ποσοτήτων που παραλαμβάνονται. Ο έλεγχος γίνεται με την χρησιμοποίηση barcode scanner. Την τοποθέτηση στα ράφια την πραγματοποιεί ο Χειριστής.

Προκειμένου να υλοποιηθεί μία παραγγελία, ο Συντονιστής της Παραγωγής (Shop Floor Controller - SFC) παραδίδει στον Υπεύθυνο της Αποθήκης το έντυπο της παραγγελίας το οποίο αναγράφει σε μορφή λίστας τα απαιτούμενα υλικά σε αντίστοιχες ποσότητες. Εν συνεχεία πραγματοποιείται έλεγχος της διαθεσιμότητας από τον Χειριστή ο οποίος κατόπιν μεταφέρει τις ζητούμενες ποσότητες με περονοφόρο μηχάνημα (κλαρκ) στον χώρο αναμονής για να γίνει η παραλαβή τους από το επόμενο τμήμα, εκείνο της Ζύγισης. Στην περίπτωση που οι ζητούμενες ποσότητες δεν υπάρχουν σε απόθεμα, ο Χειριστής ενημερώνει τον Υπεύθυνο Αποθήκης ο οποίος με τη σειρά του ενημερώνει τον Συντονιστή της Παραγωγής για να προβεί στις απαραίτητες ενέργειες με το Τμήμα Προμηθειών. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό για ένα τμήμα Αποθήκης οι χώροι να είναι πάντοτε τακτοποιημένοι έτσι ώστε να εξοικονομείται χώρος και το κλαρκ να μετακινείται με ευκολία.



Σχήμα 8: Ροή διαδικασιών τμήματος αποθήκης

Πέραν της παραλαβής ειδών από τους προμηθευτές και την παράδοση πρώτων υλών και υλικών συσκευασίας στο τμήμα της Ζύγισης, το τμήμα της Αποθήκης παραλαμβάνει ημι-έτοιμα και έτοιμα προϊόντα προς παράδοση στους καταναλωτές. Κατά συνέπεια χρειάζεται να υπάρχει ξεχωριστός διαθέσιμος χώρος αποθήκευσης για τα εν λόγω είδη. Ο Υπεύθυνος Αποθήκης μαζί με τον Χειριστή αναλαμβάνουν να μεριμνήσουν για την αφαίρεση των παλαιών ετικετών, να εκδώσουν νέα barcode για κάθε νέα παρτίδα που παραλαμβάνουν και να τα τοποθετήσουν στα ράφια.

Τα βήματα των παραπάνω διαδικασιών στο σύνολό τους καταγράφονται κατά βάση στο εμπορο-λογιστικό σύστημα και σε έντυπα (longsheet) σε περιπτώσεις όπου το πρώτο δεν είναι λειτουργικό.

5.1.2 Τμήμα Ζύγισης

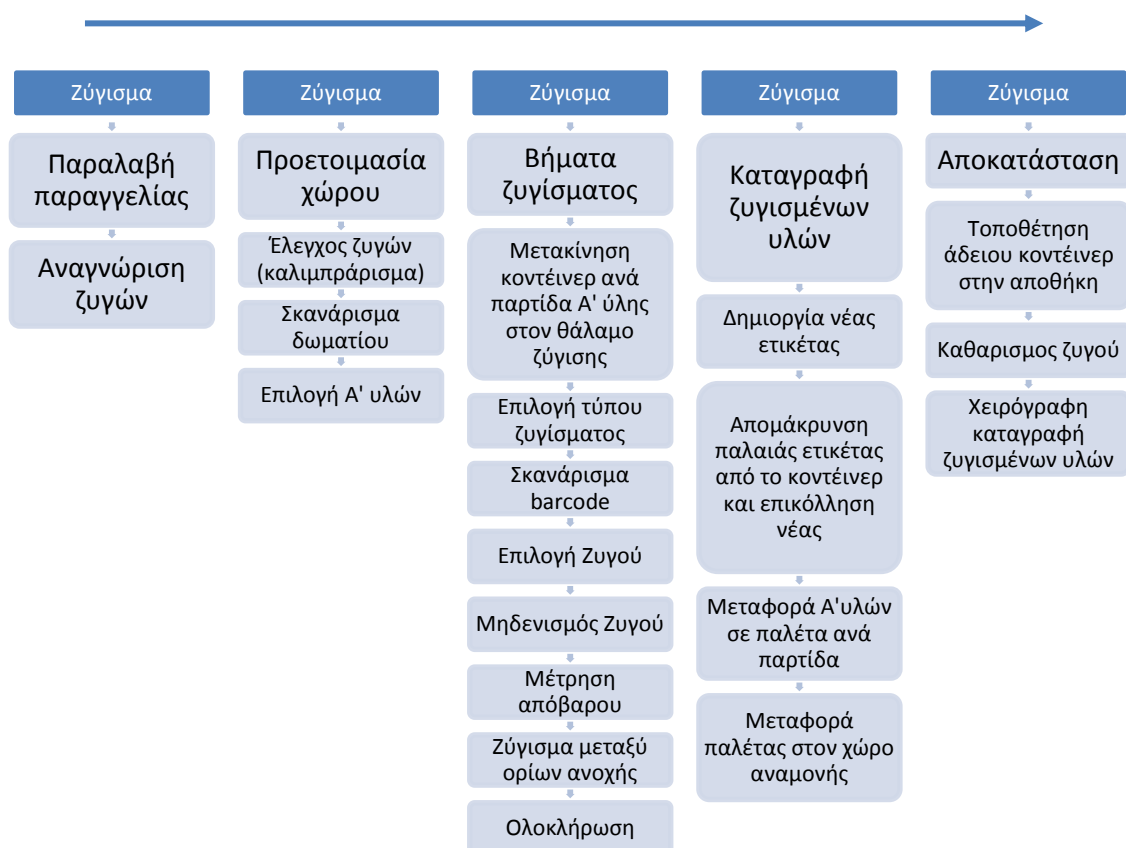
Το δεύτερο τμήμα που εμπλέκεται στη διαδικασία της παραγωγής είναι εκείνο της Ζύγισης των α' υλών. Στο στάδιο αυτό ο Χειριστής του Ζυγού αναλαμβάνει να ζυγίσει τις ποσότητες των πρώτων υλών που αναγράφονται στην παραγγελία οι οποίες θα μεταφερθούν κατόπιν στο τμήμα των Αναμίξεων για να ολοκληρωθεί η σύσταση του προϊόντος. Βασικό μηχάνημα του τμήματος είναι ο Ζυγός και βοηθητικό το κλαρκ που μεταφέρει τις ζυγισμένες ύλες στα άλλα εμπλεκόμενα τμήματα. Τέλος, ο Χειριστής του ζυγού και ο Υπεύθυνος της Ζύγισης απαρτίζουν το απαιτούμενο ανθρώπινο δυναμικό του τμήματος.

ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΥΛΙΚΟ	ΑΝΘΡΩΠΟΣ
Κλαρκ	Α' ύλες	Χειριστής Ζυγού
Ζυγός		Υπεύθυνος Ζυγίσματος

Πίνακας 4:Βασικά μέρη τμήματος Ζύγισης εργοστασίου

Ο Υπεύθυνος ζύγισης παραλαμβάνει την παραγγελία που αναγράφει τις πρώτες ύλες και τις ποσότητες του οι οποίες θα χρειαστούν για την παρασκευή των ημι-έτοιμων προϊόντων και δίνει οδηγίες υλοποίησης στον Χειριστή του Ζυγού. Ο Χειριστής ελέγχει εάν ο Ζυγός λειτουργεί σωστά και απομακρύνει οτιδήποτε μη χρήσιμο από το δωμάτιο εργασίας. Επιπλέον επιλέγει τον τύπο του εμπορευματοκιβωτίου (κοντέινερ) που θα χρησιμοποιηθεί για το ζύγισμα με βάση το υλικό της κάθε πρώτης ύλης. Κατόπιν μεταφέρει τις πρώτες ύλες κατά σειρά προτεραιότητας από τον χώρο αναμονής στον θάλαμο ζυγίσματος. Προτού ξεκινήσει το ζύγισμα επιλέγει τον ζυγό που θα χρησιμοποιήσει, τον μηδενίζει και μετρά το απόβαρο για να έχει σωστή μέτρηση. Εν συνεχεία, μεταφέρει το κοντέινερ στον ζυγό και επικυρώνει το ζύγισμα μόνο εφόσον το βάρος είναι μεταξύ των ορίων ανοχής που έχει θέση ο Υπεύθυνος

Παραγωγής. Η διαδικασία προχωρά με τη δημιουργία νέων ετικετών barcode για τις ζυγισμένες πλέον πρώτες ύλες οι οποίες επικολλώνται στο κοντέινερ. Τέλος, η διαδικασία ολοκληρώνεται με τη μεταφορά των πρώτων υλών σε παλέτες, τη μετακίνηση των παλετών στον χώρο αναμονής και την καταγραφή των ενεργειών και των νέων barcode σε αντίστοιχα έγγραφα. Οι αρμοδιότητες της Χειριστή δεν σταματούν εδώ καθώς με το πέρας των εργασιών, είναι υπεύθυνος για την επιστροφή του κοντέινερ στην Αποθήκη και τον καθαρισμό του Ζυγού.



Σχήμα 9: Διαδικασίες τμήματος Ζύγισης

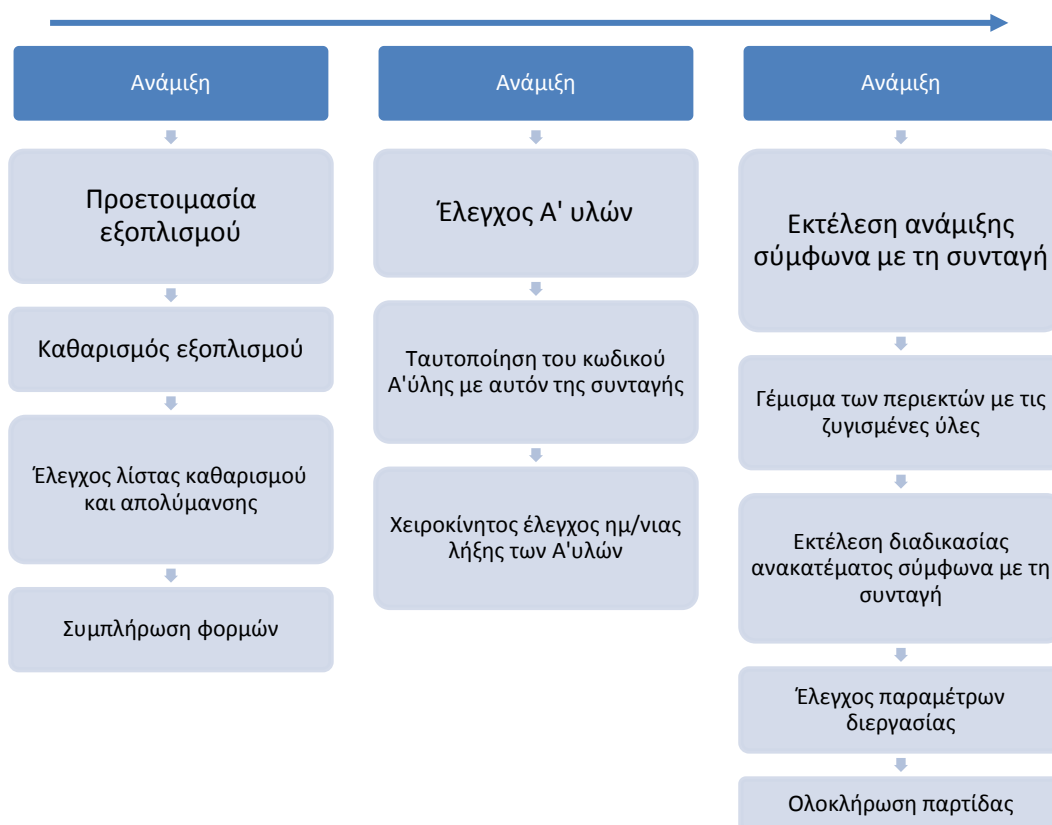
5.1.3 Τμήμα Αναμίξεων

Το επόμενο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας απευθύνεται στο τμήμα των Αναμίξεων, όπου οι ζυγισμένες πρώτες ύλες ενώνονται σε μία ενιαία ρευστή μάζα η οποία αποτελεί την τελική ύλη που εμπεριέχεται στο τελικό προϊόν. Τα εμπλεκόμενα μέρη από ανθρώπινο δυναμικό είναι ο Υπεύθυνος Αναμίξεων – Γεμιστικών και ο Χειριστής Αναμίξεων και από μηχανήματα ο μίκτης.

ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΥΛΙΚΟ	ΑΝΘΡΩΠΟΣ
Μίκτης	Α' ύλες	Χειριστής Μίκτη
		Υπεύθυνος

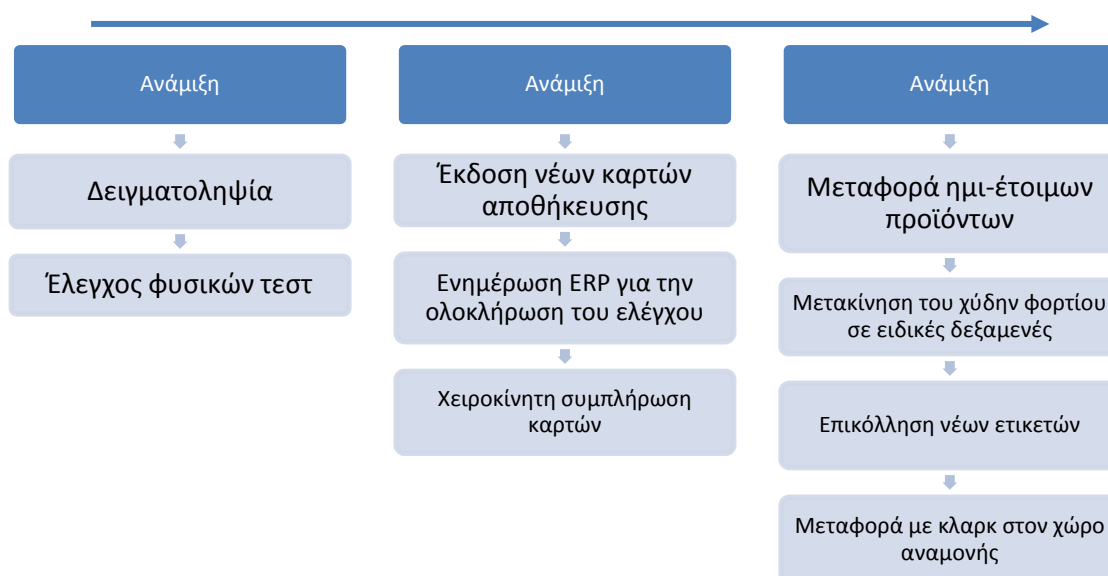
Πίνακας 5 Βασικά μέρη τμήματος αναμίξεων εργοστασίου

Κατά την έναρξη της διαδικασίας ανάμιξης, ο Υπεύθυνος Αναμίξεων παραλαμβάνει τη συνταγή με τις ακριβείς οδηγίες για τον τρόπο, το χρονικό διάστημα και τη θερμοκρασία της ανάμιξης. Ενημερώνει τον Χειριστή του μίκτη και γίνεται η επιλογή του μίκτη. Κατόπιν ο Χειριστής καθαρίζει και απολυμαίνει τον μίκτη σύμφωνα με το φύλλο υγειονομικού ελέγχου. Χειροκίνητα, συμπληρώνει τις απαραίτητες φόρμες και προχωρά σε ζύγισμα του μίκτη για τη συμπλήρωση του αρχείου ασφαλείας. Πολύ σημαντικό βήμα πριν εκτέλεση της ανάμιξης είναι ο έλεγχος των α' υλών που έχουν παραληφθεί. Ο Υπεύθυνος Αναμίξεων προχωρά σε ταυτοποίηση του κωδικού που αναγράφεται πάνω στην ζυγισμένη ύλη με τον κωδικό που αναγράφει η συνταγή. Την ίδια χρονική στιγμή πραγματοποιείται και ο χειροκίνητος έλεγχος της ημερομηνίας λήξης των α' υλών. Εφόσον ικανοποιούνται οι παραπάνω συνθήκες, ο περιέκτης γεμίζεται με το συνδυασμό των α' υλών και ξεκινά η διαδικασία της ανάμιξης. Ο περιέκτης ρυθμίζεται σε ότι αφορά τις προδιαγραφές ανάμιξης με βάση τη συνταγή όπως τον χρόνο ανακατέματος, την ταχύτητα και τη θερμοκρασία. Η ευθύνη για να τηρηθούν οι προδιαγραφές κατά τη διάρκεια της ανάμιξης είναι του Χειριστή μίκτη, ενώ αν συμβεί η οποιαδήποτε δυσλειτουργία επεμβαίνει ο Υπεύθυνος του τμήματος. Κατά τη διάρκεια της ανάμιξης ο Χειριστής προβαίνει σε sporadικούς ελέγχους ποιότητας του χύδην φορτίου σύμφωνα με το φύλλο ελέγχου και ακολουθώντας τις αντίστοιχες μεθόδους. Όλες οι ενέργειες καταγράφονται σε ειδικό έντυπο. Αν τα αποτελέσματα των ελέγχων είναι αποδεκτά, επισυνάπτεται πράσινη κάρτα στο χύμα φορτίο, διαφορετικά επισυνάπτεται κάρτα κίτρινου χρώματος.



Σχήμα 10: Διαδικασίες τμήματος Αναμίξεων

Προτού μεταφερθεί το χύδην φορτίο σε ειδικές δεξαμενές κρίνεται απαραίτητο να γίνουν ορισμένοι φυσικοχημικοί έλεγχοι από τον Συντονιστή των διαδικασιών της Παραγωγής και από το τμήμα Ελέγχου Ποιότητας. Εφόσον το χύδην φορτίο κριθεί κατάλληλο, ο Χειριστής το μεταφέρει σε ειδικές δεξαμενές. Κατόπιν ο Υπεύθυνος Αναμίξεων αναλαμβάνει τον ρόλο ενημέρωσης του ERP για την ολοκλήρωση του ελέγχου. Τέλος, ο Χειριστής επικολλά τις νέες ετικέτες και μεταφέρει στον χώρο αναμονής το φορτίο.

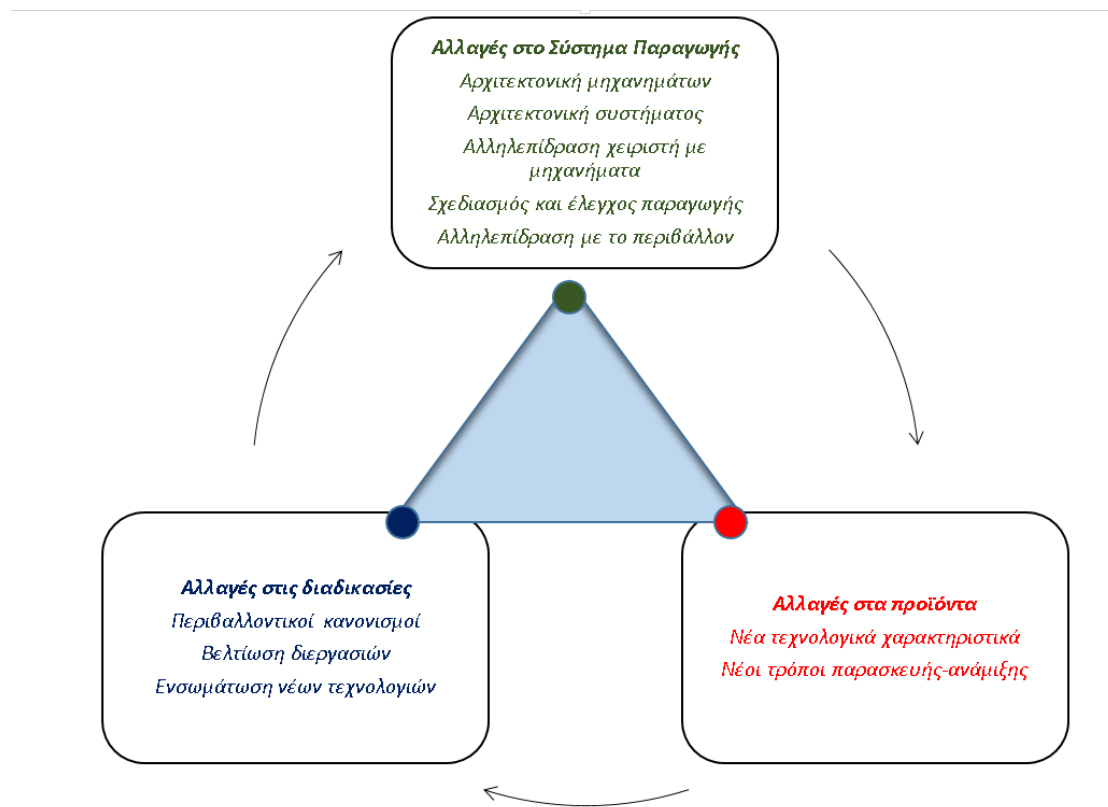


Σχήμα 11: Διαδικασίες τμήματος Αναμίξεων

Το αναμιγμένο φορτίο μεταφέρεται είτε στο τμήμα της Αποθήκης ως ημι-έτοιμο προϊόν για μελλοντική χρήση, είτε στο τμήμα της Συσκευασίας για την σύνθεση του τελικού προϊόντος.

5.2 Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στην παραγωγική διαδικασία

Οι συνεχόμενες αλλαγές στο οικονομικό, πολιτικό και τεχνολογικό καθεστώς, έχουν οδηγήσει στην αναθεώρηση της παραδοσιακής έννοιας της παραγωγής. Ο τρόπος με τον οποίο σχεδιάζονται και κατασκευάζονται τα προϊόντα πρέπει πλέον να λαμβάνει υπόψη την διαθεσιμότητα των πρώτων υλών, των νέων τεχνολογιών καθώς και τα νέα επιχειρηματικά μοντέλα παραγωγής και μάρκετινγκ. Οι αλλαγές αυτές, οδηγούν αναπόφευκτα στην αύξηση της πολυπλοκότητας των παραγωγικών διαδικασιών λόγω της απαίτησης προϊόντων υψηλότερης ποιότητας με παράλληλη μείωση του κόστους και χρόνου παραγωγής.



Σχήμα 12: Παράγοντες απαίτησης εξέλιξης της γραμμής παραγωγής

Η επιτυχία του οργανισμού, εξαρτάται πλέον από την ικανότητα διαχείρισης των διαδικασιών σχετικά με το προϊόν, των παραγωγικών συστημάτων και του συνόλου των διεργασιών κατά μήκος της γραμμής παραγωγής. Γίνεται επομένως επιτακτική η ανάγκη βελτίωσης των διαδικασιών εντός του εργοστασίου κατά την γραμμή παραγωγής με χρήση έξυπνων συστημάτων αποθήκευσης, διαχείρισης, ζύγισης και επεξεργασίας πρώτων υλών ενσωματώνοντας ένα σύνολο μεθοδολογιών και εργαλείων IoT περιβάλλοντος.

Το IoT περιβάλλον προκειμένου να λειτουργήσει με τον βέλτιστο τρόπο, αναπτύσσεται σε τέσσερα επίπεδα. Το πρώτο επίπεδο που αποτελεί και τη βάση της πυραμίδας, περιλαμβάνει τους μετρητές και τους αισθητήρες, ήτοι όλα τα συστήματα ελέγχου των μηχανών, των εργαλείων και του εξοπλισμού των τμημάτων της Παραγωγής. Την εποπτεία και τον έλεγχο συσχέτισης όλων των συσσωρευμένων δεδομένων που προέρχονται από το πρώτο επίπεδο αναλαμβάνει το σύστημα SCADA καλύπτοντας το δεύτερο επίπεδο, ενώ το αμέσως επόμενο επίπεδο διαχειρίζεται το σύνολο των δεδομένων εξάγοντας αποτελέσματα χρήσιμα για την λειτουργία της επιχείρησης με την ενεργοποίηση συστήματος MES. Στην κορυφή της πυραμίδας πραγματοποιείται ο σχεδιασμός των διαδικασιών που διέπουν την εργοστασιακή μονάδα με την χρησιμοποίηση ενός συστήματος ERP το οποίο συγκεντρώνει τα αποτελέσματα του MES και να αναλύει περαιτέρω. Βασικό χαρακτηριστικό του ανώτερου επιπέδου είναι το

ότι δίνει τη δυνατότητα στους διαχειριστές του να λαμβάνουν αποφάσεις για την οικονομική πορεία της εταιρείας και το επενδυτικό της πλάνο. Όλα τα παραπάνω επίπεδα είναι άκρως αλληλένδετα και συνηγορούν στην ορθή λειτουργία μίας παραγωγικής μονάδας μέσω IoT.

Κατόπιν μελέτης των παραγωγικών σταδίων μίας βιομηχανικής μονάδας προτείνονται οι παρακάτω λύσεις καθώς μπορούν να έχουν άμεση εφαρμογή και απτά αποτελέσματα αξιοποιώντας τη φιλοσοφία του Internet of Things.

Αυτόματα οχήματα μεταφοράς:

Η μείωση του χρόνου αποθήκευσης και μεταφοράς των εμπορευμάτων, αποτελεί βασικό στόχο στο τμήμα της Αποθήκης. Ο παραπάνω στόχος μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση κάμερας, gps trucker και αισθητήρων στο κλαρκ έτσι ώστε να χαρτογραφηθεί ο χώρος της αποθήκης και ανάλογα με την εντολή που δίνεται στο μηχάνημα από τον χειριστή, ο οποίος μπορεί να βρίσκεται σε οποιοδήποτε σημείο εκτός του κλαρκ, εκείνο να οδηγείται στο σωστό σημείο και να εκτελεί συγκεκριμένες ενέργειες. Η χρήση μηχανήματος μεταφοράς που αποδεδυμεί έναν εργαζόμενο καθώς λειτουργεί αυτόνομα, μειώνει τον χρόνο εκτέλεσης των εργασιών και δίνει τη δυνατότητα αυτός ο πόρος να χρησιμοποιηθεί σε άλλους τομείς. Επιπλέον ο Υπεύθυνος του τμήματος είναι σε θέση να γνωρίζει ανά πάσα στιγμή τη θέση του κλαρκ, τις ώρες λειτουργίας του και το πλήθος των φορο-εκφορτώσεων που πραγματοποιεί. Τέλος, λόγω του ότι ο υπεύθυνος τεχνικός ειδοποιείται άμεσα όταν ένας αισθητήρας αντιληφθεί κάποια δυσλειτουργία, το συνολικό υλικοτεχνικό κόστος του τμήματος μειώνεται.

Αισθητήρες στα ράφια:

Η εξοικονόμηση χώρου στο τμήμα της Αποθήκης αποτελεί ζήτημα μείζονος σημασίας. Με την ενσωμάτωση αισθητήρων στα ράφια του τμήματος που μετρούν την χωρητικότητα, ο Υπεύθυνος της Αποθήκης διευκολύνεται κατά την τοποθέτησή τους. Ο αισθητήρας δίνει σήμα στην κεντρική οθόνη διαχείρισης, σχετικά με τον εναπομένοντα χώρο στα ράφια και προτείνει τη βέλτιστη τοποθέτηση. Σκοπός της παραπάνω προσθήκης είναι η ταχύτερη διαχείριση της φάσης κατανομής των ειδών στα ράφια και η μέτρηση παραγόντων όπως η ταχύτητα γεμίσματος και αδειάσματος αυτών.

Γάντια διαχείρισης αποθήκης:

Η διαχείριση των πρώτων υλών και των εμπορευμάτων στον χώρο της Αποθήκης στην ισχύουσα κατάσταση δημιουργεί κίνηση εντός του χώρου και χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή. Γάντια που έχουν τη δυνατότητα να σαρώσουν το barcode των ειδών υποδεικνύοντας στον χειριστή τη ακριβή θέση που πρέπει να τοποθετηθούν, ολοκληρώνουν ταχύτερα τη διαδικασία

τοποθέτησης μειώνοντας τα σφάλματα. Μέσω ενσωματωμένης οθόνης ο χειριστής καθοδηγείται για τη σειρά των εργασιών που θα πρέπει να ολοκληρώσει διευκολύνοντας την καθημερινότητά του. Τέλος, ο Υπεύθυνος της Αποθήκης έχει τη δυνατότητα να αξιολογήσει τον χειριστή για τους χρόνους που εργάζεται καθώς το γάντι μπορεί να είναι προσωπικό.

Ψηφιακά γυαλιά καθοδήγησης:

Γυαλιά με ενσωματωμένο λογισμικό μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλους τους χώρους της Παραγωγής με σκοπό να καθοδηγούν τον εκάστοτε εργαζόμενο για τις εργασίες που πρέπει καθημερινά να υλοποιήσει. Ο εργαζόμενος αισθάνεται πιο ασφαλής και οι διαδικασίες διεκπεραιώνονται ταχύτερα.

Αισθητήρες στον χώρο:

Στο σύνολο των τμημάτων του τομέα Παραγωγής είναι απαραίτητη η άμεση παρέμβαση σε περιπτώσεις διαρροών υγρών ή αέριων στοιχείων. Σε ένα περιβάλλον με χαρακτηριστικά ΙοΤ η τοποθέτηση αισθητήρων στο έδαφος των χώρων προλαμβάνει ατυχήματα και ασθένειες εις βάρος των εργαζομένων. Όταν το επίπεδο της υγρασίας υπερβεί ένα καθορισμένο όριο, ειδοποιείται ο Υπεύθυνος τμήματος και η υπηρεσία καθαρισμού προκειμένου να προβούν στις απαραίτητες ενέργειες. Επιπλέον, αισθητήρες μετρούν το επίπεδο των χημικών στοιχείων όπως στο διοξείδιο του άνθρακα έτσι ώστε την κατάλληλη στιγμή να ενεργοποιηθεί το σύστημα εξαερισμού για να βελτιώσει την ποιότητα του αέρα στον χώρο. Στόχος της τοποθέτησης των αισθητήρων είναι η διατήρηση ενός ασφαλέστερου περιβάλλοντος εργασίας συνάμα με τη μείωση του λειτουργικού κόστους.

Ευέλικτος μίκτης:

Στο τμήμα των Αναμίξεων καταναλώνεται αρκετός χρόνος για την προετοιμασία των δεξαμενών που πρόκειται να δεχτούν την επόμενη παραγγελία. Η μείωση αυτού του χρόνου μπορεί να επιφέρει αύξηση του πλήθους των παραγόμενων ποσοτήτων. Η δημιουργία πολλών δικτύων μεταξύ μικτών και δεξαμενών θα αυξήσει την αποδοτικότητα των μηχανημάτων καθώς οι πρώτες ύλες τοποθετούνται ανάλογα με την φύση τους σε διαφορετικές δεξαμενές και αναμειγνύονται κατά σειρά προτεραιότητας. Μόλις αδειάσει η εκάστοτε δεξαμενή δίνεται έγκριση να ξεκινήσει η διαδικασία καθαρισμού και αμέσως μετά η δεξαμενή γεμίζει με την επόμενη ζητούμενη πρώτη ύλη με σκοπό να δημιουργείται μία συνεχόμενη ροή χωρίς καθυστερήσεις.

Συστήματα ελέγχου στις δεξαμενές:

Οι δεξαμενές στο τμήμα των Αναμίξεων χρειάζονται συνεχώς καθαρισμό για να μην υπάρχουν υπολείμματα που μπορεί να αλλάξουν τη σύσταση του τελικού προϊόντος. Η τοποθέτηση οπτικού σήματος (laser) και φύλλων αργιλίου (ή πλάκας από γυαλί ή πλαστικό) εντός των δεξαμενών έτσι ώστε να γίνει έλεγχος για ενεργά συστατικά και υπολείμματα μειώνει τον χρόνο πλύσης και αυξάνει την ποιότητα του ημι-έτοιμου προϊόντος. Το laser σαρώνει την περιοχή και με την τεχνική της ολογραφίας μεταφέρει την τρισδιάστατη εικόνα του εσωτερικού της δεξαμενής στην οθόνη του αρμόδιου εργαζόμενου για την πλύση ο οποίος μπορεί να πραγματοποιήσει σχολαστικό έλεγχο. Επιπλέον, μέσω της τεχνικής χρωματογραφίας λεπτής στοιβάδας (φύλλα αργιλίου) γίνεται έλεγχος των ενεργών στοιχείων και κατόπιν ενημερώνεται και πάλι ο αρμόδιος πλύσης.

Μικρό-κάμερες ρομπότ:

Ενσωματώνοντας σε όλα τα μηχανήματα του τομέα της Παραγωγής μικροκάμερες, δίνεται η δυνατότητα στο τεχνικό τμήμα να παρακολουθήσει με ακρίβεια βλάβες που ενδεχομένως προκύψουν. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται εν τη γεννέση του καθώς η ζωντανή εικόνα από την κάμερα μεταδίδεται στην οθόνη του αρμόδιου τεχνικού με αποτέλεσμα να έχει πλήρη πληροφόρηση αποφεύγοντας άσκοπες μετακινήσεις και εξοικονομώντας πολύτιμο χρόνο. Η αποδοτικότητα του τεχνικού τμήματος σημειώνει πρόοδο και ταυτόχρονα μειώνονται τα λειτουργικά του κόστη.

Ασύρματοι αισθητήρες στα μηχανήματα:

Τα τμήματα της Αποθήκης, του Ζυγιστηρίου και των Αναμίξεων διαθέτουν μηχανήματα τα οποία χρειάζονται συντήρηση. Με την ενσωμάτωση αισθητήρων που μετρούν παραμέτρους όπως η θερμοκρασία και το επίπεδο των κραδασμών, ο Υπεύθυνος τεχνικός ειδοποιείται άμεσα και λεπτομερώς για τιμές που υποδεικνύουν βλάβες. Η επικοινωνία του εκάστοτε μηχανήματος με το τεχνικό τμήμα προλαμβάνει σοβαρές δυσλειτουργίες μειώνοντας τον χρόνο ανταπόκρισης. Επιπλέον, με την προσθήκη συστήματος προγραμματισμού των μηχανημάτων, ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος διαφοροποιείται ο τρόπος που λειτουργούν. Επί παραδείγματι, αλλαγές πραγματοποιούνται αυτόματα όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος βρίσκεται σε υψηλότερα από τα αναμενόμενα επίπεδα με αποτέλεσμα τα μηχανήματα να λειτουργούν με τη μέγιστη δυνατή απόδοση. Τέλος, λόγω του ότι οποιαδήποτε παρέμβαση καταγράφεται στο σύστημα MES, μειώνεται αισθητά η γραφειοκρατία.

Μετρητές ενέργειας:

Η ορθή διαχείριση της ενέργειας σε ένα εργοστάσιο αποτελεί μία από τις προτεραιότητες των στελεχών του. Προκειμένου ο εν λόγω πόρος να χρησιμοποιηθεί με σύνεση και κατά τον βέλτιστο τρόπο, ο Υπεύθυνος Παραγωγής χρειάζεται να γνωρίζει στατιστικά στοιχεία για τις ώρες λειτουργίας κάθε μηχανής και το καλύτερο επίπεδο ισχύος που απαιτείται για να λειτουργήσουν. Μετρητές που τοποθετούνται στις μηχανές στέλνουν συνεχώς πληροφορίες στη βάση δεδομένων οι οποίες αξιοποιούνται από τον αρμόδιο εργαζόμενο με στόχο τον ορθό προϋπολογισμό του λειτουργικού κόστους των μηχανημάτων.

Διαδραστικό σύστημα παραγωγής:

Ένα σύστημα το οποίο έχει την ευελιξία να προγραμματίζει τις φάσεις της παραγωγικής διαδικασίας σύμφωνα με τα αποθέματα της Αποθήκης, το μέγεθος των ζητούμενων παρτίδων και της διαθεσιμότητας των μηχανημάτων οδηγεί στη μείωση του συνολικού χρόνου παραγωγής και στην προσωποποιημένη παραγωγή καθώς οι διαθέσιμοι πόροι καταναλώνονται κατά βέλτιστο τρόπο. Το σύστημα λαμβάνει δεδομένα από τις παραγγελίες των πελατών, το δίκτυο προμηθειών και από το σύνολο των τμημάτων του τομέα της Παραγωγής. Το δίκτυο των προμηθευτών κατέχει ουσιαστικό ρόλο στο συγκεκριμένο σύστημα αφού λαμβάνοντας την πληροφορία για τα αποθέματα και για το μέγεθος των παραγγελιών μπορεί να δίνει προμηθεύει έγκαιρα το εργοστάσιο.



Εικόνα 6: Αυτοματοποίηση της γραμμής παραγωγής

Πηγή: <https://nl.123rf.com/clipart-vectoren/factory.html?sti=nxa26xrpbu00f2tu63/> :

Επίπεδα ασφάλειας στον χώρο:

Ένας από τους κανόνες που τηρείται εντός μίας παραγωγικής μονάδας είναι η ενδυμασία των εργαζομένων με ειδικό εξοπλισμό όπως φόρμες εργασίας, κράνη και υποδήματα. Οι εργασίες που αναλαμβάνει κάθε εργαζόμενος ορίζουν την προσβασιμότητα του στους χώρους του Ζυγίσματος και των Αναμειξέων. Ενσωματωμένο στον απαραίτητο εξοπλισμό Rfid μικροκύκλωμα είναι υπεύθυνο για την είσοδο των εργαζομένων στους χώρους του εργοστασίου. Ειδικό scanner στην είσοδο του κάθε χώρου ελέγχει τα μικροκυκλώματα και επιτρέπει ή όχι την είσοδο. Εφόσον η πρόσβαση δεν εγκριθεί, ο εργαζόμενος ειδοποιείται με ηχητικό μήνυμα όπως και ο Υπεύθυνος του εκάστοτε τμήματος. Η υλοποίηση συστημάτων ασφαλείας συμβάλει στη μείωση του αριθμού των ατυχημάτων και του κόστους που μπορεί να προκύψει από αυτά.

Μετρητές στον εξοπλισμό του προσωπικού:

Ένας παράγοντας που επηρεάζει την αποδοτικότητα όλων των επιμέρους τμημάτων μίας επιχείρησης είναι η διατήρηση της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων. Καθώς οι συνθήκες εργασίας κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας μπορεί να αποφέρουν εντάσεις, ειδικές στολές με ενσωματωμένους μετρητές καρδιακού παλμού, οξυγόνου αίματος και θερμοκρασίας σώματος, ενδεχομένως προλαμβάνουν σοβαρά περιστατικά υγείας. Τα επίπεδα των παραπάνω παραμέτρων υγείας, καταγράφονται στο σύστημα SCADA από όπου στέλνεται ειδοποίηση στον γιατρό του εργοστασίου. Η αγορά νέων στολών αποτελεί κόστος για την επιχείρηση το οποίο όμως απέχει αρκετά από το κόστος που προκύπτει από ένα εργατικό ατύχημα.

Ρολόι μέτρησης παραμέτρων υγείας:

Ένα ψηφιακό ρολόι το οποίο μετρά τους καρδιακούς παλμούς και τη θερμοκρασία του σε δέρματος διατηρεί σε ασφαλή επίπεδα την υγεία των εργαζομένων. Την χρονική στιγμή που οι τιμές των μετρήσεων ξεφύγουν των προβλεπόμενων ορίων, μέσω δικτύου ειδοποιείται γιατρός εργασίας υποδεικνύοντας του την ακριβή θέση του εργαζόμενου.

Επικοινωνία με άλλα εργοστάσια του ομίλου:

Σε έναν όμιλο επιχειρήσεων, τα προϊόντα που παράγονται μπορεί να είναι κοινά όμως κάθε εργοστάσιο έχει τη δική του οργάνωση ακολουθώντας ορισμένους βασικούς κανόνες. Είναι χρήσιμο για όλες τις παραγωγικές μονάδες να γνωρίζουν τακτικές και μεθόδους που έχουν υλοποιηθεί με επιτυχία σε κάποια εργοστασιακή μονάδα καθώς η γνώση που δημιουργείται από την εμπειρία μεταλαμπαδεύεται. Ως αποτέλεσμα, μειώνεται ο χρόνος πραγμάτωσης των διαδικασιών παραγωγής.

5.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα χρήσης Διαδικτύου των Πραγμάτων

Γίνεται επομένως κατανοητό πως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) προωθεί ήδη μετασχηματισμούς μεταξύ των βιομηχανιών και θα επιφέρει ακόμη πιο σημαντικές αλλαγές τα επόμενα χρόνια. Το IoT μπορεί να βοηθήσει τους οργανισμούς να αξιοποιήσουν τον μηχανολογικό εξοπλισμό και τις εγκαταστάσεις του με καινοτόμους τρόπους προσφέροντας πλήθος πλεονεκτημάτων όπως:

- ✓ **Μείωση κόστους.** Το κόστος μπορεί να μειωθεί μέσω της αξιοποίησης του IoT κατά την παραγωγική διαδικασία. Η χρήση έξυπνων μηχανημάτων με δυνατότητα παραμετροποίησης και συνεχούς επιτήρησης της παραγωγής προσφέρει μείωση του χρόνου των διεργασιών, των πόρων, των καυσίμων και της ενέργειας. Επιπλέον τα μηχανήματα σε IoT διαθέτουν τη δυνατότητα προσθήκης ορίων ελέγχου τόσο για προειδοποίηση (alarm) όσο και για διακοπή (trip) σε περίπτωση ανωμαλιών κατά την παραγωγή με αποτέλεσμα τη μείωση των ελαττωματικών προϊόντων. Εκτιμάται ότι με τη χρήση IoT συστημάτων ένα εργοστάσιο μπορεί να μειώσει τις απώλειες και αστοχίες των προϊόντων κατά την παραγωγή κατά 25%⁴³.
- ✓ **Αυτοματοποίηση.** Αποτελεί βασική διαδικασία στο περιβάλλον IoT. Σκοπός της είναι η ανίχνευση του περιβάλλοντος της παραγωγικής διαδικασίας μέσω στοιχείων από αισθητήρες και συστήματα της γραμμής παραγωγής και την άμεση και αυτόματη λήψη αποφάσεων σχετικά με την εκτέλεση συγκεκριμένων ενεργειών, μειώνοντας παράλληλα την χειροκίνητη εκτέλεση διεργασιών. Αποτέλεσμα της αυτοματοποίησης είναι η αύξηση της παραγωγικότητας εντός του οργανισμού, η βελτίωση του χρόνου υλοποίησης των διαδικασιών παραγωγής, η βελτίωση των συνθηκών εργασίας και κυρίως η μείωση των διαφυγόντων κερδών λόγω καθυστερήσεων στη γραμμή παραγωγής.
- ✓ **Βελτιωμένη διαχείριση δεδομένων, πληροφοριών και διεργασιών.** Οργανισμοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο κάνοντας πιο έξυπνες τις επιχειρηματικές τους αποφάσεις. Καθίσταται δυνατή η χρήση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο από αισθητήρες και υπολογιστικά προγράμματα με σκοπό την παρακολούθηση και τη βελτίωση της διαδικασιών, την αύξηση της αποδοτικότητας,

⁴³ <https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/solution-briefs/industry-with-iiot-ebook.pdf>

την μείωση του ενεργειακού κόστους καθώς και την ελαχιστοποίηση της ανθρώπινη παρέμβαση.

- ✓ **Βελτίωση παραγωγικότητας.** Η παραγωγικότητα αποτελεί κρίσιμη παράμετρος για την κερδοφορία του κάθε οργανισμού. Το IoT βελτιώνει την οργανωτική παραγωγικότητα παρέχοντας στους υπαλλήλους την απαραίτητη κατάρτιση, βελτιώνοντας τις δεξιότητες τους και συνολικά την αποδοτικότητας του οργανισμού.
- ✓ **Δυνατότητα ιχνηλασιμότητας των ημι-έτοιμων και των τελικών προϊόντων**
Ο οργανισμός με χρήση των IoT συστημάτων έχει την δυνατότητα καταγραφής και ελέγχου του συνόλου των πρώτων υλών, των ημι-έτοιμων και τελικών προϊόντων. Η άμεση ανεύρεση της θέσης τους, καθώς και η ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο για βασικά χαρακτηριστικά αυτών (ημερομηνία παραγωγής και λήξης, βαθμός επικινδυνότητας, ποσότητα παρτίδας-διαθεσιμότητα) αποτελεί βασικό πλεονέκτημα στο πλαίσιο της παραγωγικής διαδικασίας.
- ✓ **Μείωση εμπλεκόμενου προσωπικού.** Με την εγκατάσταση συστημάτων IoT σε μια γραμμή παραγωγής, ένα μεγάλο μέρος ενεργειών που ως πρότινος εκτελούνταν από ανθρώπινο δυναμικό, πλέον ελέγχεται από ένα αυτόματο σύστημα. Αποτέλεσμα των ανωτέρω είναι η μείωση του περιθωρίου σφαλμάτων κατά την εκτέλεση του συνόλου των διεργασιών καθώς και η βελτιωμένη παραμετρική επιτήρηση της παραγωγικής διαδικασίας. Παρόλα αυτά, ο ανθρώπινος παράγοντας πρέπει να πάντα να υφίσταται και να επιδρά στο σύστημα IoT καθώς σε αντίθεση με τα αυτόματα συστήματα, έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζεται και να αντιμετωπίζει προβλήματα που ένα μηχάνημα μπορεί να αδυνατεί καθώς δεν διαθέτει τη λύση στη βάση δεδομένων του.

Πέραν των αναφερθέντων πλεονεκτημάτων, η χρήση IoT συστημάτων εντός του εργοστασίου απαιτεί από τον οργανισμό να ξεπεράσει ένα σύνολο εμποδίων τα οποία μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντικά προβλήματα κατά τη λειτουργία της γραμμής παραγωγής. Η πολυπλοκότητα του συστήματος και η αύξηση των κυβερνοεπιθέσεων οδηγούν στα κάτωθι προβλήματα⁴⁴:

- ✓ **Υψηλό κόστος επένδυσης.** Δεδομένου του τεράστιου αριθμού τεχνολογικών συστημάτων, αισθητήρων και πρωτόκολλων που χρησιμοποιούνται σε κάθε "έξυπνη" συσκευή του IoT, δημιουργούνται σημαντικά προβλήματα συνδεσιμότητας και αλληλοεπίδρασης. Επομένως απαιτείται υψηλό αρχικό κόστος κατά την απόκτηση και

⁴⁴ -<https://www.cognizant.com/InsightsWhitepapers/Reaping-the-Benefits-of-the-Internet-of-Things.pdf>

διασύνδεση όλων των συστημάτων IoT ειδικά όταν δεν υπάρχει προγενέστερη υποδομή.

- ✓ **Θέματα διαχείρισης δεδομένων και πληροφοριών.** Η δρομολόγηση, η καταγραφή η ανάλυση και η χρήση του τεράστιου όγκου πληροφοριών και δεδομένων του IoT συστήματος αποτελεί τεράστια πρόκληση για κάθε οργανισμό. Το μεγάλο μέγεθος των δεδομένων απαιτεί πολύπλοκα συστήματα επεξεργασίας, διαχείρισης και αποθήκευσης αυτών, με αποτέλεσμα να απαιτούνται ειδικές τεχνικές γνώσεις για την χρήση και την αντιμετώπιση προβλημάτων κατά τη λειτουργία του IoT συστήματος. Συνέπεια των ανωτέρω αποτελεί εκτός από την δυσκολία διαχείρισης του IoT συστήματος και το υψηλό κόστος απόκτησης και συντήρησης των έξυπνων μηχανημάτων.
- ✓ **Θέματα ιδιωτικότητας και ασφάλειας.** Η διασφάλιση των δεδομένων του IoT συστήματος και η παρεμπόδιση πρόσβασης από μη εξουσιοδοτημένους αποτελούν βασικό μέλημα του οργανισμού. Η υποκλοπή δεδομένων, η αλλοίωση των βάσεων δεδομένων, η διατάραξη της σταθερότητας του συστήματος IoT καθώς και περιπτώσεις εκβιασμού αποτελούν σημαντικές απειλές κατά τη χρήση ενός IoT συστήματος εντός του εργοστασίου οι οποίες μπορεί να επιφέρουν σημαντικά προβλήματα εφόσον δε ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας⁴⁵.
- ✓ **Ανάγκη εκπαίδευσης.** Η αξιοποίηση των IoT συστημάτων ξεκλειδώνει για τους οργανισμούς ένα νέο επίπεδο δυνατοτήτων και ευκαιριών που μπορεί να προσθέσει σημαντική αξία για την λειτουργία του εργοστασίου. Η πολυπλοκότητα όμως του συστήματος αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για την ορθή λειτουργία της παραγωγικής διαδικασίας. Επομένως, κρίνεται απαραίτητη η εκπαίδευση του εμπλεκόμενου προσωπικού στη χρήση των νέων τεχνολογιών και του συστήματος IoT της γραμμής παραγωγής. Η ανάγκη εκπαίδευσης όμως, εκτός από το υψηλό κόστος που πρέπει ο οργανισμός να δαπανήσει, απαιτεί και μεγάλο χρονικό διάστημα εκπαίδευσης και προσαρμογής του προσωπικού, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει και την απόδοση της παραγωγικής διαδικασίας.

⁴⁵<https://e27.co/advantages-disadvantages-internet-things-20160615/>

6. Αξιολόγηση επένδυσης

Καθημερινά οι επιχειρήσεις έρχονται αντιμέτωπες με πληθώρα διλημμάτων για τα οποία καλούνται να πάρουν τις σωστές αποφάσεις. Οι αποφάσεις αυτές ενδεχομένως να καθορίσουν το μέλλον και τη βιωσιμότητα της εταιρείας, γεγονός που βαρύνει ιδιαίτερα την ομάδα που αναλαμβάνει την ευθύνη λήψης μίας ορθής απόφασης. Η οικονομική πορεία μίας επιχείρησης καθορίζεται από πολλούς παράγοντες ένας εκ των οποίων είναι οι επενδυτικές κινήσεις της. Σε ένα περιβάλλον έντονης δραστηριότητας και ανταγωνιστικότητας, οι εταιρείες πρέπει να είναι σε θέση να κρίνουν την αξία κάθε επένδυσης για να επιβιώσουν.

6.1 Εισαγωγή στην Έννοια των Επενδύσεων

Ως επένδυση μπορεί να οριστεί κάθε υλικό, διαρκές, παραγωγικό αγαθό που δεν καταναλώνεται με τη χρησιμοποίησή του, αλλά συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγικής υποδομής μία επιχείρησης και κατ'επέκταση μίας χώρας.⁴⁶ Η επένδυση είναι το βασικό στοιχείο δημιουργίας μίας επιχείρησης και ανάπτυξης αυτής, δεσμεύοντας κεφάλαια για αρκετά χρόνια ανάλογα με την διάρκειά της. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν επενδύσεις που σχετίζονται με κτήρια, μηχανολογικό εξοπλισμό όπως επίσης και οι εκπαιδεύσεις στελεχών μίας επιχείρησης. Κατά τον Αλεξανδρίδη (2005), επένδυση «καλείται η δέσμευση κεφαλαίου μιας οικονομικής μονάδας για την απόκτηση περιουσιακών στοιχείων, τα οποία προορίζονται να παραμείνουν στην επιχείρηση για μεγάλο χρονικό διάστημα και συνδέονται με την ομαλή λειτουργία αυτής». Σύμφωνα με ένα γενικότερο πλαίσιο, όλες οι οικονομικές ενέργειες που πραγματοποιεί μία επιχείρηση χρησιμοποιώντας ιδίους πόρους με σκοπό την κερδοφορία χαρακτηρίζονται ως επενδύσεις.

Λόγω της μακροχρόνιας διάρκειας μίας επένδυσης, απαιτείται μακρόπνοη θεώρηση του επενδυτικού σχεδίου και δέσμευση χρηματικών κεφαλαίων. Ο βαθμός επικινδυνότητας μπορεί να ποικίλει ανάλογα με το ύψος και τη σημαντικότητα της επένδυσης, σε κάθε περίπτωση όμως πρόκειται για μία πράξη μη εύκολα αναστρέψιμη γεγονός που καθιστά την απόφαση που θα ληφθεί ενδεχομένως κρίσιμη για το μέλλον της εκάστοτε επιχείρησης. Βασικός στόχος κάθε επένδυσης είναι η διασφάλιση μελλοντικού οφέλους με βάση το αρχικό έξοδο που δαπανήθηκε, δηλαδή της χρηματικής εκροής. Οι χρηματικές εκροές συνήθως συνεχίζονται και σε επόμενα έτη (περιόδους) για την κάλυψη του συνολικού ποσού της επένδυσης.

⁴⁶<https://www.euretario.com/ependysi/>

6.2 Κατηγορίες επενδύσεων

Στον επιχειρηματικό κόσμο, οι επενδύσεις με την ευρεία τους έννοια, αποτελούν την κινητήριου δύναμη ενός συστήματος που καθημερινά αναζητά τρόπους να αναπτυχθεί με τελικό στόχο τη βιωσιμότητά του. Οι επενδυτές χρειάζεται να αναλύσουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα μία επενδυτικής κίνησης λαμβάνοντας υπόψη τον χρονικό ορίζοντα της επένδυσης αλλά και τους κινδύνους που αυτή ενέχει.

Η ανάγκη για κάθε επένδυση δημιουργείται για διαφορετικούς λόγους και αιτίες, γεγονός που κατηγοριοποιεί τις επενδύσεις σε εκείνες που γίνονται σε χρηματοοικονομικά προϊόντα (Financial Instruments) και σε πραγματικά περιουσιακά στοιχεία (Real Assets)⁴⁷. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι μετοχικοί τίτλοι, τα ομόλογα και οι τραπεζικές καταθέσεις, ενώ η δεύτερη αφορά επενδύσεις κεφαλαιακής χρηματοδότησης. Η ειδοποιός διαφορά μεταξύ χρηματοοικονομικών προϊόντων και περιουσιακών στοιχείων διαφαίνεται στο ότι τα τελευταία γίνονται αντικείμενο εκμετάλλευσης επενδυτικών σχεδίων τα οποία αποδίδουν οφέλη στην επιχείρηση και αυξάνουν τον μετοχικό πλούτο.

Αναλύοντας περαιτέρω τα χαρακτηριστικά των επενδύσεων, μία επένδυση διακρίνεται σύμφωνα με (Ζαχούρης, 2006):

- Τη νομική μορφή του φορέα που τις υλοποιεί (ιδιωτικές ή δημόσιες)
- Τη φύση του αγαθού (πάγια ή κυκλοφορούντα)
- Τον σκοπό (ανεξάρτητες, συμπληρωματικές, άμεσες, έμμεσες)

Η πρώτη κατηγορία αναφέρεται στο αν ο οργανισμός ή η επιχείρηση που επενδύει είναι ιδιωτική ή δημόσια και αν η επένδυση έχει κερδοσκοπικό ή μη χαρακτήρα. Κατόπιν, μία επένδυση μπορεί να πραγματοποιηθεί για αγορά πάγιων στοιχείων όπως είναι τα κτήρια, τα οικόπεδα και τα μηχανήματα αλλά και για επέκταση αγαθών όπως τα έτοιμα προϊόντα ή οι πρώτες ύλες τα οποία αποτελούν τα κυκλοφορούντα ενεργητικά στοιχεία. Οι άμεσες και οι έμμεσες επενδύσεις σχετίζονται με τον διαχειριστή της επένδυσης και με το αν το αποτέλεσμα της επένδυσης θα επηρεάσει τον ίδιο ή το έχει μεταβιβάσει σε τρίτους.

Ο σκοπός για τον οποίο πραγματοποιείται μία επένδυση αποτελεί επίσης ένα κριτήριο κατηγοριοποίησης. Όταν μία επένδυση δεν απαιτεί την υλοποίηση δευτερεύουσας επένδυσης για να ολοκληρώσει τον σκοπό της, τότε ονομάζεται ανεξάρτητη επένδυση. Στην αντίθετη

⁴⁷<http://mscinaccounting.teipir.gr/uploads/6283f5697a621187ca7714af0a8f8e23.pdf>

περίπτωση ονομάζεται συμπληρωματική. Επί παραδείγματι, μία νέα γραμμή παραγωγής, πέραν του μηχανολογικού εξοπλισμού μπορεί να χρειαστεί και νέες αποθήκες.

Επιπροσθέτως, οι επενδύσεις μπορεί να έχουν στρατηγικό χαρακτήρα ή να είναι συχνές και επαναλαμβανόμενες. Οι τακτικές επενδύσεις εμφανίζονται κατά τακτά χρονικά διαστήματα, αποτελούν μία κύρια δραστηριότητα της επιχείρησης και απαιτούν μικρή εκταμίευση χρημάτων για την υλοποίησή τους. Αντιθέτως, οι στρατηγικές επενδύσεις είναι κρίσιμες για την οικονομική πορεία της επιχείρησης, συνήθως έχουν μεγάλη διάρκεια και συνήθως η αρχική οικονομική εκταμίευση είναι αρκετά υψηλή σε αντιστοιχία με το μέγεθος της εκάστοτε επιχείρησης.

Παραδείγματα τακτικών επενδύσεων αποτελούν η αλλαγή τεχνολογικού εξοπλισμού για καλύτερη απόδοση και η συντήρηση μηχανημάτων, ενώ στρατηγικές επενδύσεις χαρακτηρίζονται η ρευστοποίηση μίας εταιρείας και η προθήκη μίας επιπλέον γραμμής παραγωγής.

6.3 Κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων

Η σημαντικότητα μίας επένδυσης όσο μικρή ή μεγάλη είναι απαιτεί οργάνωση, ορθή σκέψη και τακτική. Για έναν επενδυτή είναι σπουδαίο να γνωρίζει εξ' αρχής σημεία όπως το συνολικό κόστος της επένδυσης, το χρονικό διάστημα υλοποίησης, τα λειτουργικά έσοδα και έξοδα, την υπολειμματική αξία και το κόστος κεφαλαίων της επιχείρησης. Αφού αξιολογηθούν όλα τα παραπάνω, κάθε οργανισμός καλείται να ακολουθήσει τα εξής βήματα:

- Υποβολή επενδυτικών προτάσεων από επιλεγμένα τμήματα της εταιρείας
- Πρόβλεψη των μελλοντικών ταμειακών ροών ως μέρος της οικονομικής ανάλυσης
- Αξιολόγηση και λήψη απόφασης
- Υλοποίηση
- Έλεγχος και παρακολούθηση

Κάθε βήμα ξεχωριστά είναι ουσιαστικό και συμβάλει στη λήψη μίας σωστής επενδυτικής απόφασης. Κατά κύριο λόγο η διαδικασία αξιολόγησης μίας επένδυσης προτού παρθεί η τελική απόφαση, παρακολουθεί την ροή των ταμειακών ροών στο μέλλον, άμεσο ή έμμεσο. Εφόσον οι εισροές ξεπεράσουν ικανοποιητικά τις εκροές σε μέγεθος, τότε μία επένδυση κρίνεται επιτυχής. Πιο συγκεκριμένα, ο χρόνος της επένδυσης διασπάται σε περιόδους και αξιολογείται εάν οι ταμειακές εισροές είναι ικανοποιητικά μεγαλύτερες από τις ταμειακές εκροές από περίοδο σε περίοδο. Ταμειακές ροές που έχουν ήδη δαπανηθεί πριν την αξιολόγηση δεν

λαμβάνονται υπόψη διότι αποτελούν κόστη που δεν μπορούν να αποφευχθούν και δεν επηρεάζουν την τελική απόφαση για την εξέλιξη της επένδυσης.⁴⁸

Σύμφωνα με βιβλιογραφικές πηγές, η αξιολόγηση των επενδύσεων κάθε μορφής πραγματοποιείται με της εξής έξι μεθόδους (Παπαδάμου κ.ά., 2015):

- Μέθοδος περιόδου είσπραξης κεφαλαίου
- Μέθοδος προεξοφλημένης περιόδου είσπραξης κεφαλαίου
- Μέθοδος μέσης λογιστικής απόδοσης
- Μέθοδος υπολογισμού δείκτη κερδοφορίας
- Μέθοδος καθαρής παρούσας αξίας
- Μέθοδος εσωτερικού συντελεστή απόδοσης

Ανεξάρτητα όμως από τη μέθοδο που μπορεί να χρησιμοποιήσει κάθε επιχείρηση, μια καλή επενδυτική απόφαση θα πρέπει να στοχεύει στη μεγιστοποίηση του πλούτου των μετοχών της. Λαμβάνοντας υπόψη όλες τις χρηματορροές, ο διαχειριστής της επένδυσης χρειάζεται να προεξοφλεί τις μελλοντικές χρηματορροές με το κατάλληλο κόστος ευκαιρίας του κεφαλαίου.

A. Μέθοδος περιόδου είσπραξης κεφαλαίου (ΠΕΚ – Pay back period)

Όταν η επιχείρηση χρειάζεται να αξιολογήσει ένα επενδυτικό σχέδιο με κριτήριο τη χρονική περίοδο που θα εισπράξει την αρχική δαπάνη, χρησιμοποιείται η μέθοδος περιόδου είσπραξης κεφαλαίου. Στην περίπτωση δηλαδή που υπάρχει χρονικός περιορισμός για την πλήρη αποπληρωμή του αρχικού κεφαλαίου. Προκρίνεται πάντοτε η επένδυση που επιστρέφει γρηγορότερα το αρχικό κόστος της επένδυσης. Πρόκειται για μία γρήγορη και απλή μέθοδο αξιολόγησης επενδύσεων καθώς ο διαχειριστής προσθέτει από την αρχή της επένδυσης τις ταμειακές εισροές για να υπολογίσει τον χρονικό ορίζοντα που οι εισροές αυτές θα ισούται ή θα είναι μεγαλύτερες από το αρχικό ποσό της επένδυσης.

Στα πλεονεκτήματα της εν λόγω μεθόδου, συγκαταλέγεται το ότι δεν είναι απαραίτητο ο διαχειριστής να προβλέψει τις χρηματορροές για όλη τη διάρκεια ζωής της επένδυσης, όμως δεν λαμβάνει υπόψη της τη διαχρονική αξία του χρήματος. Ως αποτέλεσμα ευνοούνται επενδυτικά σχέδια που θα αποδώσουν βραχυχρόνια ακόμα και αν οι εν λόγω αποδόσεις δεν έχουν σημαντική διάρκεια. Τέλος, η ΠΕΚ χρησιμοποιείται κυρίως από μικρού ή μεσαίου

⁴⁸https://mediasrv.uaa.gr/eclass/modules/document/file.php/AOA193/%CE%A0%CF%81%CE%BF%CF%82%20%CE%A4%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B5%CE%AF%CE%BF_20140326.pdf

μεγέθους εταιρείες με περιορισμένα κεφάλαια και περιορισμένη πρόσβαση στις κεφαλαιαγορές.

B. Μέθοδος προεξοφλητικής περιόδου είσπραξης κεφαλαίου (ΠΠΕΚ)

Πρόκειται για μία επέκταση της μεθόδου Περιόδου είσπραξης κεφαλαίου, αφού αναζητά την Παρούσα αξία σύμφωνα με τον κατάλληλο προεξοφλητικό παράγοντα. Κατόπιν υπολογίζει τον χρόνο που απαιτείται ούτως ώστε οι προβλεπόμενες χρηματικές ροές να εξισωθούν με το ποσό της αρχικής επένδυσης.

C. Μέθοδος μέσης λογιστικής απόδοσης (ΜΛΑ – Accounting rate of return ARR)⁴⁹

Η μέθοδος Μέσης λογιστικής απόδοσης επικεντρώνεται στη συνολική απόδοση της επένδυσης, ανεξάρτητα από το πόσο γρήγορα ή αργά πραγματοποιείται.⁵⁰ Ως Μέση λογιστική απόδοση ορίζεται ο λόγος του Μέσου καθαρού εισοδήματος προς τη Μέση επενδυτική δαπάνη.

$$ΜΛΑ = \frac{Μέσο\ καθαρό\ εισόδημα}{Μεση\ επενδυτική\ δαπάνη}$$

Όπου:

Μέσο καθαρό εισόδημα = Καθαρά κέρδη μετά φόρων

Καθαρά κέρδη μετά φόρων = Κέρδη προ φόρων - φόροι

Κέρδη προ φόρων = Καθαρή χρηματοροή προ φόρων - αποσβέσεις

Όταν η Μέση λογιστική απόδοση είναι μεγαλύτερη της μονάδας, η επιχείρηση έχει νόημα να προχωρήσει στην αποδοχή της επένδυσης. Το ποσοστό που προκύπτει από την εξίσωση φανερώνει άμεσα αν η ανάληψη της επένδυσης είναι κατάλληλη αξιολογώντας το επενδυτικό σχέδιο με βάση την κερδοφορία του. Στον αντίποδα, η ΜΛΑ δεν αξιολογεί την χρονική αξία της επένδυσης και βασίζεται σε λογιστικό κέρδος και όχι σε ταμειακές ροές.

D. Μέθοδος υπολογισμού δείκτη κερδοφορίας⁵¹

Η μέθοδος υπολογισμού του δείκτη κερδοφορίας χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις στις οποίες η επιχείρηση έχει να διαθέσει περιορισμένα κεφάλαια για την επένδυση ή χρειάζεται να τα διαθέσει σε περισσότερες από μία επενδύσεις.

⁴⁹<http://mscinaccounting.teipir.gr/uploads/6283f5697a621187ca7714af0a8f8e23.pdf>

⁵⁰http://www.lib.teiher.gr/webnotes/stef/Texnoikonomiki_Analysi/book_2.pdf

⁵¹<http://mscinaccounting.teipir.gr/uploads/6283f5697a621187ca7714af0a8f8e23.pdf>

$$\Delta K = \frac{ΠΑ \text{ χρηματορροών}}{Αρχική \text{ δαπάνη}}$$

Αποδοχή της επένδυσης προτείνεται μόνο όταν ο δείκτης είναι μεγαλύτερος τη μονάδα.

Ε. Μέθοδος καθαρής παρούσας αξίας (ΚΠΑ)

Η μέθοδος της ΚΠΑ προτείνει μία εναλλακτική προσέγγιση για την αξιολόγηση μίας επένδυσης καθώς συνυπολογίζει το κόστος κεφαλαίου. Έγκειται στην εύρεση της Παρούσας Αξίας των καθαρών χρηματικών ροών που αναμένεται να προκύψουν, δηλαδή στο απόλυτο μέγεθος του καθαρού οφέλους από την επένδυση.

$$ΚΠΑ = \sum_{t=0}^n \frac{XP_t}{(1+r)^t}$$

Όπου:

XP_t = Χρηματικές ροές στον χρόνο t

r = Κόστος ευκαιρίας (προεξοφλητικό επιτόκιο)

Αν το αποτέλεσμα της εξίσωσης είναι μεγαλύτερο του μηδενός, τότε η επένδυση κρίνεται θετικά ειδιάλλως απορρίπτεται. Η Καθαρή παρούσα αξία προεξοφλεί όλες τις μελλοντικές εισροές και εκροές χρήματος και αθροίζει τις παρούσες αξίες τους. Με αυτόν τον τρόπο, μετρά το κατά το οποίο τα μελλοντικά έσοδα υπερβαίνουν τις μελλοντικές δαπάνες. Συνεπώς αξιολογεί την συνολική επίπτωση των εσόδων και των εξόδων στην επιχείρηση. Με την εν λόγω μέθοδο, οι Παρούσες αξίες των χρηματορροών προσδιορίζονται με ακρίβεια καθώς υπολογίζονται με το καθορισμένο από την αγορά επιτόκιο. Τέλος, η σύνδεση του πλούτου των μετόχων με το ποσό που προκύπτει από την εξίσωση της ΚΠΑ, αποτελεί βασικό πλεονέκτημα για την αποδοχή ενός επενδυτικού σχεδίου.

Ε. Μέθοδος Εσωτερικού συντελεστή απόδοσης (Internal Rate of Return - IRR)

Ο Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης μιας επένδυσης είναι εκείνο το επιτόκιο προεξόφλησης που εξισώνει την Παρούσα αξία των προσδοκώμενων χρηματικών εισροών και εκροών με το αρχικό κόστος της επένδυσης, δηλαδή το επιτόκιο στο οποίο η ΚΠΑ ισούται με μηδέν. Ο IRR αποκτά νόημα αν συγκριθεί με το κόστος του χρήματος στην επιχείρηση ή το κόστος ευκαιρίας των κεφαλαίων του επενδυτή (Παπαδάμου κ.ά., 2015). Επενδύσεις με IRR μεγαλύτερο από το επιτόκιο της κεφαλαιαγοράς γίνονται αποδεκτές, ενώ σε περιπτώσεις επιλογής μεταξύ δύο επενδυτικών σχεδίων, προτιμάται εκείνο με το μεγαλύτερο IRR.

❖ Σύγκριση Καθαρής Παρούσας Αξίας και Εσωτερικού Συντελεστή Αποδοτικότητας

Η Καθαρή παρούσα αξία και ο Εσωτερικός συντελεστής αποδοτικότητας παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες αφού ο μαθηματικός τύπος παραμένει ο ίδιος και για τις δύο περιπτώσεις.

Αρχικά και οι δύο μέθοδοι λαμβάνουν υπόψη τους τη διαχρονική αξία του χρήματος με τη διαφορά πως η ΚΠΑ εμφανίζει ένα ποσό σε απόλυτη τιμή, ενώ ο IRR σαν δείκτης δείχνει το ποσοστό της επιστροφής στο κεφάλαιο της επένδυσης. Επιπλέον η ΚΠΑ θεωρεί πως οι ταμειακές εισροές που θα προκύψουν στο μέλλον, θα επανεπενδυθούν γεγονός που την καθιστά πιο αξιόπιστη καθώς είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα. Αντιθέτως, στον IRR τα κεφάλαια επανεπενδύονται με επιτόκιο ίσο με την τιμή του IRR, γεγονός που είναι εκ διαμέτρου αντίθετο με το ότι η αγορά σε μία δεδομένη χρονική περίοδο καθορίζει τη διαχρονική αξία του χρήματος.

Τέλος, η μέθοδος του Εσωτερικού συντελεστή αποδοτικότητας προϋποθέτει πληθώρα δοκιμών για την κατάληξη στο βέλτιστο αποτέλεσμα ανάλογα με τις χρονικές περιόδους του επενδυτικού έργου, ενώ η ΚΠΑ υπολογίζεται με εύκολο τρόπο και στην περίπτωση διαφορετικής αξίας χρήματος από περίοδο σε περίοδο.

6.4 Επενδυτικοί δείκτες

Οι αριθμοδείκτες ή χρηματοοικονομικοί δείκτες (αγγλικά: *financial ratio* ή *accounting ratio*) είναι το πηλίκο μεταξύ επιλεγμένων αριθμητικών τιμών που λαμβάνονται από τις οικονομικές καταστάσεις μιας επιχείρησης. Χρησιμοποιούνται για την καλύτερη κατανόηση των οικονομικών στοιχείων μίας επιχείρησης και δίνουν πληροφορίες σχετικά με τη ρευστότητα, την αποδοτικότητα, την αειφορία μίας εταιρείας, την επενδυτική της δραστηριότητα και τη διάρθρωση των κεφαλαίων της. Σχετικά με την επενδυτική δραστηριότητα οι παρακάτω δείκτες φανερώνουν κατά πόσο έχει αποδώσει μία επένδυση.

❖ Δείκτης απόδοσης επένδυσης (Return on Investment - ROI)

Ο δείκτης Απόδοσης της επένδυσης χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της απόδοσης μιας επένδυσης ή για να συγκρίνει την αποδοτικότητα διαφορετικών επενδύσεων⁵².

$$\text{Απόδοση της επένδυσης} = \frac{(\text{Κέρδος επένδυσης} - \text{Κόστος επένδυσης})}{\text{Κόστος επένδυσης}}$$

⁵²<https://www.euretirio.com/apodosi-tis-ependysis/>

Στην περίπτωση που το αποτέλεσμα του κλάσματος έχει θετικό πρόσημο, η επένδυση μπορεί να προχωρήσει σε υλοποίηση. Όμως ένα ιδιαίτερα υψηλό ROI ίσως σημαίνει πως η εκάστοτε επιχείρηση δεν έχει τα απαιτούμενα για τον κύκλο εργασιών της κεφάλαια.

Συνήθως οι επενδυτές απευθύνονται στον παραπάνω δείκτη είτε για να αξιολογήσουν τη βιωσιμότητα μίας νέας προτεινόμενης επένδυσης, είτε για να μετρήσουν πόσο αποτελεσματικά γίνεται η διαχείριση των πόρων μιας επιχείρησης.

❖ Δείκτης απόδοσης Ιδίων κεφαλαίων (Return on Equity – ROE)

Ο δείκτης Απόδοσης ιδίων κεφαλαίων δείχνει πόσο αποδοτικά χρησιμοποιεί μια επιχείρηση τα κεφάλαιά της για να δημιουργήσει πρόσθετα έσοδα και εκφράζεται σε ποσοστιαίες μονάδες.⁵³ Συνήθως μία εταιρεία με υψηλή και αυξανόμενη απόδοση ιδίων κεφαλαίων προτιμάται από επενδυτές.

$$\text{Απόδοση Ιδίων κεφαλαίων} = \frac{\text{Καθαρά Έσοδα προ φόρων και τόκων}}{\text{Ίδια κεφάλαια}}$$

Ένα υψηλό ROE σημαίνει πως η εταιρεία έχει επιπλέον διαθέσιμο κεφάλαιο το οποίο δύναται να αξιοποιήσει είτε σε επενδύσεις, είτε για την αύξηση του ποσού των μερισμάτων της. Αντίθετα, ένα χαμηλό ROE απομακρύνει τους επενδυτές καθώς η χρηματοδότηση της φαντάζει ακριβή.

Συμπερασματικά, μεταξύ των αρμοδιοτήτων της διοίκησης μιας επιχείρησης είναι και η ορθή λήψη αποφάσεων σε ότι αφορά στα επενδυτικά σχέδια κάθε μεγέθους. Απαιτείται εμπειρία, γνώση και σε ένα σημαντικό βαθμό κατανόηση της χρονικής αξία του χρήματος καθώς από το αποτέλεσμα της μπορεί να κριθεί η αειφορία της εταιρείας. Η επένδυση αποτελεί ένα μέσο για την εξέλιξη μιας επιχείρησης με την προϋπόθεση ότι συμμετέχει ενεργά στην υλοποίησή της και το ανθρώπινο δυναμικό. Επιπλέον το μέγεθος της επίδρασης μιας επένδυσης στην οικονομική ανάπτυξη εξαρτάται από τα κυκλοφορούντα κεφάλαια, τους διαθέσιμους πόρους και από την επιστημονική πρόοδο.

Οι μέθοδοι εκτίμησης επένδυσης διαφέρουν κυρίως ως προς τον τρόπο που μετασχηματίζουν τις χρηματικές ροές διαφορετικών ετών, τα μέτρα- στόχους που χρησιμοποιούν ως κριτήριο απόφασης και ως προς τις υποθέσεις που κάνουν.

⁵³<https://www.euretirio.com/apodosi-idion-kefalaion-roe/>

7. Συμπεράσματα

Σε ένα περιβάλλον που συνεχώς εξελίσσεται, η οικειοποίηση των τεχνολογιών θεωρείται αναπόσπαστος παράγοντας εξέλιξης ενός οργανισμού ή μιας επιχείρησης. Ειδικότερα σε μία εργοστασιακή μονάδα, η τεχνολογία επιδρά σε μεγάλο βαθμό σε όλες τις φάσεις της παραγωγής προϊόντων. Μελλοντικός στόχος των επιστημόνων και των στελεχών των επιχειρήσεων είναι η αυτονομία των διαδικασιών σε επίπεδο που ο ανθρώπινος παράγοντας να εμπλέκεται μόνο στις διοικητικές ενέργειες. Ωστόσο, το ουσιαστικότερο μέλημα των στελεχών δεν είναι τόσο η αυτοματοποίηση των λειτουργιών της παραγωγικής διαδικασίας, όσο η μετάδοση και η βέλτιστη αξιοποίηση των πληροφοριών που συγκεντρώνονται προκειμένου να διοικηθεί με τον ιδανικότερο και πιο προσοδοφόρο τρόπο ο τομέας της Παραγωγής και η επιχείρηση γενικότερα.

Στην παρούσα μελέτη, η υιοθέτηση τεχνολογιών της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης και η αξιοποίηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων εντός της παραγωγικής διαδικασίας με παρτίδες παρουσιάζει πόσο πιο αποδοτικά θα μπορούσε να λειτουργήσει ένα εργοστάσιο. Οργανώνοντας πλήρως τον τομέα της Παραγωγής, μία επιχείρηση παραγωγής καταναλωτικών προϊόντων μειώνει στο ελάχιστο τη διακίνηση εντύπων και φορμών αφού όλη η διαχείριση γίνεται μέσω MES λογισμικών. Οι πληροφορίες που διαχέονται, συγκεντρώνονται σε προσβάσιμες βάσεις δεδομένων δίνοντας τη δυνατότητα στο σύνολο των υπευθύνων και των στελεχών να τις επεξεργάζεται για κάθε σκοπό. Πέραν της μαζικής συγκέντρωσης, το γεγονός του ότι τα δεδομένα μεταδίδονται σε πραγματικό χρόνο, προλαμβάνει καταστάσεις έκτακτης ανάγκης καθώς οι ιθύνοντες ενημερώνονται άμεσα και μπορούν να επέμβουν προτού το οποιοδήποτε θέμα γιγαντωθεί. Ως αποτέλεσμα, μειώνεται ο χρόνος απόκρισης και εξοικονομούνται πόροι οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε άλλες εργασίες αφού οι διαδικασίες ολοκληρώνονται ταχύτερα. Επιπλέον, μετρητές, αισθητήρες και micro-κάμερες μειώνουν τον χρόνο ενασχόλησης με δυσλειτουργίες χωρίς την απαίτηση ο αρμόδιος υπάλληλος να βρίσκεται στη φυσική του μορφή στον χώρο. Σε γενικότερο πλαίσιο, αξιοποιώντας τα δεδομένα των μετρήσεων, τα μηχανήματα και το εργατικό δυναμικό δουλεύουν πιο παραγωγικά. Κατά συνέπεια, αυξάνεται η παραγωγικότητα και μειώνεται ο χρόνος παράδοσης των παραγγελιών. Τέλος, η συνεχόμενη καταγραφή της ζήτησης μέσω των παραγγελιών, επιτρέπει στα στελέχη της εταιρείας να προβλέψουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τις ανάγκες των τελικών καταναλωτών ανά χρονική περίοδο.

Αξιοποιώντας συνολικά σε όλα τα τμήματα μιας επιχείρησης τις δυνατότητες που παρέχει η χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων, αναδύονται ολοένα και περισσότερα οφέλη. Σε μία μελλοντική εποχή όπου ο κύκλος ζωής του προϊόντος θα πραγματοποιείται με πληθώρα

αυτοματισμών, το IoT φαίνεται να κατέχει κυρίαρχο ρόλο στη δομή και την οργάνωση των εταιρειών. Σε ένα περιβάλλον στο οποίο ο καταναλωτής θα είναι σε θέση να λαμβάνει ποιοτικά και προσωποποιημένα αγαθά εντός εύλογου χρονικού διαστήματος, ο τρόπος λειτουργίας όλης της αλυσίδας θα αλλάξει αναπόφευκτα. Πιο συγκεκριμένα, ο καταναλωτής θα συμπληρώνει μία φόρμα ζήτησης μέσω διαδικτύου η οποία θα αποστέλλεται αυτόματα στα αρμόδια τμήματα της επιχείρησης από όπου θα δίνεται η έγκριση για την έναρξη της διαδικασίας παραγωγής. Η προσωποποιημένη παραγωγή ενέχει κινδύνους καθώς η όλη διαδικασία θα πρέπει να είναι ευέλικτη διατηρώντας τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος και τα κόστη σε χαμηλό επίπεδο. Αξιοποιώντας όλα τα δεδομένα των IoT συστημάτων, μηνύματα που αφορούν το πλήθος του αποθέματος και την μελλοντική ζήτηση θα ξεπερνούν τα όρια της εργοστασιακής μονάδας και θα ειδοποιούν άμεσα τους προμηθευτές για τη μελλοντική παραγγελία. Συνεπώς η επικοινωνία μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων μερών μπορεί να οδηγήσει σε ένα περιβάλλον με υψηλή αποδοτικότητα, άμεση ανταπόκριση στις ανάγκες του καταναλωτή και της παραγωγικής μονάδας και ορθότερη αντίληψη πρόβλεψης.

Οι τεχνολογίες αιχμής παρόλο που αποφέρουν μακροπρόθεσμα οφέλη, βραχυχρόνια δημιουργούν μεγάλα κόστη στην επιχείρηση που επιλέγει να επενδύσει σε αυτές. Η εταιρεία θα πρέπει μέσω μελετημένου επενδυτικού σχεδίου να αποφασίσει για το μέγεθος της επένδυσης σε σύγκριση με το ύψος των μελλοντικών ταμειακών ροών της και των ωφελειών που θα προκύψουν. Πρόκειται για μία σοβαρή επιλογή η οποία θα καθορίσει το οικονομικό μέλλον της εταιρείας.

Βιβλιογραφία

Ζαχούρης, Παναγιώτης, (2006), *Αγορές χρήματος και κεφαλαίου*, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

Παπαδάμου, Στέφανος, Συριόπουλος, Κωνσταντίνος, (2015), *Βασικές αρχές αξιολόγησης επενδύσεων: Χρηματοοικονομική & κοινωνικοοικονομική προσέγγιση*, Ελληνικά ακαδημαϊκά ηλεκτρονικά συγγράματα και βοηθήματα, Αθήνα.

Ashton K., (2009), *That 'Internet of Things' Thing*

Brous, P., (2016), *Effects Of The Internet Of Things (Iot): A Systematic Review Of The Benefits And Risks*, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands

Cisco (2015) *The Internet of Things: Reduce Security Risks with Automated Policies*

General Data Protection Regulation, (2016), *Regulation (Eu) 2016/679 Of The European Parliament And Of The Council Of 27 April 2016*

Haight J., Park H., (2015), *IoT Analytics in Practice*, Blue hill research

Jayavardhana G., Rajkumar B., Slaven M., Marimuthu M., (2013), *Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions*, *Future Generatio Computer Systems, Volume 29, Issue 7*

ISO/IEC 27001:2013 *Information technology, Security techniques, Information security management systems – Requirements*

ISO/IEC 27002:2013 *Information technology, Security techniques, Code of practice for information security controls*

ISO/IEC 27031:2011 *Information technology, Security techniques, Guidelines for information and communication technology readiness for business continuity*

ISO/IEC 27035:2011 *Information technology, Security techniques, Information security incident management*

Krajewski , L.J; Ritzman , L., (2007), *Operations Management: Processes and Value Chains*, Manoj K.Malhorta. 8th ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall

KuikkaS., (1999), *A batch process management framework: Domain-specific, design pattern and software component based approach*

Privat G., (2012), *Extending the Internet of Things, Communications & Strategies, no. 87*

Rutledge R. (2014). *Defining the Internet of Devices: Privacy and Security Implications*. Georgia: Georgia Institute of Technology Technical Report: GIT-GVU-14-01

Saif I., Peasley S., Perinkolam A., (2017), *Safeguarding the Internet of Things*, Deloitte University Press

Εννοιολογική και εφαρμόσιμη μελέτη της ενσωμάτωσης του Διαδικτύου των Πραγμάτων στον βιομηχανικό κλάδο

Schlaepfer Dr. R. Koch M. Merkofer Ph. 2015. *Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies*. Zurich: Creative Studio at Deloitte

Zach O., (2012), *Identifying reasons for ERP system customization in SMEs: a multiple case stud*, Emerald Group Publishing Limited, Journal of Enterprise Information Management, Vol. 25 Issue: 5, pp.462-478

Διαδικτυακή Βιβλιογραφία

<https://doi.org/10.1108/17410391211265142>

<https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>

<https://www.automationworld.com/article/industry-type/all/how-evaluate-interoperability-iot>

<http://www.apics.org/apics-for-individuals/apics-magazine-home/magazine-detail-page/2017/09/20/industry-1.0-to-4.0-the-evolution-of-smart-factories>

<https://www.ge.com/digital/products/plant-applications>

<https://www.bcg.com/publications/2017/lean-meets-industry-4.0.aspx?linkId=46378114>

https://www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html

https://en.wikipedia.org/wiki/Big_data

<https://www.myota.gr/index.php/k2-tags/2013-02-13-13-23-56/140-2013-03-19-04-55-08/11393-big-data>

<http://www.tanea.gr/news/greece/article/5481190/h-eksypnh-polh-toy-oxi-kai-toso-makrinoy-mellontos/>

<http://bigbusiness.gr/index.php/energia/6458-se-pilotiko-kathestos-me-eksypni-energeia-apo-ananeosimes-piges-vazei-dyo-nisia-o-deddi>

<https://www.smart-akis.com/index.php/el/network-el/what-is-smart-farming-el/>

<http://www.5me.com>

<https://www.rambus.com/iot/industrial-iot/>

<https://www.mocana.com/blog/new-release-mocana-iot-security-platform>

<https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry-4-0/overview.html>

<http://www.apics.org/apics-for-individuals/apics-magazine-home/magazine-detail-page/2017/09/20/industry-1.0-to-4.0-the-evolution-of-smart-factories>

<http://www.dpstele.com/scada/programming-concepts.php>

<https://inductiveautomation.com/what-is-scada>

Εννοιολογική και εφαρμόσιμη μελέτη της ενσωμάτωσης του Διαδικτύου των Πραγμάτων στον βιομηχανικό κλάδο

<http://instrumentationportal.com/2011/instrument-glossary/instrument-glossary-b/basic-process-control-system-bpcs/>

<http://www.emerson.com/en-us/automation/control-and-safety-systems/distributed-control-systems-dcs/deltav-distributed-control-system>

<http://www.anaco.gr/gr/robo/bertdensimag.html>

<https://www.automationworld.com/article/industry-type/all/how-evaluate-interoperability-iot>

https://www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html#iotusers

<https://www.spectralengines.com/industry-4-0-and-how-smart-sensors-make-the-difference/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Manufacturing_execution_system

<https://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/applications/mobility.page>

https://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/applications/product_serialization.page

<https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/solution-briefs/industry-with-iot-ebook.pdf>

<https://www.cognizant.com/InsightsWhitepapers/Reaping-the-Benefits-of-the-Internet-of-Things.pdf>