



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**Διπλωματική Εργασία**

**INDUSTRY 4.0 ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ  
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΩΝ**

**Συγγραφέας :**  
**Σακκάς Γεώργιος**  
**ΑΜ: 18389244**

**Επιβλέπων: Μιχαήλ Παπουτσιδάκης**  
**Συνεπιβλέπουσα: Ελένη Συμεωνάκη**

**Αθήνα, Ιούλιος 2023**



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA**  
**SCHOOL OF ENGINEERING**  
**DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN AND PRODUCTION ENGINEERING**

**Diploma Thesis**

**INDUSTRY 4.0 AND DIGITAL TRANSFORMATION OF  
INDUSTRIES**

**Student:**

**Sakkas Georgios**

**Registration Number: 18389244**

**Supervisor: Michail Papoutsidakis**

**Co-Supervisor: Eleni Symeonaki**

**Athens, July 2023**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**INDUSTRY 4.0 ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ**  
**ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΩΝ**

**Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή**

Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

<b>A/α</b>	<b>ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ</b>	<b>ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ</b>
1.	ΜΙΧΑΗΛ ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ	ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	
2.	ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΓΚΑΝΕΤΣΟΣ	ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	
3.	ΕΛΕΝΗ ΣΥΜΕΩΝΑΚΗ	ΕΔΙΠ Α	

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Σακκάς Γεώργιος του Παντελή, με αριθμό μητρώου 18389244 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Μιχαήλ Παπουτσιδάκη και τη συνεπιβλέπουσα κα. Ελένη Συμεωνάκη για την καθοδήγηση στην επιλογή του θέματος της διπλωματικής και την συνεχή βοήθεια τους καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλη την οικογένεια μου για την συνεχή υποστήριξη σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναλύονται οι ιδιότητες του industry 4.0 με εμβάθυνση στις δυνατότητες που προσφέρει στις βιομηχανίες προκειμένου να αυξήσουν την ποιότητα και την παραγωγικότητα τους σε ένα συνεχές ανταγωνιστικό περιβάλλον. Μελετάμε τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν και αναδεικνύουμε τις λύσεις που προσφέρει το industry 4.0 . Κατ' επέκταση γίνεται αναφορά στον τρόπο και τις μεθόδους που χρησιμοποιούν οι βιομηχανίες προκειμένου να το αφομοιώσουν. Γίνεται λεπτομερής ανάλυση όλων των τεχνολογιών που προσφέρει με παραδείγματα σε βιομηχανίες. Στην συνέχεια διερευνώνται τα οφέλη του ψηφιακού μετασχηματισμού και δίνεται έμφαση στις ιδιότητες και τις χρήσεις που μπορούν να αξιοποιηθούν στα πλαίσια του industry 4.0 , καθώς και στον τρόπο με τον οποίο οι ηλεκτρονικές υπηρεσίες πλαισιώνουν τις βιομηχανίες προσφέροντας τους σημαντικά εργαλεία. Θα αναλύσουμε το ηλεκτρονικό εμπόριο σε όλες τις πτυχές τους και τέλος θα μελετήσουμε μερικά case studies πάνω σε αληθινές βιομηχανίες , ώστε να κατανοηθεί η χρήση του industry 4.0.

## **ABSTRACT**

In this thesis, the properties of industry 4.0 are analyzed with an in-depth look at the possibilities it offers to industries in order to increase their quality and productivity in a continuous competitive environment. We study the problems they face and highlight the solutions offered by industry 4.0. By extension, reference is made to the way and methods used by industries in order to assimilate it. All the technologies it offers are analyzed in detail with examples in industries. Next, the benefits of digital transformation are explored and emphasis is placed on the properties and uses that can be exploited in the context of industry 4.0, as well as the way in which electronic services frame industries by offering them important tools. We will analyze e-commerce in all its aspects and finally we will study some case studies on real industries, in order to understand the use of industry 4.0

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
Περίληψη	9
Abstract	10
<b>Κεφάλαιο 1ο - Η περίπτωση του Industry 4.0</b>	<b>11</b>
1.1 Εισαγωγή	11
1.2 Ιστορική αναδρομή	12
1.2.1 Πρώτη βιομηχανική επανάσταση - Μηχανοποίηση	12
1.2.2 Δεύτερη βιομηχανική επανάσταση - Ηλεκτρικό ρεύμα	12
1.2.3 Τρίτη βιομηχανική επανάσταση - Αυτοματισμός	12
1.3 Industry 4.0	13
1.3.1 Ορισμός του industry 4.0	13
1.3.2 Πλεονεκτήματα και κίνδυνοι industry 4.0	15
1.3.3 Industry 4.0 στην βιομηχανία και βασικά χαρακτηριστικά	16
1.3.4 Σχεδιαστικές αρχές ενός συστήματος industry 4.0	17
1.3.5 Στρατηγικές για την υιοθέτηση του industry 4.0	21
1.3.6 Ρυθμιστικές πολιτικές εξαιτίας των τεχνολογιών του Industry 4.0	22
<b>Κεφάλαιο 2ο - Τεχνολογίες του Industry 4.0</b>	<b>23</b>
2.1 Κυβερνοφυσικά συστήματα	23
2.2 Διαδίκτυο των πραγμάτων - Internet of Things (IoT)	26
2.2.1 Επεξήγηση και χρήσεις IoT	26
2.2.2 Αρχιτεκτονική IoT	29
2.3 Ψηφιακά δίδυμα - Digital Twins	30
2.4 Ρομποτική	31
2.5 Machine learning / Μηχανική μάθηση	32
2.6 Big Data	33
2.6.1 Ανάλυση ορισμού και χαρακτηριστικά	33
2.6.2 Τα 5V των Big Data και τα είδη των αναλύσεων	34
2.6.3 Διαθέσιμα λογισμικά Big Data	35
2.7 Υπολογιστικό νέφος / cloud computing	36
2.7.1 Ορισμός cloud	36
2.7.2 Αρχιτεκτονική cloud	36
2.7.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα cloud	38
2.8 Edge Computing	38
2.8.1 Ορισμός edge computing	38
2.8.2 Λόγοι που επιβάλλουν χρήση του edge computing	39
2.9 Blockchain	39
2.9.1 Αρχιτεκτονική blockchain	40
2.9.2 Χαρακτηριστικά blockchain	40
2.10 Κυβερνοασφάλεια	41
2.11 Προσομοιώσεις και εικονική πραγματικότητα	42
2.11.1 Εικονική πραγματικότητα	42
2.11.2 Προσομοιώσεις	43



2.12 CAD / CAM	43
2.12.1 CAD	44
2.12.2 CAM	44
2.13 Additive manufacturing	44
2.13.1 Ορισμός additive manufacturing	44
2.13.2 Μέθοδοι additive manufacturing	45
2.14 Οριζόντια και κάθετη ολοκλήρωση συστήματος	45
2.15 5G	46
2.16 industry 5.0	47
2.17 Πρωτόκολλα ISO	49
<b>Κεφάλαιο 3ο - Ψηφιακός μετασχηματισμός (Digital transformation)</b>	<b>51</b>
3.1 Εισαγωγή στο ψηφιακό μετασχηματισμό	51
3.2 Ιστορική αναδρομή	51
3.3 Χαρακτηριστικά στοιχεία ψηφιακού μετασχηματισμού	52
3.4 Ψηφιοποίηση	53
3.5 Ο ψηφιακός μετασχηματισμός στις βιομηχανίες	53
3.6 Δομικά στοιχεία ψηφιακού μετασχηματισμού	55
3.6.1 Εμπειρία πελάτη	56
3.6.2 Παραγωγική διαδικασία	57
3.6.3 Επιχειρηματικά μοντέλα	58
3.7 Μελλοντικές εφαρμογές του ψηφιακού μετασχηματισμού	60
3.8 Οφέλη και κίνδυνοι ψηφιακού μετασχηματισμού	61
3.8.1 Οφέλη	61
3.8.2 Κίνδυνοι	62
3.9 Ψηφιακός μετασχηματισμός εφοδιαστικής αλυσίδας.	63
<b>Κεφάλαιο 4ο - Ηλεκτρονικό εμπόριο και επικοινωνία</b>	<b>65</b>
4.1 Σημαντικότητα επικοινωνίας βιομηχανίας - πελάτη	65
4.2 WEB	66
4.2.1 WEB 1.0	66
4.2.2 WEB 2.0	66
4.2.3 WEB 3.0	67
4.2.4 WEB 4.0	68
4.3 Ηλεκτρονικό εμπόριο	68
4.3.1 Είδη ηλεκτρονικού εμπορίου	69
4.3.2 Χαρακτηριστικά του ηλεκτρονικού εμπορίου.	70
4.3.3 Πλεονεκτήματα ηλεκτρονικού εμπορίου	72
4.3.4 Πλατφόρμες ηλεκτρονικού εμπορίου	72
4.3.5 Μελλοντικές τάσεις ηλεκτρονικού εμπορίου.	74
4.4 Τρόποι επικοινωνίας μεταξύ επιχειρήσεων και πελατών.	75
4.5 Συστήματα ERP (Enterprise Resource Planning)	76
<b>Κεφάλαιο 5ο - Άλλα είδη βιομηχανιών και case studies</b>	<b>78</b>
5.1 Άλλα είδη βιομηχανιών και οι χρησιμότητα των τεχνολογιών	78
5.1.1 Τομέας υγείας	78
5.1.2 Τομέας εκπαίδευσης	79

5.1.3 Τομέας αυτοκινητοβιομηχανίας	80
5.1.4 Τομέας βιομηχανίας τροφίμων	81
5.1.5 Τομέας γεωργίας	82
5.2 Case study στις βιομηχανίες	83
5.2.1 Case study στην αυτοκινητοβιομηχανία (Renault)	83
5.2.2 Case study στην βιομηχανία τροφίμων (Nestle)	84
5.2.3 Case Study στην κατασκευαστική βιομηχανία (Siemens)	85
5.3 Ελληνική πραγματικότητα	85
5.3.1 Ελληνική στρατηγική υιοθέτησης industry 4.0	86
<b>Συμπεράσματα</b>	<b>88</b>
Βιβλιογραφία	89

## Κεφάλαιο 1ο - Η περίπτωση του Industry 4.0

### 1.1 Εισαγωγή

Η σημερινή σύγχρονη βιομηχανία έχει άμεση ανάγκη για χρήση των τεχνολογιών του industry 4.0 . Οι ραγδαίες εξελίξεις στην τεχνολογία και στην βιομηχανία γενικότερα έχουν αυξήσει τον ανταγωνισμό και συμβάλλουν στην άμεση υιοθέτηση του Industry 4.0 , προκειμένου οι βιομηχανίες να αυξήσουν την παραγωγικότητα και την ποιότητα των προϊόντων και υπηρεσιών που προσφέρουν. Η ορολογία industry 4.0 περιγράφει την τέταρτη βιομηχανική επανάσταση η οποία ορίζεται ως η αφομοίωση νέων τεχνολογιών από τις βιομηχανίες , με σκοπό την καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών. Το industry 4.0 , όπως αναφέρεται παρακάτω , είναι αποτέλεσμα των προηγούμενων βιομηχανικών επαναστάσεων.

Η πρώτη βιομηχανική επανάσταση ξεκίνησε με την μηχανοποίηση των χειρωνακτικών εργασιών και την είσοδο των εργατών στα εργοστάσια. Η δεύτερη βιομηχανική επανάσταση έφερε τον ηλεκτρισμό και την παραγωγή μαζικών προϊόντων σε γραμμές παραγωγής και η τρίτη βιομηχανική επανάσταση αφορούσε την είσοδο των πληροφοριακών συστημάτων και την εμφάνιση του αυτοματισμού στις βιομηχανίες.[3]

Στην σημερινή εποχή βρισκόμαστε στο στάδιο μετάβασης από την τρίτη στην τέταρτη βιομηχανική επανάσταση με την είσοδο του διαδικτύου και άλλων συστημάτων που θα αναλύσουμε παρακάτω. Μερικές από τις καινοτόμες τεχνολογίες που χρησιμοποιεί το industry 4.0 είναι το internet of things (IoT) ,το Cloud based Manufacturing. Το smart factory είναι μία από τις βασικές εφαρμογές του Industry 4.0 που δημιουργήθηκε το 2011 [1] και περιγράφει τις εφαρμογές που αξιοποιούν οι βιομηχανίες . Επιπρόσθετα, το industry 4.0 περιλαμβάνει συστήματα τα οποία μπορούν αυτόνομα να λαμβάνουν σημαντικές αποφάσεις μέσω τεχνητής νοημοσύνης που για έναν άνθρωπο είναι εξαιρετικά δύσκολο να λάβει. Ακολουθώντας έτσι τα σύγχρονα πρότυπα οι οργανισμοί προτύπων αναπτύσσουν μοντέλα κοινά για όλες τις βιομηχανίες που θα επιφέρουν την είσοδο της βιομηχανικής επανάστασης 4.0.

Κατ' επέκταση το Industry 4.0 έχει αντίκτυπο τόσο στις από τις βιομηχανίες όσο και στους ίδιους τους πελάτες. Όλες οι τεχνολογίες και οι καινοτομίες που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη νέων προϊόντων , στο τέλος ωφελούν τους πελάτες που θα τα αγοράσουν. Η γνώμη τους πλέον έχει πολύ σημαντικό ρόλο και οι βιομηχανίες συντάσσουν στρατηγικές , με απώτερο στόχο την ικανοποίηση των αναγκών τους.

### 1.2 Ιστορική αναδρομή

#### 1.2.1 Πρώτη βιομηχανική επανάσταση - Μηχανοποίηση

Η πρώτη βιομηχανική επανάσταση ξεκίνησε το δεύτερο μισό του 18ου αιώνα(πρώτη περίοδος εκβιομηχάνισης) στην Μ. Βρετανία και στην συνέχεια εξαπλώθηκε στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ.[4] Βασικό στοιχείο ήταν η αύξηση του τότε πληθυσμού και η αστικοποίησή του. Εκείνη την εποχή όλες οι εργασίες εκτελούνταν χειρωνακτικά είτε ήταν αγροτικές , είτε αφορούσαν κατασκευές προϊόντων. Έτσι ,το 1784 με τον πληθυσμό να έχει ζήτηση για περισσότερα προϊόντα δημιουργήθηκαν οι πρώτες βιομηχανίες με μηχανήματα παραγωγής. Παράλληλα αυτήν την εποχή εισάγονται και οι πρώτες μηχανές ατμού και νερού και γίνεται χρήση νέων πρώτων υλών, κυρίως ανόργανων. Ο ατμός που τροφοδοτούσε τις μηχανές παραγόταν κυρίως

με τη χρήση κάρβουνου ή άλλων ανθράκων. Οι μηχανές ατμού εξαπλώθηκαν στην συνέχεια ευρύτερα τόσο στις αγροτικές δουλειές, όσο και στις θαλάσσιες και χερσαίες μεταφορές (σιδηρόδρομος).[5] Για πρώτη φορά οι μηχανές αντικαθιστούν τους εργάτες. Οι μηχανές ατμού εξαπλώθηκαν στην συνέχεια ευρύτερα, τόσο στις μεταφορές, όσο και στις αγροτικές δουλειές. Επομένως, οι άνθρωποι άρχισαν να παραγάγουν μεγαλύτερο όγκο προϊόντων επιφέροντας έτσι μεγάλες αλλαγές στον κόσμο.[4][5]

### 1.2.2 Δεύτερη βιομηχανική επανάσταση - Ηλεκτρικό ρεύμα

Η δεύτερη βιομηχανική επανάσταση ξεκίνησε στα τέλη του 19ου αιώνα (1870) και αφιερώνεται στην ανακάλυψη του ηλεκτρισμού. Η εφεύρεση του ηλεκτρικού ρεύματος οδήγησε σε νέες επιστημονικές ανακαλύψεις όπως το τηλέφωνο, το τηλεγράφημα, η ηλεκτρογεννήτρια κλπ. Ο ηλεκτρισμός σε συνδυασμό με την ανακάλυψη πετρελαίου προώθησαν την ανάπτυξη μεγάλων εργοστασίων. Χάρη αυτού οι βιομηχανίες αφομοίωσαν ηλεκτρικές μηχανές, οι οποίες αντικατέστησαν αυτές του ατμού που ήταν επιβλαβής τόσο για τους εργάτες όσο και για το περιβάλλον. [5] Οι ηλεκτρικές μηχανές ήταν πιο αποδοτικές και βοήθησαν στην μαζική παραγωγή προϊόντων. Επομένως όλο και περισσότεροι άνθρωποι μπορούσαν να αγοράσουν προϊόντα που άλλοτε ήταν δυσεύρετα ή ακριβά, κυρίως για την μεσαία και μικρή τάξη. Αυτή την εποχή πέρα από την Μεγάλη Βρετανία οι βιομηχανίες “ανθίζουν” και σε άλλες χώρες όπως η Γερμανία και η Αμερική.[6] Σημαντικό ρόλο για αυτήν την περίοδο είχε ο Henry Ford που ξεκίνησε την πρώτη παραγωγή αυτοκινήτων και φορτηγών.

### 1.2.3 Τρίτη βιομηχανική επανάσταση - Αυτοματισμός

Η τρίτη βιομηχανική επανάσταση συντελείται περί τα τέλη του 20ου αιώνα, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες εξαιρετικά καινοτόμες που άλλαξαν ριζικά τον τρόπο με τον οποίο οδεύουν οι βιομηχανίες μέχρι και σήμερα. Η Ιαπωνία και η Αμερική είναι υπεύθυνες για την δημιουργία των τρανζίστορ και των μικροτσιπ, τα οποία επιτρέπουν την δημιουργία σύνθετων υπολογιστικών συστημάτων. Πάνω σε αυτά τα συστήματα δημιουργήθηκαν λογισμικά τύπου CAD-CAM (computer aided design, computer aided manufacture) τα οποία επέτρεψαν στους ανθρώπους να δημιουργούν σχέδια στον υπολογιστή και να τα μεταφέρουν στις μηχανές, μειώνοντας έτσι τα περιθώρια λαθών και αυξάνοντας τις παραγωγικές δυνατότητες. Παράλληλα την εμφάνισή τους έκαναν τα πρώτα ρομπότ που εκτελούσαν δύσκολες, για τον άνθρωπο, εργασίες. Με την είσοδο του διαδικτύου βελτιώθηκαν οι επικοινωνιακές ικανότητες τόσο μεταξύ των ανθρώπων όσο και μεταξύ ανθρώπων - μηχανής.[7] Πλέον η επιχειρηματικότητα υπόκειται σε ψηφιακή διάσταση.

Οι πιο προηγμένες τηλεπικοινωνίες, η εφεύρεση του internet, οι υπηρεσίες web, το ασύρματο internet, οι ρομποτικές τεχνολογίες και δεκάδες άλλες εφαρμογές έφεραν τον κόσμο ένα βήμα πριν την 4η βιομηχανική επανάσταση ή αλλιώς industry 4.0, η οποία θα αναλυθεί εκτενώς στα επόμενα κεφάλαια. Παρακάτω ακολουθεί μια σχηματική αναπαράσταση των βιομηχανικών επαναστάσεων.



Εικόνα 1 : Αναπαράσταση βιομηχανικών επαναστάσεων

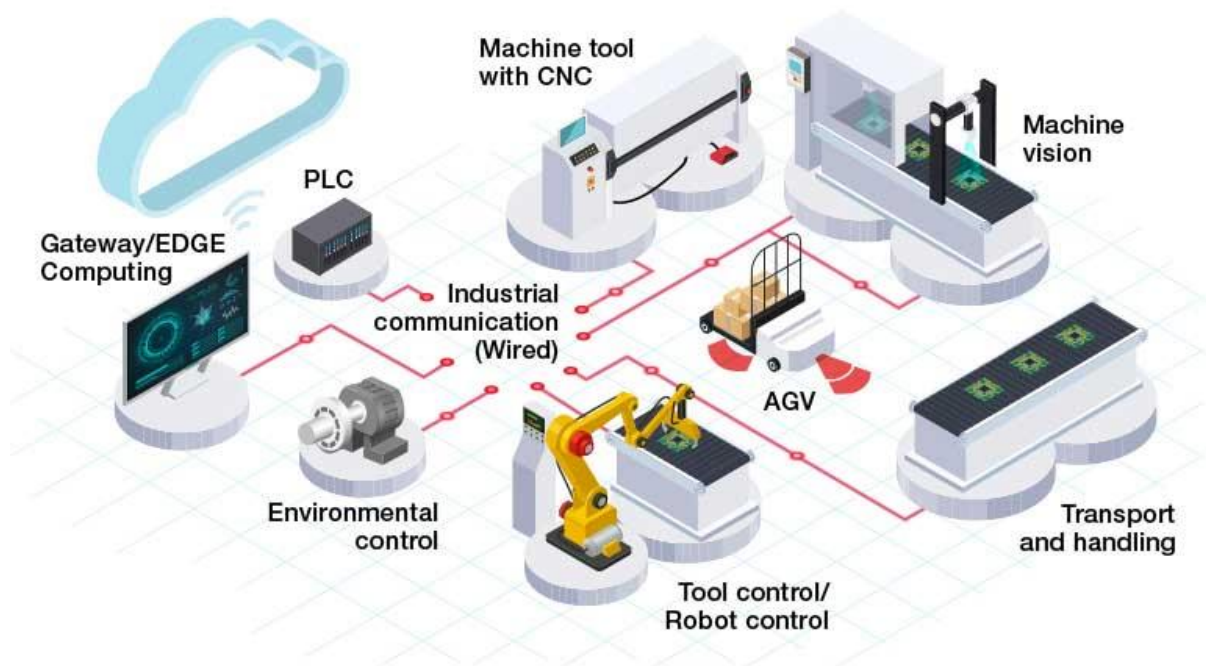
## 1.3 Industry 4.0

### 1.3.1 Ορισμός του industry 4.0

Η 4η βιομηχανική επανάσταση αποτελεί έναν σημαντικό μετασχηματισμό ως συνέχεια της 3ης βιομηχανικής επανάστασης. Ορίστηκε ως επανάσταση στην Γερμανία το 2011 λόγω των καινοτόμων τεχνολογιών που εισήγαγε. Μέχρι σήμερα συνεχίζεται η επένδυση στο industry 4.0 και επεκτείνεται εκτενώς και σε άλλες χώρες.

Το Industry 4.0 δεν αποτελεί μια καινούργια τεχνολογία, δηλαδή ένα καινούργιο κατασκευάσμα. Αντιθέτως δημιουργεί εφαρμογές χρησιμοποιώντας τα ήδη υπάρχον συστήματα. Καταφέρνει να συνδυάσει κυβερνοφυσικά συστήματα, το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) και το διαδίκτυο των συστημάτων [8], ώστε να οι βιομηχανίες να λαμβάνουν τις πληροφορίες που χρειάζονται και να τις μοιράζονται για να δημιουργήσουν νέα συστήματα. Για το λόγο αυτό δεν υπάρχει ένας συγκεκριμένος ορισμός που να μπορεί να περιγράψει το industry 4.0.

Θα μπορούσαμε να ορίσουμε το industry 4.0 ως την προσπάθεια των βιομηχανιών να αυξήσουν την παραγωγική τους ικανότητα με τη χρήση των καινοτόμων τεχνολογιών που τους προσφέρονται, διατηρώντας ωστόσο την ποιότητα των προϊόντων τους. Το industry 4.0 συμβάλει σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος, από την σχεδίαση του μέχρι και την παραγωγή του τελικού προϊόντος. Ένας άλλος τρόπος με τον οποίο θα μπορούσαμε να το ορίσουμε είναι η μεταφορά του φυσικού κόσμου στον ψηφιακό. Με την χρήση των digital twins επιτυγχάνεται η πλήρης μεταφορά ενός εργοστασίου με τα μηχανήματα του και όλες τις παραμέτρους που τα ακολουθούν στον υπολογιστή. Με αυτόν τον τρόπο όπου οι άνθρωποι μπορούν να τρέξουν προσομοιώσεις ή και να λάβουν απαραίτητες απαντήσεις σε δύσκολα προβλήματα που δεν θα μπορούσαν να επιλύσουν χωρίς την χρήση digital twins και μηχανικής μάθησης.



Εικόνα 2 : Αναπαράσταση βασικών τεχνολογιών που συμβάλλει το Industry 4.0

Προκειμένου να επιτευχθεί η ενσωμάτωσή του στα εργοστάσια ,το industry 4.0 έχει δημιουργήσει πολλά βοηθητικά εργαλεία και τεχνολογίες . Αρχικά η αξιοποίηση των κυβερνοφυσικών συστημάτων (CPS) δημιουργεί αυτόνομα συστήματα με χρήση αισθητήρων και μικροελεγκτών που επιτρέπουν την επικοινωνία των συστημάτων μεταξύ τους , ώστε να μπορούν να εκτελούνται ταυτόχρονα πολλές εργασίες σε μια γραμμή παραγωγής. Το IoT , το οποίο μοιράζεται τον ίδιο τρόπο δομής με τα κυβερνοφυσικά συστήματα , δημιουργεί δίκτυα επικοινωνίας τόσο μεταξύ των αισθητήρων με τους μικροελεγκτές, όσο και μεταξύ διαφορετικών μικροελεγκτών.

Το Industry 4.0 στηρίζεται πάνω στην ιδέα του έξυπνου συστήματος [10] αφού το βασικό του πλεονέκτημα είναι η αυτονομία που προσφέρει , μιας και τα συστήματα μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις με την βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης και να εκτελούν εργασίες μέσω των ενεργοποιητών. Ωστόσο, προκειμένου να λειτουργήσουν σωστά και να λάβουν τις κατάλληλες παραμέτρους τα συστήματα αυτά χρειάζονται ανθρώπους. Οι άνθρωποι είναι απαραίτητοι για τη δημιουργία, την εκπαίδευση, τον χειρισμό και την παραμετροποίηση αυτών των συστημάτων.

### 1.3.2 Πλεονεκτήματα και κίνδυνοι industry 4.0

Αδιαμφισβήτητα τα πλεονεκτήματα που προσφέρει το Industry 4.0 είναι πολλά : [20]

1. Επιτυγχάνεται μεγαλύτερη παραγωγικότητα με λιγότερους πόρους , καθώς η τεχνολογία βοηθάει τα μηχανήματα να δουλεύουν αποδοτικότερα και να παίρνουν έξυπνες αποφάσεις .
2. Τα μηχανήματα δεν χρειάζονται συνεχής επιτήρηση ,ούτε εξειδικευμένους επαγγελματίες, αφού μέσω της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης λαμβάνουν αποφάσεις και λειτουργούν αυτόνομα.

3. Πολλοί κλάδοι βιομηχανιών επωφελούνται και χρησιμοποιούν το industry 4.0 για να αυξήσουν την ποιότητα των προϊόντων τους ή να δημιουργήσουν νέα προϊόντα που άλλοτε ήταν αδύνατο.
4. Ο συνδυασμός των μηχανημάτων σε μια γραμμή παραγωγής γίνεται άμεσα με τη χρήση τεχνολογιών όπως το cloud. Μέσω της επικοινωνίας μπορούν να επιλυθούν αλυσιδωτά προβλήματα και να εκτελούνται άμεσα εργασίες μεταξύ των μηχανημάτων.
5. Το ανθρώπινο δυναμικό έχει πρόσβαση σε τεράστιους όγκους δεδομένων , όπου τους αξιοποιούν για να αυξήσουν την παραγωγικότητα τους.
6. Η ποιότητα των προϊόντων είναι καλύτερη μιας και οι μηχανές εκτελούν εργασίες με σταθερότητα σε κάθε προϊόν.
7. Δημιουργούνται έξυπνα προϊόντα που χρησιμοποιούνται σε απαιτητικά επαγγέλματα, όπως για παράδειγμα η ιατρική.
8. Τα κόστη για την κατασκευή των προϊόντων και της συντήρησης των βιομηχανιών είναι μικρότερα.
9. Επιτυγχάνεται η καλύτερη λήψη αποφάσεων μέσω των ψηφιακών διδύμων που δημιουργούν προσομοιώσεις των εργοστασίων.

Ωστόσο το Industry 4.0 για πολλούς φέρει και κάποια μειονεκτήματα :

1. Το industry 4.0 χρειάζεται μεγάλα κεφάλαια για να το αφομοιώσουν οι βιομηχανίες και δυστυχώς βιομηχανίες από μη αναπτυσσόμενες χώρες δεν μπορούν να συμβαδίσουν με τους κολοσσούς.
2. Το ανθρώπινο δυναμικό μειώνεται και άνθρωποι χάνουν τις δουλειές τους καθώς αντικαθίστανται από μηχανές που είναι ικανές να λαμβάνουν και να εκτελούν εργασίες αυτόνομα.
3. Χώρες που εκτελούσαν εργασίες μέχρι τώρα όπως η Κίνα και η Ταϊβάν , δεν θα προσλαμβάνονται από τρίτες χώρες, αφού χώρες όπως η Αμερική και η Αγγλία θα είναι ικανές να δημιουργήσουν δικές τους βιομηχανίες με πολύ μικρά κόστη.[20]
4. Οι αλγόριθμοι και τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης (AI) που χρησιμοποιούνται στο Industry 4.0 μπορούν να είναι μεροληπτικά εάν τα δεδομένα στα οποία εκπαιδεύονται είναι προκατειλημμένα. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε άδικα αποτελέσματα, ειδικά σε τομείς όπως οι αποφάσεις προσλήψεων ή πιστώσεων. Οι οργανισμοί πρέπει να έχουν επίγνωση αυτής της πιθανής μεροληψίας και να λάβουν μέτρα για να την μετριάσουν.
5. Οι τεχνολογίες του Industry 4.0 μπορούν να έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ειδικά σε τομείς όπως η κατανάλωση ενέργειας και τα απόβλητα. Οι επιχειρήσεις πρέπει να λάβουν υπόψη τους τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των λειτουργιών τους και να λάβουν μέτρα για να τις ελαχιστοποιήσουν.

Συνολικά, το Industry 4.0 έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση στη διαδικασία παραγωγής, επιτρέποντας στις επιχειρήσεις να γίνουν πιο αποτελεσματικές, ευέλικτες και ανταγωνιστικές. Ωστόσο, για να συνειδητοποιήσουν πλήρως αυτά τα οφέλη, οι εταιρείες

πρέπει να είναι πρόθυμες να επενδύσουν στην απαραίτητη τεχνολογία και στο ταλέντο και να ξεπεράσουν τις προκλήσεις που συνδέονται με αυτόν τον μετασχηματισμό.

### 1.3.3 Industry 4.0 στην βιομηχανία και βασικά χαρακτηριστικά

Το industry 4.0 για της βιομηχανίες συμβάλει στην γεφύρωση του χάσματος που δημιουργείται μεταξύ της πληροφορίας και την μετατροπή της σε ενέργειες. Στην σημερινή εποχή ο όγκος δεδομένων που κατέχουν οι βιομηχανίες είναι μεγαλύτερος από αυτόν που μπορούν να διαχειριστούν. Επομένως το Industry 4.0 έρχεται με τις μεθόδους του να μετατρέψει και να ξεχωρίσει τις σημαντικές πληροφορίες σε χρήσιμα δεδομένα όπου μπορούν να εκμεταλλευτούν οι βιομηχανίες για την δημιουργία προϊόντων. [11] Η διαχείριση αυτών των δεδομένων (big data) βοηθάει επίσης στην πρόβλεψη σημαντικών ενεργειών , όπως τους χρόνους συντήρησης και λειτουργίας ή ακόμα και διόρθωση βλαβών. Ένα ακόμα μέσω διαχείρισης δεδομένων και συστημάτων απομακρυσμένα είναι το cloud computing που θα αναλύσουμε παρακάτω.

Επιπρόσθετα συμβάλλουν στην αντιμετώπιση σφαλμάτων από τους ανθρώπους , καθώς μπορούν να διαχειριστούν εργασίες με ακρίβεια και λεπτομέρεια. [12] Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι εργασίες βαφής όπου το ανθρώπινο χέρι δεν μπορεί να παρέχει ακρίβεια ενώ μέσω τεχνητής νοημοσύνης , ένα ρομπότ μπορεί να προσδιορίσει ακριβώς των όγκο χρώματος και την σωστή τοποθέτηση του.

Για να γίνει σωστή χρήση των τεχνολογιών του industry 4.0 πρέπει οι βιομηχανίες να ακολουθήσουν 4 βασικά χαρακτηριστικά [15]:

#### 1. Έξυπνος χειριστής (Smart operator)

Τα συστήματα του industry 4.0 αναλαμβάνουν ρόλο χειριστή μέσω τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης. Αρχικά συλλέγουν τα δεδομένα τους μέσω των αισθητήρων και στην συνέχεια με χρήση της τεχνητής νοημοσύνης δίνουν σήμα στους κατάλληλους ενεργοποιητές. Επιπλέον οι έξυπνοι αυτοί χειριστές μπορούν να διαγνώσουν σφάλματα και να εφαρμόσουν άμεσα λύσεις στα προβλήματα. Σε άλλες περιπτώσεις θα άναβε ένας λαμπτήρας ένδειξης σφάλματος και κάποιος άνθρωπος θα έπρεπε να καταλάβει τι είδους σφάλμα είναι , στερώντας του πολύτιμο χρόνο.

#### 2. Έξυπνα προϊόντα (Smart products)

Στην αναζήτηση συνεχούς βελτίωσης των προϊόντων (στα ιαπωνικά ονομάζεται Kaizen) , τα έξυπνα προϊόντα έχουν την δυνατότητα να συλλέγουν δεδομένα αυτόματα με χρήση αισθητήρων. Κάθε προϊόν μπορεί να συλλέγει ξεχωριστά δικά του δεδομένα , γλυτώνοντας έτσι τους ανθρώπους από την χειρωνακτική συλλογή δεδομένων , και επίσης τα δεδομένα έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια. Ένα παράδειγμα στην Γερμανία είναι ότι σε μία γραμμή παραγωγής τα προϊόντα που παράγονταν είχαν ξεχωριστές ανωμαλίες το κάθε ένα πάνω του και με χρήση της τεχνολογίας των έξυπνων προϊόντων κάθε ένα προϊόν ξεχωριστά επικοινωνούσε με τα μηχανήματα δίνοντας τους τις κατάλληλες παραμέτρους για εξάλειψη όλων των ανωμαλιών. Έτσι με τέτοιου είδους τεχνολογίες μειώνονται τα ελαττωματικά προϊόντα και αυξάνεται η παραγωγικότητα και η ποιότητα της επιχείρησης.



### 3. Έξυπνες μηχανές (Smart machines)

Όλες οι μηχανές πρέπει να ενσωματώνουν εξαρτήματα τα οποία μπορούν να αναγνωριστούν μέσω λογισμικών (π.χ. QR codes) ώστε να γίνεται η εύκολη επιδιόρθωσή τους. Θα πρέπει επιπλέον οι μηχανές να είναι ευέλικτες, χρησιμοποιώντας τυποποιημένες διεπαφές οι οποίες μπορούν να αναδιαμορφωθούν σε νέες γραμμές παραγωγής.

### 4. Έξυπνος προγραμματιστής (smart planner)

Για να γίνει σωστός συγχρονισμός μεταξύ των μηχανών σε μια γραμμή παραγωγής θα πρέπει όλοι οι χρόνοι να είναι τέλεια οργανωμένοι. Για αυτό τον λόγο οι βιομηχανίες πρέπει να χρησιμοποιήσουν ειδικά λογισμικά που τους επιτρέπουν τον πλήρη έλεγχο και συντονισμό όλων των μηχανών. Έτσι μειώνονται οι νεκροί χρόνοι των μηχανημάτων, αυξάνοντας την παραγωγικότητα αλλά και μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας ή αξιοποιώντας το μέγιστο από όλα τα μηχανήματα. Όλες αυτές οι ρυθμίσεις του χρόνου μπορούν να αφομοιωθούν από τις μηχανές, οι οποίες θα καταφέρουν να δουλεύουν και να επικοινωνούν μεταξύ τους αυτόνομα.

#### 1.3.4 Σχεδιαστικές αρχές ενός συστήματος industry 4.0

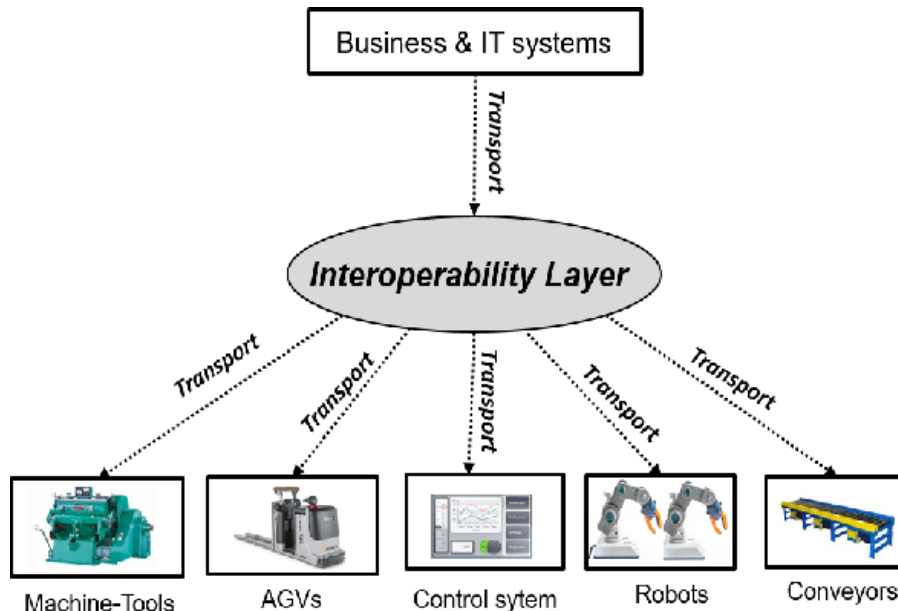
Οι τεχνολογίες του Industry 4.0 αποτελούν πλέον σημαντικό μέρος των βιομηχανιών αφού οι εξελίξεις είναι ραγδαίες στους τομείς του cloud computing, της τεχνητής νοημοσύνης και γενικώς των έξυπνων συσκευών. Πολλές επιχειρήσεις ωστόσο προσπαθούν να εφαρμόσουν τις νέες αυτές τεχνολογίες μεμονωμένα, περιορίζοντας τις δυνατότητες του Industry 4.0. Η σωστή ενσωμάτωση αυτής της τεχνολογίας βασίζεται σε επιχειρήσεις οι οποίες μπορούν να σχεδιάσουν σωστά συστήματα, έχοντας υπόψη τους τους τομείς όπου η τεχνολογία μπορεί να βελτιστοποιήσει όλα τα στάδια μια παραγωγής και βοηθώντας τους υπαλλήλους να έχουν την καλύτερη δυνατή απόδοση.

Οι επιστήμονες για αυτό τον λόγο ανέλυσαν και υιοθέτησαν τις αρχές ενός συστήματος Industry 4.0. Αυτές οι αρχές είναι 6 και θα αναλυθούν παρακάτω [8]:

#### 1. Interoperability / Διαλειτουργικότητα

Με τον όρο διαλειτουργικότητα εννοούμε την ικανότητα αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας τόσο μεταξύ ανθρώπου μηχανής, όσο και μεταξύ των μηχανών. Αυτή η ικανότητα είναι πάρα πολύ σημαντική σε μία βιομηχανία προκειμένου τα δεδομένα (big data) να μπορούν να διαμοιραστούν και να επεξεργαστούν από όλους και όλα, ώστε να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα και η παραγωγική διαδικασία. Η διαλειτουργικότητα περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον, από τον άνθρωπο, τις μηχανές μέχρι και τα ίδια τα προϊόντα και τα συστήματα ασφαλείας. Όλα πρέπει να επικοινωνούν για την εύρυθμη λειτουργικότητα ενός εργοστασίου.

Για να συμβεί η διαλειτουργικότητα πρέπει να υπάρχει συνδεσιμότητα , χρησιμοποιώντας το cloud computing για αποθήκευση και μετάδοση δεδομένων. Επίσης χρειάζεται να ξεκινήσουν την ενσωμάτωση σε συστήματα ανοικτού κώδικα , όπως το linux , android , arduino κ.α. Ενσωματώνοντας όλα αυτά οι βιομηχανίες έχουν την δυνατότητα να ανταλλάσσουν πληροφορίες και συστήματα από τρίτους με ελάχιστο κόστος.



Εικόνα 3 : Σχηματική αναπαράσταση της διαλειτουργικότητας

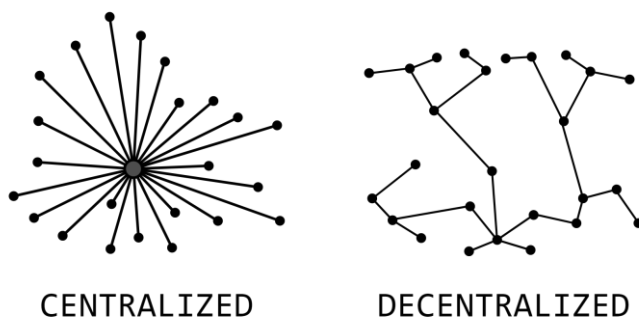
## 2. Virtualisation / Εικονοποίηση

Με τον όρο εικονοποίηση εννοούμε την μεταφορά του φυσικού περιβάλλοντος στο ψηφιακό. Η εικονοποίηση δημιουργεί το περιβάλλον της βιομηχανίας , προσομοιώνοντας το με χρήση του ψηφιακού “διδύμου” του. Τα ψηφιακά δίδυμα χρησιμοποιούν τους αισθητήρες του φυσικού περιβάλλοντος ώστε να έχουν πλήρη εικόνα όλων των παραμέτρων. Εκτελούν σενάρια προσομοίωσης ώστε να απαντήσουν στην ερώτηση “τι θα γινόταν εάν” . Με αυτό εννοούμε ότι μπορούν για παράδειγμα να προσομοιώσουν την είσοδο ενός καινούργιου μηχανήματος στην γραμμή παραγωγής δίνοντας έτσι αποτελέσματα όπως ο χρόνος ολοκλήρωσης , η ποιότητα κατασκευής ή και τα πιθανά σφάλματα που μπορεί να προκύψουν. Μπορούν ακόμη οι βιομηχανίες με την χρήση της εικονοποίησης να αναλύσουν την κατανάλωση φυσικών πόρων για ένα προϊόν. Τα ψηφιακά δίδυμα θα αναλυθούν περαιτέρω στην συνέχεια.

### 3. Decentralisation / Αποκέντρωση

Η αποκέντρωση αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό του industry 4.0. Παραδοσιακά οι βιομηχανίες οργάνωναν τις αποφάσεις τους και την οργάνωση τους , σε μία κεντρική τοποθεσία. Με την χρήση αισθητήρων IoT και άλλων τεχνολογιών αυτό έχει αλλάξει και οι βιομηχανίες αποκεντρώνονται δημιουργώντας πολλούς κόμβους.

Επομένως οι επιχειρήσεις εδώ και χρόνια μεταφέρουν τα υπολογιστικά συστήματα τους σε μεμονωμένα μηχανήματα και όχι σε κεντρικές υπολογιστικές μονάδες. Με αυτό τον τρόπο έχουν μεγαλύτερη ευελιξία και επεκτασιμότητα. Μια χαρακτηριστική μορφή αποκέντρωσης είναι το cloud καθώς και η αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων εργασιών.



Εικόνα 4 : Διαφορά μεταξύ Αποκέντρωσης και συγκέντρωσης σε ένα σημείο

### 4. Real-time capability / Δυνατότητα λειτουργίας σε πραγματικό χρόνο

Με την δυνατότητα λειτουργίας σε πραγματικό χρόνο εννοούμε την λήψη και την πραγματοποίηση αποφάσεων άμεσα σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Αυτό δίνει την δυνατότητα στις βιομηχανίες και στα μηχανήματα τους να πραγματοποιούν αλλαγές και να διορθώνουν αστοχίες την ίδια στιγμή. Στις μέρες μας με όπου οι αισθητήρες υπάρχουν σε αφθονία , τόσο σε ποσότητα όσο και στην ποικιλία τους , οι βιομηχανίες έχουν πρόσβαση σε πολλά δεδομένα που τους επιτρέπουν να βελτιστοποιούν τις δραστηριότητες τους .

### 5. Service orientation / Προσανατολισμός εξυπηρέτησης

Με την δυνατότητα λειτουργίας σε πραγματικό χρόνο , λόγω του μεγάλου όγκου δεδομένων , οι βιομηχανίες ανταποκρίνονται αποτελεσματικότερα στις ανάγκες των πελατών. Επικεντρώνονται στις ανάγκες του πελάτη και στις προτιμήσεις του. Αυτό τις βοηθά να προσφέρουν εξατομικευμένες υπηρεσίες στους πελάτες και επομένως οι βιομηχανίες δίνουν έμφαση και στις υπηρεσίες εξυπηρέτησης πελατών εκτός από την

παραγωγή προϊόντων. Τέτοιες υπηρεσίες μπορεί να είναι η δημιουργία προσαρμοσμένων προϊόντων.

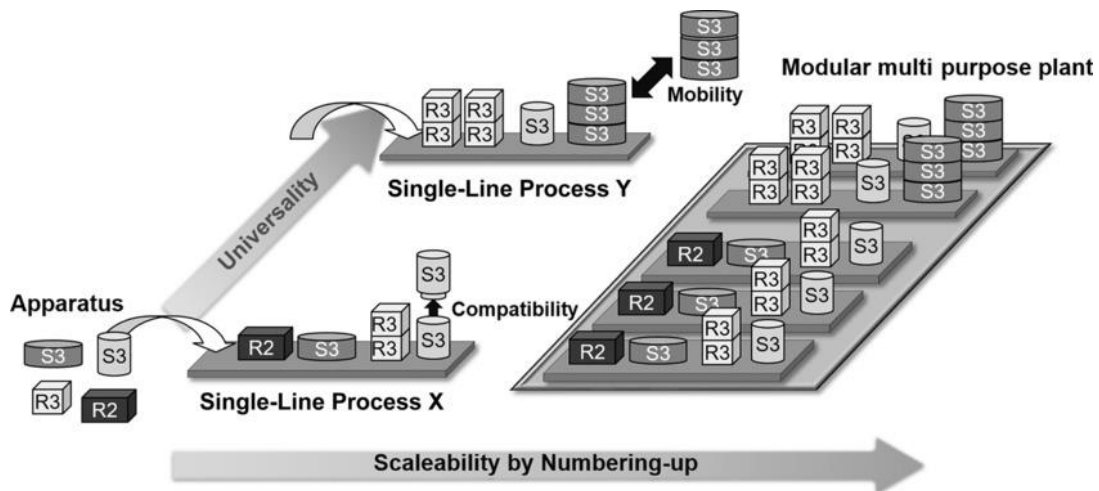
Άλλο ένα πλεονέκτημα είναι η εξελιγμένη συνεργατικότητα και επικοινωνία. Οι βιομηχανίες δουλεύοντας στενά με τους πελάτες δημιουργούν δυνατές σχέσεις που τους επιτρέπουν την κατανόηση , από την μεριά του πελάτη , οδηγώντας στην δημιουργία ποιοτικότερων προϊόντων.

## 6. Modularity / Αρθρότητα

Το industry 4.0 χρειάζεται ευελιξία προκειμένου τα έξυπνα εργοστάσια να μπορούν να εκτελούν σύνθετες εργασίες. Μια γραμμή παραγωγής χρειάζεται πολλά μηχανήματα για να λειτουργήσει. Με τον όρο modularity εννοούμε ότι σε περίπτωση που χρειάζεται να αλλάξει οτιδήποτε στην γραμμή παραγωγής , δεν θα επηρεαστεί από αυτή την αλλαγή. Για παράδειγμα αν αντικαταστήσουμε ένα μηχάνημα για ένα πιο σύγχρονο ή κάποιο μηχάνημα πάθει βλάβη , η γραμμή παραγωγής δεν θα επηρεαστεί από αυτές τις αλλαγές.

Επιπρόσθετα , αναφέρεται στο σχεδιασμό και την παραγωγή προϊόντων που προσφέρουν διαφορετικές λειτουργίες , επιτρέποντας καλύτερη ευελιξία και επεκτασιμότητα. Το Modularity χρησιμοποιείται επίσης από τις βιομηχανίες προκειμένου να δημιουργηθούν γραμμές παραγωγής που προσαρμόζονται από τις ανάγκες των πελατών και τις διαφοροποιήσεις της αγοράς. Με το “σπάσιμο” της γραμμής παραγωγής σε πολλαπλά στάδια , τα προϊόντα που παράγονται θα είναι ποιοτικότερα και οι γραμμές παραγωγής αποδοτικότερες με λιγότερα κόστη λειτουργίας.

Η διαδικασία αυτή επιτρέπει την πλήρη παραμετροποίηση ενός εργοστασιακού περιβάλλοντος , και στην σύγχρονη εποχή οι βιομηχανίες τείνουν να την αξιοποιούν όλο και περισσότερο , στις αυξανόμενες και απαιτητικές ανάγκες των προϊόντων.



Εικόνα 5 : Σχηματική αναπαράσταση του όρου Modularity

### 1.3.5 Στρατηγικές για την υιοθέτηση του industry 4.0

Οι βιομηχανίες μπορούν να υιοθετήσουν το Industry 4.0 αναπτύσσοντας στρατηγικές που ευθυγραμμίζονται με τις ανάγκες της επιχείρησής τους. Ακολουθούν ορισμένες στρατηγικές για την επιτυχή εφαρμογή του Industry 4.0:

- **Καθορίζουν σαφείς στόχους :** Είναι σημαντικό να ορίζουν σαφείς στόχους πριν ξεκινήσει ένας μετασχηματισμός του Industry 4.0. Αυτό περιλαμβάνει τον εντοπισμό των περιοχών της επιχείρησης που χρειάζονται βελτίωση και τον καθορισμό των συγκεκριμένων τεχνολογιών και διαδικασιών που θα εφαρμοστούν.
- **Επένδυση στις σωστές τεχνολογίες:** Οι επιχειρήσεις πρέπει να επενδύσουν στις σωστές τεχνολογίες που θα τις βοηθήσουν να επιτύχουν τους στόχους τους Industry 4.0. Αυτό περιλαμβάνει τεχνολογίες όπως το Internet of Things (IoT), την Τεχνητή Νοημοσύνη (AI), και το Big Data Analytics.
- **Δημιουργία ενός εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού:** Ένα εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχία των πρωτοβουλιών του Industry 4.0. Οι οργανισμοί πρέπει να επενδύσουν σε προγράμματα κατάρτισης για να εξασφαλίσουν ότι οι υπάλληλοι τους έχουν τις απαραίτητες δεξιότητες για να εργαστούν με νέες τεχνολογίες και διαδικασίες.
- **Σταδιακή προσέγγιση:** Η υλοποίηση του Industry 4.0 είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό και εκτέλεση. Οι επιχειρήσεις θα πρέπει να εξετάσουν το ενδεχόμενο εφαρμογής μιας σταδιακής προσέγγισης για να αποφύγουν τη συντριβή των εργαζομένων τους και να εξασφαλίσουν ότι μπορούν να χειριστούν τις αλλαγές.
- **Πλαίσιο διακυβέρνησης δεδομένων:** Τα δεδομένα αποτελούν βασικό στοιχείο του Industry 4.0. Οι οργανισμοί πρέπει να αναπτύξουν ένα ισχυρό πλαίσιο διακυβέρνησης δεδομένων που να περιλαμβάνει πολιτικές συλλογής, αποθήκευσης, ανάλυσης και χρήσης δεδομένων.
- **Ενίσχυση των συνεργασιών:** Οι συνεργασίες είναι απαραίτητες για την επιτυχία του Industry 4.0. Οι οργανισμοί θα πρέπει να εξετάσουν το ενδεχόμενο συνεργασίας με προμηθευτές τεχνολογίας, πανεπιστήμια και άλλους παράγοντες του κλάδου για να αποκτήσουν πρόσβαση στις πιο πρόσφατες τεχνολογίες και τεχνογνωσίες.
- **Παρακολούθηση και μέτρηση της προόδου:** Είναι σημαντικό να παρακολουθείται και να μετράται η πρόοδος του Industry 4.0. Οι επιχειρήσεις θα πρέπει να καθιερώνουν μετρήσεις για να παρακολουθούν την επιτυχία των πρωτοβουλιών τους και να χρησιμοποιούν τα δεδομένα για να βελτιώνουν συνεχώς τις παραγωγικές διαδικασίες τους.

### 1.3.6 Ρυθμιστικές πολιτικές εξαιτίας των τεχνολογιών του Industry 4.0

Η εμφάνιση του Industry 4.0 έχει θέσει ρυθμιστικές και πολιτικές επιπτώσεις για τις βιομηχανίες και τις κυβερνήσεις.[103]

Το Industry 4.0 περιλαμβάνει τη συλλογή, αποθήκευση και ανάλυση τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων. Αυτό εγείρει ανησυχίες σχετικά με την προστασία των προσωπικών και ευαίσθητων δεδομένων. Κανονισμοί όπως ο Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων (GDPR) στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν θεσπιστεί για την αντιμετώπιση αυτών των ανησυχιών. [103] Ακόμη Το Industry 4.0 περιλαμβάνει τη χρήση διασυνδεδεμένων συστημάτων και δικτύων, τα οποία είναι ευάλωτα σε επιθέσεις στον κυβερνοχώρο. Πρέπει να θεσπιστούν ρυθμιστικά μέτρα και πολιτικές για τη διασφάλιση της ασφάλειας των υποδομών ζωτικής σημασίας και την προστασία από απειλές στον κυβερνοχώρο. Πολύ σημαντικό είναι οι κυβερνήσεις και οι βιομηχανίες να συνεργαστούν για να δημιουργήσουν πολιτικές και προγράμματα για την επανειδίκευση των εργαζομένων και την υποστήριξη της μετάβασης σε θέσεις εργασίας. Με τον πολλαπλασιασμό των νέων τεχνολογιών, υπάρχει ανάγκη για πρότυπα για να διασφαλιστεί ότι διαφορετικά συστήματα και συσκευές μπορούν να συνεργάζονται απρόσκοπτα. [103] Οι ρυθμιστικοί φορείς μπορούν να διαδραματίσουν ρόλο στην προώθηση και την επιβολή αυτών των προτύπων.

Οι ρυθμιστικές και πολιτικές επιπτώσεις του Industry 4.0 είναι πολύπλοκες και πολύπλευρες. Είναι σημαντικό για τις κυβερνήσεις και τις βιομηχανίες να συνεργαστούν για να αντιμετωπίσουν αυτές τις προκλήσεις και να διασφαλίσουν ότι αυτές οι αναδυόμενες τεχνολογίες αναπτύσσονται με ηθικό, υπεύθυνο και βιώσιμο τρόπο.

## Κεφάλαιο 2ο - Τεχνολογίες του Industry 4.0

### 2.1 Κυβερνοφυσικά συστήματα

Η σημερινή βιομηχανία υπόκειται σε μεγάλες αλλαγές σε σχέση με τις παραδοσιακές βιομηχανίες. [21] Πλέον εκτός από την πώληση φυσικών προϊόντων, οι βιομηχανίες ανταγωνίζονται και στην παροχή υπηρεσιών. Για να προσφέρουν ωστόσο τις υπηρεσίες τους στηρίζονται και σε μηχανήματα τα οποία δουλεύουν αδιάκοπα πολλές ώρες. Αυτά τα μηχανήματα συχνά παρουσιάζουν βλάβες τις οποίες οι αναγνωρίζουν μέσω των αισθητήρων. Προκειμένου οι βιομηχανίες να λύνουν τέτοιου είδους προβλήματα και να προσφέρουν καλύτερη εξυπηρέτηση στον πελάτη, χρησιμοποιούν τεχνολογίες κυβερνοφυσικών συστημάτων (CPS).

Ας ορίσουμε όμως τα κυβερνοφυσικά συστήματα. Τα κυβερνοφυσικά συστήματα που χρησιμοποιούνται στο industry 4.0 έχουν ως σκοπό την δημιουργία συνδέσεων μεταξύ φυσικού και ψηφιακού κόσμου.[21] Παλαιότερα οι άνθρωποι έπρεπε χειροκίνητα να ρυθμίζουν και να συγχρονίζουν μεταξύ τους τις μηχανές. Πλέον τα συστήματα CPS προσφέρουν αυτόνομη δικτύωση μεταξύ των συστημάτων, εφαρμόζοντας καινοτόμες τεχνολογίες και αξιοποιώντας δεδομένα από τους αισθητήρες και από τα data bases των βιομηχανιών.

Παρακάτω ακολουθεί ένας πίνακας που περιγράφει τις προσφορές των συστημάτων CPS στις επιχειρήσεις βιομηχανικών υπηρεσιών. [21]

Προσφορές στην βιομηχανία	Περιγραφή
Καλύτερος μηχανικός εξοπλισμός με χρήση δεδομένων	Τα δεδομένα που εξάγονται από τον βιομηχανικό εξοπλισμό μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μελλοντικές εκδόσεις του.
Βελτιστοποίηση του εξοπλισμού	Η λειτουργίες του εξοπλισμού των βιομηχανιών μπορούν να βελτιστοποιηθούν με χρήση ιστορικών δεδομένων.
Απομακρυσμένος έλεγχος	Μέσω των λειτουργιών των συστημάτων CPS και των πληροφοριών που κατέχουν , μπορεί να γίνει χειροκίνητα απομακρυσμένος έλεγχος , από ειδικούς σέρβις.
Πρόβλεψη δραστηριοτήτων	Μέσω της συλλογής δεδομένων , τα CPS μπορούν να χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη ορισμένων δραστηριοτήτων. Τα συστήματα για παράδειγμα μπορούν να αναγνωρίζουν πότε θα επέλθει η φθορά και πότε θα χρειαστεί συντήρηση.
Απομακρυσμένη διάγνωση και διόρθωση	Πολλές φορές τα μηχανήματα πέρα από μηχανικές βλάβες παρουσιάζουν και βλάβες λογισμικού ή απαιτούν ενημέρωση συστήματος. Εξειδικευμένο προσωπικό μπορεί να παρέχει απομακρυσμένη διόρθωση και λύση προβλημάτων μειώνοντας έτσι έξοδα μετακίνησης υπαλλήλων καθώς και εξοικονομώντας σημαντικό χρόνο.
Βελτίωση υπηρεσιών	Τα βιομηχανικά CPS μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την βελτιστοποίηση των υπηρεσιών εξυπηρέτησης , όπως δραστηριότητες εποπτείας. Οι εργασίες μπορούν να

	εκτελούνται γρήγορα και πιο αποτελεσματικά.
Υπηρεσίες πληροφοριών και δεδομένων	Τα δεδομένα που έχουν οι βιομηχανίες είναι πάρα πολλά. Μπορούν να αξιοποιηθούν με διάφορους τρόπους , όπως η αξιοποίηση από την ίδια την βιομηχανία ή η πώληση σε τρίτες επιχειρήσεις.

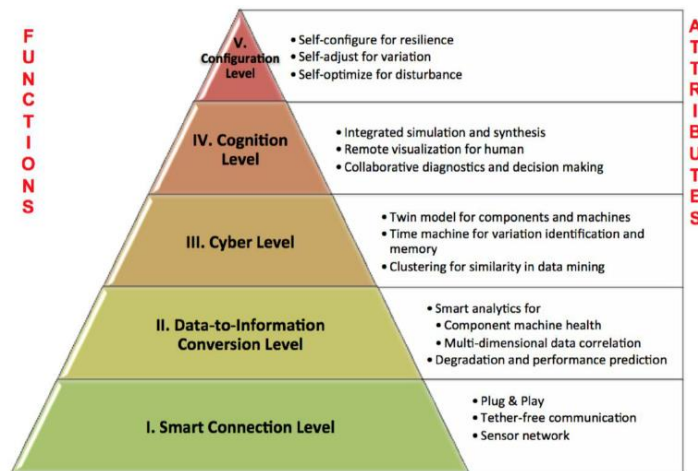
Πίνακας 1 : Προσφορές CPS στην βιομηχανία

Η δομή του CPS αποτελείται από 5 επίπεδα και ονομάζεται αρχιτεκτονική 5C. Στην αρχιτεκτονική αυτή υπάρχουν 2 κύρια επίπεδα , η προηγμένη συνδεσμικότητα και το επίπεδο της ανάλυσης έξυπνων δεδομένων.[22] Το 5C γενικώς αποτελείται από :

1. Προηγμένη συνδεσμικότητα : Τα μηχανήματα των βιομηχανιών αποτελούνται από αισθητήρες , ενεργοποιητές και συστήματα τεχνητής νοημοσύνης τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους για να μεταφέρουν γρήγορα και αποτελεσματικά δεδομένα . Μέσω αυτής της συνδεσμικότητας επιτυγχάνεται η ποιοτική και αποδοτική παραγωγή προϊόντων.
2. Μετατροπή δεδομένων σε πληροφορία : Τα μηχανήματα παράγουν συνεχώς δεδομένα και παραμέτρους μέσω των αισθητήρων. Αυτά τα δεδομένα αποθηκεύονται στα συστήματα της βιομηχανίας (π.χ. μέσω cloud). Ωστόσο λόγω της πληθώρας των δεδομένων και των αισθητήρων πολλά συσσωρεύονται περισσότερα δεδομένα από όσα χρειάζονται οι βιομηχανίες . Σε αυτό το επίπεδο λοιπόν γίνεται ο διαχωρισμός των δεδομένων και η μετατροπή των χρήσιμων σε πληροφορία , με χρήση ειδικών λογισμικών. Τα δεδομένα αυτά συμβάλλουν στην καλύτερη λήψη αποφάσεων.
3. Κυβερνοχώρος : Σε αυτό το επίπεδο γίνεται χρήση των ψηφιακών διδύμων , δηλαδή η μεταφορά του φυσικού βιομηχανικού περιβάλλοντος στον ψηφιακό κόσμο. Γίνεται αξιοποίηση όλων των δεδομένων που εξάγονται από τους αισθητήρες και αναλύονται ώστε να μπορούν να προσφέρουν προσομοιώσεις που θα βοηθήσουν τις βιομηχανίες να αποδώσουν όλες τις παραμέτρους ενός εργοστασίου και να “πειραματιστούν” δοκιμάζοντας αλλαγές στο σύστημα. Δηλαδή επιτρέπουν την πλήρη παρακολούθηση ψηφιακά , τόσο σε πραγματικό χρόνο , όσο και σε επίπεδο μελλοντικών αλλαγών.



4. Γνωστική λειτουργία : Σε αυτό το επίπεδο έρχεται η τεχνολογία της τεχνητής νοημοσύνης μέσω μηχανικής μάθησης. Τα συστήματα που χρησιμοποιούν οι βιομηχανίες είναι ικανά να λάβουν σημαντικές και σύνθετες αποφάσεις. Επίσης οι αποφάσεις αυτές επεξεργάζονται και δημιουργούνται πολύ ταχύτερα σε αντίθεση με έναν άνθρωπο , που πολλές φορές δεν μπορεί καν να εξάγει αποτέλεσμα λόγω της συνθετότητας των δεδομένων. Η ταχύτητα αυτή μπορεί ακόμη να προλάβει έκτακτες καταστάσεις κινδύνου.
5. Παραμετροποίηση : Τα συστήματα των βιομηχανικών εξοπλισμών , μπορούν να εκτελούν περισσότερες από μία εργασίες. Πλέον τα συστήματα αυτά έχουν αυτονομία και μπορούν να αλλάζουν τις παραμέτρους τους ανάλογα τις εργασίες που εκτελούν. Για παράδειγμα ένα μηχάνημα μπορεί να κάνει χρήση εξαρτημάτων συγκόλλησης και βιδώματος , και μέσω της αυτονομίας του μπορεί να ρυθμίζει παραμέτρους όπως η κλήση , η μεταφορά ρεύματος κ.α.



Εικόνα 6 : Τα 5C των κυβερνοφυσικών συστημάτων

Χαρακτηριστικό παράδειγμα χρήσης κυβερνοφυσικών συστημάτων πάνω σε ένα μηχάνημα , είναι τα CNC. [22] Τα συγκεκριμένα μηχανήματα πραγματοποιούν πολλούς συνδυασμούς κεφαλών για την αποκοπή μετάλλων καθώς και πολλές παραμέτρους ανάλογα την γεωμετρία του υλικού. Με χρήση κυβερνοφυσικών συστημάτων και των επιπέδων 5C τα CNC δουλεύουν αυτόνομα , προσφέροντας έξυπνα εργαλεία για την απλοποίηση των εργασιών.

## 2.2 Διαδίκτυο των πραγμάτων - Internet of Things (IoT)

Το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) είναι το δίκτυο όλων των βιομηχανικών εξαρτημάτων , όπως αισθητήρες , όργανα μέτρησης και άλλα ηλεκτρονικά. [24] Το IoT προσφέρει σε αυτά τα εξαρτήματα ανταλλαγή και συλλογή δεδομένων. Επίσης προσφέρει την έλεγχο αντικειμένων με απόσταση καθώς και τον έλεγχο τους. Το Ιοt είναι σε θέση να αλληλεπιδρά χωρίς ανθρώπους. θα μπορούσαμε να το ορίσουμε ως ένα σύνολο συνδεδεμένων συσκευών που είναι μοναδικές στον κυβερνοχώρο.[24]

## 2.2.1 Επεξήγηση και χρήσεις IoT

Το IoT είναι ικανό να ενοποιήσει όλα τα εξαρτήματα και τις διεπαφές κάτω από ένα κοινό δίκτυο. Βασίζεται σε αισθητήρες και σε δίκτυα όπως το 5G , WLAN , WiFi , Bluetooth , zigbee , z wave κ.α.

Με την χρήση όλων αυτών των δικτύων και των διεπαφών , εμπεριέχεται κίνδυνος για υποκλοπή δεδομένων από τρίτους. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το IoT χρησιμοποιεί πρωτόκολλα ασφαλείας που επιτρέπουν την κωδικοποίηση και την ασφαλή μεταχείριση των δεδομένων σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον. Ενδεικτικά κάποια από τα πρωτόκολλα επικοινωνίας είναι το WPS2 και WPS3.

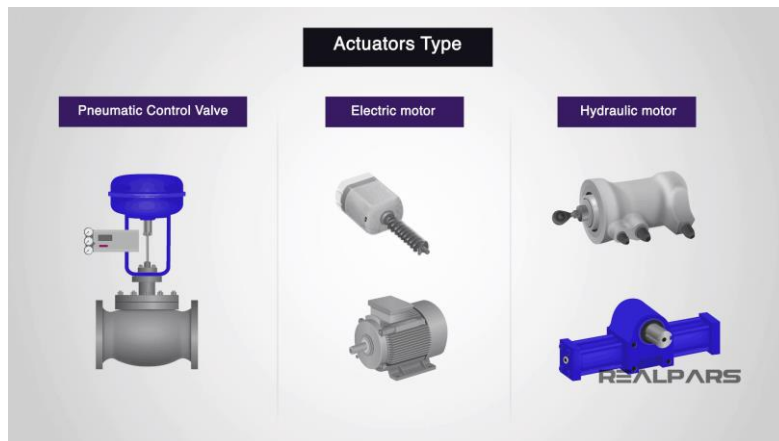
Τα βασικά δομικά χαρακτηριστικά στοιχεία του IoT είναι οι αισθητήρες , οι ενεργοποιητές , τα RFIDs και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας.[25]

1. Αισθητήρες : Ένας αισθητήρας είναι ένα εξάρτημα το οποίο δέχεται μηχανικά , οπτικά , θερμικά και άλλα ερεθίσματα και τα μετατρέπει σε ψηφιακά δεδομένα. Υπάρχουν πολλά είδη αισθητήρων ανάλογα την χρήση τους , όπως αισθητήρες ταχύτητας , κίνησης , πίεσης , θερμοκρασίας , ροής και στάθμης κ.α. Ένας έξυπνος αισθητήρας αποτελείται από κάποια χαρακτηριστικά που τον καθορίζουν “έξυπνο” . Κάποια από αυτά είναι το όριο που δουλεύει και ανιχνεύει , η ευαισθησία του , η απόκριση , η καθυστέρηση κ.α. Οι βιομηχανίες πρέπει να διαλέγουν σωστά τους κατάλληλους αισθητήρες ανάλογα τις προδιαγραφές των μηχανημάτων και του περιβάλλοντος τους.



Εικόνα 7 : Είδη αισθητήρων

2. Ενεργοποιητές : Οι ενεργοποιητές είναι εξαρτήματα τα οποία δέχονται ένα σήμα ελέγχου και μια πηγή ενέργειας και τα μετατρέπουν σε μηχανική κίνηση. Τύποι ενεργοποιητών είναι κλασικά μοτέρ , μοτέρ εναλλασσόμενου ρεύματος κ.α.



Εικόνα 8 : Είδη ενεργοποιητών

- RFIDs : Τα συστήματα RFID είναι μικρές ετικέτες που περιέχουν μικροτσιπ και μνήμη ώστε να μπορούν να λαμβάνουν δεδομένα μέσω ραδιοσημάτων. Μπορούν να εκπέμπουν δεδομένα σε μικρές αποστάσεις 2.5cm -30 m και επίσης αποκωδικοποιούν το περιεχόμενο των σημάτων. Οι συσκευές αυτές ονομάζονται RFID readers.



Εικόνα 9 : RFID reader

- Δίκτυα επικοινωνίας : Τα δίκτυα επικοινωνίας είναι τα κανάλια μετάδοσης δεδομένων. Υπάρχουν πολλά δίκτυα που αποστέλλουν δεδομένα με διαφορετικές ταχύτητες μετάδοσης πακέτων και σε διαφορετικά φάσματα , αλλάζοντας έτσι τις δυνατότητες αποστάσεις και ευαισθησίας σήματος. Τα δίκτυα μπορεί να είναι ενσύρματα ή ασύρματα. Ενσύρματα είναι το wlan ή αλλιώς IEEE 802.11 ενώ ασύρματα το WiFi , bluetooth , 5G , Z-wave κ.α.

Ένα σύστημα IoT έχει πολλές δυνατότητες. Κάποιες από τις σημαντικές τεχνολογίες του παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα [26]:

Τεχνολογίες	Περιγραφή
Παρακολούθηση αισθητήρων	Συνεχής παρακολούθηση αισθητήρων (monitoring) και άντληση δεδομένων.

Ενεργοποίηση	Δυνατότητα πραγματοποίησης μηχανικής κίνησης μέσω ενός σήματος για πραγματοποίηση προκαθορισμένων ενεργειών.
Επεξεργασία πληροφοριών	Καταγραφή δεδομένων και μετατροπή τους σε δεδομένα που με χρήση τεχνητής νοημοσύνης συμβάλλουν στην αυτονομία του συστήματος.
Επικοινωνία	Χρήση δικτύων σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των μηχανών και την αρμονική λειτουργία τους.
Διευθυνσιοδότηση	Η διευθυνσιοδότηση είναι η διαδικασία μέσω της οποίας τα δίκτυα κατευθύνουν τους χρήστες και τα δεδομένα και ελέγχουν την ασφάλεια τους.
Διεπαφές χρήστη	Εφαρμογές αναπτυγμένες ώστε να οι χρήστες να μπορούν να διαχειρίζονται τα δεδομένα του συστήματος.

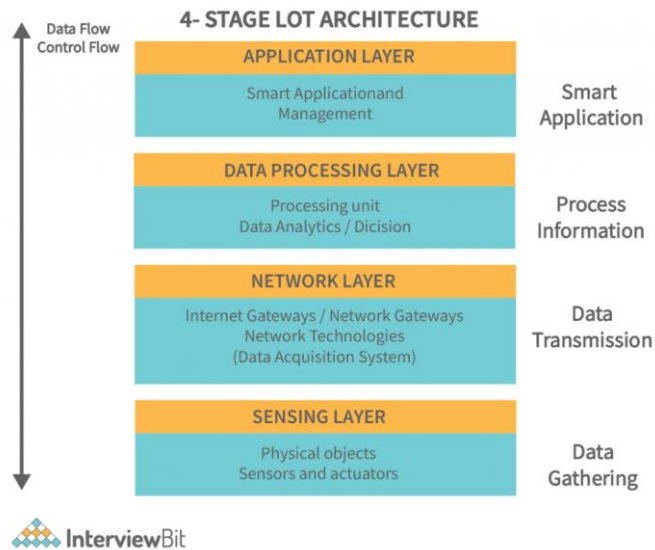
### 2.2.2 Αρχιτεκτονική IoT

Η αρχιτεκτονική των συστημάτων του IoT περιλαμβάνει 4 βασικά επίπεδα :[24]

1. Sensing layer : Στο επίπεδο αντίληψης ανήκουν οι αισθητήρες , τα έξυπνα συστήματα , τα RFID και οτιδήποτε μπορεί να ένα μηχανήμα να αντιληφθεί στο εργοστασιακό περιβάλλον. Δηλαδή όλα τα δεδομένα που συλλέγουν αυτές οι συσκευές (data gathering).
2. Network layer : Το επίπεδο του δικτύου , συνδέει όλα τα πράγματα που μοιράζονται δεδομένα μέσα σε μια βιομηχανία. Οι βιομηχανίες για αυτόν τον λόγο χρειάζονται ισχυρά δίκτυα που να πραγματοποιούν την διαχείριση σταθερών και ασύρματων δικτύων , τις απαιτήσεις QoS , και να παρέχουν ασφάλεια και ιδιωτικότητα.
3. Data processing layer : Το επίπεδο επεξεργασίας δεδομένων είναι υπεύθυνο για την μετατροπή των δεδομένων σε πληροφορίες μέσω των κατάλληλων API ,

και τεχνητής νοημοσύνης. Σε αυτό το επίπεδο γίνονται αναλύσεις των πληροφοριών ώστε να μπορεί το σύστημα να λαμβάνει αυτόνομα αποφάσεις και να παρέχει πλήρης ενημέρωση στους χρήστες.

4. Application layer : Στο επίπεδο αυτό δημιουργούνται οι διεπαφές με τους χρήστες. Οι διεπαφές αυτές συντάσσονται σε εφαρμογές οι οποίες πρέπει να ακολουθούν συγκεκριμένες προδιαγραφές προκειμένου να είναι κατανοητές από πολλούς χρήστες.



Εικόνα 10 : Επίπεδα αρχιτεκτονικής IoT

### 2.3 Ψηφιακά δίδυμα - Digital Twins

Με τον όρο ψηφιακό δίδυμο ορίζουμε την μεταφορά του πραγματικού κόσμου στον φυσικό κόσμο.[27] Οι σημερινές βιομηχανίες χρειάζονται το ψηφιακό δίδυμο των εργοστασίων τους προκειμένου να μπορούν να εκτελέσουν προσομοιώσεις που θα τους επιτρέψει να γλιτώσουν σφάλματα.

Στις παραδοσιακές βιομηχανίες σε περιπτώσεις όπου θα χρειαζόταν συντήρηση , οι συντηρητές δεν γνώριζαν αν όλα τα εξαρτήματα χρειάζονταν να συντηρηθούν και σε πόσο χρονικό διάστημα , και επομένως σπαταλούσαν πολύτιμους πόρους. [28] Επίσης αν χρειαζόταν να προσθέσουν ένα καινούργιο μηχάνημα στην γραμμή παραγωγής ή να αφαιρέσουν ή να αντικαταστήσουν κάποιο άλλο , ο μόνος τρόπος ήταν να δοκιμάσουν στην πράξη και να κρίνουν αν ήταν σωστή απόφαση.

Στην σημερινή εποχή το ψηφιακό δίδυμο προσφέρει προσομοιώσεις οι οποίες έχουν όλες τις παραμέτρους όλων των μηχανημάτων και του περιβάλλοντος ενός εργοστασίου. Με βάση όλες αυτές τις τεχνικές προδιαγραφές τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να δώσουν αποτελέσματα ακριβείας για οποιαδήποτε παράμετρο.[29] Μπορούν να υπολογίσουν πότε θα χρειαστεί συντήρηση ένα μηχάνημα , τι πόρους θα χρειαστεί και τι παραγωγική ικανότητα θα έχει η γραμμή παραγωγής με την προσθαφαίρεση μηχανημάτων.

Επιπλέον τα ψηφιακά δίδυμα συμβάλουν και στα ίδια τα τελικά προϊόντα καθώς μπορούν να δώσουν λύσεις και καινούργιες πρακτικές στην κατασκευή τους . Για παράδειγμα προσφέρουν την δυνατότητα να προσομοιάσουν τον κύκλο ζωής τους και να αναλύσουν ποια μέθοδος κατασκευής θα προσφέρει στις βιομηχανίες μεγαλύτερο κέρδος.



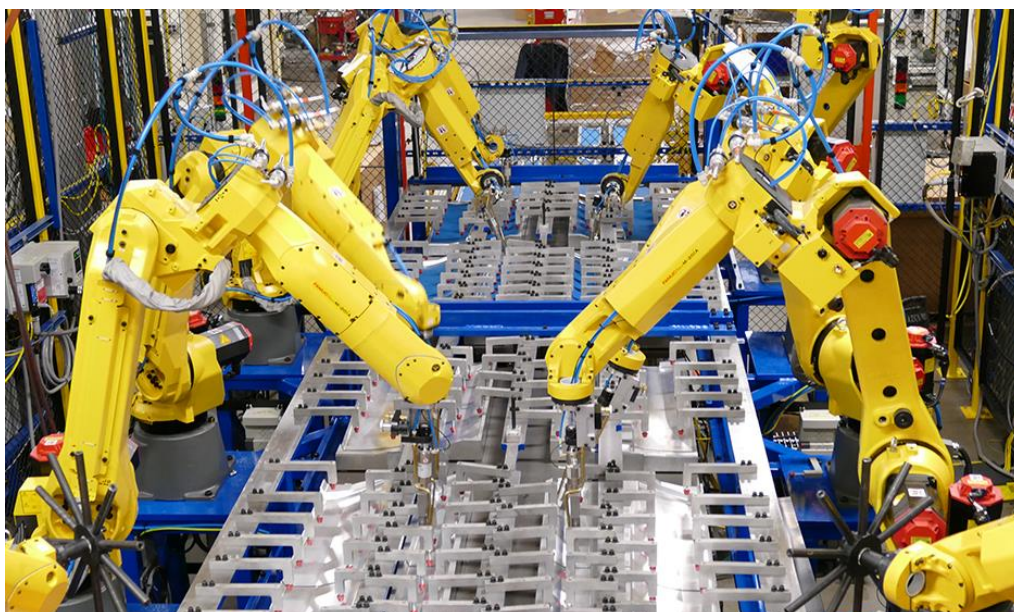
Εικόνα 11 : Εικονική αναπαράσταση του όρου digital twins

## 2.4 Ρομποτική

Το industry 4.0 όπως έχει αναφερθεί παραπάνω δημιουργεί τεχνολογίες οι οποίες κάνουν ενώνουν τα μηχανήματα και κάνουν την επικοινωνία και την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ τους έξυπνη και αυτόνομη. Η εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών έρχεται και ενσωματώνεται στα μηχανήματα που προσφέρει η ρομποτική.

Τα μηχανήματα που προσφέρει η ρομποτική στις βιομηχανίες είναι πολλά και ποικίλουν με βάση τις ανάγκες των εκάστοτε βιομηχανιών. [30] Τέτοια μηχανήματα μπορεί να είναι μηχανές που εκτελούν εργασίες βαφής, συναρμολόγησης, συγκόλλησης κ.α. Τα εξαρτήματα τα οποία αποτελούνται έχουν εξελιχθεί στην εποχή της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης καθώς πρέπει να είναι ικανά να ενσωματώσουν τις νέες τεχνολογίες.

Τα ρομπότ αυτά με την χρήση του industry 4.0 επικοινωνούν μεταξύ τους ώστε να συγχρονίζονται και να εκτελούν ταυτόχρονες εργασίες.[31] Σε πολλές βιομηχανίες είναι απαραίτητη και η μεταφορά αντικειμένων σε διαφορετικές γραμμές παραγωγής καθώς και η φύλαξη τους σε αποθήκες. Έτσι τα αυτοκινούμενα ρομπότ συνδυάζουν πληθώρα των εφαρμογών του industry 4.0 προκειμένου να εκτελούν αυτόνομα τέτοιου είδους εργασίες. Ακόμη ένα παράδειγμα είναι η χρήση καμερών που λειτουργεί ως τα μάτια των ρομπότ σε πολλές περιπτώσεις, καθώς τα δεδομένα της κάμερας μεταφράζονται σε πληροφορίες που θα δώσουν εντολές εκτέλεσης εργασιών.



Εικόνα 12 : Πλήρως αυτοματοποιημένη γραμμή παραγωγής.

## 2.5 Machine learning / Μηχανική μάθηση

Το industry 4.0 είναι μια πρωτοεμφανιζόμενη έννοια. Έτσι και οι τεχνολογίες που το ακολουθούν είναι καινοτόμες και εξελίσσονται καθώς προχωράμε στα χρόνια. Μία από τις πιο σημαντικές τεχνολογίες είναι αυτή της μηχανικής μάθησης. [33]

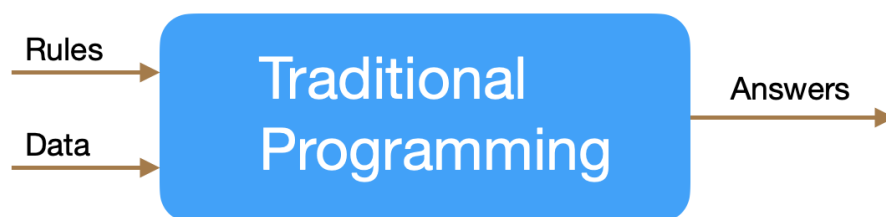
Οι βιομηχανίες αξιοποιούν την μηχανική μάθηση , προκειμένου να δημιουργήσουν πολυσύνθετους αλγόριθμους , οι οποίοι θα έχουν την ικανότητα να εκπαιδευτούν , για να δίνουν λύσεις στα προβλήματα τους. [34] Ένα τέτοιο μοντέλο μηχανικής μάθησης είναι απαραίτητο για να δημιουργηθεί αυτονομία στο βιομηχανικό περιβάλλον.[35]

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αποδοθεί ως η δημιουργία αυτονομίας για πραγματοποίηση εργασιών που εκτελούνται από ανθρώπους. Παλαιότερα η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης ήταν απλός κώδικας όπου εκτελούσε προκαθορισμένες εντολές από τον χρήστη. Με την έλευση του Industry 4.0 η τεχνητή νοημοσύνη απέκτησε την μηχανική μάθηση. [36] Την ικανότητα δηλαδή ενός αλγοριθμικού μοντέλου να λαμβάνει συνεχώς καινούργια δεδομένα και να τα χρησιμοποιεί για να εκπαιδευτεί. Σε κάθε κύκλο παραγωγής ενός προϊόντος , τα μοντέλα λαμβάνουν συνεχώς νέα δεδομένα από τους αισθητήρες. Στην συνέχεια αυτά τα δεδομένα τα ταξινομούν και τα χωρίζουν σε χρήσιμες πληροφορίες. Μετά την συλλογή των δεδομένων υπάρχουν συγκεκριμένες τακτικές όπου το μοντέλο εκπαιδεύεται μόνο του χωρίς να το τροφοδοτούν άνθρωποι. Το σύστημα αποκτά σταδιακά την ικανότητα να δημιουργεί μόνο του κανόνες που θα του επιφέρουν καλύτερα αποτελέσματα. [36]

Ας δώσουμε ένα παράδειγμα : Σε ένα εργοστάσιο παραγωγής φρούτων, πάνω στην γραμμή παραγωγής , θέλει η βιομηχανία να διαχωρίζει το μηχάνημα αυτόματα τα πορτοκάλια από τα μανταρίνια . Ένας τρόπος διαχωρισμού αυτών είναι ο διαχωρισμός λόγω μεγέθους , καθώς το ένα είναι μικρό και το άλλο μεγάλο. Η βιομηχανία θα πρέπει να δημιουργήσει ένα μοντέλο

μηχανικής μάθησης όπου θα τροφοδοτείται με εικόνες πορτοκαλιών και μανταρινιών. Στην συνέχεια το μοντέλο θα εκπαιδευτεί να ξεχωρίζει μέσω της εικόνας το μέγεθος του φρούτου και θα μπορεί με βάση αυτό να εξάγει συμπεράσματα για το τι είδος είναι . Πάνω στην γραμμή παραγωγής θα υπάρχει κάμερα που θα τραβάει το κάθε φρούτο φωτογραφία. Κάθε φωτογραφία θα αποθηκεύεται στην βάση δεδομένων με την οποία το μοντέλο θα συνεχίσει να εκπαιδεύεται. Έτσι με την πάροδο του χρόνου θα γίνεται πιο αποτελεσματικό και θα ξεχωρίζει καλύτερα τα φρούτα.

Με βάση το παράδειγμα συμπεράνουμε την αναγκαιότητα της μηχανικής μάθησης και της τεχνητής νοημοσύνης προκειμένου τα μηχανήματα να δουλεύουν με αυτονομία. Επίσης μπορούμε να εξάγουμε τον εξής κανόνα για την μηχανική μάθηση : Ένα μοντέλο μηχανικής μάθησης δέχεται ως είσοδο δεδομένα και τις απαντήσεις του και εξάγει συμπεράσματα και κανόνες.



Εικόνα 13 : Κανόνας εκπαίδευσης μοντέλου μηχανικής μάθησης

## 2.6 Big Data

### 2.6.1 Ανάλυση ορισμού και χαρακτηριστικά

Υπάρχουν πολλοί ορισμοί για την έννοια του Big Data. Ο κύριος ορισμός που θα μπορούσε να το χαρακτηρίσει , είναι η δυνατότητα που προσφέρει στις επιχειρήσεις να διαχειρίζονται αποτελεσματικά έναν μεγάλο όγκο δεδομένων.

Τα Big Data μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλούς τομείς. Στα υπολογιστικά συστήματα , όπου θα τους προσφέρει λύσεις στην ασφάλεια και την αντιμετώπιση προβλημάτων , στις μηχανές των βιομηχανιών όπου με χρήση τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να γίνουν πιο αποδοτικά και στην βελτίωση υπηρεσιών των πελατών, καθώς μέσα από αυτά τα δεδομένα οι επιχειρήσεις γνωρίζουν τις προτιμήσεις του αγοραστικού κοινού τους.[37]

Η ανάπτυξη των Big data ωστόσο κρύβει και ορισμένες προκλήσεις.[37] Αρχικά η κατανόηση τους είναι πολύ σημαντική προκειμένου οι βιομηχανίες να καθορίσουν τις στρατηγικές που πρέπει να ακολουθήσουν. Επίσης θα πρέπει να χρησιμοποιούν σωστά τις μεθόδους των Big Data προκειμένου να συμβαδίσουν με τους αυξανόμενους ρυθμούς των ανταγωνιστών. Επίσης ο μεγάλος όγκος δεδομένων είναι δύσκολο να αποθηκευτεί με ιδιωτικότητα από τις βιομηχανίες και υπάρχει δυσκολία στην εύρεση προσωπικού που μπορεί να διαχειριστεί τις εφαρμογές διαχείρισης δεδομένων.



Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους συλλογής δεδομένων , τα Big Data προσφέρουν επιπλέον : [38]

- Ταχύτητα στην λήψη αποφάσεων
- Διαχείριση περίπλοκων αποφάσεων που είναι σύνθετες για τους ανθρώπους
- Μεταφορά μεγάλων όγκων δεδομένων
- Δομημένα και αδόμητα δεδομένα
- Ευελιξία στην επεξεργασία δεδομένων
- Συγχρονισμό

### 2.6.2 Τα 5V των Big Data και τα είδη των αναλύσεων

Προκειμένου να περιγράψουμε τα Big Data δίνουμε έμφαση στην ποσότητα και στο μέγεθος. Το μέγεθος ωστόσο είναι σχετικό , καθώς κάποτε το 1MB θεωρούταν πολύ , ενώ πλέον λίγο. Για αυτόν τον λόγο μπορούμε να περιγράψουμε τα Big Data με τις 5 χρήσιμες παραμέτρους τους :[38]

1. Volume : Εννοούμε τον όγκο των δεδομένων που δημιουργείται και χρησιμοποιείτε. Ενδεικτικά κάθε χρόνο ο όγκος αυτός διπλασιάζεται.
2. Variety : Παλαιότερα τα δεδομένα αποτελούνταν μόνο από κείμενα και αριθμούς. Πλέον στην εποχή του industry 4.0 τα δεδομένα έχουν και άλλες μορφές όπως αρχεία ήχου , βίντεο και εικόνων.
3. Velocity : Τα δεδομένα συνήθιζαν οι βιομηχανίες να τα ενημερώνουν αρκετά αργά. Στην σημερινή εποχή τα δεδομένα ενημερώνονται σε πραγματικό χρόνο μέσω του cloud computing και η ποσότητα εισαγωγής τους στις βάσεις δεδομένων είναι πολύ μεγάλη.
4. Veracity : Πολλά από τα δεδομένα που δημιουργούνται έχουν θόρυβο , δηλαδή είναι ανακριβής. Είναι δύσκολο τα δεδομένα να είναι πάντα σωστά , και για αυτό οι βιομηχανίες πρέπει να τα ξεχωρίζουν και να κρατάνε τα χρήσιμα.
5. Value : Ο διαχωρισμός των δεδομένων στις κατάλληλες τιμές είναι απαραίτητος ώστε να γίνονται τα δεδομένα κατανοητά από τους χρήστες , και επίσης με τον σωστό διαχωρισμό επιτυγχάνεται η ανακούφιση των υπολογιστικών μονάδων , καθώς ξέρουν σε ποια κατηγορία πρέπει να αναζητήσουν τα δεδομένα που τους ζητείται.

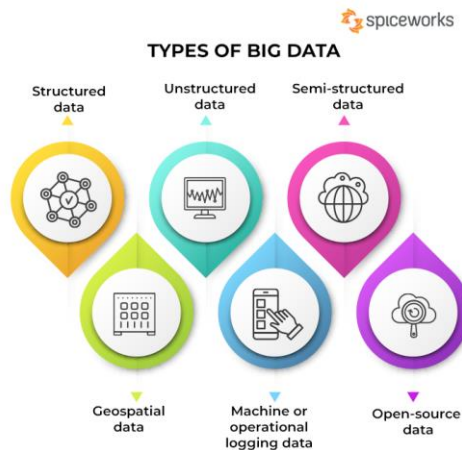
Όσο αναφορά τα analytics , την ανάλυση δηλαδή αυτού του όγκου δεδομένων υπάρχουν 4 μέθοδοι ανάλυσης : [38]

1. Περιγραφική ανάλυση : Τα δεδομένα που έχουν συγκεντρωθεί οπτικοποιούνται σε γραφήματα , πίτες κλπ για να είναι εύκολα κατανοητά.
2. Προγνωστική ανάλυση : Αναλύει χρονοσειρές προκειμένου να προβλέψει τι θα συμβεί στο άμεσο μέλλον με χρήση μηχανικής μάθησης.
3. Διερευνητική ανάλυση : Χρησιμοποιεί δεδομένα από πολλές βάσεις δεδομένων και τα συνδυάζει για εξάγει καλύτερα αποτελέσματα.
4. Προστακτική ανάλυση : Προσφέρει λύσεις σε είδη υπάρχον προβλήματα χρησιμοποιώντας δεδομένα που έχουν συλλεχθεί και βοηθάει στην τελική ανάλυση του στόχου.

### 2.6.3 Διαθέσιμα λογισμικά Big Data

Για την διαχείριση αυτών των Big Data και για την ανάλυση τους , οι βιομηχανίες έχουν αναπτύξει πολλά λογισμικά , κάθε ένα με την δική του χρήση. Μερικά από αυτά είναι : [39]

- ❖ Apache flume
- ❖ Apache Sqoop
- ❖ Apache Pig
- ❖ Apache Hive
- ❖ Apache ZooKeeper
- ❖ MongoDB
- ❖ Map reduce
- ❖ Apache Splunk



Εικόνα 14 : Είδη big data

## 2.7 Υπολογιστικό νέφος / cloud computing

### 2.7.1 Ορισμός cloud

Το cloud computing είναι μία τεχνολογία παροχής υπηρεσιών μέσω του διαδικτύου. Προσφέρει πρόσβαση σε κοινόχρηστους τεχνολογικούς πόρους όπως αποθήκευση, βάσεις δεδομένων, λογισμικά και άλλες υπηρεσίες οι οποίες μπορούν να διαμοιράζονται γρήγορα σε ένα κοινό δίκτυο. [41] Το cloud δίνει την δυνατότητα στις επιχειρήσεις να επικεντρωθούν στις κύριες αρμοδιότητες τους χωρίς να χρειαστεί να επενδύσουν σε περίπλοκες διαδικασίες καθώς μειώνεται το λειτουργικό κόστος και βελτιώνεται η ευελιξία τους.

### 2.7.2 Αρχιτεκτονική cloud

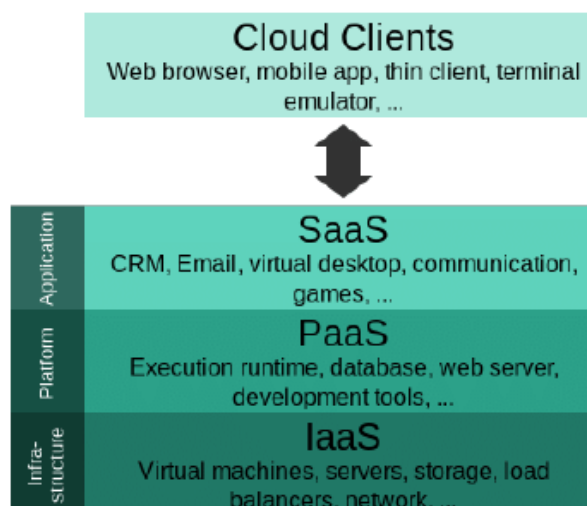
Η κύρια αρχιτεκτονική του cloud μπορεί να χωριστεί σε 3 κύρια μέρη, την υποδομή ως υπηρεσία (infrastructure as a service IaaS), την πλατφόρμα ως υπηρεσία (platform as a service PaaS) και το λογισμικό ως υπηρεσία (Software as a service SaaS). [42]

1. IaaS : Η υποδομή ως υπηρεσία είναι ένα μοντέλο υπολογιστικού νέφους το οποίο φιλοξενείται μέσω ενός τρίτου (ιδιώτη ή δημόσιο). Οι βιομηχανίες μπορούν να μεταφέρουν τις δραστηριότητες τους σε αυτό το νέφος το οποίο περιλαμβάνει υπολογιστές, αποθήκευση και άλλα λογισμικά.

Το IaaS χρησιμοποιείται με διάφορους τρόπους :

- Για δοκιμή και ανάπτυξη περιβαλλοντικών δοκιμών μέσω των οποίων μπορούν να δημιουργηθούν εφαρμογές γρήγορα και αποτελεσματικά.
- Σε παραδοσιακές εφαρμογές cloud για αποθήκευση, μεταφορά και χρήση των λογισμικών ERP.
- Για ανάπτυξη και φιλοξενία των ιστότοπων των βιομηχανιών.
- Για δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και ανάκτησης σε περίπτωση που υπάρξει καταστροφή των βασικών αρχείων.

- Για χρήση υπερυπολογιστών καθώς στις βιομηχανίες κοστίζει πολύ να δημιουργήσουν δικά τους υπολογιστικά συστήματα υψηλής απόδοσης.
2. PaaS : Με τον όρο πλατφόρμα ως υποδομή εννοούμε ένα μοντέλο υπολογιστικού νέφους το οποίο παρέχει στους χρήστες του εργαλεία υλικού και λογισμικού. Τέτοια εργαλεία μπορεί να είναι η ασφάλεια των δεδομένων και λογισμικά ελέγχου. Βοηθά τις βιομηχανίες να αναπτύξουν νέες εφαρμογές σε γρήγορο χρόνο και με χαμηλό κόστος.
  3. SaaS : Το λογισμικό ως υπηρεσία είναι ένα σύννεφο μέσα στο οποίο ο διαχειριστής του συννέφου αναπτύσσει και συντηρεί λογισμικά εφαρμογών. Σε αντίθεση με τα εσωτερικά συστήματα των βιομηχανιών το SaaS επιτρέπει την άμεση χρήση των λογισμικών με μικρό κόστος και μεγάλη ακρίβεια.



Εικόνα 15 : Σχηματική απεικόνιση των επιπέδων του υπολογιστικού νέφους.

### 2.7.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα cloud

Παρακάτω ακολουθεί ο πίνακας με τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του υπολογιστικού νέφους : [41]

Περιγραφή	Πλεονεκτημα	Μειονέκτημα
Ικανοποίηση βιομηχανιών στις απαιτήσεις τους	✓	
Ασφάλεια και ιδιωτικότητα		X
Χαμηλότερο κόστος και καλύτερη απόδοση στην ενέργεια των βιομηχανιών	✓	
Διαχείριση των πόρων	✓	
Συνεχείς υποστήριξη πελατών		X
Μεταφορά υπηρεσιών		X

Πίνακας 3 : Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα cloud computing.

## 2.8 Edge Computing

### 2.8.1 Ορισμός edge computing

Πολλές εφαρμογές cloud συνδέονται καθημερινά με πολλούς πελάτες (clients) ενώ παράλληλα χρησιμοποιούν ένα κεντρικό διακομιστή. Αυτοί οι διακομιστές όσο περισσότερη κίνηση αντιμετωπίζουν , δυσκολεύονται να επικοινωνήσουν γρήγορα και αποτελεσματικά με τους πελάτες. Σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον , αυτό μπορεί να έχει πολλές επιπτώσεις καθώς οι μηχανές πρέπει να έχουν άμεση επικοινωνία μεταξύ τους. Το πρόβλημα αυτό έρχεται να λύσει το edge computing. [43]

Το edge computing όπως ονομάζεται κάνει την επεξεργασία των δεδομένων στα άκρα του δικτύου , προσπαθεί δηλαδή να φέρει τις εφαρμογές και τα δεδομένα πιο κοντά στους χρήστες.[44]

### 2.8.2 Λόγοι που επιβάλλουν χρήση του edge computing

Υπάρχουν πολλοί λόγοι όπου το edge χρησιμοποιείτε τόσο από τους παρόχους του cloud όσο και από τις βιομηχανίες : [43][44]

1. Μειωμένη καθυστέρηση και αποκέντρωση του cloud : Με τον cloud σε κεντρικό κόμβο , τα δεδομένα και οι εφαρμογές τους πρέπει να εκτελούνται πιο κοντά στην πηγή. Με τον υπολογισμών αυτών των δεδομένων στην άκρη του δικτύου οι βιομηχανίες μπορούν να βελτιώσουν τις υπηρεσίες τους. Για παράδειγμα ένα μηχάνημα το οποίο χρησιμοποιεί κάμερα , πρέπει να αποστέλλει τα δεδομένα στο cloud και να περιμένει να λάβει απάντηση πριν εκτελέσει οποιαδήποτε ενέργεια. Αυτό μπορεί να φέρει σοβαρές καθυστερήσεις στην γραμμή παραγωγής. Με τον edge computing τέτοιου είδους καθυστερήσεις απαλοίφονται.
2. Υπέρβαση πόρων : Οι βιομηχανίες όπως είναι γνωστό χρησιμοποιούν διεπαφές προκειμένου να επικοινωνούν μεταξύ τους οι χρήστες . Οι χρήστες μπορεί να είναι τόσο πελάτες όσο και υπάλληλοι . Επομένως υπάρχει μεγάλη κίνηση δεδομένων στο δίκτυο σε καθημερινή βάση. Ορισμένες φορές αυτό μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στις διεπαφές και οι χρήστες να μην μπορούν να έχουν πρόσβαση. Με το edge computing η διαχείριση και η μεταφορά των δεδομένων των χρηστών σε αυτές τις διεπαφές γίνεται πολύ πιο γρήγορα , γλιτώνοντας έτσι σφάλματα επικοινωνίας.
3. Διαχείριση ενέργειας : Οι βιομηχανίες επωφελούνται από το edge computing και το cloud γενικότερα , καθώς χρησιμοποιούν συστήματα cloud από τρίτες επιχειρήσεις. Η ανάπτυξη υπολογιστικών συστημάτων διαχείρισης cloud είναι πολύ χρονοβόρα και απαιτεί μεγάλες καταναλώσεις ρεύματος. Έτσι οι βιομηχανίες μειώνουν τα κόστη σημαντικά.
4. Υπολογιστική δύναμη : Με το edge computing οι βιομηχανίες μπορούν να εκτελούν σύνθετες εργασίες που απαιτούν μεγάλες μεταφορές όγκων δεδομένων. Με την διαχείριση των δεδομένων στα άκρα του υπολογιστικού νέφους οι εργασίες αυτές εκτελούνται σε σημαντικά λιγότερο χρόνο.

## 2.9 Blockchain

Με την είσοδο του industry 4.0 στις βιομηχανίες εισήχθησαν πολλές καινοτόμες τεχνολογίες.[46] Μία από αυτές είναι το blockchain , που υπόσχεται να βελτιώσει τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιούνται συναλλαγές , επικυρώνονται και κρατούνται δεδομένα κ.α. Θεωρείται τεχνολογία γενικής χρήσης (GPT) , ωστόσο οι βιομηχανίες βρίσκουν πολλές εφαρμογές πάνω σε αυτήν. [46]

### 2.9.1 Αρχιτεκτονική blockchain

Η τεχνολογία του blockchain ορίζεται ως μια ακολουθία μπλοκ , η οποία περιέχει λίστες εγγράφων συναλλαγών. Κάθε καινούργιο μπλοκ δείχνει στο προηγούμενο μια αναφορά που ονομάζεται γονικό μπλοκ. Το πρώτο μπλοκ ονομάζεται γονικό μπλοκ. Έτσι δημιουργούνται οι λεγόμενες αλυσίδες μπλοκ , όπου συσχετίζονται όλες μεταξύ τους.

Μόλις καταγραφούν τα δεδομένα στις αλυσίδες μπλοκ , δεν μπορούν να τροποποιηθούν καθιστώντας το σύστημα του blockchain ανθεκτικό . Χαρακτηρίζεται από ασφάλεια λόγω του σχεδιασμού του και επίσης είναι πολύ ανθεκτικό σε σφάλματα.

Σε ένα εργοστασιακό περιβάλλον είναι πολύ σημαντικό να παρέχονται τέτοιου είδους επίπεδα ασφάλειας και συνοχής , καθώς οποιαδήποτε απώλεια μπορεί να αποδειχθεί καταστροφική για την επιχείρηση.

Κάποιες από τις χρήσεις του blockchain στην βιομηχανία είναι η παρακολούθηση αποστολών των εμπορευμάτων που εισέρχονται και εξέρχονται από την επιχείρηση καθώς και οικονομικές λίστες (track records ). Αυτού του είδους οι εφαρμογές βοηθάνε την βιομηχανία να είναι πιο αποδοτική και να καταλήγει σε σωστές αποφάσεις όσο αναφορά το μέλλον της.

### 2.9.2 Χαρακτηριστικά blockchain

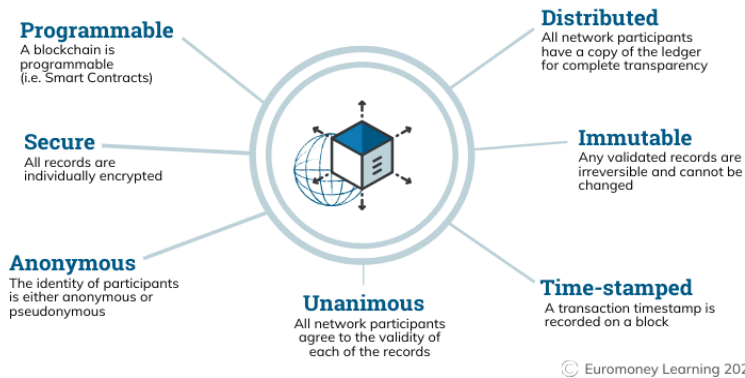
Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας με τα βασικά χαρακτηριστικά του blockchain: [47][45]

Χαρακτηριστικά	Περιγραφή
Προγραμματίσιμη τεχνολογία	Όλα τα χαρακτηριστικά ενός συστήματος blockchain μπορούν να παραμετροποιηθούν ώστε να ταιριάζει στην εκάστοτε βιομηχανία.
Ασφάλεια	Το blockchain χαρακτηρίζεται από ασφάλεια των δεδομένων μιας βιομηχανίας από τρίτους.
Ιδιωτικότητα	Οι χρήστες και τα δεδομένα παραμένουν ιδιωτικά και ανώνυμα.
Ομοφωνία	Όλα τα δεδομένα είναι έγκυρα
Χρονολογικό αποτύπωμα	Όλα τα δεδομένα έχουν χρονικές στάμπες , και επομένως καταγράφονται με χρονική σειρά όλες οι συναλλαγές και εργασίες που πραγματοποιούνται.
Αμετάβλητο σύστημα	Τα δεδομένα που εισάγονται δεν μπορούν να αλλάξουν και έτσι κερδίζεται η αξιοπιστία του συστήματος.

Διανομή	Το σύστημα μοιράζεται μεταξύ των χρηστών του.
---------	---

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά blockchain

### The Properties of Distributed Ledger Technology (DLT)



Εικόνα 16 : Χαρακτηριστικά blockchain

Σημαντικό είναι επίσης να αναφερθεί σχετικά με την ασφάλεια του συστήματος , ότι όλοι οι χρήστες του έχουν μια ψηφιακή υπογραφή μέσω της οποίας καταγράφονται όλες οι κινήσεις και ένα ψηφιακό κλειδί , όπου το σύστημα είναι σε θέση να ταυτοποιήσει τους χρήστες. Γενικώς σημαντικό πλεονέκτημα του blockchain αποτελεί η κωδικοποίηση των δεδομένων του.

### 2.10 Κυβερνοασφάλεια

Με τον όρο κυβερνοασφάλεια εννοούμε τα μέσα με τα οποία μια επιχείρηση , αμύνεται σε κακόβουλες επιθέσεις στα δίκτυα τους.

Στην εποχή του industry 4.0 όπου τα δεδομένα είναι ο χρυσός της εποχής , ο ψηφιακός κίνδυνος αυξάνεται συνεχώς. Οι βιομηχανίες πασχίζουν με τέτοιου είδους επιθέσεις καθώς τρίτοι , προσπαθούν να αποκτήσουν πρόσβαση στα δεδομένα και τα μυστικά τους. Υπάρχουν 3 ειδών εγκλήματα που έχει δημιουργήσει αυτό το φαινόμενο : [48]

1. Cybercrime : Αποτελείται από μεμονωμένα άτομα που δρουν προς οικονομικό τους όφελος.
2. Cyber-attack : Επιθέσεις από πολλά άτομα με σκοπό την υποκλοπή δεδομένων από τις βιομηχανίες .



3. Cyberterrorism : Χρησιμοποιείται με σκοπό να σπείρει τον πανικό στις βιομηχανίες και να καταστρέψει τα ψηφιακά τους συστήματα.

Οι τρόποι με τους οποίους μπορούν να εισβάλλουν μέσα στα ψηφιακά δεδομένα είναι πολλοί. Αρχικά με χρήση malware όπως trojans , ιούς , spyware κ.α. Επίσης με χρήση SQL injection , δηλαδή με εισβολή σε βάσεις δεδομένων με σκοπό την υποκλοπή τους , με ψάρεμα , όπου εστιάζουν σε μεμονωμένους υπαλλήλους , και προσπαθούν να αποσπάσουν ευαίσθητες πληροφορίες και με καταστροφή ολόκληρων συστημάτων.

Οι βιομηχανίες λοιπόν καλούνται να απαντήσουν και να προστατεύσουν τα ψηφιακά τους δεδομένα . Εδώ έρχεται η τεχνολογία της κυβερνοασφάλειας να προσφέρει πολλές λύσεις πάνω σε αυτό το πρόβλημα. Πρώτα από όλα με χρήση κρυπτογράφησης , ώστε τα δεδομένα να μην μπορούν να δώσουν πρόσβαση σε τρίτους. Ακόμη συστήματα αναγνώρισης κακόβουλων προγραμμάτων (antivirus) χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των υπολογιστικών συστημάτων και συστήματα αναγνώρισης σε πραγματικό χρόνο , όπου μπορούν να αναγνωρίσουν τότε ένα σύστημα δέχεται επίθεση και έχουν την ικανότητα να την αποτρέψουν .

## 2.11 Προσομοιώσεις και εικονική πραγματικότητα

### 2.11.1 Εικονική πραγματικότητα

Με τον όρο εικονική πραγματικότητα (VR) αναφερόμαστε σε μια διαφορετική απεικόνιση του πραγματικού κόσμου στον ψηφιακό. [49]Ανά τα χρόνια η τεχνολογία αυτή έχει εξελιχθεί ραγδαία και προσφέρει πληθώρα εξαρτημάτων.

Στην βάση της για να λειτουργήσει χρειάζεται τα γυαλιά της εικονικής πραγματικότητας , τα οποία είναι 2 οθόνες κλεισμένες στο πρόσωπο του χρήστη ώστε να αποτρέπουν την είσοδο του φωτός. Τα γυαλιά αυτά συνδέονται με τον υπολογιστή και επιτρέπουν στον χρήστη να βλέπει ένα εικονικό περιβάλλον σαν να ήταν ο ίδιος μέρος αυτού. [49] Δηλαδή δημιουργεί στον χρήστη την ψευδαίσθηση ότι ο ψηφιακός κόσμος που βλέπει είναι πραγματικός.

Αυτό στο επίπεδο των βιομηχανιών μπορεί να αποδειχθεί εξαιρετικά χρήσιμο καθώς οι υπάλληλοι έχουν την δυνατότητα να “περιπλανούνται” στο ψηφιακό εργοστάσιο σαν να ήταν πραγματικό με την διαφορά ότι μπορούν να δοκιμάσουν και να αλλάξουν ότι θελήσουν χωρίς επιπτώσεις. Επίσης έχουν την δυνατότητα να δημιουργήσουν ψηφιακά τρισδιάστα αντικείμενα ( π.χ. ένα νέο προϊόν) και με την χρήση VR να τα έχουν μπροστά τους σε κανονική κλίμακα.



Εικόνα 17 : Παράδειγμα χρήσης εικονικής πραγματικότητας.

### 2.11.2 Προσομοιώσεις

Σημαντικό μέρος των τεχνολογιών του industry 4.0 αφορούν οι προσομοιώσεις. [50] Οι προσομοιώσεις είναι εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούν οι βιομηχανίες προκειμένου να δημιουργήσουν ακριβές αντίγραφα των μηχανημάτων , των προϊόντων ή και ολόκληρου του εργοστασιακού περιβάλλοντος από τον πραγματικό κόσμο στον ψηφιακό, προκειμένου να καταγράψουν αποτελέσματα που θα συμβούν σε οποιαδήποτε αλλαγή των παραμέτρων. [50]

Η χρήση προσομοιώσεων συμβάλει στην μείωση σφαλμάτων στην γραμμή παραγωγής καθώς και στην μείωση του χρόνου. Πλέον οι βιομηχανίες δεν χρειάζεται να δοκιμάσουν αλλαγές στον πραγματικό κόσμο με κίνδυνο κάτι να πάει στραβά. Επιπλέον μέσω των προσομοιώσεων έχουν την δυνατότητα να δημιουργήσουν χρονοδιαγράμματα που μπορεί να αφορούν χρόνους λειτουργίας και συντήρησης μηχανημάτων. [51] Είναι πολύ σημαντικό επίσης , ότι αυξάνεται η αποδοτικότητα των γραμμών παραγωγής μιας και τα μοντέλα προσομοίωσης μπορούν να παρέχουν λύσεις σε προβλήματα ή και προτάσεις για καλύτερη λειτουργία. [51]

Οι προσομοιώσεις ως τεχνολογία επιτυγχάνεται με συνδυασμό άλλων τεχνολογιών , όπως τα ψηφιακά δίδυμα και τα Big Data.

### 2.12 CAD / CAM

Ένας κύκλος ζωής ενός προϊόντος περιλαμβάνει την συνεχή ανάγκη για βελτίωση των προϊόντων ή την δημιουργία καινούργιων. Με την χρήση υπολογιστών οι δημιουργία και ανάπτυξη προϊόντων έχει γίνει απλούστερη. Πλέον χρησιμοποιούνται τεχνολογίες CAD (computer aided design) και CAM (computer aided manufacturing). Η χρήση τέτοιων τεχνολογιών απαιτεί υποδομές με καλή υπολογιστική δύναμη .

### 2.12.1 CAD

Το CAD (Computer-Aided Design) είναι ένα απαραίτητο εργαλείο για βιομηχανίες που απαιτούν ακριβή σχέδια. [52] Είναι ένα σύστημα λογισμικού που επιτρέπει σε μηχανικούς, αρχιτέκτονες και άλλους επαγγελματίες να δημιουργούν, να τροποποιούν και να βελτιστοποιούν σχέδια και να τα οπτικοποιούν σε 3D.

Το CAD έφερε επανάσταση στη διαδικασία βιομηχανικού σχεδιασμού προσφέροντας ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων, όπως η δημιουργία σύνθετης γεωμετρίας, η εκτέλεση μηχανικών προσομοιώσεων και η δημιουργία φωτορεαλιστικών αποδόσεων.[52] Επιτρέπει στους σχεδιαστές να δημιουργούν και να τροποποιούν γρήγορα σχέδια, μειώνοντας τον χρόνο σχεδιασμού και βελτιώνοντας τη συνολική παραγωγικότητα.

Επίσης εκτός από την παραγωγή σχεδίων για αντικείμενα χρησιμοποιείτε και για άλλες εφαρμογές όπως σχεδίαση δικτύων. Υπάρχουν πολλά λογισμικά στην αγορά , όπως ενδεικτικά το autocad , solidworks , κ.α.

### 2.12.2 CAM

Με το CAM αναφερόμαστε σε λογισμικά υπολογιστή που χρησιμοποιούνται για έλεγχο μηχανημάτων. Δημιουργεί G-code μέσω του οποίου επικοινωνεί με τα μηχανήματα και τους παρέχει οδηγίες για την δημιουργία προϊόντων. Μερικές από τις δυνατότητες του CAM είναι η παρακολούθηση και ο έλεγχος μηχανημάτων. Στην αγορά υπάρχουν πολλά διαθέσιμα λογισμικά όπως το Dassault system , Siemens PLM , PTC κ.α. [52]

## 2.13 Additive manufacturing

### 2.13.1 Ορισμός additive manufacturing

Με τον όρο πρόσθετη κατασκευή (additive manufacturing) αναφερόμαστε στην κατασκευή πραγματικών τρισδιάστατων αντικειμένων. Οι τεχνικές της πρόσθετης κατασκευής είναι πλέον εδραιωμένες στα βιομηχανικά περιβάλλοντα καθιστώντας τα πιο ασφαλή και ευέλικτα. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η πρόσθετη κατασκευή ή αλλιώς 3d printing , είναι πολλά. Επιτρέπει στις βιομηχανίες την δημιουργία πρωτότυπων με μεγάλη ευκολία και μειωμένα κόστη.

Αρχικά δημιουργούνται 3d σχέδια στον υπολογιστή και στην συνέχεια επικοινωνούν με τα μηχανήματα αυτά προκειμένου να εκτυπώσουν το σχέδιο. Η διαδικασία της εκτύπωσης μπορεί να είναι χρονοβόρα σε σχέση με μία γραμμή μαζικής παραγωγής , αλλά επιτρέπει σε μεγάλο βαθμό την παραμετροποίηση του τελικού προϊόντος.[52] Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των προϊόντων είναι πολλά , αξιοποιούν ένα τεράστιο φάσμα ιδιοτήτων και χρησιμοποιούνται ανάλογα την μέθοδο και το αντικείμενο εκτύπωσης.

### 2.13.2 Μέθοδοι additive manufacturing

Υπάρχουν πολλοί μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή προϊόντων μέσω πρόσθετης κατασκευής. Οι βασικότεροι είναι : [53]

1. FDM : Fused deposition modelling = μέθοδος λιωμένης εναπόθεσης
2. SLA : Stereolithography = στερεολιθογραφία
3. EBM : Electron beam melting = Τήξη δέσμης ηλεκτρονίων
4. SLM : Selective leizer = Επιλεκτική τήξη λέιζερ
5. SLS : Selective heat sintering = επιλεκτική πυροσυσσώματωση λέιζερ

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας υλικών και μεθόδων : [53]

Additive Manufacturing (AM) Processes										
Process	Laser Based AM Processes			Extrusion Thermal	Material Jetting	Material Adhesion	Electron Beam			
	Laser Melting	Laser Polymerization								
Process Schematic										
Name Material	SLS	DMD	SLA	FDM	3DP	LOM	EBM			
	SLM	LENS	SGC	Robocasting	IJP	SFP				
	DMLS	SLC	LTP		MJM					
		LPD	BIS		BPM					
			HIS		Thermojet					
Bulk Material Type	Powder	Liquid	Solid							

Πίνακας 5 : Υλικά και μέθοδοι additive manufacturing

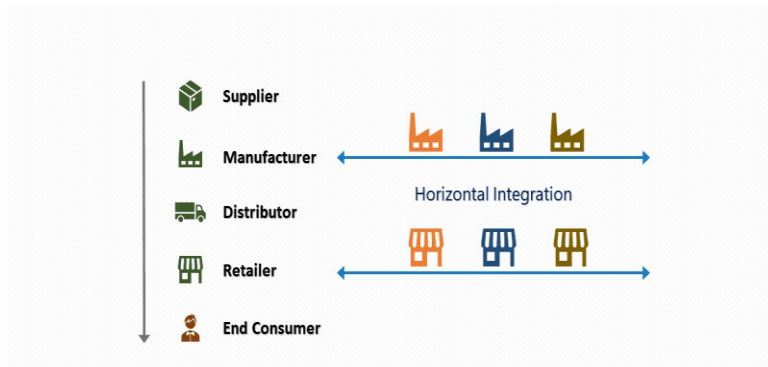
### 2.14 Οριζόντια και κάθετη ολοκλήρωση συστήματος

Η οριζόντια και κάθετη ολοκλήρωση συστήματος είναι δύο προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν οι βιομηχανίες για την σύνδεση διαφορετικών τμημάτων στον κύκλο παραγωγής τους.

Η κάθετη ολοκλήρωση συστήματος αναφέρεται στην ενοποίηση διαφορετικών επιπέδων μιας βιομηχανίας. Εστιάζει στην σύνδεση μεταξύ συστημάτων και διαδικασιών που σχετίζονται μεταξύ τους αλλά σε διαφορετικά στάδια της παραγωγής. Ένα παράδειγμα είναι η σύνδεση μεταξύ κατασκευαστών , προμηθευτών και διανομέων στην προσπάθεια τους να μειώσουν τα κόστη.

Η οριζόντια ολοκλήρωση συστημάτων αναφέρεται στην ενοποίηση συστημάτων που σχετίζονται μεταξύ τους αλλά λειτουργούν στο ίδιο επίπεδο της παραγωγικής διαδικασίας. Ένα παράδειγμα είναι η σύνδεση μεταξύ του τμήματος μάρκετινγκ και του τμήματος των πωλήσεων , που συνδυάζονται για την καλύτερη εξυπηρέτηση του πελάτη.

Αυτές οι δύο ολοκληρώσεις μπορούν να προσφέρουν στις βιομηχανίες μειωμένα κόστη , αυξημένη αποτελεσματικότητα και καλύτερη λήψη αποφάσεων. Επίσης είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι βιομηχανίες πρέπει να αξιοποιούν και τις δύο ολοκληρώσεις προκειμένου να πάρουν μέγιστα αποτελέσματα.



Εικόνα 18 : Σχηματική αναπαράσταση οριζόντιας και κάθετης ολοκλήρωσης

## 2.15 5G

Το 5G είναι η πέμπτη γενιά δικτύων κινητής τηλεφωνίας που στοχεύει να παρέχει ταχύτερη και πιο αξιόπιστη συνδεσιμότητα για να υποστηρίξει την αυξανόμενη ζήτηση για εφαρμογές και συσκευές με ένταση δεδομένων. [94] Έχει σχεδιαστεί για να βελτιώνει την ταχύτητα, την καθυστέρηση, τη χωρητικότητα και την ευελιξία των δικτύων κινητής τηλεφωνίας, ανοίγοντας νέες ευκαιρίες τόσο για τις επιχειρήσεις όσο και για τους καταναλωτές. Κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά είναι :

1. **Μεγαλύτερες ταχύτητες:** Τα δίκτυα 5G υπόσχονται να προσφέρουν σημαντικά μεγαλύτερες ταχύτητες από το 4G, με θεωρητικές ταχύτητες λήψης έως και 20 Gbps. Αυτό θα επιτρέψει στους χρήστες να κάνουν λήψη και ροή περιεχομένου πολύ πιο γρήγορα και να υποστηρίξουν εφαρμογές όπως η επαυξημένη και η εικονική πραγματικότητα.
2. **Χαμηλότερη καθυστέρηση:** Τα δίκτυα 5G έχουν χαμηλότερο λανθάνοντα χρόνο από το 4G, που σημαίνει ότι υπάρχει μικρότερη καθυστέρηση μεταξύ της ώρας αποστολής ενός αιτήματος και της λήψης μιας απάντησης.
3. **Μεγαλύτερη χωρητικότητα:** Τα δίκτυα 5G θα έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα από το 4G, επιτρέποντας σε περισσότερες συσκευές να συνδέονται στο δίκτυο ταυτόχρονα χωρίς να αντιμετωπίζουν επιβράδυνση στην απόδοση. Αυτό θα υποστηρίξει τον αυξανόμενο αριθμό συνδεδεμένων συσκευών στο Internet of Things (IoT).

4. **Τεμαχισμός δικτύου:** Τα δίκτυα 5G θα υποστηρίζουν τον διαχωρισμό δικτύου, που επιτρέπει τη δημιουργία πολλαπλών εικονικών δικτύων σε ένα ενιαίο φυσικό δίκτυο. Αυτό θα επιτρέψει στις επιχειρήσεις να προσαρμόσουν τα δίκτυά τους για να υποστηρίζουν συγκεκριμένες εφαρμογές και να κατανέμουν πόρους με βάση τις ανάγκες της εφαρμογής.
5. **Βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση:** Τα δίκτυα 5G έχουν σχεδιαστεί για να είναι πιο ενεργειακά αποδοτικά από τις προηγούμενες γενιές, επιτρέποντας μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της μπαταρίας για συσκευές και μειώνοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δικτύων κινητής τηλεφωνίας.

## 2.16 industry 5.0

Όπως έχουμε αναφέρει το industry 4.0 έφερε πολλές τεχνολογίες στον χώρο των βιομηχανιών, όπως η τεχνητή νοημοσύνη, το διαδίκτυο των πραγμάτων το cloud κ.α. Η κύρια αρχή του Industry 4.0 ήταν η μετατροπή των βιομηχανιών σε έξυπνες βιομηχανίες, η οποίες θα έχουν πλήρη αυτονομία στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος μειώνοντας την ανθρώπινη παρέμβαση. [57] Το industry 5.0 έχει σχεδιαστεί ώστε να συνδιάσει την ανθρώπινη επαφή με τα ισχυρά και έξυπνα μηχανήματα. [56] Δηλαδή το industry 5.0 θα μπορεί να προσφέρει προσαρμοσμένα προϊόντα και υπηρεσίες με βάση τις ανάγκες των πελατών. Επομένως σκοπός του Industry 5.0 είναι να αξιοποιήσει την ανθρώπινη σκέψη και δημιουργικότητα με τα μηχανήματα του industry 4.0. Πολύ σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι το industry 5.0 στοχεύει σε μία πράσινη βιομηχανία σε σύγκριση με τις παλαιότερες, αφού θα εστιάζει στο περιβάλλον δημιουργώντας πιο φιλικά μηχανήματα, και παίρνοντας αποφάσεις που δεν θα είναι επιβλαβής για το περιβάλλον.

Για να πετύχει το industry 5.0, πρέπει να υιοθετήσει κάποιες μεθόδους παραγωγής. Μία από αυτές είναι η έξυπνη κατασκευή προσθήκης που αναφέραμε παραπάνω. Σκοπός είναι να αφομοιωθεί από τις βιομηχανίες σε βαθμό μαζικής παραγωγής, ώστε να είναι τα μηχανήματα φιλικά προς το περιβάλλον και επίσης μέσω της κατασκευής προσθήκης επιτυγχάνεται η σχέση ανθρώπου μηχανής που χρειάζεται το industry 5.0.

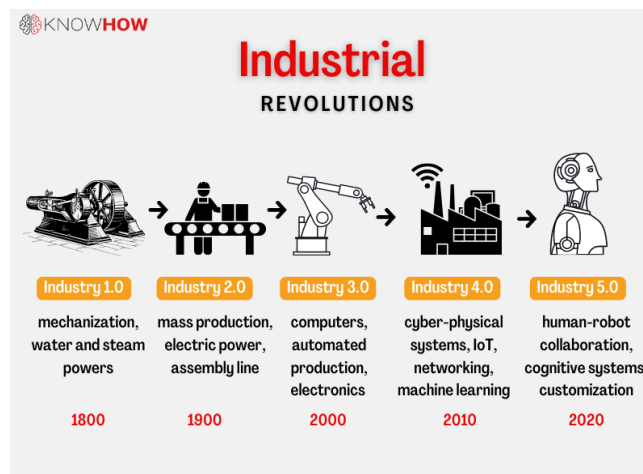
Επίσης στην σημερινή εποχή οι βιομηχανίες πραγματοποιούν εργασίες συντήρησης με καθορισμένο πρόγραμμα, θεωρώντας δεδομένα τα υλικά συντήρησης. Το industry 5.0 θα αλλάξει αυτό δημιουργώντας την έξυπνη συντήρηση που θα επιτρέπει την σωστή αξιοποίηση των υλικών και την μέγιστη αποδοτικότητά τους.

Στην εποχή του industry 4.0 οι βιομηχανίες εξαιτίας της μεγάλης ζήτησης προϊόντων έχουν αποτύχει στην ενσωμάτωση της προσαρμογής προϊόντων ανάλογα με την ζήτηση των πελατών. [56] Το Industry 5.0 με την χρήση AI, computer vision και real time data θα φέρει τις επιλογές προσαρμοστικότητας των προϊόντων στις βιομηχανίες με ελάχιστα κόστη και μέγιστη αξιοπιστία. Τα καινοτόμα μηχανήματα σε συνδυασμό με τους εξειδικευμένους ανθρώπους που θα σχεδιάζουν τα προϊόντα είναι το πρώτο βήμα προς αυτήν την κατεύθυνση.

Όσο αναφορά τον περιβαλλοντικό παράγοντα , οι βιομηχανίες πρέπει να αφομοιώσουν πολλές διαδικασίες που θα συμβάλλουν σε αυτό. Αρχικά θα πρέπει να μειωθούν τα απόβλητα των βιομηχανιών είτε αξιοποιώντας καλύτερα τα υλικά τους , είτε ανακυκλώνοντας τα απόβλητα αυτά , προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθούν . Η ρύπανση επίσης αποτελεί τεράστιο πρόβλημα ,το οποίο θα πρέπει να επιλυθεί με χρήση καταλληλότερων μηχανημάτων.

Επομένως το Industry 5.0 έρχεται να ικανοποιήσει από τις εφαρμογές του , τους πελάτες μέσω της εξατομίκευσης των προϊόντων , τους υπαλλήλους των βιομηχανιών μέσω μιας αποδοτικής σχέσης μεταξύ ανθρώπου- μηχανής και να συμβάλει στο περιβάλλον με χρήση αποδοτικότερων μέσων.

Συνεπώς η παρόλο που το industry 4.0 έχει μικρό χρόνο ύπαρξης στα βιομηχανικά περιβάλλοντα , οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις σε συνδυασμό με τις συνεχείς απαιτήσεις τόσο των καταναλωτών όσο και των ανταγωνιστών , καθιστούν και επιβάλλουν την δημιουργία του industry 5.0 , το οποίο ήδη έχει ξεκινήσει να κάνει την είσοδο του στις βιομηχανίες. Το μέλλον λοιπόν ανήκει στο industry 5.0 και οδεύουμε προς την 5η βιομηχανική επανάσταση.



Εικόνα 19 : Σύγκριση βιομηχανικών επαναστάσεων

## 2.17 Πρωτόκολλα ISO

Ο ISO (Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης) είναι ένας μη κυβερνητικός οργανισμός που αναπτύσσει και δημοσιεύει διεθνή πρότυπα για ένα ευρύ φάσμα βιομηχανιών, συμπεριλαμβανομένης της μεταποίησης, της υγειονομικής περίθαλψης, της τεχνολογίας πληροφοριών και πολλών άλλων. Τα πρωτόκολλα ISO είναι σύνολα κατευθυντήριων γραμμών και διαδικασιών που μπορούν να ακολουθήσουν οι οργανισμοί για να επιτύχουν τυποποίηση και να εξασφαλίσουν ποιότητα στις λειτουργίες τους. [111] Μερικά από τα πιο γνωστά πρωτόκολλα ISO περιλαμβάνουν:

- **ISO 9001:** Το ISO 9001 είναι ένα πρότυπο για συστήματα διαχείρισης ποιότητας που χρησιμοποιείται ευρέως σε διάφορες βιομηχανίες σε όλο τον κόσμο. Το πρότυπο παρέχει ένα πλαίσιο για τους οργανισμούς για τη δημιουργία, την εφαρμογή, τη διατήρηση και τη συνεχή βελτίωση του συστήματος διαχείρισης ποιότητας, με στόχο την ικανοποίηση των απαιτήσεων των πελατών και την ενίσχυση της ικανοποίησης των πελατών. Το ISO 9001 ισχύει για όλους τους τύπους οργανισμών, ανεξάρτητα από το μέγεθός τους ή τη φύση των προϊόντων ή των υπηρεσιών τους. Το πρότυπο είναι ιδιαίτερα σημαντικό για κλάδους που επικεντρώνονται στην παραγωγή αγαθών ή στην παροχή υπηρεσιών που είναι κρίσιμες για την ικανοποίηση των πελατών, την ασφάλεια και τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς. Η εφαρμογή του ISO 9001 στις βιομηχανίες μπορεί να αποφέρει πολλά οφέλη, όπως αυξημένη απόδοση, βελτιωμένη ικανοποίηση πελατών και βελτιωμένη φήμη. Καθιερώνοντας ένα σύστημα διαχείρισης ποιότητας βασισμένο στο ISO 9001, οι βιομηχανίες μπορούν να διασφαλίσουν ότι οι διαδικασίες τους είναι καλά καθορισμένες, τα προϊόντα ή οι υπηρεσίες τους ανταποκρίνονται στις ανάγκες των πελατών και ότι βελτιώνουν συνεχώς τις δραστηριότητές τους για να ανταποκριθούν στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις της αγοράς.
- **ISO 14001:** Το ISO 14001 είναι ένα πρότυπο για τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης που παρέχει ένα πλαίσιο στους οργανισμούς για τη δημιουργία, την εφαρμογή, τη συντήρηση και τη συνεχή βελτίωση των συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης τους. Ο στόχος του προτύπου είναι να βοηθήσει τους οργανισμούς να διαχειριστούν τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις και να προωθήσουν βιώσιμες πρακτικές. Το πρότυπο είναι σχετικό για βιομηχανίες που έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως αυτές που παράγουν ή καταναλώνουν ενέργεια, νερό ή φυσικούς πόρους. Με την εφαρμογή του ISO 14001, οι οργανισμοί μπορούν να διαχειριστούν τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις, να μειώσουν το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα και να συμμορφωθούν με τους ισχύοντες νόμους και κανονισμούς. Το ISO 14001 καλύπτει ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών θεμάτων, συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών αέρα, των απορρίψεων υδάτων, της διαχείρισης απορριμμάτων και της κατανάλωσης ενέργειας. Το πρότυπο απαιτεί από τους οργανισμούς να καθορίζουν περιβαλλοντικούς στόχους, να παρακολουθούν και να μετρούν τις περιβαλλοντικές τους επιδόσεις και να βελτιώνουν συνεχώς το σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης τους.
- **ISO 27001:** Το ISO 27001 είναι ένα πρότυπο για τα συστήματα διαχείρισης ασφάλειας πληροφοριών (ISMS) που παρέχει ένα πλαίσιο στους οργανισμούς για τη δημιουργία,



την εφαρμογή, και τη συνεχή βελτίωση του συστήματος διαχείρισης ασφάλειας πληροφοριών. Ο στόχος του προτύπου είναι να βοηθήσει τους οργανισμούς να προστατεύσουν την εμπιστευτικότητα, την ακεραιότητα και τη διαθεσιμότητα των πληροφοριών τους. Το πρότυπο είναι σχετικό για κλάδους που χειρίζονται ευαίσθητες πληροφορίες, όπως οικονομικές πληροφορίες, και προσωπικά δεδομένα. Με την εφαρμογή του ISO 27001, οι οργανισμοί μπορούν να διαχειρίζονται τους κινδύνους για την ασφάλεια των πληροφοριών τους, να προστατεύουν τα περιουσιακά στοιχεία των πληροφοριών τους και να συμμορφώνονται με τους ισχύοντες νόμους και κανονισμούς. Το ISO 27001 καλύπτει ένα ευρύ φάσμα θεμάτων ασφάλειας πληροφοριών, συμπεριλαμβανομένου του ελέγχου πρόσβασης, της κρυπτογραφίας, της φυσικής ασφάλειας και της διαχείρισης συμβάντων. Το πρότυπο απαιτεί από τους οργανισμούς να διενεργούν αξιολόγηση κινδύνου, να θεσπίζουν πολιτικές και διαδικασίες για τη διαχείριση των κινδύνων ασφάλειας πληροφοριών και να παρακολουθούν και να μετρούν τις επιδόσεις τους στην ασφάλεια των πληροφοριών.

- **ISO 45001:** Ο στόχος του προτύπου είναι να βοηθήσει τους οργανισμούς να παρέχουν έναν ασφαλή και υγιή χώρο εργασίας για τους υπαλλήλους, τους εργολάβους και τους επισκέπτες τους. Το πρότυπο είναι σχετικό για βιομηχανίες που έχουν υψηλό κίνδυνο επαγγελματικών τραυματισμών, όπως οι κατασκευές, η μεταποίηση και η υγειονομική περίθαλψη. Με την εφαρμογή του ISO 45001, οι οργανισμοί μπορούν να διαχειριστούν τους κινδύνους για την υγεία και την ασφάλεια στην εργασία τους, να αποτρέψουν επαγγελματικούς τραυματισμούς και ασθένειες και να συμμορφωθούν με τους ισχύοντες νόμους και κανονισμούς. Το ISO 45001 καλύπτει ένα ευρύ φάσμα θεμάτων επαγγελματικής υγείας και ασφάλειας, συμπεριλαμβανομένης της αναγνώρισης κινδύνων, της αξιολόγησης κινδύνου, της ετοιμότητας έκτακτης ανάγκης και της διερεύνησης συμβάντων. Το πρότυπο απαιτεί από τους οργανισμούς να θεσπίζουν πολιτικές και διαδικασίες για τη διαχείριση των κινδύνων για την υγεία και την ασφάλεια στην εργασία, να παρακολουθούν και να μετρούν τις επιδόσεις τους στην επαγγελματική υγεία και ασφάλεια και να βελτιώνουν συνεχώς το σύστημα διαχείρισης της υγείας και ασφάλειας στην εργασία.

Τα πρωτόκολλα ISO είναι σημαντικά για τις βιομηχανίες επειδή παρέχουν ένα πλαίσιο για τη διασφάλιση της συνέπειας και της ποιότητας στις λειτουργίες τους, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένη απόδοση, αυξημένη ικανοποίηση πελατών και μειωμένο κόστος. Ακολουθώντας τα πρωτόκολλα ISO, οι οργανισμοί μπορούν επίσης να επιδείξουν τη δέσμευσή τους να πληρούν τα διεθνή πρότυπα και να διατηρούν υψηλά επίπεδα απόδοσης.

## Κεφάλαιο 3ο - Ψηφιακός μετασχηματισμός (Digital transformation)

### 3.1 Εισαγωγή στο ψηφιακό μετασχηματισμό

Οι σημερινές επιχειρήσεις βρίσκονται σε μια εποχή ταχέως αυξανόμενου ανταγωνισμού και ζήτησης των πελατών. [59] Μια σύγχρονη εποχή που χαρακτηρίζεται έντονα από την

κυριαρχία των αναδυόμενων τεχνολογιών σε όλους τους τομείς της κοινωνικής και οικονομικής ζωής.

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός (Digital Transformation) είναι μια εξελικτική πορεία, μια νέα ολιστική προσπάθεια που πρωτίστως απαιτεί ένα όραμα. [60] Δεν σχετίζεται μόνο με τον τρόπο που αυτές ενσωματώνονται σε όλους τους τομείς μιας επιχείρησης. Πρόκειται για μια διαδικασία χρήσης των ψηφιακών τεχνολογιών για τη δημιουργία νέων – ή την τροποποίηση υπαρχουσών – επιχειρηματικών διαδικασιών, προκειμένου να ανταποκριθούν στις μεταβαλλόμενες επιχειρηματικές απαιτήσεις και τις απαιτήσεις των πελατών. [61] Κάθε εταιρεία αντιμετωπίζει και εφαρμόζει την έννοια διαφορετικά και για το λόγο αυτό είναι δύσκολο να αποδοθεί ένας ορισμός που να ισχύει για όλες.

Σε γενικές γραμμές ως ψηφιακός μετασχηματισμός ορίζεται η διείσδυση των ψηφιακών τεχνολογιών σε όλους τους τομείς μιας επιχείρησης, με αποτέλεσμα θεμελιώδεις αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας. Σύμφωνα με τον συγγραφέα Greg Verdino: «Digital Transformation closes the gap between what digital customers already expect and what analog business already deliver», που σε ελληνική μετάφραση σημαίνει: «Ο ψηφιακός μετασχηματισμός καλύπτει το κενό μεταξύ, του τι προσδοκούν οι ψηφιακοί πελάτες και τι πραγματικά προσφέρουν οι επιχειρήσεις».

Σε κάθε περίπτωση ο Ψηφιακός Μετασχηματισμός επιτρέπει, με την κατάλληλη εκπαίδευση και υποδομές, στις βιομηχανίες να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των πελατών και τις βοηθά να επιβιώσουν σε ένα μέλλον όπου η τεχνολογία είναι βασικός οικονομικός μοχλός.

### 3.2 Ιστορική αναδρομή

Ο 1ος ψηφιακός μετασχηματισμός ξεκίνησε τη δεκαετία του 1980, με την εισαγωγή της πληροφορικής, της τεχνολογίας και της αυτοματοποίησης μέσω της ηλεκτρονικής στη ζωή των ανθρώπων. Την περίοδο αυτή το διαδίκτυο και οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές αποτελούσαν τα πλέον απαραίτητα εργαλεία για όλους τους τομείς της οικονομίας. Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, όπως η τεχνητή νοημοσύνη, αποτέλεσε τη βάση για τον δεύτερο ψηφιακό μετασχηματισμό.

Η τεχνητή ενσωμάτωση των φυσικών συστημάτων του Κυβερνοχώρου (CPS- Cyber Physical System) στις παραγωγικές διαδικασίες σήμανε την έναρξη του 2ου Ψηφιακού Μετασχηματισμού (περίπου από το 2000 και μετά). Μέσω του CPS συγκεκριμενοποιούνται διαδικτυακές συνδέσεις μεταξύ ανθρώπων, μηχανών, προϊόντων, αντικειμένων και συστημάτων τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών. Όπως είναι φυσικό από τον 2ο Ψηφιακό Μετασχηματισμό απορρέουν πολλές μεταβολές στις διαδικασίες παραγωγής, στα δίκτυα διανομής προϊόντων, στον τρόπο οργάνωσης των επιχειρήσεων, στις εργασιακές σχέσεις και στις απαιτήσεις των καταναλωτών. Αυτό συμβαίνει γιατί η δομή της οικονομίας και την κοινωνίας έχει αναδιαμορφωθεί ριζικά από τα κοινωνικά δίκτυα, την κινητή

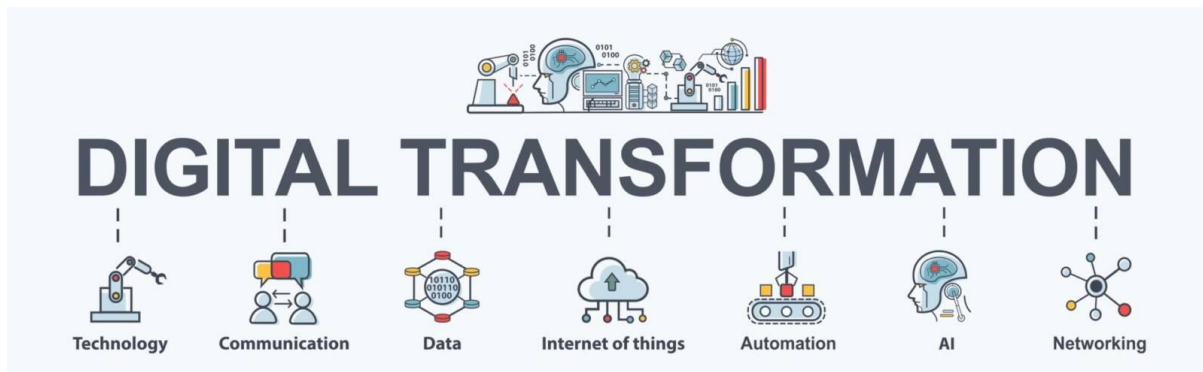
τηλεφωνία, το υπολογιστικό νέφος (cloud computing), την 3D εκτύπωση, το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) και την εισαγωγή την τεχνητής νοημοσύνης στον τομέα των υπηρεσιών.[61]

### 3.3 Χαρακτηριστικά στοιχεία ψηφιακού μετασχηματισμού

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός έχει άμεσο αντίκτυπο στην στρατηγική των βιομηχανιών. Η στρατηγική αυτή χωρίζεται σε 5 επίπεδα : τους πελάτες , τον ανταγωνισμό , τα δεδομένα , την καινοτομία και την σχέση πελάτη-βιομηχανίας. Τα 5 αυτά επίπεδα συμβάλλουν το κάθε ένα ξεχωριστά στην αλυσίδα του προϊόντικού κύκλου :

- **Πελάτες** : Ένα από τα πιο σημαντικά επίπεδα αυτής της αλυσίδας , είναι οι πελάτες , καθώς αυτοί είναι που λαμβάνουν το τελικό προϊόν. Οι πελάτες μπορεί να είναι αυτόνομοι , ή άλλες επιχειρήσεις. Είναι πολύ σημαντικό για τις βιομηχανίες να χτίσουν μία σχέση εμπιστοσύνης με τους πελάτες τους και να τους προσφέρουν όσο το δυνατόν καλύτερες υπηρεσίες. Τα σχόλια των πελατών θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη , και να χρησιμοποιούνται για την βελτίωση τους.
- **Ανταγωνισμός** : Με την συνεχείς ανάπτυξη των τεχνολογιών όλο και περισσότερες βιομηχανίες παίρνουν πρωταγωνιστικό ρόλο , και όλο και περισσότερα μηχανήματα αναπτύσσονται και προσδίδουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Οι βιομηχανίες λοιπόν θα πρέπει να συμβαδίζουν με όλα αυτά και να προβάλλουν τα ανταγωνιστικά τους πλεονεκτήματα.
- **Δεδομένα** : Όπως έχουμε αναφέρει τα δεδομένα αποτελούν τον χρυσό της 4ης βιομηχανικής επανάστασης. Οι βιομηχανίες διαχειρίζονται τεράστιους όγκους δεδομένων , που πολλές φορές είναι δύσκολο να ξεχωρίσουν τα χρήσιμα δεδομένα. Σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες , τα δεδομένα αυτά συμβάλλουν στην αποτελεσματικότερη και αποδοτικότερη παραγωγική διαδικασία.
- **Καινοτομία** : Οι νέες τεχνολογίες που έχουν εισαχθεί , προσφέρουν στις βιομηχανίες την άνεση να δημιουργήσουν καινοτόμα προϊόντα που άλλοτε θα ήταν δύσκολο. Τα μηχανήματα έχουν εξελιχθεί σε τρομερό βαθμό , λειτουργώντας αυτόνομα και προσφέροντας λύσεις σε προβλήματα που οι άνθρωποι δεν μπορούν να λύσουν.
- **Σχέση πελάτη - βιομηχανίας** : Οι ψηφιακές τεχνολογίες δημιουργούν πρόσφορο έδαφος για τις βιομηχανίες , προκειμένου να δημιουργήσουν σχέσεις με τους πελάτες τους. Πλέον αντιλαμβάνονται τις ανάγκες που έχουν οι καταναλωτές και έχουν την δυνατότητα να προσαρμόζονται γρήγορα στις όποιες αλλαγές.

Ένα παράδειγμα όλων των παραπάνω χαρακτηριστικών , είναι στην περίοδο που ο πλανήτης αντιμετώπιζε τον ιό COVID-19 , οι βιομηχανίες προσαρμόστηκαν στην ανάγκη για μάσκες προστασίας , και μεταποίησαν τις γραμμές παραγωγής τους προκειμένου να κατασκευάζουν μάσκες . [60] Σε αυτό συνέβαλαν οι τεχνολογίες του industry 4.0 σε συνδυασμό με τον ψηφιακό μετασχηματισμό.



Εικόνα 20 : Ψηφιακός μετασχηματισμός

### 3.4 Ψηφιοποίηση

Η ψηφιοποίηση των βιομηχανιών αναφέρεται στην μεταφορά όλων των δραστηριοτήτων μιας βιομηχανίας στον ψηφιακό κόσμο , με χρήση τεχνολογιών όπως το cloud computing , το IoT και η ανάλυση δεδομένων , με σκοπό την βελτίωση της παραγωγικότητας.

Η ψηφιοποίηση μπορεί να επηρεάσει τις βιομηχανίες με διάφορους τρόπους. Αρχικά με την μεταφορά δεδομένων από το χαρτί στον υπολογιστή , επιτυγχάνοντας την σωστή και γρήγορη διαχείριση του. Επιπλέον με χρήση ψηφιακών εφαρμογών για τον χειρισμό των μηχανημάτων , και τέλος για την αύξηση της εμπειρίας του πελάτη.

Συνεπώς η ψηφιοποίηση αποτελεί ένα βασικό εργαλείο για την μεταφορά του πραγματικού κόσμου , στον ψηφιακό με σκοπό την καλύτερη εταιρική απόδοση και κερδοφορία.

### 3.5 Ο ψηφιακός μετασχηματισμός στις βιομηχανίες

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός σε κάποια του επίπεδα περιλαμβάνει διαδικασίες παραγωγής. Οι βιομηχανίες απολαμβάνουν τα οφέλη του , τα οποία ποικίλουν , από την μείωση του κόστους μέχρι και την δοκιμή και παραγωγή νέων προϊόντων. Επίσης η χρήση εφαρμογών (π.χ. σε κινητά τηλέφωνα) είναι σημαντική για την επικοινωνία μεταξύ των υπαλλήλων και των καταναλωτών. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός των βιομηχανιών ανοίγει νέους ορίζοντες για την επέκτασή τους στο παγκόσμιο εμπόριο.[63]

Η παραδοσιακή αλυσίδα μεταξύ των βιομηχανιών , των προμηθευτών και των πωλητών έχει αντικατασταθεί από την καινούργια ψηφιακή αλυσίδα. Οι νέες τεχνολογίες έχουν δημιουργήσει καινούργια επιχειρηματικά μοντέλα , καινοτόμα , τα οποία προσφέρουν στους καταναλωτές νέα προϊόντα και υπηρεσίες.

Η επίδραση του ψηφιακού μετασχηματισμού φαίνεται στο τελικό επίπεδο της αλυσίδας παραγωγής , ωστόσο επηρεάζει και άλλους τομείς. Κάποιοι από αυτούς αποτελούν το κομμάτι της έρευνας και ανάπτυξης , καθώς οι νέες τεχνολογίες επιτρέπουν την δημιουργία προϊόντων που σε μια παραδοσιακή βιομηχανία θα ήταν δύσκολο να κατασκευαστούν. Επίσης είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι βιομηχανίες θα πρέπει να διαχειρίζονται σωστά τα δεδομένα των καταναλωτών , κάτι που απαιτεί πρόκληση στις μέρες μας για τις βιομηχανίες.

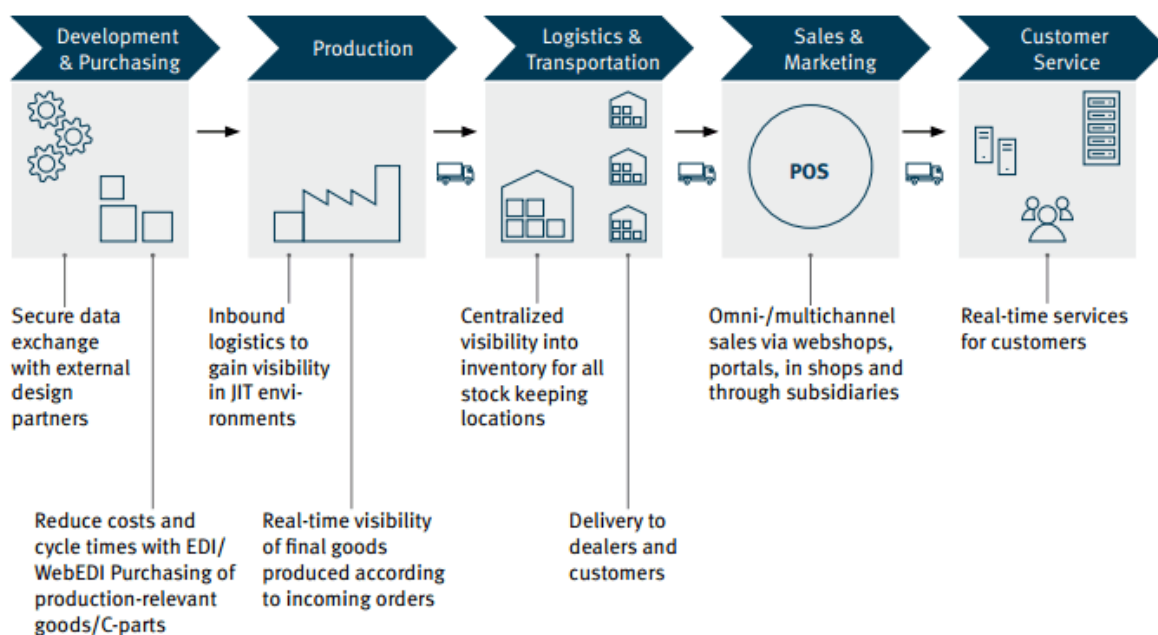
Ο ψηφιακός μετασχηματισμός απαιτεί ανάλυση στα επιχειρηματικά μοντέλα των βιομηχανιών και στις στρατηγικές τους. Η στρατηγική των βιομηχανιών θα πρέπει να περιλαμβάνει αρμονικά τους πελάτες , τους προμηθευτές , τους υπαλλήλους και το περιβάλλον της επιχείρησης.

Στην εποχή του Industry 4.0 ο ψηφιακός μετασχηματισμός των βιομηχανιών έχει αλλάξει πολύ. Η βασική έμφαση τους είναι η ικανοποίηση των αναγκών του πελάτη. Τις ανάγκες αυτές τις αναγνωρίζουν μέσω του τεράστιου όγκου δεδομένων που έχουν στην διάθεση τους. Αυτά τα δεδομένα τους προσφέρουν χρήσιμες πληροφορίες όπως οι προτιμήσεις , η ευχαρίστηση με ένα συγκεκριμένο προϊόν και την τιμή του , και η εμπιστοσύνη που έχουν στο πρόσωπο της εταιρείας. Πάνω σε αυτά τα δεδομένα οι βιομηχανίες προσπαθούν να χτίσουν καλές σχέσεις με τους πελάτες , καθώς και να δημιουργήσουν την εικόνα τους προς τα έξω (brand).

Ωστόσο ένα σημαντικό απόσπασμα του ψηφιακού μετασχηματισμού αποτελεί το ίδιο το εργοστασιακό περιβάλλον. Τα αυτοματοποιημένα μηχανήματα , οι ψηφιακές εφαρμογές - διεπαφές , η χρήση cloud και τεχνητής νοημοσύνης έχουν συμβάλει σημαντικά στην μείωση των κόστων της βιομηχανίας και στην ενίσχυση της αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητας της γραμμής παραγωγής.

Βέβαια παρόλα τα οφέλη του ψηφιακού μετασχηματισμού , κρύβονται και πολλοί κίνδυνοι και ανησυχίες . Αρχικά η μείωση των θέσεων εργασίας αποτελεί βασικό πρόβλημα σε αυτήν την εποχή , μιας και τα αυτοματοποιημένα συστήματα μπορούν να αντικαταστήσουν πλήρως των ανθρώπινο παράγοντα. Όλες οι βιομηχανικές επαναστάσεις χαρακτηρίζονταν από αυτό το πρόβλημα , ωστόσο στην 4η και με την χρήση του ψηφιακού μετασχηματισμού τα πράγματα είναι καλύτερα , καθώς δημιουργούνται νέες θέσεις εργασία σε άλλους καινούργιους τομείς. Μπορεί να μειώνονται τα εργατικά χέρια , αλλά υπάρχει αυξημένη ζήτηση σε θέσεις ειδικότητας , όπως για παράδειγμα σχεδιαστές και προγραμματιστές.

Δεδομένου όλων αυτών το μέλλον στις βιομηχανίες παρουσιάζεται λαμπρό , με καινοτομίες που μένουν ακόμη να ανακαλυφθούν.[64]



Εικόνα 21 : Αρχές ψηφιακού μετασχηματισμού

### 3.6 Δομικά στοιχεία ψηφιακού μετασχηματισμού

Οι βιομηχανίες προκειμένου να υιοθετήσουν και να προσαρμοστούν με βάση τον ψηφιακό μετασχηματισμό έχουν δημιουργήσει κάποιους κανόνες. Οι κανόνες αυτοί χωρίζονται σε 3 βασικά δομικά στοιχεία : την εμπειρία των πελατών , τις παραγωγικές διαδικασίες και τα επιχειρηματικά μοντέλα. Κάθε δομικό στοιχείο επηρεάζει από 3 χαρακτηριστικά , από τα οποία εξαρτώνται οι βιομηχανίες. [70] Είναι απαραίτητο όλα τα χαρακτηριστικά αυτά να εφαρμόζονται και να συνυπάρχουν στις βιομηχανίες , καθώς ορίζουν τον τρόπο λειτουργίας τους και αποτελούν κανόνες που πρέπει να ακολουθήσουν.

## Building a Digital Organization

Customer Experience	Operational Process	Business Model
<b>Customer Understanding</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Analytics-based segmentation</li><li>Socially-informed knowledge</li></ul>	<b>Process Digitalization</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Performance improvement</li><li>New features</li></ul>	<b>Digitally-modified business</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Product/service augmentation</li><li>Transition physical to digital</li></ul>
<b>Top Line Growth</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Digitally-enhanced selling</li><li>Predictive Marketing</li><li>Streamlined customer processes</li></ul>	<b>Worker Enablement</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Working anywhere</li><li>Broader and faster communication</li><li>Community knowledge sharing</li></ul>	<b>New Digital Business</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Digital products</li><li>Reshape organizational boundaries</li></ul>
<b>Customer Touch Points</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Customer service</li><li>Cross-channel coherence</li><li>Self service</li></ul>	<b>Performance Management</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Operational transparency</li><li>Data-driven decision-making</li></ul>	<b>Digital Globalization</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Enterprise integration</li><li>Redistribute decision authority</li><li>Share digital services</li></ul>

Εικόνα 22 : Δομικά χαρακτηριστικά ψηφιακού μετασχηματισμού.

#### 3.6.1 Εμπειρία πελάτη

Στο επίπεδο των βιομηχανιών , το πιο σημαντικό κέρδος τους , είναι η σχέση που χτίζουν με τους πελάτες τους , μιας και αυτοί θα είναι που θα αγοράσουν και θα καταναλώσουν το τελικό προϊόν. [71] Προκειμένου να δημιουργηθεί η αυτή η σχέση , οι επιχειρήσεις πρέπει να ακολουθήσουν 3 στάδια : την κατανόηση του πελάτη , την ανάπτυξη κορυφαίας γραμμής και τα σημεία επαφής με τους πελάτες. [71]

- **Κατανόηση του πελάτη** : Το βασικότερο στοιχείο στις σχέσεις μιας επιχείρησης με τους πελάτες είναι η κατανόηση των αναγκών τους. Για να επιτευχθεί αυτό οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν τα big data και analytics. Σκοπός τους είναι η μετατροπή του όγκου δεδομένων που κατέχουν σε χρήσιμη πληροφορία. Από τα δεδομένα αυτά μπορούν να εξάγουν πολλές χρήσιμες πληροφορίες με βάση τον πελάτη. Αρχικά μπορούν να προσδιορίσουν τις ανάγκες του , για ανάπτυξη νέων προϊόντων και δημιουργία υπηρεσιών. Όσο αφορά ήδη υπάρχοντα προϊόντα οι επιχειρήσεις αντλούν πληροφορίες σχετικά με την ικανοποίησή τους πάνω σε αυτά , προκειμένου να μπορούν να κάνουν αλλαγές και διορθώσεις. Μέσω των δεδομένων η επιχειρήσεις κατέχουν και

πληροφορίες σχετικά με το είδος του καταναλωτικού τους κοινού. Επομένως μπορούν να προβούν σε τμηματοποίηση της αγοράς , ώστε τα τμήματα μάρκετινγκ να απευθύνονται στις συγκεκριμένες ομάδες ανθρώπων. Με αυτό επιτυγχάνεται η καλύτερη ενημέρωση και στόχευση προς το κοινό , προκειμένου να ανέβουν τα έσοδα μιας επιχείρησης.

Για την προσέγγιση των καταναλωτών οι επιχειρήσεις έχουν αναπτύξει διάφορους τρόπους επικοινωνίας. Αρχικά με διαπροσωπικές σχέσεις και διαφημίσεις που αποτελούν τους πλέον κλασικούς τρόπους. Επιπλέον τα social media , τα οποία απαρτίζουν τις ζωές μας αυτήν την εποχή , αποτελούν σημαντικό μέρος της επικοινωνίας με τους καταναλωτές , καθώς όχι μόνο διαφημίζουν το προϊόν τους με πολύ χαμηλά κόστη , αλλά δίνεται η δυνατότητα της άμεσης επικοινωνίας των καταναλωτών με τις επιχειρήσεις.

- **Ανάπτυξη κορυφαίας γραμμής :** Με τα δεδομένα που έχουν στην κατοχή τους οι εταιρίες , τμηματοποιούν σε κατηγορίες το αγοραστικό κοινό και του προσφέρουν καλύτερη εμπειρία. Οι επιχειρήσεις γνωρίζουν εκ των προτέρων το κοινό τους και τους επιτρέπει να δημιουργήσουν εξατομικευμένες εμπειρίες για κάθε πελάτη ξεχωριστά. Σε φυσική παρουσία αυτό μεταφράζεται σε εκπτώσεις και προωθητικές ενέργειες , οι οποίες προκύπτουν από την έρευνα αυτών των δεδομένων.

Επιπρόσθετα , όσο αναφορά την εμπειρία των πελατών στο διαδίκτυο , τα δεδομένα αυτά αξιοποιούνται στο μέγιστο τους , προσφέροντας υπηρεσίες και λογισμικά που αναπτύσσουν πλήρως την καταναλωτική εμπειρία . Για παράδειγμα όταν ένας καταναλωτής επισκέπτεται έναν ιστότοπο οι διαφημίσεις οι οποίες θα βλέπει θα αφορούν αποκλειστικά τον ίδιο , αφού μέσω των big data analytics και της μηχανικής μάθησης , δημιουργούνται μοντέλα που προτείνουν προϊόντα με βάση τις προηγούμενες επισκέψεις του καταναλωτή. Έτσι οι επιχειρήσεις αποθηκεύουν συνεχώς τα δεδομένα των πελατών τους προκειμένου να τους προσφέρουν καλύτερες εμπειρίες.

- **Σημεία επαφής πελάτη :** Όταν αναφερόμαστε στα σημεία επαφής πελάτη εννοούμε κατά κύριο λόγο την εξυπηρέτηση πελατών. Μία σωστή εξυπηρέτηση πελατών συνεπάγεται μια ισχυρή σχέση εμπιστοσύνης.[73] Καταρχάς οι επιχειρήσεις αντλούν μέσω των δεδομένων πληροφορίες για την εμπιστοσύνη των πελατών τους , καθώς και παράπονα , μέσω των οποίων θα πρέπει να κατανοήσουν τα προβλήματα και να τα αντιμετωπίσουν.

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός και το industry 4.0 προσφέρουν μια πληθώρα μέσων για την εξυπηρέτηση των καταναλωτών. Πρώτα από όλα υπάρχει η παραδοσιακή μέθοδος εξυπηρέτησης πρόσωπο με πρόσωπο όπου οι καταναλωτές πρέπει να απευθύνονται σε υποκαταστήματα και στις βιομηχανίες απευθείας. Πλέον ωστόσο οι διαδικτυακές εφαρμογές κυριαρχούν. Τέτοιες εφαρμογές είναι οι φόρμες επικοινωνίας , το Live chat κ.α. Οι καινοτόμες αυτοί μέθοδοι προσφέρουν εξοικονόμηση των κόστων και σε μία επιχείρηση. [74]

### 3.6.2 Παραγωγική διαδικασία

Η πιο σημαντική πτυχή του ψηφιακού μετασχηματισμού έχει να κάνει με την παραγωγική διαδικασία. Έχει να κάνει δηλαδή με τους τρόπους που ο ψηφιακός μετασχηματισμός ωφελεί το βιομηχανικό περιβάλλον προσφέροντας λύσεις σε όλα τα επίπεδα της παραγωγικής διαδικασίας. Τα 3 στάδια της παραγωγικής διαδικασίας είναι η ψηφιοποίηση , η προσαρμογή των υπαλλήλων και η διαχείριση των επιδόσεων. [69]

- **Ψηφιοποίηση** : Με τον όρο ψηφιοποίηση ορίζουμε την μεταφορά των διαδικασιών μιας επιχείρησης στον ψηφιακό κόσμο. Σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον , αυτό περιλαμβάνει τις μεθόδους που χρησιμοποιούν οι βιομηχανίες προκειμένου να αυτοματοποιήσουν την παραγωγική διαδικασία. Η αυτοματοποίηση επιτυγχάνεται με όλα τα τεχνολογικά μέσα του industry 4.0 που έχουμε αναλύσει παραπάνω.

Η ψηφιοποίηση επιπλέον συμβάλλει στην καλύτερη διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού των βιομηχανιών. Οι υπάλληλοι μπορούν πλέον να εργάζονται σε εργασίες που απαιτούν εξειδίκευση και όχι χειρισμό απλών εργασιών των μηχανημάτων. Έτσι επιτυγχάνεται η αποδοτικότερη χρήση της γραμμής παραγωγής και αυξάνεται η ίδια η παραγωγικότητα.

- **Προσαρμογή των υπαλλήλων** : Στις παραδοσιακές βιομηχανίες οι σχέσεις των υπαλλήλων διαδραματίζονταν στο περιβάλλον του εργοστασίου , στον χώρο δηλαδή που βρίσκονταν τα γραφεία , καθώς για οποιαδήποτε συνεννόηση μεταξύ τους , έπρεπε να έρχονται πρόσωπο με πρόσωπο. Με τον ψηφιακό μετασχηματισμό ,αυτό έχει αλλάξει ριζικά . Αρχικά άλλαξε ο τρόπος επικοινωνίας και αντικαταστάθηκε με emails και γενικώς το διαδίκτυο. Πλέον οι υπάλληλοι δεν χρειάζεται πολλές φορές , αν δεν το απαιτεί η δουλειά τους , να βρίσκονται στο εργοστασιακό περιβάλλον με φυσική παρουσία.

Συνεπώς μέσω του ψηφιακού μετασχηματισμού ο τρόπος επικοινωνίας μεταξύ των υπαλλήλων μιας επιχείρησης έχει αλλάξει δραστικά , με χρήση ψηφιακών μέσων που επιτρέπουν την επικοινωνία οριζόντια και κάθετα. Επιπλέον αυτοί οι τρόποι επικοινωνίας βοηθούν στην καλύτερη συνεννόηση των υπαλλήλων με τους πελάτες τους , δηλαδή συμβάλλουν στην καλύτερη εξυπηρέτηση πελατών. Τα μέσα αυτά δημιουργούν το εργασιακό περιβάλλον οπουδήποτε θέλουν οι εργαζόμενοι , κρατώντας του έτσι σε εγρήγορση με την εργασία τους.



- **Διαχείριση επιδόσεων :** Με την ψηφιοποίηση ο τρόπος με τον οποίον οι βιομηχανίες αξιολογούν τα αποτελέσματά τους έχει αλλάξει ριζικά. Ένα βασικό χαρακτηριστικό που αξιολογούν , είναι οι επιδόσεις τους. Δηλαδή αξιολογούν την απόδοση της γραμμής παραγωγής σε σύγκριση με τις πωλήσεις και την ικανοποίηση του πελάτη. Μέσω της ψηφιοποίησης και με χρήση δεδομένων και μηχανικής μάθησης , οι βιομηχανίες δημιουργούν αλγοριθμικά μοντέλα που τους λαμβάνουν αυτόνομα αποφάσεις σχετικά με αλλαγές που χρειάζεται να επέμβουν για αύξηση της απόδοσής τους.

Οι λύσεις που μπορούν να αποφέρουν αυτά τα μοντέλα δεν αφορούν μόνο τελικές αποφάσεις , αλλά λαμβάνουν και οργανωτικό ρόλο. Για παράδειγμα έχουν την ικανότητα να τοποθετήσουν το προσωπικό μιας επιχείρησης στην κατάλληλη θέση και να μπορούν να προτείνουν νέα μηχανήματα πιο σύγχρονα. Επίσης μπορούν να δημιουργήσουν προσομοιώσεις μέσω των οποίων θα καταλήξουν σε συμπεράσματα για καλύτερη μέθοδο παραγωγής με χρήση καταλληλότερων φυσικών πόρων. Επομένως επιτυγχάνεται η μείωση των κόστων μιας επιχείρησης και η αποδοτικότερη λειτουργία της.

### 3.6.3 Επιχειρηματικά μοντέλα

Προκειμένου να συμβαδίσουν με του ταχύτερους ρυθμούς ανάπτυξης του ανταγωνιστικού περιβάλλοντος , οι επιχειρήσεις έχουν δημιουργήσει επιχειρηματικά μοντέλα , τα οποία αποτελούν την στρατηγική τους. Αυτά τα μοντέλα χαρακτηρίζονται από 3 βασικά στοιχεία : Τις ψηφιακές επιχειρήσεις , τα νέες ψηφιακές επιχειρήσεις και την ψηφιακή παγκοσμιοποίηση. [75]

- **Ψηφιακές επιχειρήσεις :** Οι ψηφιακές επιχειρήσεις είναι αυτές που βασίζονται στην τεχνολογία προκειμένου να εφοδιάσουν τους καταναλωτές με προϊόντα και υπηρεσίες. Υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους οι επιχειρήσεις μπορούν να ψηφιοποιηθούν. Ένας τρόπος είναι η δημιουργία ψηφιακών πλατφόρμων για να αυτοματοποιήσουν τις λειτουργίες της γραμμής παραγωγής και της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι πλατφόρμες αυτές μπορούν να συνδυαστούν με χρήση τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης , ώστε να αποκτήσουν γνώσεις για τις προτιμήσεις των πελατών προσαρμοστούν σε αυτές.

Επιπλέον οι ψηφιακές επιχειρήσεις είναι σε θέση να προσεγγίσουν νέους πελάτες και να κλιμακώσουν τις δραστηριότητές τους , επιτυγχάνοντας σημαντική αύξηση των κερδών τους. Ωστόσο , η ψηφιοποίηση των επιχειρήσεων αποτελεί ένα δύσκολο έργο , το οποίο απαιτεί πολλά κεφάλαια και εξειδικευμένο προσωπικό που θα αναλάβει μια τέτοια εργασία. Οι επιχειρήσεις που θα το τολμήσουν αυτό , είναι σε θέση να αναπτυχθούν γρήγορα στην αγορά.

- **Νέες ψηφιακές επιχειρήσεις :** Οι νέες ψηφιακές επιχειρήσεις ή νέα ψηφιακά μοντέλα , είναι επιχειρήσεις οι οποίες λειτουργούν με βάση το διαδίκτυο , προκειμένου να καλύψουν κενά που υπήρχαν στο όλο ένα αυξανόμενο ηλεκτρονικό εμπόριο. Αυτές οι

επιχειρήσεις χαρακτηρίζονται από ένα βασικό πλεονέκτημα , το οποίο είναι η ικανότητα να πωλούν τα προϊόντα τους οπουδήποτε στον κόσμο. Στο βιομηχανικό κόσμο , αυτό μεταφράζεται στην μετατροπή των υπηρεσιών πώλησης προϊόντων , ηλεκτρονικά.

Συνολικά οι επιχειρήσεις αυτές χαρακτηρίζονται από την ικανότητα τους να να εξελίσσονται και να προσαρμόζονται γρήγορα σε αλλαγές. Ωστόσο υπάρχει το πρόβλημα του ανταγωνισμού , καθώς όλοι έχουν εύκολη πρόσβαση σε αυτό το μέσο. Το δεδομένο είναι ότι οι νέες ψηφιακές επιχειρήσεις θα εξελίσσονται συνεχώς , στην εποχή του ψηφιακού μετασχηματισμού.

- **Ψηφιακή παγκοσμιοποίηση :** Η ψηφιακή παγκοσμιοποίηση όπως αναφέρει και το όνομά της είναι η διαδικασία της ενσωμάτωσης των ψηφιακών συστημάτων από τις επιχειρήσεις σε παγκόσμιο επίπεδο. Η παγκοσμιοποίηση αυξάνεται όλο και περισσότερο , καθώς οι καταναλωτές μέσω των ψηφιακών μέσων έχουν πρόσβαση σε πολλά προϊόντα ανά τον κόσμο. Κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά της είναι η σύνδεση ανθρώπων από όλα τα μέρη του κόσμου , ανεξαρτήτως που βρίσκονται και η δυνατότητα συνεργασίας μεταξύ επιχειρήσεων. Αυτό είναι πολύ σημαντικό καθώς διευρύνεται μεταξύ τους η τεχνογνωσία και αυξάνεται η δυνατότητα για επέκταση σε νέες αγορές.

Όπως κάθε νέα τεχνολογία , έτσι και η ψηφιακή παγκοσμιοποίηση παρουσιάζει κάποια μειονεκτήματα. Αρχικά ο κίνδυνος για μείωση των θέσεων εργασίας , μιας και προσωπικό από όλο τον κόσμο μπορεί να εργάζεται οπουδήποτε θελήσει μέσω απομακρυσμένης εργασίας. Επίσης με την διαμοιρασμό των τεχνολογιών και των δεδομένων , κρύβεται ο κίνδυνος της υποκλοπής δεδομένων και άλλων εγκλημάτων στον κυβερνοχώρο , τα οποία έχουμε ήδη αναλύσει παραπάνω.

Η ψηφιακή παγκοσμιοποίηση έχει αντίκτυπο τόσο στην παγκόσμια οικονομία καθώς συνδυάζονται μεταξύ τους , όσο και στην διαχείριση των εφοδιαστικών αλυσίδων μιας και οι εισαγωγές και εξαγωγές πολλαπλασιάζονται συνεχώς.

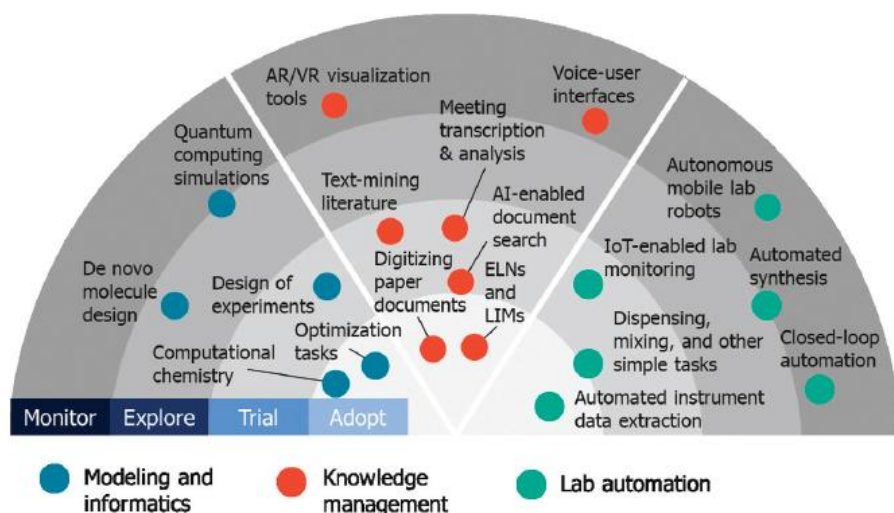
### 3.7 Μελλοντικές εφαρμογές του ψηφιακού μετασχηματισμού

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός σε συνδυασμό με το industry 4.0 , αξιοποιούν όλες τις τεχνολογίες , προκειμένου οι βιομηχανίες να είναι αποδοτικές , αποτελεσματικές και να προσφέρουν την καλύτερη εξυπηρέτηση πελατών.[81] Το μέλλον του ψηφιακού μετασχηματισμού είναι λαμπρό καθώς με την χρήση του blockchain , edge computing και AI , τα επιχειρηματικά μοντέλα και οι επιχειρηματικές δραστηριότητες θα συνεχίσουν συνεχώς να εξελίσσονται. Αυτές οι τεχνολογίες είναι ακόμα στην αρχή τους , και ήδη προσφέρουν εξαιρετικά αποτελέσματα . Με την πάροδο του χρόνου , θα βελτιωθούν και θα επιφέρουν την 5η βιομηχανική επανάσταση.

Τα οφέλη που πρόκειται να πραγματοποιήσει ο ψηφιακός μετασχηματισμός είναι πολλά. Αρχικά στο βιομηχανικό περιβάλλον , η αύξηση της παραγωγικότητας και η μείωση του κόστους θα δημιουργήσουν καινούργια πιο ποιοτικά προϊόντα. Επίσης σημαντικό όφελος αποτελεί το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των επιχειρήσεων. Στην σημερινή εποχή η ρύποι που

παράγονται από τα εργοστάσια, αποτελούν τεράστιο πρόβλημα για το περιβάλλον και για τις ζωές των ανθρώπων. Με τις νέες τεχνολογίες, τα απόβλητα των εργοστασίων θα διαχειρίζονται καλύτερα και θα ανακυκλώνονται. [81] Η ενέργεια που θα χρησιμοποιούν, θα εκμεταλλεύεται με αποδοτικό και οικονομικό τρόπο, μειώνοντας τις καταναλώσεις, οι οποίες θα προσφέρουν μειωμένα κόστη και ελάφρυνση του περιβάλλοντος.

Ωστόσο όπως έχουμε ήδη αναφέρει, οι βιομηχανίες θα πρέπει να υπολογίσουν και τους κινδύνους που κρύβει, μια τέτοια αξιοποίηση των τεχνολογιών. Τέτοιοι κίνδυνοι αποτελούν η μείωση των εργασιακών θέσεων από ανθρώπους και ο κίνδυνος της κυβερνοασφάλειας.[81] Οπότε οι βιομηχανίες θα πρέπει σε συνεργασία με ειδικούς να προσαρμοστούν σταδιακά σε αυτές τις αλλαγές και όχι να βιαστούν να αφομοιώσουν τις τεχνολογίες.



Εικόνα 23 : Μελλοντικές τεχνολογίες ψηφιακού μετασχηματισμού

### 3.8 Οφέλη και κίνδυνοι ψηφιακού μετασχηματισμού

#### 3.8.1 Οφέλη

Παρακάτω ακολουθεί ένας πίνακας με τα οφέλη του ψηφιακού μετασχηματισμού : [82]

Οφέλη ψηφιακού μετασχηματισμού	Περιγραφή
Αυξημένη αποδοτικότητα	Βελτιστοποίηση των γραμμών παραγωγής με χρήση IoT αισθητήρων
Μειωμένα κόστη	Μειωμένα κόστη με χρήση τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης για πρόβλεψη.
Αύξηση ποιότητας προϊόντων	Δημιουργία συστημάτων ελέγχου ποιότητας και αύξηση της σταθερότητας στην γραμμή παραγωγής.

Αποδοτικότερη χρήση ενέργειας	Χρήση συστημάτων παρακολούθησης και διαχείρισης επιπέδων ενέργειας , για μείωση του κόστους λειτουργίας.
Μειωμένα απόβλητα	Δημιουργία συστημάτων για την αποφυγή της υπερπαραγωγής προϊόντων και συνεπώς την παραγωγή αποβλήτων.
Βελτίωση εφοδιαστικής αλυσίδας	Με χρήση blockchain η παρακολούθηση των αποστολών των προϊόντων και υλικών γίνεται ευκολότερη.
Εξελιγμένα μοντέλα αυτόνομης απόφασης	Με ανάλυση των δεδομένων των βιομηχανιών επιτυγχάνεται η εξαγωγή αποφάσεων.
Καλύτερη εξυπηρέτηση πελατών	Με χρήση ψηφιακών μέσων και εφαρμογών όπως τα chatbots , για την καλύτερη εξυπηρέτηση και εμπειρία του πελάτη.
Αύξηση της καινοτομίας	Επιτρέπει την δημιουργία πρωτότυπων με χρήση τεχνολογιών όπως το 3D Printing.
Απομακρυσμένη εργασία	Πλέον οι εργαζόμενοι μπορούν να δουλεύουν απομακρυσμένα αν το επιτρέπει η θέση τους.
Μεγαλύτερη ασφάλεια	Τα συστήματα ασφαλείας έχουν εξελιχθεί σε μεγάλο βαθμό με χρήση αισθητήρων , π.χ. για πυρκαγιά

Πίνακας 7 : Οφέλη ψηφιακού μετασχηματισμού

### 3.8.2 Κίνδυνοι

Παρακάτω ακολουθούν οι κίνδυνοι που μπορεί να επιφέρει η χρήση του ψηφιακού μετασχηματισμού : [83]

<b>Κίνδυνοι ψηφιακού μετασχηματισμού</b>	<b>Περιγραφή</b>
Μείωση θέσεων εργασίας	Με την χρήση του AI τα μηχανήματα λειτουργούν αυτόνομα και αντικαθιστούν τους εργάτες.
Ανισότητα	Η χρήση αυτών των τεχνολογιών από μεγάλες επιχειρήσεις , μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα σε μικρότερες που δεν έχουν πρόσβαση.
Απειλές στην κυβερνοασφάλεια	Κίνδυνος για υποκλοπή και καταστροφή δεδομένων.
Τεχνολογικές εξαρτήσεις	Σε περίπτωση αποτυχίας ενός συστήματος οι επιχειρήσεις θα δυσκολευτούν να προσαρμοστούν σε άλλα συστήματα.
Πρόβλημα ιδιωτικότητας	Τα δεδομένα των χρηστών διατρέχουν κίνδυνο υποκλοπής και διαμοιρασμό σε τρίτους.
Περιβαλλοντικό πρόβλημα	Ένα από τα βασικότερα προβλήματα , καθώς πολλές τεχνολογίες ρυπαίνουν και καταστρέφουν το περιβάλλον.

Πίνακας 8 : Κίνδυνοι ψηφιακού μετασχηματισμού

### 3.9 Ψηφιακός μετασχηματισμός εφοδιαστικής αλυσίδας.

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός της εφοδιαστικής αλυσίδας αναφέρεται στην ενσωμάτωση τεχνολογίας και δεδομένων σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας, της ορατότητας και της ευελιξίας. [96] Ο στόχος του ψηφιακού μετασχηματισμού της αλυσίδας εφοδιασμού είναι η βελτιστοποίηση της ροής αγαθών, υπηρεσιών και πληροφοριών σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού, από το σημείο προέλευσης έως το σημείο κατανάλωσης.

Η ψηφιοποίηση των διαδικασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας δίνει τη δυνατότητα στις εταιρείες να διαχειριστούν τις δραστηριότητές τους, να μειώσουν το κόστος και να αυξήσουν την ταχύτητα και την ακρίβεια της λήψης των αποφάσεών τους.[97] Χρησιμοποιώντας δεδομένα και αναλύσεις για την παρακολούθηση και την ανάλυση της απόδοσης της

εφοδιαστικής αλυσίδας, οι εταιρείες μπορούν να εντοπίσουν τομείς βελτίωσης και να εφαρμόσουν λύσεις για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της ικανοποίησης των πελατών. Μερικές από τις βασικές τεχνολογίες που οδηγούν τον μετασχηματισμό της ψηφιακής αλυσίδας εφοδιασμού περιλαμβάνουν:

**Internet of Things (IoT):** Οι συσκευές IoT, όπως αισθητήρες και ετικέτες RFID, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση και την παρακολούθηση αγαθών σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού, παρέχοντας ορατότητα σε πραγματικό χρόνο στα επίπεδα αποθέματος και την κατάσταση αποστολής.

**Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) και Μηχανική Μάθηση (ML):** Οι αλγόριθμοι AI και ML μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση δεδομένων από όλη την αλυσίδα εφοδιασμού για τον εντοπισμό προτύπων και τάσεων, τη βελτιστοποίηση των διαδρομών εφοδιαστικής και την πρόβλεψη της ζήτησης.

**Blockchain:** Η τεχνολογία Blockchain μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ενός ασφαλούς και διαφανούς αρχείου συναλλαγών σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού, βελτιώνοντας την ιχνηλασιμότητα και μειώνοντας τον κίνδυνο απάτης.

**Cloud Computing:** Οι πλατφόρμες που βασίζονται στο cloud μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κοινή χρήση δεδομένων και τη συνεργασία σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού, επιτρέποντας την επικοινωνία και τη λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο.

Ωστόσο, ο μετασχηματισμός της ψηφιακής αλυσίδας εφοδιασμού δεν αφορά μόνο την εφαρμογή νέων τεχνολογιών. Περιλαμβάνει επίσης μια θεμελιώδη αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο οι εταιρείες σκέφτονται για τις λειτουργίες της αλυσίδας εφοδιασμού τους. Αντί να επικεντρώνονται αποκλειστικά στη μείωση του κόστους, οι εταιρείες πρέπει επίσης να δώσουν προτεραιότητα στην ευελιξία, την ανταπόκριση και την ικανοποίηση των πελατών.

Συνολικά, ο μετασχηματισμός της ψηφιακής εφοδιαστικής αλυσίδας είναι μια βασική στρατηγική για τις εταιρείες που θέλουν να παραμείνουν ανταγωνιστικές στο σημερινό επιχειρηματικό περιβάλλον με γρήγορο ρυθμό και δεδομένα. Αξιοποιώντας την τεχνολογία και τα δεδομένα για τη βελτιστοποίηση των λειτουργιών της εφοδιαστικής τους αλυσίδας, οι εταιρείες μπορούν να επιτύχουν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, ευελιξία και κερδοφορία.

## Κεφάλαιο 4ο - Ηλεκτρονικό εμπόριο και επικοινωνία

### 4.1 Σημαντικότητα επικοινωνίας βιομηχανίας - πελάτη

Η αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ των βιομηχανιών και των πελατών τους είναι απαραίτητη για διάφορους λόγους:[85]

**Οικοδόμηση εμπιστοσύνης και αφοσίωσης:** Η επικοινωνία είναι ζωτικής σημασίας για την οικοδόμηση εμπιστοσύνης και αφοσίωσης με τους πελάτες. Όταν οι βιομηχανίες επικοινωνούν αποτελεσματικά με τους πελάτες τους, δείχνει ότι ενδιαφέρονται για τις ανάγκες τους, ενδιαφέρονται για τα σχόλιά τους και δεσμεύονται να παρέχουν προϊόντα ή υπηρεσίες υψηλής ποιότητας.

**Ικανοποίηση των προσδοκιών πελατών:** Οι πελάτες έχουν συγκεκριμένες προσδοκίες σχετικά με τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες που λαμβάνουν. Επικοινωνώντας μαζί τους, οι βιομηχανίες μπορούν να κατανοήσουν τις ανάγκες και τις προτιμήσεις τους και να προσαρμόσουν τις προσφορές τους ανάλογα.

**Αντιμετώπιση ανησυχιών πελατών:** Η αποτελεσματική επικοινωνία επιτρέπει στις βιομηχανίες να αντιμετωπίζουν τυχόν ανησυχίες ή παράπονα που μπορεί να έχουν οι πελάτες. Αυτό μπορεί να αποτρέψει τα μικρά ζητήματα από το να γίνουν μεγαλύτερα προβλήματα και μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση θετικών σχέσεων με τους πελάτες.

Βελτίωση της ικανοποίησης των πελατών: Όταν οι βιομηχανίες επικοινωνούν καλά με τους πελάτες τους, μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη ικανοποίηση των πελατών. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε θετικές κριτικές, επαναλαμβανόμενες δραστηριότητες και παραπομπές σε νέους πελάτες.

Προσδιορισμός ευκαιριών: Μέσω της επικοινωνίας, οι βιομηχανίες μπορούν να εντοπίσουν ευκαιρίες για τη βελτίωση των προϊόντων ή των υπηρεσιών τους. Οι πελάτες μπορούν να παρέχουν σχόλια για το τι τους αρέσει και τι αντιπαθούν σε ένα προϊόν ή υπηρεσία, κάτι που μπορεί να βοηθήσει τις βιομηχανίες να κάνουν τις απαραίτητες αλλαγές.

Συνολικά, η αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ των βιομηχανιών και των πελατών τους είναι κρίσιμη για την οικοδόμηση εμπιστοσύνης και αφοσίωσης, την ικανοποίηση των προσδοκιών των πελατών, την αντιμετώπιση των ανησυχιών, τη βελτίωση της ικανοποίησης και τον εντοπισμό ευκαιριών για ανάπτυξη και βελτίωση.

## 4.2 WEB

### 4.2.1 WEB 1.0

Η ιστορία του Web 1.0 αναφέρεται στις πρώτες μέρες του World Wide Web, από την έναρξή του στις αρχές της δεκαετίας του 1990 έως τις αρχές της δεκαετίας του 2000. Αυτή η περίοδος είδε την εμφάνιση των πρώτων ιστοσελίδων και προγραμμάτων περιήγησης στο Διαδίκτυο και σηματοδότησε την αρχή της εμπορευματοποίησης του Διαδικτύου.

Κατά τα πρώτα χρόνια του Διαδικτύου, η κύρια λειτουργία των ιστοσελίδων ήταν η παροχή πληροφοριών, και όχι τόσο η αλληλεπίδραση ή η κοινωνική δικτύωση. Οι ιστότοποι δημιουργούνταν συχνά από μεγάλες εταιρείες και κρατικούς φορείς και χρησιμοποιούνταν για τη διάδοση πληροφοριών στο κοινό. Οι ιστοσελίδες ήταν απλές και στατικές, με περιορισμένα γραφικά. Το πρώτο πρόγραμμα περιήγησης ιστού, που ονομάζεται World Wide Web, δημιουργήθηκε το 1990 από τον Tim Berners-Lee, ο οποίος συχνά θεωρείται ο εφευρέτης του World Wide Web.[88] Αυτό το πρόγραμμα περιήγησης επέτρεπε στους χρήστες να πλοηγούνται μεταξύ ιστοσελίδων χρησιμοποιώντας υπερσυνδέσμους και σήμανε την αρχή του ιστού όπως τον ξέρουμε σήμερα. Το 1993, κυκλοφόρησε το πρώτο γραφικό πρόγραμμα περιήγησης Ιστού, που ονομάζεται Mosaic, από το Εθνικό Κέντρο Εφαρμογών Υπερυπολογιστών (NCSA). Το Mosaic ήταν το πρώτο πρόγραμμα περιήγησης που εμφάνιζε εικόνες παράλληλα με κείμενο και διευκόλυνε την πλοήγηση των χρηστών στον Ιστό. Καθώς ο ιστός αυξανόταν σε δημοτικότητα, η εμπορευματοποίηση άρχισε να επικρατεί. Οι εταιρείες άρχισαν να βλέπουν τις δυνατότητες του διαδικτύου ως εργαλείο μάρκετινγκ και δημιούργησαν ιστότοπους για την προώθηση των προϊόντων και των υπηρεσιών τους. Τα πρώτα ηλεκτρονικά καταστήματα και ιστότοποι ηλεκτρονικού εμπορίου εμφανίστηκαν επίσης κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, επιτρέποντας στους χρήστες να αγοράζουν αγαθά και υπηρεσίες μέσω Διαδικτύου.



Παρά τους περιορισμούς του, το Web 1.0 έθεσε τα θεμέλια για τον Ιστό όπως τον ξέρουμε σήμερα. Η εισαγωγή των προτύπων HTML και HTTP, η ανάπτυξη των πρώτων προγραμμάτων περιήγησης Ιστού και η εμφάνιση της εμπορευματοποίησης και του ηλεκτρονικού εμπορίου έθεσαν τις βάσεις για την ταχεία ανάπτυξη και εξέλιξη του Ιστού τα επόμενα χρόνια.

#### 4.2.2 WEB 2.0

Η ιστορία του Web 2.0 αναφέρεται στη δεύτερη γενιά του Παγκόσμιου Ιστού, η οποία εμφανίστηκε στα μέσα της δεκαετίας του 2000 και έφερε μαζί της μια νέα εποχή διαδραστικού περιεχομένου που δημιουργήθηκε από χρήστες. Το Web 2.0 αντιπροσώπευε μια μετατόπιση της εστίασης από τους στατικούς ιστότοπους σε δυναμικές και κοινωνικές εφαρμογές ιστού.

Ο όρος "Web 2.0" επινοήθηκε για πρώτη φορά από τον Tim O'Reilly το 2004 και αναφερόταν στην αυξανόμενη τάση των εφαρμογών που βασίζονται στον ιστό που επέτρεπαν στους χρήστες να συμμετέχουν και να συνεισφέρουν περιεχόμενο στον Ιστό. Αυτές οι εφαρμογές περιελάμβαναν ιστολόγια, ιστότοπους κοινωνικής δικτύωσης και άλλες πλατφόρμες που έδιναν έμφαση στο περιεχόμενο που δημιουργείται από τους χρήστες. Η άνοδος του Web 2.0 διευκολύνθηκε από την πρόοδο της τεχνολογίας, συμπεριλαμβανομένων των ταχύτερων συνδέσεων στο Διαδίκτυο, των ισχυρότερων υπολογιστών και της ευρείας υιοθέτησης προτύπων ιστού όπως HTML, CSS και JavaScript. Αυτές οι τεχνολογίες επέτρεψαν στους προγραμματιστές να δημιουργήσουν δυναμικούς, διαδραστικούς ιστότοπους που θα μπορούσαν να ανταποκρίνονται στις πληροφορίες των χρηστών σε πραγματικό χρόνο. [89] Ένα από τα καθοριστικά χαρακτηριστικά του Web 2.0 ήταν η εστίαση στο περιεχόμενο που δημιουργείται από τους χρήστες και στην κοινωνική δικτύωση. Ιστότοποι όπως το Facebook, το Twitter και το YouTube επέτρεπαν στους χρήστες να μοιράζονται περιεχόμενο και να συνδέονται μεταξύ τους με νέους και καινοτόμους τρόπους. Η δημοτικότητα αυτών των ιστότοπων οδήγησε σε μια νέα εποχή διαδικτυακού μάρκετινγκ, καθώς οι εταιρείες άρχισαν να αξιοποιούν τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης για να προσεγγίσουν νέο κοινό και να αλληλεπιδρούν με τους πελάτες τους με πιο ουσιαστικούς τρόπους.

Μια άλλη βασική πτυχή του Web 2.0 ήταν η άνοδος του υπολογιστικού νέφους, το οποίο επέτρεψε στους χρήστες να αποθηκεύουν και να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα και στις εφαρμογές τους διαδικτυακά και όχι σε τοπικούς υπολογιστές. Αυτό επέτρεψε μεγαλύτερη συνεργασία και ανταλλαγή πληροφοριών, καθώς και αυξημένη κινητικότητα και προσβασιμότητα.

Σήμερα, η κληρονομιά του Web 2.0 μπορεί να φανεί στην τεράστια γκάμα εφαρμογών και πλατφορμών που βασίζονται στον ιστό που χρησιμοποιούμε καθημερινά, από ιστότοπους κοινωνικής δικτύωσης και ηλεκτρονικού εμπορίου έως εργαλεία παραγωγικότητας που βασίζονται σε cloud και πλατφόρμες διαδικτυακών παιχνιδιών. Οι αρχές του περιεχομένου που δημιουργείται από τους χρήστες, της κοινωνικής δικτύωσης και των δυναμικών, διαδραστικών εφαρμογών Ιστού συνεχίζουν να διαμορφώνουν τον τρόπο που χρησιμοποιούμε και αλληλεπιδρούμε με τον Ιστό.

### 4.2.3 WEB 3.0

Το Web 3.0, γνωστό και ως Semantic Web, είναι η επόμενη γενιά του World Wide Web, το οποίο αναπτύσσεται επί του παρόντος για να ενισχύσει τις δυνατότητες του Ιστού όσον αφορά την ενοποίηση δεδομένων, τη συνεργασία και την αλληλεπίδραση με τους χρήστες. Ο όρος Web 3.0 επινοήθηκε από τον John Markoff των New York Times το 2006 και αναφέρεται στην επόμενη φάση της εξέλιξης του Διαδικτύου.[90]

Το Web 3.0 βασίζεται στα θεμέλια των προκατόχων του, επιτρέποντας στις μηχανές να κατανοήσουν τις σχέσεις μεταξύ των δεδομένων και τον τρόπο ερμηνείας τους. Προορίζεται να είναι ένας πιο συνεργατικός, ολοκληρωμένος και προσβάσιμος ιστός που συνδέει απρόσκοπτα δεδομένα και υπηρεσίες σε διαφορετικές εφαρμογές και πλατφόρμες.

Η ανάπτυξη του Web 3.0 ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 2000, με την εισαγωγή τεχνολογιών όπως το Resource Description Framework (RDF) και η Semantic Web Ontology Language (OWL). Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν στους προγραμματιστές να δημιουργούν πιο έξυπνες και διασυνδεδεμένες εφαρμογές που μπορούν να επεξεργάζονται δεδομένα με πιο ουσιαστικό τρόπο.

Το Web 3.0 χαρακτηρίζεται επίσης από τη χρήση προηγμένων τεχνολογιών όπως η τεχνητή νοημοσύνη (AI), η μηχανική εκμάθηση και η επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP). Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν στις εφαρμογές να κατανοούν και να ερμηνεύουν τα δεδομένα των χρηστών, διευκολύνοντας την παροχή εξατομικευμένων και σχετικών εμπειριών

Συνοπτικά, το Web 3.0 είναι ένας πιο έξυπνος, συνδεδεμένος και εξατομικευμένος ιστός που στοχεύει να βελτιώσει τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούμε και καταναλώνουμε ψηφιακό περιεχόμενο. Βρίσκεται ακόμα στα πρώτα στάδια ανάπτυξής του, αλλά έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση στον τρόπο που χρησιμοποιούμε το διαδίκτυο τα επόμενα χρόνια.

### 4.2.4 WEB 4.0

Προς το παρόν, δεν υπάρχει ευρέως αποδεκτός ορισμός ή έννοια του "Web 4.0". Ο όρος "Web 4.0" δεν χρησιμοποιείται συνήθως στον κλάδο της τεχνολογίας και δεν έχει καθιερωμένο ορισμό ή πλαίσιο όπως το Web 1.0, 2.0 ή 3.0.[116] Επομένως, οποιαδήποτε συζήτηση για το "Web 4.0" είναι καθαρά εικαστική.

Ωστόσο, ορισμένοι ειδικοί προβλέπουν ότι το μέλλον του Ιστού θα συνεχίσει να εξελίσσεται με αναδυόμενες τεχνολογίες όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), το blockchain, η τεχνητή νοημοσύνη (AI) και η μηχανική μάθηση.[116] Αυτές οι τεχνολογίες θα μπορούσαν ενδεχομένως να μεταμορφώσουν τον τρόπο που αλληλεπιδρούμε με τον Ιστό, καθιστώντας τον πιο έξυπνο, εξατομικευμένο και απρόσκοπτο.

Για παράδειγμα, με την άνοδο του IoT, οι συσκευές που συνδέονται με τον ιστό γίνονται όλο και πιο διάχυτες, επιτρέποντας περισσότερη συλλογή δεδομένων, ανάλυση και αυτοματισμό. Με την τεχνολογία blockchain, ο Ιστός θα μπορούσε να γίνει πιο ασφαλής και αποκεντρωμένος, επιτρέποντας νέες μορφές ψηφιακών συναλλαγών και αλληλεπιδράσεων. [116] Η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική εκμάθηση μπορούν να βελτιώσουν τον ιστό παρέχοντας πιο έξυπνα αποτελέσματα αναζήτησης, εξατομικευμένο περιεχόμενο και προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία.

Συνολικά, η ιδέα του "Web 4.0" εξακολουθεί να είναι μια νέα ιδέα και ο ορισμός και το πεδίο εφαρμογής του δεν έχουν ακόμη καθοριστεί. Καθώς η τεχνολογία συνεχίζει να εξελίσσεται, μπορούμε να περιμένουμε ότι ο Ιστός θα γίνει πιο έξυπνος, συνδεδεμένος και εξατομικευμένος, αλλά η έκταση και το χρονοδιάγραμμα αυτών των αλλαγών είναι αβέβαια.

### 4.3 Ηλεκτρονικό εμπόριο

Το ηλεκτρονικό εμπόριο αναφέρεται στην αγορά και πώληση προϊόντων μέσω του διαδικτύου. Είναι επαναστατικό όσον αφορά την λειτουργία επιχειρήσεων και βιομηχανιών και οδηγεί στην δημιουργία νέων επιχειρηματικών μοντέλων.[76] Το ηλεκτρονικό εμπόριο βελτιώνει την εμπειρία των πελατών και μειώνει τα κόστη στις επιχειρήσεις. Σε συνδυασμό με την άνοδο των τεχνολογιών , όπως τα smartphones και οι Η/Υ , το ηλεκτρονικό εμπόριο αποτελεί καθημερινή επιλογή τόσο των καταναλωτών όσο και των επιχειρήσεων.

Ένας ορισμός που θα μπορούσαμε να δώσουμε στο ηλεκτρονικό εμπόριο , είναι η χρήση ηλεκτρονικών μέσων , προκειμένου να πραγματοποιηθούν αγοραπωλησίες μεταξύ των ατόμων που συμμετέχουν στην συναλλαγή. Οι συναλλαγές μπορεί να έχουν την μορφή είτε προϊόντων , είτε υπηρεσιών. Το ηλεκτρονικό εμπόριο αλλάζει ριζικά τις επιχειρηματικές στρατηγικές των επιχειρήσεων.

Το ηλεκτρονικό εμπόριο (e commerce) , αποτελεί μία καινοτομία του ψηφιακού μετασχηματισμού , την οποία οι μεγαλύτερες εταιρείες παγκοσμίως έχουν υιοθετήσει , με σκοπό την καλύτερη εξυπηρέτηση πελατών και αποδοτικότερη λειτουργία των εταιρειών. [77] Βασικό συστατικό της επιτυχίας του ηλεκτρονικού εμπορίου αποτελεί , η άμεση πρόσβαση που έχει όλος ο κόσμος στο διαδίκτυο από οποιαδήποτε συσκευή επιλέξει.

#### 4.3.1 Είδη ηλεκτρονικού εμπορίου

Υπάρχουν πολλά είδη ηλεκτρονικού εμπορίου , κάθε ένα με τα δικά του χαρακτηριστικά : [78]

1. **Business-to-consumer (B2C) / επιχείρηση σε καταναλωτή** : Αποτελεί τον πιο διαδεδομένο είδος ηλεκτρονικού εμπορίου , στο οποίο οι επιχειρήσεις πραγματοποιούν αγοραπωλησίες κατευθείαν με τους καταναλωτές . Τέτοιο παράδειγμα είναι η Amazon , η οποία πουλάει προϊόντα σαν ενδιάμεσος , αλλά και κατασκευάζει τα δικά της και τα πουλάει απευθείας στους καταναλωτές μέσω του website της.
2. **Business-to-business (B2B) /επιχείρηση σε επιχείρηση** : Αυτό το είδος αποτελεί συναλλαγές μεταξύ επιχειρήσεων. Στο βιομηχανικό επίπεδο , αυτό περιλαμβάνει συναλλαγές , όπως εξαρτήματα , υλικά και προϊόντα.
3. **Consumer-to-consumer (C2C) / καταναλωτής σε καταναλωτή** : Αναφέρεται στα προϊόντα που ανταλλάσσουν μεταξύ τους οι καταναλωτές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το eBay.

4. **Consumer-to-business (C2B) / καταναλωτής σε επιχείρηση** : Σε αυτό τον τύπο ηλεκτρονικού εμπορίου , περιλαμβάνονται ατομικά άνθρωποι που προσφέρουν κάποια υπηρεσία. Παράδειγμα αποτελεί η ιστοσελίδα fiverr.
  
5. **Business-to-government (B2G) / επιχείρηση σε κυβέρνηση** : Αναφέρεται σε συναλλαγές μεταξύ επιχειρήσεων και κυβερνήσεων. Παράδειγμα τέτοιων συναλλαγών αποτελούν εφαρμογές φορολογίας.
  
6. **Consumer to government (C2G) / καταναλωτής σε κυβέρνηση** : Σε αυτό το είδος ηλεκτρονικού εμπορίου , οι καταναλωτές επικοινωνούν με τις κυβερνήσεις μέσω πληρωμών , παραλαβής αρχείων ή και πληροφοριών. Παράδειγμα στην Ελλάδα είναι το Gov.gr
  
7. **Mobile commerce (m-commerce) / κινητό εμπόριο** : Το κινητό εμπόριο αναφέρεται στις συναλλαγές που πραγματοποιούνται από κινητές συσκευές όπως τα smartphones. Τέτοιες συναλλαγές μπορεί να είναι πληρωμές μέσω e-banking συστήματα.

Κάθε ένα από αυτά τα είδη ηλεκτρονικού εμπορίου , είναι διαθέσιμα για τις επιχειρήσεις και τις βιομηχανίες και μπορούν να επιλέξουν πιο τους αρμόζει καλύτερα με βάση τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τους.

Παρακάτω ακολουθεί ενδεικτικά ένας πίνακας με τις πιο σημαντικές εταιρείες ανάλογα την κατηγορία του ηλεκτρονικού εμπορίου :

<b>Μορφή ηλεκτρονικού εμπορίου</b>	<b>Εταιρείες</b>
Business-to-consumer (B2C)	Amazon , Walmart , Nike , Adidas
Business-to-business (B2B)	Amazon business , Alibaba
Consumer-to-consumer (C2C)	eBay , Facebook marketplace
Consumer-to-business (C2B)	Fiverr , Upwork
Business-to-government (B2G)	Oracle , CGI Group
Consumer to government (C2G)	TurboTax , Gov.gr

Mobile commerce (m-commerce)	Amazon , eBay
------------------------------	---------------

Πίνακας 6 : Σημαντικές εταιρείες στον χώρο του ηλεκτρονικού εμπορίου

#### 4.3.2 Χαρακτηριστικά του ηλεκτρονικού εμπορίου.

Κάποιο από τα κύρια χαρακτηριστικά του ηλεκτρονικού εμπορίου είναι [93] :

1. **Εύκολη πρόσβαση στους πελάτες :** Το ηλεκτρονικό εμπόριο παρέχει στις επιχειρήσεις παγκόσμια εμβέλεια, επιτρέποντάς τους να έχουν πρόσβαση σε μια μεγαλύτερη πελατειακή βάση πέρα από τη φυσική τους τοποθεσία. Αυτό είναι ιδιαίτερα επωφελές για τις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις που ενδέχεται να μην έχουν τους πόρους για να επεκτείνουν τη φυσική τους παρουσία.
2. **Χαμηλό κόστος:** Το ηλεκτρονικό εμπόριο εξαλείφει την ανάγκη για φυσικά καταστήματα, μειώνοντας τα γενικά έξοδα που σχετίζονται με το ενοίκιο, τις υπηρεσίες κοινής ωφέλειας και το προσωπικό. Αυτό μπορεί να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να επιτύχουν εξοικονόμηση κόστους και να βελτιώσουν τα αποτελέσματά τους.
3. **Εξατομικευμένη εμπειρία πελατών:** Το ηλεκτρονικό εμπόριο επιτρέπει στις επιχειρήσεις να συλλέγουν δεδομένα σχετικά με τη συμπεριφορά και τις προτιμήσεις των πελατών, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να εξατομικεύουν τις στρατηγικές μάρκετινγκ και πωλήσεων. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένη ικανοποίηση των πελατών και αυξημένες πωλήσεις.
4. **Βελτιωμένη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας:** Το ηλεκτρονικό εμπόριο επιτρέπει την παρακολούθηση του αποθέματος και της αποστολής σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που μπορεί να βελτιώσει τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και να μειώσει τον κίνδυνο εξάντλησης αποθεμάτων ή υπερβολικού αποθέματος.
5. **Ανάλυση δεδομένων:** Το ηλεκτρονικό εμπόριο παρέχει στις επιχειρήσεις πληθώρα δεδομένων σχετικά με τη συμπεριφορά των πελατών, τα πρότυπα αγορών και την απόδοση των προϊόντων. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να αναλυθούν για τον εντοπισμό τάσεων, την ενημέρωση για την ανάπτυξη προϊόντων και τη βελτιστοποίηση των στρατηγικών μάρκετινγκ και πωλήσεων.
6. **Αυξημένος ανταγωνισμός:** Το ηλεκτρονικό εμπόριο μείωσε τα εμπόδια εισόδου για νέες επιχειρήσεις, οδηγώντας σε αυξημένο ανταγωνισμό μεταξύ των βιομηχανιών. Αυτό μπορεί να είναι προκλητικό για καθιερωμένες

επιχειρήσεις, αλλά μπορεί επίσης να οδηγήσει στην καινοτομία και την ανάπτυξη.

7. **Μεγαλύτερη ευελιξία:** Το ηλεκτρονικό εμπόριο επιτρέπει στις επιχειρήσεις να λειτουργούν 24 ώρες το 24ωρο, παρέχοντας στους πελάτες την ευκολία να κάνουν αγορές ανά πάσα στιγμή. Αυτό μπορεί επίσης να προσφέρει στις επιχειρήσεις μεγαλύτερη ευελιξία όσον αφορά το προσωπικό και τις λειτουργίες.

#### 4.3.3 Πλεονεκτήματα ηλεκτρονικού εμπορίου

Το ηλεκτρονικό εμπόριο προσφέρει στις επιχειρήσεις πολλά σημαντικά πλεονεκτήματα. Κάποια από αυτά είναι : [84]

- **Μειωμένα κόστη :** Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους της εφοδιαστικής αλυσίδας , όπου οι βιομηχανίες έπρεπε να συνεννοούνται με τους προμηθευτές και να ψάχνουν πληροφορίες για τα προϊόντα τους , το ηλεκτρονικό εμπόριο ελαττώνει τόσο τον κόπο που καταβάλλουν , όσο και τα κόστη.

Επίσης μειώνονται τα κόστη συναλλαγών , αφού μέσω του B2B επιτυγχάνεται η γρήγορη συναλλαγή στα κανάλια. Σημαντικό ρόλο σε αυτό παίζει η δυνατότητα των επιχειρήσεων να διαχειρίζονται τις συναλλαγές ηλεκτρονικά.

- **Αποδιαμεσολάβηση :** Μέσω του B2B , οι προμηθευτές μπορούν να επικοινωνήσουν και πραγματοποιήσουν αγοραπωλησίες απευθείας με τους πελάτες , απομονώνοντας τους ενδιάμεσους πωλητές , οι οποίοι δημιουργούν περισσότερα έξοδα.
- **Τιμολόγηση :** Αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της χρήσης ηλεκτρονικού εμπορίου , καθώς απευθύνεται κυρίως στους καταναλωτές. Με την συγκέντρωση των προϊόντων σε ένα ηλεκτρονικό κατάστημα , το οποίο έχει την δυνατότητα να αποστέλλει μόνο του τα προϊόντα , η τιμολόγηση των προϊόντων είναι σαφώς καλύτερη και ικανοποιεί περισσότερους καταναλωτές. Επιπλέον η κάθοδος των τιμών στα ηλεκτρονικά καταστήματα , τα οδηγεί να είναι ανταγωνιστικά και ωθεί την αγορά των φυσικών καταστημάτων να ακολουθήσει παρόμοιες τακτικές. Σε κάθε περίπτωση αυτό ωφελεί τους καταναλωτές , οι οποίοι βρίσκουν προϊόντα στις κατάλληλες τιμές. Αντίστοιχα και οι βιομηχανίες επωφελούνται από την τιμολόγηση των προμηθευτών.
- **Επιλογές καταναλωτών :** Οι καταναλωτές έχουν την δυνατότητα μέσω του διαδικτύου να ψάξουν την καλύτερη επιλογή για τους ίδιους . Αυτές οι επιλογές έχουν να κάνουν με την ποιότητα , την εξυπηρέτηση και την τιμή των προϊόντων και των υπηρεσιών. Όλες αυτές οι επιλογές αξιολογούνται από τις επιχειρήσεις , οι οποίες προσπαθούν να βελτιώσουν τις παροχές τους.

#### 4.3.4 Πλατφόρμες ηλεκτρονικού εμπορίου

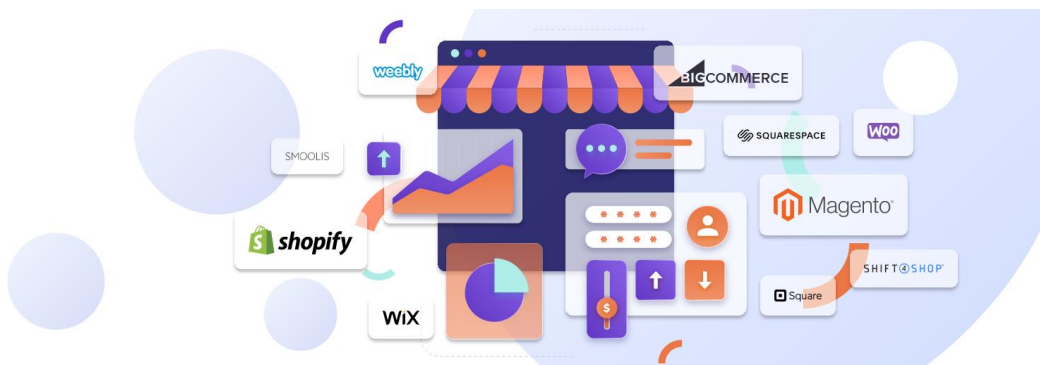
Οι πλατφόρμες και οι τεχνολογίες ηλεκτρονικού εμπορίου αναφέρονται στο λογισμικό και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται από τις επιχειρήσεις για την κατασκευή, τη διαχείριση και τη λειτουργία των ηλεκτρονικών τους καταστημάτων. [105] Υπάρχουν πολλές πλατφόρμες και τεχνολογίες ηλεκτρονικού εμπορίου διαθέσιμες στην αγορά, καθεμία με τις δικές της δυνατότητες. Κάποιες από τις τεχνολογίες που αξιοποιεί το ηλεκτρονικό εμπόριο είναι : [106]

- **Πλατφόρμες ηλεκτρονικού εμπορίου:** Πρόκειται για πλατφόρμες λογισμικού που επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να δημιουργούν και να λειτουργούν ηλεκτρονικά καταστήματα. Παραδείγματα δημοφιλών πλατφορμών ηλεκτρονικού εμπορίου περιλαμβάνουν το Shopify, το WooCommerce, το Magento και το BigCommerce.
- **Πύλες πληρωμών:** Οι πύλες πληρωμής είναι εργαλεία που επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να δέχονται πληρωμές στο διαδίκτυο. Παραδείγματα δημοφιλών πυλών πληρωμής περιλαμβάνουν το PayPal, το Stripe και το VivaWallet.
- **Καλάθια αγορών:** Τα καλάθια αγορών είναι εργαλεία που επιτρέπουν στους πελάτες να επιλέξουν και να αγοράσουν προϊόντα από ένα ηλεκτρονικό κατάστημα. Οι περισσότερες πλατφόρμες ηλεκτρονικού εμπορίου περιλαμβάνουν ενσωματωμένα καλάθια αγορών, αλλά οι επιχειρήσεις μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν αυτόνομες λύσεις καλαθιών αγορών, όπως το OpenCart και το Zen Cart.
- **Συστήματα διαχείρισης περιεχομένου (CMS):** Τα CMS είναι πλατφόρμες λογισμικού που επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να δημιουργούν και να διαχειρίζονται περιεχόμενο ιστότοπου, όπως περιγραφές προϊόντων και αναρτήσεις ιστολογίου. Παραδείγματα δημοφιλών CMS περιλαμβάνουν το WordPress και το Drupal.
- **Λογισμικό διαχείρισης σχέσεων πελατών (CRM):** Το λογισμικό CRM επιτρέπει στις επιχειρήσεις να διαχειρίζονται τις αλληλεπιδράσεις με τους πελάτες και να παρακολουθούν δεδομένα πελατών. Αυτό μπορεί να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να εξατομικεύσουν την εμπειρία των πελατών. Παραδείγματα δημοφιλούς λογισμικού CRM περιλαμβάνουν το Salesforce και το HubSpot.
- **Εργαλεία Analytics:** Τα εργαλεία Analytics επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να παρακολουθούν την επισκεψιμότητα του ιστότοπου, να παρακολουθούν τη συμπεριφορά των πελατών και να μετρούν την αποτελεσματικότητα των καμπανιών μάρκετινγκ. Παραδείγματα δημοφιλών εργαλείων ανάλυσης περιλαμβάνουν το Google Analytics και το Adobe Analytics.

- **Τεχνολογίες εξατομίκευσης:** Οι τεχνολογίες εξατομίκευσης επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να δημιουργούν εξατομικευμένες εμπειρίες για τους πελάτες τους, όπως εξατομικευμένες προτάσεις προϊόντων και στοχευμένα μηνύματα μάρκετινγκ. Παραδείγματα δημοφιλών τεχνολογιών εξατομίκευσης περιλαμβάνουν το Nosto και το Dynamic Yield.
- **Chatbots και εικονικοί βοηθοί :** Τα chatbot και εικονικοί βοηθοί είναι τεχνολογίες με τεχνητή νοημοσύνη που μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τους πελάτες και να παρέχουν υποστήριξη και βοήθεια. Αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση της εμπειρίας των πελατών και στη μείωση του φόρτου εργασίας των ομάδων εξυπηρέτησης πελατών. Παραδείγματα δημοφιλών πλατφορμών chatbot και εικονικών βοηθών περιλαμβάνουν το Chatfuel και το ManyChat.

Αναφορικά κάποιες από τις πιο σημαντικές πλατφόρμες που χρησιμοποιούν οι βιομηχανίες και οι επιχειρήσεις για την κατασκευή ιστότοπων και την παροχή λογισμικού ηλεκτρονικών εμπορίων είναι : [107]

- ❖ Shopify
- ❖ WooCommerce
- ❖ Magento
- ❖ BigCommerce
- ❖ Wix
- ❖ Squarespace
- ❖ Volution
- ❖ OpenCart
- ❖ 3DCart



Εικόνα 34 : Πλατφόρμες ηλεκτρονικού εμπορίου.

#### 4.3.5 Μελλοντικές τάσεις ηλεκτρονικού εμπορίου.

Οι συνεχείς ρυθμοί ανάπτυξης του ηλεκτρονικού εμπορίου και η δημοφιλία που έχει αποκτήσει τόσο από την μεριά των καταναλωτών όσο και από την μεριά των επιχειρήσεων , το οδηγεί συνεχώς σε μία εξελικτική διαδικασία. Επομένως φαίνεται ότι δημιουργούνται ορισμένες τάσεις που ακολουθεί.[104]



Με την αυξανόμενη χρήση smartphone και tablet, το εμπόριο μέσω κινητών γίνεται όλο και πιο δημοφιλές. Πολλοί καταναλωτές χρησιμοποιούν πλέον τις κινητές συσκευές τους για έρευνα, περιήγηση και αγορά προϊόντων στο διαδίκτυο.[104] Οι επιχειρήσεις πρέπει να διασφαλίσουν ότι οι πλατφόρμες ηλεκτρονικού εμπορίου τους είναι βελτιστοποιημένες για κινητές συσκευές ώστε να παραμένουν ανταγωνιστικές. Ως συνέχεια αυτού οι πλατφόρμες μέσων κοινωνικής δικτύωσης γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς για το ηλεκτρονικό εμπόριο. Πολλές επιχειρήσεις χρησιμοποιούν πλέον πλατφόρμες μέσων κοινωνικής δικτύωσης για να παρουσιάσουν τα προϊόντα τους και να προσφέρουν απρόσκοπτες εμπειρίες αγορών. Στο μέλλον, μπορούμε να περιμένουμε περισσότερες επιχειρήσεις να χρησιμοποιούν τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης ως κύρια πλατφόρμα για την πώληση των προϊόντων τους.[104] Οι τεχνολογίες AI και ML γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς στο ηλεκτρονικό εμπόριο. Χρησιμοποιούνται για την ανάλυση δεδομένων πελατών, την παροχή εξατομικευμένων συστάσεων και την αυτοματοποίηση διαδικασιών όπως η εξυπηρέτηση πελατών και η εκπλήρωση παραγγελιών. Στο μέλλον, μπορούμε να περιμένουμε περισσότερες επιχειρήσεις να αξιοποιήσουν την τεχνητή νοημοσύνη και την ML για να βελτιώσουν την εμπειρία των πελατών.

Οι καταναλωτές ανησυχούν όλο και περισσότερο για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αγορών τους. Ως αποτέλεσμα, πολλές επιχειρήσεις υιοθετούν βιώσιμες πρακτικές και προσφέρουν προϊόντα φιλικά προς το περιβάλλον. Περισσότερες επιχειρήσεις δίνουν προτεραιότητα στη βιωσιμότητα και στην προσφορά προϊόντων με περιβαλλοντική συνείδηση.

Το ηλεκτρονικό εμπόριο B2B αναπτύσσεται με γρήγορους ρυθμούς. Πολλές επιχειρήσεις χρησιμοποιούν πλέον πλατφόρμες ηλεκτρονικού εμπορίου για να εξορθολογίσουν τις διαδικασίες προμηθειών τους και να μειώσουν το κόστος.

Τέλος οι τεχνολογίες εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας προσφέρουν στους πελάτες μια πιο καθηλωτική εμπειρία αγορών. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προβολή προϊόντων, και την προσομοίωση πραγματικών σεναρίων.

#### 4.4 Τρόποι επικοινωνίας μεταξύ επιχειρήσεων και πελατών.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους οι βιομηχανίες μπορούν να επικοινωνήσουν με τους πελάτες τους και οι πιο αποτελεσματικές μέθοδοι εξαρτώνται συχνά από τον κλάδο, το κοινό-στόχο και το μήνυμα που πρέπει να μεταδοθεί. [92] Ακολουθούν ορισμένοι δημοφιλείς τρόποι με τους οποίους οι βιομηχανίες επικοινωνούν με τους πελάτες τους:

1. **Social Media:** Οι πλατφόρμες μέσων κοινωνικής δικτύωσης όπως το Facebook, το Twitter, το Instagram και το LinkedIn παρέχουν μια άμεση γραμμή επικοινωνίας μεταξύ των βιομηχανιών και των πελατών τους. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κοινή χρήση ειδήσεων, ενημερώσεων και προωθήσεων και οι πελάτες μπορούν εύκολα να αλληλεπιδράσουν με την επωνυμία μέσω σχολίων, μηνυμάτων και κοινοποιήσεων. Τα social media αποτελούν ένα μέσο το οποίο είναι άρρητα συνδεδεμένο με τις ζωές των ανθρώπων. Χρησιμοποιείτε καθημερινά από εκατομμύρια ανθρώπους και οι

βιομηχανίες το αξιοποιούν καθώς γνωρίζουν την εύκολη πρόσβαση και την οικειότητα που δημιουργεί μεταξύ τους.

2. **Email:** Το μάρκετινγκ μέσω email είναι ένας δημοφιλής τρόπος επικοινωνίας των βιομηχανιών με τους πελάτες τους. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κοινή χρήση ενημερωτικών δελτίων, ενημερώσεων και προωθήσεων και επιτρέπει την εξατομικευμένη επικοινωνία με μεμονωμένους πελάτες. Τα email μπορούν είτε να προωθούνται ομαδικά είτε ατομικά. Πλέον υπάρχουν συστήματα που διαφοροποιούν τα email ανάλογα με τις προτιμήσεις των καταναλωτών.
3. **Live chat :** Πολλές βιομηχανίες προσφέρουν υποστήριξη ζωντανής συνομιλίας στους ιστότοπους τους, η οποία επιτρέπει στους πελάτες να κάνουν ερωτήσεις και να λαμβάνουν άμεσες απαντήσεις. [91] Αυτό μπορεί να είναι ένας πολύ καλός τρόπος για την παροχή υποστήριξης πελατών και τη βελτίωση της ικανοποίησης των πελατών. Στο live chat συνήθως εκπροσωπείται ο καταναλωτής από ένα chat bot το οποίο μπορεί να προσφέρει λύσεις σε σύνθητες ερωτήματα. Εάν δεν μπορεί να βρει λύση στο πρόβλημα , τότε μεταβιβάζει τον καταναλωτή σε έναν εκπρόσωπο , για περαιτέρω συζήτηση και διευθέτηση του προβλήματος.
4. **Τηλέφωνο:** Ορισμένοι πελάτες προτιμούν να επικοινωνούν με τις βιομηχανίες μέσω τηλεφώνου και πολλές εταιρείες παρέχουν τηλεφωνικές γραμμές εξυπηρέτησης πελατών για το σκοπό αυτό. Η τηλεφωνική υποστήριξη μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για περίπλοκα ζητήματα που απαιτούν λεπτομερείς εξηγήσεις. Το αρνητικό του τηλεφώνου είναι οι μεγάλες αναμονές σε ουρές και σε πολλές περιπτώσεις η χρέωση του καταναλωτή.
5. **Προσωπικά:** Οι βιομηχανίες μπορούν να επικοινωνούν με τους πελάτες τους αυτοπροσώπως μέσω εκδηλώσεων, συνεδρίων και άλλων πρόσωπο με πρόσωπο αλληλεπιδράσεων. Αυτές μπορεί να είναι εξαιρετικές ευκαιρίες για την οικοδόμηση σχέσεων με τους πελάτες και την προώθηση της αφοσίωσης στην επωνυμία.
6. **Εφαρμογές για κινητές συσκευές:** Οι βιομηχανίες μπορούν να χρησιμοποιούν εφαρμογές για κινητά για να επικοινωνούν με πελάτες μέσω ειδοποιήσεων push, ανταλλαγής μηνυμάτων εντός εφαρμογής και άλλων μορφών επικοινωνίας μέσω κινητού τηλεφώνου. Αυτό μπορεί να είναι ένας πολύ καλός τρόπος για να κρατήσετε τους πελάτες αφοσιωμένους και ενήμερους εν κινήσει.

#### 4.5 Συστήματα ERP (Enterprise Resource Planning)

Έχοντας αναλύσει όλα τα επιχειρηματικά μοντέλα, τα δεδομένα και τις υποχρεώσεις που καλείται να διαχειριστεί μία βιομηχανία, είναι αναγκαίο να αναφερθεί και ο τρόπος με τον οποίο επικοινωνούν όλες αυτές τις διαδικασίες. [95]

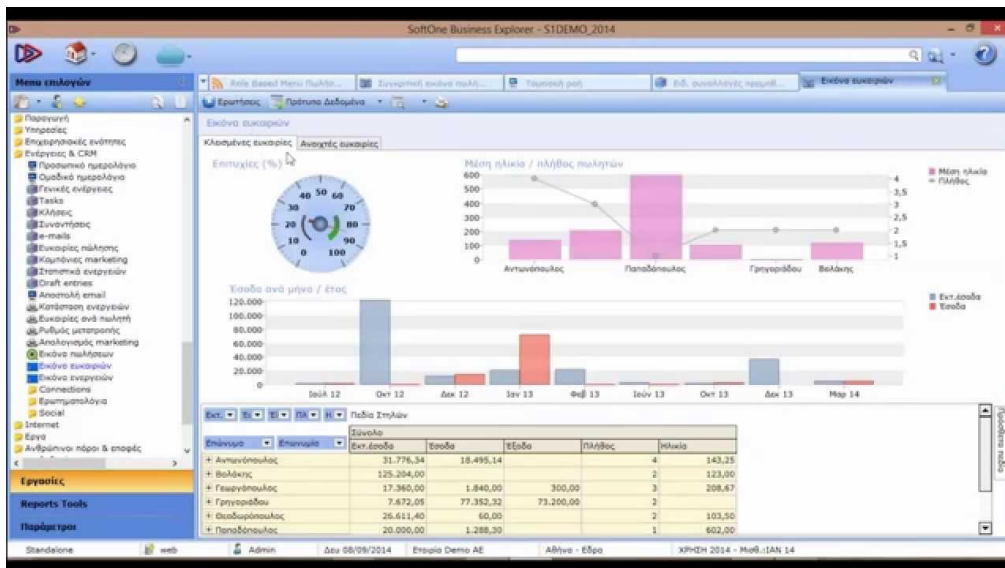
Τα συστήματα Enterprise Resource Planning (ERP) είναι πλατφόρμες λογισμικού που βοηθούν τις βιομηχανίες να διαχειρίζονται και να ενσωματώνουν διάφορες επιχειρηματικές λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης αλυσίδας εφοδιασμού, διαχείρισης αποθεμάτων, οικονομικής διαχείρισης, ανθρώπινων πόρων και διαχείρισης σχέσεων με τους πελάτες.[95] Τα συστήματα ERP χρησιμοποιούνται από βιομηχανίες όλων των μεγεθών και τύπων, από μικρές επιχειρήσεις έως μεγάλες πολυεθνικές εταιρείες και φυσικά τις βιομηχανίες.

Ένα σύστημα ERP αποτελείται από μια κεντρική βάση δεδομένων που αποθηκεύει όλα τα σχετικά επιχειρηματικά δεδομένα και ένα σύνολο εφαρμογών που επιτρέπουν στους χρήστες να έχουν πρόσβαση και να χειρίζονται αυτά τα δεδομένα. Οι εφαρμογές συνήθως χωρίζονται σε ενότητες που αντιστοιχούν σε διαφορετικές επιχειρηματικές λειτουργίες, όπως χρηματοδότηση, κατασκευή ή πωλήσεις.

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα ενός συστήματος ERP είναι ότι επιτρέπει σε διαφορετικά τμήματα και επιχειρηματικές λειτουργίες να μοιράζονται δεδομένα και να επικοινωνούν πιο αποτελεσματικά.[95] Για παράδειγμα, το οικονομικό τμήμα μπορεί να έχει πρόσβαση σε δεδομένα αποθέματος για να βοηθήσει στη διαχείριση των ταμειακών ροών, ενώ το τμήμα κατασκευής μπορεί να χρησιμοποιήσει δεδομένα πελατών για να σχεδιάσει χρονοδιαγράμματα παραγωγής.

Τα συστήματα ERP προσφέρουν επίσης μια σειρά από άλλα οφέλη για τις βιομηχανίες, όπως βελτιωμένες διαδικασίες καθώς με την αυτοματοποίηση πολλών εργασιών ρουτίνας, τα συστήματα ERP μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση των σφαλμάτων και στη βελτίωση της συνολικής απόδοσης. [95] Επίσης προσφέρουν καλύτερη λήψη αποφάσεων παρέχοντας δεδομένα και αναλύσεις σε πραγματικό χρόνο, μιας και τα συστήματα ERP μπορούν να βοηθήσουν τους διαχειριστές να λαμβάνουν πιο ενημερωμένες αποφάσεις. Εξυπηρετούν τους πελάτες παρέχοντας μια κεντρική βάση δεδομένων και αυξάνουν την ευελιξία στις μεταβαλλόμενες συνθήκες της αγοράς.

Υπάρχουν πολλά διαφορετικά συστήματα ERP διαθέσιμα στην αγορά σήμερα, το καθένα με τα δικά του δυνατά και αδύνατα σημεία. Μερικά από τα πιο δημοφιλή συστήματα ERP περιλαμβάνουν τα SAP, Oracle, Microsoft Dynamics και Infor.



Εικόνα 25: Παράδειγμα οθόνης ενός συστήματος ERP

## Κεφάλαιο 5ο - Άλλα είδη βιομηχανιών και case studies

### 5.1 Άλλα είδη βιομηχανιών και οι χρησιμότητα των τεχνολογιών

Όταν αναφερόμαστε στις βιομηχανίες, εννοούμε περισσότερα είδη, πέρα από τις κατασκευαστικές.[99] Βιομηχανίες αποτελούν οι τομείς της υγείας, της οικονομίας, της εκπαίδευσης, της αυτοκινητοβιομηχανίας της γεωργίας κ.α. Παρακάτω θα αναλύσουμε πως αυτές οι βιομηχανίες αξιοποιούν την εποχή του Industry 4.0 και του ψηφιακού μετασχηματισμού.

#### 5.1.1 Τομέας υγείας

Το Industry 4.0 και η ψηφιοποίηση έχουν τη δυνατότητα να φέρουν επανάσταση στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης με διάφορους τρόπους[98], όπως:

1. **Απομακρυσμένη παρακολούθηση ασθενών:** Οι ψηφιακές τεχνολογίες όπως φορητές συσκευές και συνδεδεμένες ιατρικές συσκευές μπορούν να επιτρέψουν στους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης να παρακολουθούν εξ αποστάσεως την υγεία και τα ζωτικά σημεία των ασθενών. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των εισαγωγών στο νοσοκομείο και να επιτρέψει στους ασθενείς να λαμβάνουν περίθαλψη στην άνεση του σπιτιού τους.

2. **Ηλεκτρονικά αρχεία υγείας (EHRs):** Η υιοθέτηση των EHRs μπορεί να βελτιώσει την ασφάλεια των ασθενών, να αυξήσει την αποτελεσματικότητα και να μειώσει τα ιατρικά λάθη.
3. **Προγνωστικά στοιχεία:** Χρησιμοποιώντας αλγόριθμους μηχανικής μάθησης, οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να αναλύσουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων και ασθενών για να προβλέψουν μελλοντικά αποτελέσματα υγείας και να εντοπίσουν ασθενείς που διατρέχουν κίνδυνο για ορισμένες καταστάσεις. Αυτό μπορεί να βοηθήσει τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης να επέμβουν έγκαιρα και να αποτρέψουν την εξέλιξη της νόσου.
4. **Τηλεϊατρική:** Οι ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να επιτρέψουν στους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης να προσφέρουν υπηρεσίες τηλεϊατρικής, επιτρέποντας στους ασθενείς να λαμβάνουν εικονικές διαβουλεύσεις και ραντεβού παρακολούθησης. Αυτό μπορεί να βελτιώσει την πρόσβαση στην περίθαλψη, ιδιαίτερα για ασθενείς σε αγροτικές ή απομακρυσμένες περιοχές.
5. **Ρομποτική και αυτοματισμός:** Τα ρομπότ και ο αυτοματισμός μπορούν να βοηθήσουν τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης στην εκτέλεση εργασιών ρουτίνας, όπως η χορήγηση φαρμάκων και ο καθαρισμός. Αυτό μπορεί να απελευθερώσει τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης να επικεντρωθούν σε πιο σύνθετες εργασίες, όπως η φροντίδα ασθενών.

### 5.1.2 Τομέας εκπαίδευσης

Το Industry 4.0 και ο ψηφιακός μετασχηματισμός μπορούν να βοηθήσουν την εκπαίδευση με διάφορους τρόπους, όπως[100]:

1. **Εξατομικευμένη μάθηση:** Οι τεχνολογίες του Industry 4.0 μπορούν να παρέχουν εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες στους μαθητές. Μέσω της προσαρμοστικής μάθησης, οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης μπορούν να αξιολογήσουν τα στυλ μάθησης των μαθητών και να προσαρμόσουν ανάλογα τη μαθησιακή τους διαδρομή.
2. **Διαδραστική μάθηση:** Οι τεχνολογίες Industry 4.0 μπορούν να βοηθήσουν στη δημιουργία ενός καθηλωτικού περιβάλλοντος μάθησης για τους μαθητές. Για παράδειγμα, η εικονική πραγματικότητα (VR) και η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) μπορούν να δημιουργήσουν μια τρισδιάστατη εμπειρία, διευκολύνοντας τους μαθητές να κατανοήσουν πολύπλοκες έννοιες.

3. **Συνεργασία:** Η ψηφιοποίηση μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να συνεργαστούν και να επικοινωνήσουν αποτελεσματικά μεταξύ τους και με τους δασκάλους τους. Για παράδειγμα, οι διαδικτυακές πλατφόρμες μπορούν να διευκολύνουν ομαδικά έργα και συζητήσεις και η τηλεδιάσκεψη μπορεί να επιτρέψει την εξ αποστάσεως μάθηση.
4. **Πρόσβαση στις πληροφορίες:** Οι τεχνολογίες Industry 4.0 παρέχουν άμεση πρόσβαση σε τεράστιο όγκο πληροφοριών, διευκολύνοντας τους μαθητές να ερευνήσουν και να μάθουν για διαφορετικά θέματα. Η ψηφιοποίηση μπορεί επίσης να παρέχει πρόσβαση σε ψηφιακές βιβλιοθήκες, βάσεις δεδομένων και άλλους πόρους.
5. **Ανάπτυξη δεξιοτήτων:** Οι τεχνολογίες Industry 4.0 μπορούν να παρέχουν στους μαθητές δεξιότητες που έχουν μεγάλη ζήτηση στην αγορά εργασίας. Για παράδειγμα, οι μαθητές μπορούν να μάθουν γλώσσες προγραμματισμού, ανάλυση δεδομένων και τεχνητή νοημοσύνη (AI).
6. **Εξ αποστάσεως εκπαίδευση:** Οι τεχνολογίες Industry 4.0 μπορούν να κάνουν την εκπαίδευση προσβάσιμη σε μαθητές που ζουν σε απομακρυσμένες περιοχές ή έχουν σωματικές αναπηρίες. Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση επιτρέπει στους μαθητές να έχουν πρόσβαση σε εκπαιδευτικούς πόρους από οπουδήποτε στον κόσμο.

### 5.1.3 Τομέας αυτοκινητοβιομηχανίας

Το Industry 4.0 και ο ψηφιακός μετασχηματισμός έχουν τη δυνατότητα να φέρουν επανάσταση στην αυτοκινητοβιομηχανία αυξάνοντας την αποδοτικότητα, μειώνοντας το κόστος και βελτιώνοντας την ποιότητα.[101]

1. **Έξυπνη Κατασκευή (Smart manufacturing):** Το Industry 4.0 επιτρέπει τη χρήση προηγμένων αναλυτικών στοιχείων, αισθητήρων IoT και αυτοματισμού για τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας παραγωγής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα βελτιωμένη ποιότητα, μειωμένο κόστος και ταχύτερο χρόνο διάθεσης στην αγορά.
2. **Προγνωστική Συντήρηση:** Η χρήση ψηφιακής τεχνολογίας, όπως αισθητήρες και ανάλυση δεδομένων, μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό πιθανών ζητημάτων συντήρησης προτού γίνουν σοβαρά προβλήματα. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του χρόνου διακοπής λειτουργίας και στη βελτίωση της παραγωγικότητας.
3. **Συνδεδεμένα οχήματα:** Η ψηφιακή τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σύνδεση οχημάτων στο διαδίκτυο, επιτρέποντας τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

4. **Βελτιωμένη διαχείριση αλυσίδας εφοδιασμού:** Το Industry 4.0 και η ψηφιοποίηση μπορούν να βοηθήσουν στον εξορθολογισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας παρέχοντας δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για τα επίπεδα αποθέματος, τα χρονοδιαγράμματα παραγωγής και τους χρόνους παράδοσης. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του κόστους και στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας.
5. **Προσαρμογή:** Το Industry 4.0 επιτρέπει τη μαζική προσαρμογή των οχημάτων, επιτρέποντας στους πελάτες να εξατομικεύουν τα οχήματά τους στις συγκεκριμένες ανάγκες και προτιμήσεις τους.
6. **Βιωσιμότητα:** Η ψηφιοποίηση μπορεί να βοηθήσει τις αυτοκινητοβιομηχανίες να μειώσουν τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις βελτιστοποιώντας την κατανάλωση ενέργειας, μειώνοντας τα απόβλητα και βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα των διαδικασιών παραγωγής

#### 5.1.4 Τομέας βιομηχανίας τροφίμων

Η βιομηχανία τροφίμων είναι ένας ουσιαστικός τομέας που υιοθετεί τεχνολογίες Industry 4.0 για να βελτιώσει τις διαδικασίες παραγωγής, να διασφαλίσει την ασφάλεια των τροφίμων και να ανταποκριθεί στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών. Ακολουθούν ορισμένα παραδείγματα τεχνολογιών Industry 4.0 που εφαρμόζονται στη βιομηχανία τροφίμων:

- **Αισθητήρες IoT και ανάλυση μεγάλων δεδομένων:** Η βιομηχανία τροφίμων χρησιμοποιεί αισθητήρες IoT για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με διάφορες πτυχές της διαδικασίας παραγωγής τροφίμων, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και η ποιότητα. [109] Στη συνέχεια, αυτά τα δεδομένα αναλύονται σε πραγματικό χρόνο για τη βελτιστοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας, τη βελτίωση της ασφάλειας των τροφίμων και τη μείωση των απορριμμάτων.
- **Τεχνολογία Blockchain:** Η τεχνολογία Blockchain χρησιμοποιείται στη βιομηχανία τροφίμων για τη διασφάλιση της ιχνηλασιμότητας των προϊόντων. [109] Καταγράφοντας κάθε βήμα της παραγωγικής διαδικασίας σε μια αλυσίδα μπλοκ, οι εταιρείες τροφίμων μπορούν να παρακολουθούν προϊόντα από τη φάρμα μέχρι τον καταναλωτή και να εντοπίζουν γρήγορα τυχόν πιθανά προβλήματα ή ανακλήσεις.

- **Αυτοματισμός:** Ο αυτοματισμός χρησιμοποιείται στη βιομηχανία τροφίμων για την αύξηση της αποδοτικότητας και τη μείωση του κόστους.[109] Για παράδειγμα, οι εταιρείες τροφίμων χρησιμοποιούν ρομποτική για να αυτοματοποιήσουν τη διαδικασία συσκευασίας, μειώνοντας την ανάγκη για χειρωνακτική εργασία και βελτιώνοντας τη συνέπεια και την ποιότητα της συσκευασίας.
- **3D εκτύπωση:** Η τρισδιάστατη εκτύπωση χρησιμοποιείται στη βιομηχανία τροφίμων για τη δημιουργία εξατομικευμένων και εξατομικευμένων προϊόντων διατροφής. [109] Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει στις εταιρείες τροφίμων να δημιουργούν μοναδικά σχήματα και υφές που θα ήταν δύσκολο να επιτευχθούν χρησιμοποιώντας παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής.

### 5.1.5 Τομέας γεωργίας

Η βιομηχανία 4.0 και η ψηφιοποίηση μπορούν να βοηθήσουν τη γεωργία με πολλούς τρόπους. Να μερικά παραδείγματα[102]:

1. **Γεωργία ακριβείας:** Τεχνολογίες Industry 4.0, όπως αισθητήρες IoT, drones και προηγμένα αναλυτικά στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με την ανάπτυξη των καλλιεργειών και τις συνθήκες του εδάφους. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση της φύτευσης, της άρδευσης και της λίπανσης, με αποτέλεσμα υψηλότερες αποδόσεις καλλιεργειών και μειωμένη σπατάλη πόρων.
2. **Αυτόνομη Γεωργία:** Τα αυτόνομα οχήματα και τα ρομπότ μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη γεωργία για την εκτέλεση εργασιών όπως φύτευση, συγκομιδή και ψεκάσμος. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του κόστους εργασίας, στη βελτίωση της αποδοτικότητας και στη μείωση του κινδύνου τραυματισμού των εργαζομένων.
3. **Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας:** Η ψηφιοποίηση μπορεί να βοηθήσει τους αγρότες και τις αγροτικές επιχειρήσεις να παρακολουθούν το απόθεμα, να διαχειρίζονται παραγγελίες και να βελτιστοποιούν τη ναυτιλία και την εφοδιαστική.



Αυτό μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των απορριμμάτων και στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας στην αλυσίδα εφοδιασμού.

4. **Παρακολούθηση καιρού σε πραγματικό χρόνο:** Οι τεχνολογίες του Industry 4.0 μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση των καιρικών συνθηκών σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας στους αγρότες να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τη φύτευση, τη συγκομιδή και την άρδευση.
5. **Έξυπνη Παρακολούθηση Ζώων:** Οι αισθητήρες του IoT μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της υγείας και της ευημερίας των ζώων, επιτρέποντας στους αγρότες να εντοπίζουν έγκαιρα πιθανά προβλήματα υγείας και να λαμβάνουν διορθωτικά μέτρα.
6. **Αειφόρος γεωργία:** Η ψηφιοποίηση μπορεί να βοηθήσει τους αγρότες να υιοθετήσουν βιώσιμες πρακτικές, όπως η μείωση της χρήσης νερού και λιπασμάτων, η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και η βελτίωση της υγείας του εδάφους.

## 5.2 Case study στις βιομηχανίες

### 5.2.1 Case study στην αυτοκινητοβιομηχανία (Renault)

Η Renault είναι κορυφαίος κατασκευαστής αυτοκινήτων που εφαρμόζει ενεργά τις τεχνολογίες Industry 4.0 για να βελτιώσει τις διαδικασίες κατασκευής της και να βελτιώσει την εμπειρία του πελάτη.[108] Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα χρήσης του Industry 4.0 από τη Renault είναι η εφαρμογή ενός συστήματος «ψηφιακού δίδυμου».

Ένα ψηφιακό δίδυμο είναι ένα εικονικό αντίγραφο ενός φυσικού προϊόντος ή συστήματος και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προσομοίωση και τη βελτιστοποίηση διαφόρων πτυχών του προϊόντος ή του συστήματος. Η Renault έχει εφαρμόσει ένα ψηφιακό δίδυμο σύστημα για τις διαδικασίες παραγωγής της, το οποίο της επιτρέπει να προσομοιώνει και να βελτιστοποιεί την παραγωγή πριν από την πραγματική διαδικασία κατασκευής.

Αυτό το σύστημα χρησιμοποιεί προηγμένους αλγόριθμους ανάλυσης δεδομένων και μηχανικής μάθησης για την πρόβλεψη πιθανών προβλημάτων και τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας παραγωγής σε πραγματικό χρόνο. Με την προσομοίωση της διαδικασίας παραγωγής πριν από την πραγματική κατασκευή, η Renault μπορεί να εντοπίσει πιθανά σημεία συμφόρησης, να βελτιστοποιήσει τη γραμμή παραγωγής και να μειώσει το χρόνο διακοπής λειτουργίας.

Εκτός από το ψηφιακό δίδυμο σύστημα, η Renault έχει επίσης εφαρμόσει μια σειρά από άλλες τεχνολογίες Industry 4.0 στις διαδικασίες κατασκευής της, όπως αισθητήρες IoT, ανάλυση μεγάλων δεδομένων και αυτοματισμό. [108] Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν στη Renault να συλλέγει τεράστιες ποσότητες δεδομένων σχετικά με τη διαδικασία παραγωγής, τα οποία

μπορούν να αναλυθούν για να εντοπιστούν τομείς βελτίωσης και να βελτιστοποιηθεί περαιτέρω η διαδικασία παραγωγής.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της χρήσης των τεχνολογιών Industry 4.0 από τη Renault είναι ότι οδήγησε σε αυξημένη απόδοση και μειωμένο κόστος παραγωγής. Βελτιστοποιώντας τη γραμμή παραγωγής, η Renault κατάφερε να μειώσει τα απόβλητα, να βελτιώσει τον ποιοτικό έλεγχο και να εξορθολογίσει τη διαδικασία κατασκευής, οδηγώντας σε μείωση του κόστους.

Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι η Renault μπόρεσε να βελτιώσει την εμπειρία των πελατών εφαρμόζοντας τεχνολογίες Industry 4.0 στα οχήματά της.[108] Για παράδειγμα, τα συνδεδεμένα αυτοκίνητα της Renault είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες IoT που συλλέγουν δεδομένα σχετικά με διάφορες πτυχές της απόδοσης του οχήματος, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή ανατροφοδότησης σε πραγματικό χρόνο στους οδηγούς και τη βελτίωση της συνολικής οδηγικής εμπειρίας.

Συνολικά, η εφαρμογή τεχνολογιών Industry 4.0 από τη Renault δείχνει πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν προηγμένοι αλγόριθμοι ανάλυσης δεδομένων και μηχανικής μάθησης για τη βελτίωση των διαδικασιών παραγωγής, τη μείωση του κόστους και τη βελτίωση της εμπειρίας του πελάτη.

### 5.2.2 Case study στην βιομηχανία τροφίμων (Nestle)

Η βιομηχανία τροφίμων είναι ένας ουσιαστικός τομέας που υιοθετεί τεχνολογίες Industry 4.0 για να βελτιώσει τις διαδικασίες παραγωγής, να διασφαλίσει την ασφάλεια των τροφίμων και να ανταποκριθεί στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών.

Η Nestle είναι μια παγκόσμια εταιρεία τροφίμων που εφαρμόζει ενεργά τις τεχνολογίες Industry 4.0 στις διαδικασίες παραγωγής της. [110] Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα είναι η χρήση της ψηφιακής διπλής τεχνολογίας για την προσομοίωση και τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών παραγωγής της. Δημιουργώντας ένα εικονικό αντίγραφο της γραμμής παραγωγής, η Nestle μπορεί να βελτιστοποιήσει την παραγωγή και να μειώσει το χρόνο διακοπής λειτουργίας, εντοπίζοντας πιθανά σημεία συμφόρησης προτού εμφανιστούν.

Εκτός από το ψηφιακό δίδυμο, η Nestle έχει επίσης εφαρμόσει αισθητήρες IoT και ανάλυση μεγάλων δεδομένων για τη συλλογή τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων σχετικά με τις διαδικασίες παραγωγής της.[110] Αυτά τα δεδομένα μπορούν να αναλυθούν σε πραγματικό χρόνο για να εντοπιστούν πιθανά προβλήματα και να βελτιστοποιηθεί περαιτέρω η γραμμή παραγωγής.

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα της χρήσης τεχνολογιών Industry 4.0 από τη Nestle είναι ότι έχει βελτιώσει την ασφάλεια των τροφίμων. Για παράδειγμα, η Nestle χρησιμοποιεί τεχνολογία blockchain για να διασφαλίσει την ιχνηλασιμότητα των προϊόντων της. Καταγράφοντας κάθε βήμα της παραγωγικής διαδικασίας σε ένα blockchain, η Nestle μπορεί να παρακολουθεί προϊόντα από το αγρόκτημα έως τον καταναλωτή και να εντοπίζει γρήγορα τυχόν πιθανά προβλήματα ή ανακλήσεις.[110]

Η Nestle έχει επίσης εφαρμόσει αυτοματισμό στις διαδικασίες παραγωγής της για να αυξήσει την αποδοτικότητα και να μειώσει το κόστος. Για παράδειγμα, η Nestle χρησιμοποιεί ρομποτική για να αυτοματοποιήσει τη διαδικασία συσκευασίας, μειώνοντας την ανάγκη για χειρωνακτική εργασία και βελτιώνοντας την ποιότητα της συσκευασίας.

Συνολικά, η εφαρμογή τεχνολογιών Industry 4.0 από τη Nestle δείχνει πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν προηγμένες αναλύσεις δεδομένων, μηχανική μάθηση και αυτοματισμός για τη βελτίωση της ασφάλειας των τροφίμων, τη μείωση του κόστους και την κάλυψη των μεταβαλλόμενων απαιτήσεων των καταναλωτών. Με την υιοθέτηση τεχνολογιών Industry 4.0, η Nestle μπορεί να συνεχίσει να καινοτομεί και να παραμείνει ανταγωνιστική σε έναν όλο και πιο ψηφιακό κόσμο.

### 5.2.3 Case Study στην κατασκευαστική βιομηχανία (Siemens)

Η Siemens AG, ένας γερμανικός πολυεθνικός όμιλος ετερογενών δραστηριοτήτων, υπήρξε κορυφαίος υιοθέτης των αρχών και των τεχνολογιών του Industry 4.0 στις δικές της κατασκευαστικές δραστηριότητες. [111] Έχουν εφαρμόσει μια ποικιλία ψηφιακών τεχνολογιών και διαδικασιών για να μετατρέψουν τα εργοστάσιά τους σε «έξυπνα εργοστάσια» που είναι πιο αποτελεσματικά, ευέλικτα και ανταποκρίνονται στις ανάγκες των πελατών.

Μία από τις πιο επιτυχημένες υλοποιήσεις του Industry 4.0 είναι στο εργοστάσιο κατασκευής αεριοστροβίλων τους στο Βερολίνο.[111] Εφαρμόζοντας μια ποικιλία ψηφιακών τεχνολογιών και διαδικασιών, η Siemens κατάφερε να βελτιώσει σημαντικά την απόδοση και την ποιότητα της παραγωγής στροβίλων της.

Για παράδειγμα, έχουν εφαρμόσει ένα «ψηφιακό δίδυμο» σύστημα που δημιουργεί ένα εικονικό αντίγραφο της φυσικής τουρμπίνας κατά τη φάση του σχεδιασμού και της μηχανικής. [111] Αυτό επιτρέπει να γίνονται προσομοιώσεις και δοκιμές πριν καν ξεκινήσει η φυσική διαδικασία παραγωγής, γεγονός που μειώνει τον κίνδυνο σφαλμάτων και καθυστερήσεων κατά την παραγωγή.

Η Siemens έχει επίσης εφαρμόσει μια ποικιλία αισθητήρων και συσκευών IoT σε όλη τη διαδικασία κατασκευής, οι οποίοι συλλέγουν δεδομένα για τα πάντα, από τη θερμοκρασία και την υγρασία έως τους κραδασμούς και την κατανάλωση ενέργειας. Αυτά τα δεδομένα στη συνέχεια αναλύονται σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας αλγόριθμους μηχανικής μάθησης, οι οποίοι μπορούν να εντοπίσουν πιθανά προβλήματα και να βελτιστοποιήσουν τις διαδικασίες παραγωγής για μέγιστη απόδοση και ποιότητα.

Συνολικά, η εφαρμογή των αρχών και των τεχνολογιών του Industry 4.0 από τη Siemens είχε ως αποτέλεσμα σημαντικές βελτιώσεις στις κατασκευαστικές της λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένης της αύξησης της παραγωγικότητας, του μειωμένου χρόνου διακοπής λειτουργίας, της βελτιωμένης ποιότητας και της βελτιωμένης ικανοποίησης των πελατών.

### 5.3 Ελληνική πραγματικότητα

Η Ελλάδα υιοθετεί ενεργά το Industry 4.0 και τον ψηφιακό μετασχηματισμό τα τελευταία χρόνια, με γνώμονα την ανάγκη ενίσχυσης της ανταγωνιστικότητας και της παραγωγικότητας των βιομηχανιών της. [115] Η ελληνική κυβέρνηση έχει ξεκινήσει αρκετές πρωτοβουλίες για την υποστήριξη και προώθηση της υιοθέτησης νέων τεχνολογιών στον μεταποιητικό τομέα.

Μια τέτοια πρωτοβουλία είναι το πρόγραμμα «Έξυπνη Βιομηχανία», που στοχεύει να ενθαρρύνει την υιοθέτηση των τεχνολογιών Industry 4.0 στις ελληνικές μεταποιητικές βιομηχανίες. Το πρόγραμμα παρέχει οικονομικά κίνητρα σε εταιρείες που επενδύουν σε τεχνολογίες έξυπνης κατασκευής, ψηφιοποίησης και αυτοματισμού.

Μια άλλη πρωτοβουλία είναι το πρόγραμμα «Ψηφιακή Ελλάδα», που στοχεύει στην προώθηση του ψηφιακού μετασχηματισμού σε διάφορους τομείς της οικονομίας, συμπεριλαμβανομένης της βιομηχανίας. [115] Το πρόγραμμα εστιάζει στην παροχή τεχνικής υποστήριξης, εκπαίδευσης και χρηματοδότησης για έργα ψηφιακού μετασχηματισμού.

Για παράδειγμα η φαρμακευτική εταιρεία, Pfizer, έχει εφαρμόσει μια στρατηγική ψηφιακού μετασχηματισμού που περιλαμβάνει τη χρήση προηγμένων αναλυτικών στοιχείων, τεχνητής νοημοσύνης και Internet of Things (IoT) για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών παραγωγής και τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων.

Συνολικά, η υιοθέτηση του Industry 4.0 και του ψηφιακού μετασχηματισμού στην Ελλάδα βρίσκεται ακόμη στα αρχικά στάδια, αλλά αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο η σημασία αυτών των τεχνολογιών για την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας και της παραγωγικότητας. Η κυβέρνηση και ο ιδιωτικός τομέας συνεργάζονται για να οδηγήσουν αυτόν τον μετασχηματισμό και να διασφαλίσουν ότι η Ελλάδα μπορεί να επωφεληθεί από τις ευκαιρίες που παρουσιάζει η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση.

#### 5.3.1 Ελληνική στρατηγική υιοθέτησης industry 4.0

Η Στρατηγική για τον Ψηφιακό Μετασχηματισμό της Ελλάδας έχει σχεδιαστεί για να ενισχύσει την ανταγωνιστικότητα και την παραγωγικότητα των ελληνικών βιομηχανιών, να δημιουργήσει νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες και θέσεις εργασίας και να βελτιώσει την ποιότητα ζωής των Ελλήνων πολιτών.[115]

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της στρατηγικής είναι η εστίασή της στην ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων και ικανοτήτων. Το σχέδιο στοχεύει στη βελτίωση του ψηφιακού γραμματισμού του ελληνικού εργατικού δυναμικού με την παροχή προγραμμάτων κατάρτισης και πιστοποίησης στις ψηφιακές δεξιότητες και την προώθηση της χρήσης ψηφιακών

εργαλείων στην εκπαίδευση.[115] Αυτή η εστίαση στην ανάπτυξη δεξιοτήτων είναι ζωτικής σημασίας για να διασφαλιστεί ότι η χώρα διαθέτει εργατικό δυναμικό υψηλής εξειδίκευσης που μπορεί να οδηγήσει τον ψηφιακό μετασχηματισμό της οικονομίας.

Ένα άλλο πλεονέκτημα της στρατηγικής είναι η έμφαση που δίνει στην ψηφιακή επιχειρηματικότητα. Το σχέδιο στοχεύει στη δημιουργία ενός υποστηρικτικού περιβάλλοντος για νεοφυείς επιχειρήσεις και ΜΜΕ στον ψηφιακό τομέα, με πρωτοβουλίες όπως η δημιουργία ενός οικοσυστήματος startup και η ανάπτυξη ενός πλαισίου χρηματοδότησης και επένδυσης για ψηφιακούς επιχειρηματίες. [115]Αυτή η εστίαση στην ψηφιακή επιχειρηματικότητα είναι κρίσιμη για την προώθηση της καινοτομίας και της ανάπτυξης στον ψηφιακό τομέα, η οποία μπορεί να έχει σημαντικό αντίκτυπο στην ευρύτερη οικονομία.

Η στρατηγική περιλαμβάνει επίσης αρκετές πρωτοβουλίες για τη βελτίωση των ψηφιακών δημόσιων υπηρεσιών, όπως η ανάπτυξη μιας εθνικής πύλης για τις δημόσιες υπηρεσίες και η εφαρμογή λύσεων ηλεκτρονικής διακυβέρνησης. Αυτή η εστίαση στις ψηφιακές δημόσιες υπηρεσίες είναι σημαντική για τη βελτίωση της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητας των κρατικών υπηρεσιών και τη βελτίωση της ικανοποίησης των πολιτών.

Όσον αφορά την ψηφιακή βιομηχανία, η στρατηγική στοχεύει στην προώθηση της υιοθέτησης τεχνολογιών Industry 4.0, όπως η ρομποτική, η τεχνητή νοημοσύνη και το Διαδίκτυο των πραγμάτων, για τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των ελληνικών βιομηχανιών.[115] Αυτή η εστίαση στην ψηφιακή βιομηχανία είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί ότι οι ελληνικές επιχειρήσεις παραμένουν ανταγωνιστικές στην παγκόσμια αγορά.

## Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση, ή Industry 4.0, είναι μια μετασχηματιστική δύναμη που αλλάζει ταχέως κλάδους παγκοσμίως. Μέσω της ενοποίησης ψηφιακών τεχνολογιών όπως το Internet of Things (IoT), η τεχνητή νοημοσύνη (AI), η ρομποτική και το cloud computing, οι επιχειρήσεις επιτυγχάνουν πρωτοφανή επίπεδα αυτοματισμού, συνδεσιμότητας και λήψης αποφάσεων βάσει δεδομένων. Αυτός ο ψηφιακός μετασχηματισμός δίνει τη δυνατότητα σε νέα επιχειρηματικά μοντέλα, προϊόντα και υπηρεσίες και αλλάζει τον τρόπο με τον οποίο οι επιχειρήσεις λειτουργούν και ανταγωνίζονται στις αντίστοιχες αγορές τους.

Ωστόσο, αυτή η αλλαγή δεν είναι χωρίς προκλήσεις. Η υιοθέτηση των τεχνολογιών του Industry 4.0 απαιτεί σημαντικές επενδύσεις σε ψηφιακές υποδομές, ασφάλεια στον κυβερνοχώρο και σε εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό. Επιπλέον, καθώς οι επιχειρήσεις βασίζονται όλο και περισσότερο στη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων, υπάρχει ο κίνδυνος να επιδεινωθούν οι υπάρχουσες ανισότητες και προκαταλήψεις. Ως εκ τούτου, είναι ζωτικής σημασίας οι επιχειρήσεις και οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής να συνεργαστούν για να αντιμετωπίσουν αυτές τις προκλήσεις και να διασφαλίσουν ότι τα οφέλη του Industry 4.0 κοινοποιούνται ευρέως. Για να ευδοκιμήσουν στην εποχή του Industry 4.0, οι επιχειρήσεις πρέπει να αγκαλιάσουν τον ψηφιακό μετασχηματισμό και να υιοθετήσουν μια στρατηγική προσέγγιση για την υιοθέτηση της τεχνολογίας. Πρέπει να είναι πρόθυμοι να επενδύσουν σε νέες ψηφιακές τεχνολογίες και διαδικασίες και πρέπει να είναι προετοιμασμένοι να προσαρμόσουν τα επιχειρηματικά μοντέλα και τις διαδικασίες τους για να επωφεληθούν από αυτές τις τεχνολογίες. Επιπλέον, πρέπει να δώσουν προτεραιότητα στην ανάπτυξη εργατικού δυναμικού, διασφαλίζοντας ότι οι υπάλληλοί τους διαθέτουν τις δεξιότητες και την κατάρτιση που απαιτούνται για να επιτύχουν σε έναν ψηφιακό κόσμο.

Όσον αφορά τον ψηφιακό μετασχηματισμό, δεν είναι απλώς μια τεχνολογική αλλαγή, είναι μια πολιτιστική και οργανωτική αλλαγή επίσης. Οι επιχειρήσεις πρέπει να καλλιεργήσουν μια κουλτούρα συνεργασίας, πειραματισμού και ευέλικτης λήψης αποφάσεων για να αξιοποιήσουν πλήρως τις ευκαιρίες που παρουσιάζει ο ψηφιακός μετασχηματισμός. Οι

επιχειρήσεις που ασπάζονται αυτή τη στροφή είναι πιθανό να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, να προωθήσουν την ανάπτυξη και την καινοτομία και να δημιουργήσουν αξία για τους πελάτες τους. Ωστόσο, για να επιτύχουν στην εποχή του ψηφιακού μετασχηματισμού, οι επιχειρήσεις πρέπει να υιοθετήσουν μια στρατηγική προσέγγιση για την υιοθέτηση τεχνολογίας

## Βιβλιογραφία

1. Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0—a glimpse. *Procedia manufacturing*, 20, 233-238.
2. Ali, N., Mohamed Isa, Z., Abu Bakar, S., Ahmad@ Ahmad Jali, F., & Shaharruddin, S. (2022, September). Industrial Revolution (IR) 4.0: Opportunities and Challenges in Online Business. In *Proceedings* (Vol. 82, No. 1, p. 85). MDPI.
3. Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. *Journal of Manufacturing Systems*, 61, 530-535.
4. The Editors of Encyclopedia Britannica (2023) - Industrial Revolution - <https://www.history.com/topics/industrial-revolution/industrial-revolution>
5. History.com Editors - Industrial Revolution (2023) <https://www.history.com/topics/industrial-revolution/industrial-revolution>
6. Γιώργος Σαλπγγίδης, Σύμβουλος Διοίκησης (2022) Η Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση και οι ιστορικές αλλαγές που επέφερε <https://www.offlinepost.gr/2022/05/20/h-prwth-biomhxanikh-epanastash-kai-oi-allages-pou-epefere/>
7. Μια ιστορική αναδρομή στις 4 βιομηχανικές επαναστάσεις,(2020) - <https://ewood.gr/4%CE%B7-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%B5%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7-02/>

8. Bernard Marr (2021)What is Industry 4.0? Here's A Super Easy Explanation For Anyone <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/09/02/what-is-industry-4-0-heres-a-super-easy-explanation-for-anyone/?sh=2cce81709788>
9. Loskyll, M., Heck, I., Schlick, J., & Schwarz, M. (2012). Context-based orchestration for control of resource-efficient manufacturing processes. *Future Internet*, 4(3), 737-761.
10. Zamfirescu, C. B., Pirvu, B. C., Loskyll, M., & Zuehlke, D. (2014). Do not cancel my race with cyber-physical systems. *IFAC Proceedings Volumes*, 47(3), 4346-4351.
11. GRAHAM IMMERMANN MachineMetrics, Industry 4.0 / (2020)  
<https://www.machinemetrics.com/blog/industry-4-0-technologies>
12. Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 1206-1214.
13. Suleiman, Z., Shaikholla, S., Dikhanbayeva, D., Shehab, E., & Turkyilmaz, A. (2022). Industry 4.0: Clustering of concepts and characteristics. *Cogent Engineering*, 9(1), 2034264.
14. Adelle King (2020)- Industry 4.0 Design Principles  
<https://www.rmit.edu.au/news/c4de/industry-4-0-design-principles>
15. Kolberg, D., & Zühlke, D. (2015). Lean automation enabled by industry 4.0 technologies. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 1870-1875.
16. Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2015). Design principles for Industrie 4.0 scenarios: a literature review. *Technische Universität Dortmund, Dortmund*, 45.
17. McKibbin, M (2015), '5 ways decentralized technologies will empower individuals', Medium viewed 9 January, <<https://medium.com/d10e-decentralize/5-ways-decentralized-technologies-will-empower-individuals-a7ff998ce938>>.
18. McDonald, D 2018, 'Blockchain is revolutionising agricultural businesses and supply chains', Business Insider Australia, viewed 9 January, <<https://www.businessinsider.com.au/blockchain-revolutionising-agricultural-businesses-supply-chains>>.



19. Zhou, K., Liu, T., & Zhou, L. (2015, August). Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. In *2015 12th International conference on fuzzy systems and knowledge discovery (FSKD)* (pp. 2147-2152). IEEE.
20. Keith Moran Benefits of Industry 4.0 <https://slcontrols.com/en/benefits-of-industry-4-0/>
21. Marco Donzelli (2019) The impact of Industry 4.0 on society, HLB's CEO Marco Donzelli shares his thoughts on the Davos WEF19 topic  
  
Matthias M. Herterich, Falk Uebernickel, Walter Brenner (2015) The Impact of Cyber-Physical Systems on Industrial Services in Manufacturing
22. Lee, J., Ardakani, H. D., Yang, S., & Bagheri, B. (2015). Industrial big data analytics and cyber-physical systems for future maintenance & service innovation. *Procedia cirp*, 38, 3-7.
23. Varga, P., Peto, J., Franko, A., Balla, D., Haja, D., Janky, F., ... & Toka, L. (2020). 5g support for industrial iot applications—challenges, solutions, and research gaps. *Sensors*, 20(3), 828.
24. Gokhale, P., Bhat, O., & Bhat, S. (2018). Introduction to IOT. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 5(1), 41-44.
25. βιβλίο Συγχρονα πληροφοριακά συστήματα επιχειρήσεων πανος φιτσιλης
26. σημειώσεις απο βιβλίο Συγχρονα πληροφοριακά συστήματα επιχειρήσεων πανος φιτσιλης
27. Jones, D., Snider, C., Nassehi, A., Yon, J., & Hicks, B. (2020). Characterising the Digital Twin: A systematic literature review. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 29, 36-52.
28. Uhlemann, T. H. J., Lehmann, C., & Steinhilper, R. (2017). The digital twin: Realizing the cyber-physical production system for industry 4.0. *Procedia Cirp*, 61, 335-340.
29. Rasheed, A., San, O., & Kvamsdal, T. (2020). Digital twin: Values, challenges and enablers from a modeling perspective. *Ieee Access*, 8, 21980-22012.
30. Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., & Suman, R. (2021). Substantial capabilities of robotics in enhancing industry 4.0 implementation. *Cognitive Robotics*, 1, 58-75.

31. Ribeiro, J., Lima, R., Eckhardt, T., & Paiva, S. (2021). Robotic process automation and artificial intelligence in industry 4.0—a literature review. *Procedia Computer Science*, 181, 51-58.
32. Crnjac, M., Veža, I., & Banduka, N. (2017). From concept to the introduction of industry 4.0. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(1), 21.
33. Rai, R., Tiwari, M. K., Ivanov, D., & Dolgui, A. (2021). Machine learning in manufacturing and industry 4.0 applications. *International Journal of Production Research*, 59(16), 4773-4778.
34. Mahesh, B. (2020). Machine learning algorithms-a review. *International Journal of Science and Research (IJSR).[Internet]*, 9, 381-386.
35. Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260.
36. Penumuru, D. P., Muthuswamy, S., & Karumbu, P. (2020). Identification and classification of materials using machine vision and machine learning in the context of industry 4.0. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(5), 1229-1241.
37. Amanpartap Singh, P. A. L. L., & Khaira, J. S. (2013). A comparative review of extraction, transformation and loading tools. *Database Systems Journal BOARD*, 42.
38. Zakir, J., Seymour, T., & Berg, K. (2015). Big Data Analytics. *Issues in Information Systems*, 16(2).
39. Rajaraman, V. (2016). Big data analytics. *Resonance*, 21, 695-716.
40. Ularu, E. G., Puican, F. C., Apostu, A., & Velicanu, M. (2012). Perspectives on big data and big data analytics. *Database Systems Journal*, 3(4), 3-14.
41. Qian, L., Luo, Z., Du, Y., & Guo, L. (2009). Cloud computing: An overview. In *Cloud Computing: First International Conference, CloudCom 2009, Beijing, China, December 1-4, 2009. Proceedings 1* (pp. 626-631). Springer Berlin Heidelberg.
42. Cloud Computing Layers (2022) Oracle Cloud Infrastructure Documentation <https://docs.oracle.com/en-us/iaas/Content/cloud-adoption-framework/cloud-computing-layers.htm>

43. Varghese, B., Wang, N., Barbhuiya, S., Kilpatrick, P., & Nikolopoulos, D. S. (2016, November). Challenges and opportunities in edge computing. In *2016 IEEE international conference on smart cloud (SmartCloud)* (pp. 20-26). IEEE.
44. Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y., & Xu, L. (2016). Edge computing: Vision and challenges. *IEEE internet of things journal*, 3(5), 637-646.
45. Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International journal of web and grid services*, 14(4), 352-375.
46. Plevris, V., Lagaros, N. D., & Zeytinci, A. (2022). Blockchain in civil engineering, architecture and construction industry: State of the art, evolution, challenges and opportunities. *Frontiers in Built Environment*, 49.
47. What is blockchain? (2022) <https://www.euromoney.com/learning/blockchain-explained/what-is-blockchain>
48. What is Cyber Security? (2022) <https://www.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-cyber-security>
49. Berg, L. P., & Vance, J. M. (2017). Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: a survey. *Virtual reality*, 21, 1-17.
50. Rodič, B. (2017). Industry 4.0 and the new simulation modelling paradigm. *Organizacija*, 50(3), 193-207.
51. Vieira, A. A. C., Dias, L. S., Santos, M. Y., Pereira, G., & Oliveira, J. A. (2018). Setting an industry 4.0 research and development agenda for simulation-a literature review.
52. Dwivedi, A., & Dwivedi, A. (2013). Role of computer and automation in design and manufacturing for mechanical and textile industries: CAD/CAM. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 3(3), 8.
53. Wong, K. V., & Hernandez, A. (2012). A review of additive manufacturing. *International scholarly research notices*, 2012.
54. Singh, S., Ramakrishna, S., & Singh, R. (2017). Material issues in additive manufacturing: A review. *Journal of Manufacturing Processes*, 25, 185-200.

55. Pérez-Lara, M., Saucedo-Martínez, J. A., Marmolejo-Saucedo, J. A., Salais-Fierro, T. E., & Vasant, P. (2020). Vertical and horizontal integration systems in Industry 4.0. *Wireless Networks*, 26, 4767-4775.
56. Maddikunta, P. K. R., Pham, Q. V., Prabadevi, B., Deepa, N., Dev, K., Gadekallu, T. R., ... & Liyanage, M. (2022). Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications. *Journal of Industrial Information Integration*, 26, 100257.
57. Esben H. Østergaard (2018) WELCOME TO INDUSTRY 5.0 The “human touch” revolution is now under way
58. Τι είναι ο ψηφιακός μετασχηματισμός; <https://www.sap.com/greece/insights/what-is-digital-transformation.html>
59. Mary k pratt What is digital transformation? <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/digital-transformation>
60. Ebert, C., & Duarte, C. H. C. (2018). Digital transformation. *IEEE Softw.*, 35(4), 16-21.
61. Heilig, L., Schwarze, S., & Voß, S. (2017). An analysis of digital transformation in the history and future of modern ports.
62. Chantias, S., & Hess, T. (2016). Understanding digital transformation strategy formation: Insights from Europe’s automotive industry.
63. Schwertner, K. (2017). Digital transformation of business. *Trakia Journal of Sciences*, 15(1), 388-393.
64. Korachi, Z., & Bounabat, B. (2019). Integrated methodological framework for digital transformation strategy building (IMFDS). *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(12).
65. What is digital transformation?  
<https://www.techtarget.com/searchcio/definition/digital-transformation>
66. What is digital transformation? <https://whatfix.com/digital-transformation>
67. Morakanyane, R., Grace, A. A., & O'reilly, P. (2017). Conceptualizing digital transformation in business organizations: A systematic review of literature.

68. Dawes, S. S., & Pardo, T. A. (2002). Building collaborative digital government systems: Systemic constraints and effective practices. *Advances in digital government: Technology, human factors, and policy*, 259-273.
69. Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). The nine elements of digital transformation. *MIT Sloan Management Review*, 55(3), 1-6.
70. Indrani Roy (2018) The Nine Elements of Digital Transformation
71. Patricia Jones (2018) What does Digital Transformation mean? What are its nine core elements?
72. Lawrence Jones (2019) Digital transformation seminar
73. McLean, G., & Wilson, A. (2016). Evolving the online customer experience... is there a role for online customer support?. *Computers in human behavior*, 60, 602-610.
74. Verhoef, P. C., Lemon, K. N., Parasuraman, A., Roggeveen, A., Tsiros, M., & Schlesinger, L. A. (2009). Customer experience creation: Determinants, dynamics and management strategies. *Journal of retailing*, 85(1), 31-41.
75. Ibarra, D., Ganzarain, J., & Igartua, J. I. (2018). Business model innovation through Industry 4.0: A review. *Procedia manufacturing*, 22, 4-10.
76. Jamshed Mistry , Performance Measurement In The eCommerce Industry , Journal Of Business & Economics Research Volume 1, Number 11
77. Bhat, S. A., Kansana, K., & Khan, J. M. (2016). A review paper on e-commerce. *Asian Journal of Technology & Management Resesarch [ISSN: 2249-0892]*, 6(1).
78. Gupta, A. (2014). E-Commerce: Role of E-Commerce in today's business. *International Journal of Computing and Corporate Research*, 4(1), 1-8.
79. Branca, T. A., Fornai, B., Colla, V., Murri, M. M., Streppa, E., & Schröder, A. J. (2020). The challenge of digitalization in the steel sector. *Metals*, 10(2), 288.
80. Hole, G., Hole, A. S., & McFalone-Shaw, I. (2021). Digitalization in pharmaceutical industry: What to focus on under the digital implementation process?. *International Journal of Pharmaceutics: X*, 3, 100095.
81. Isaksson, A. J., Harjunkoski, I., & Sand, G. (2018). The impact of digitalization on the future of control and operations. *Computers & Chemical Engineering*, 114, 122-129.

82. Rosin, A. F., Proksch, D., Stubner, S., & Pinkwart, A. (2020). Digital new ventures: Assessing the benefits of digitalization in entrepreneurship. *Journal of Small Business Strategy*, 30(2), 59-71.
83. Trittin-Ulbrich, H., Scherer, A. G., Munro, I., & Whelan, G. (2021). Exploring the dark and unexpected sides of digitalization: Toward a critical agenda. *Organization*, 28(1), 8-25.
84. Gupta, A. (2014). E-Commerce: Role of E-Commerce in today's business. *International Journal of Computing and Corporate Research*, 4(1), 1-8.
85. Sota, S., Chaudhry, H., & Srivastava, M. K. (2020). Customer relationship management research in hospitality industry: a review and classification. *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 29(1), 39-64.
86. Lin, Y., Su, H. Y., & Chien, S. (2006). A knowledge-enabled procedure for customer relationship management. *Industrial marketing management*, 35(4), 446-456.
87. Payne, A., & Frow, P. (2004). The role of multichannel integration in customer relationship management. *Industrial marketing management*, 33(6), 527-538..
88. Musch, J., & Reips, U. D. (2000). A brief history of Web experimenting. In *Psychological experiments on the Internet* (pp. 61-87). Academic Press.
89. Arora, P. (2014). *The leisure commons: A spatial history of Web 2.0*. Routledge.
90. Brügger, N. (Ed.). (2010). *Web history* (Vol. 56). Peter Lang.
91. Jiang, H., Cheng, Y., Yang, J., & Gao, S. (2022). AI-powered chatbot communication with customers: Dialogic interactions, satisfaction, engagement, and customer behavior. *Computers in Human Behavior*, 134, 107329.
92. Tarabasz, A. (2013). The reevaluation of communication in customer approach—towards marketing 4.0.
93. Xiao, B., & Benbasat, I. (2007). E-commerce product recommendation agents: Use, characteristics, and impact. *MIS quarterly*, 137-209.
94. Ahmad, W. S. H. M. W., Radzi, N. A. M., Samidi, F. S., Ismail, A., Abdullah, F., Jamaludin, M. Z., & Zakaria, M. (2020). 5G technology: Towards dynamic spectrum sharing using cognitive radio networks. *IEEE access*, 8, 14460-14488.

95. Al-Mashari, M. (2003). Enterprise resource planning (ERP) systems: a research agenda. *Industrial Management & Data Systems*, 103(1), 22-27.
96. Preindl, R., Nikolopoulos, K., & Litsiou, K. (2020, January). Transformation strategies for the supply chain: The impact of industry 4.0 and digital transformation. In *Supply Chain Forum: An International Journal* (Vol. 21, No. 1, pp. 26-34). Taylor & Francis.
97. Tavana, M., Shaabani, A., Raeesi Vanani, I., & Kumar Gangadhari, R. (2022). A Review of Digital Transformation on Supply Chain Process Management Using Text Mining. *Processes*, 10(5), 842.
98. Paul, S., Riffat, M., Yasir, A., Mahim, M. N., Sharnali, B. Y., Naheen, I. T., ... & Kulkarni, A. (2021). Industry 4.0 applications for medical/healthcare services. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 10(3), 43.
99. Nascimento, D. L. M., Alencastro, V., Quelhas, O. L. G., Caiado, R. G. G., Garza-Reyes, J. A., Rocha-Lona, L., & Tortorella, G. (2019). Exploring Industry 4.0 technologies to enable circular economy practices in a manufacturing context: A business model proposal. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(3), 607-627.
100. Mian, S. H., Salah, B., Ameen, W., Moiduddin, K., & Alkhalefah, H. (2020). Adapting universities for sustainability education in industry 4.0: Channel of challenges and opportunities. *Sustainability*, 12(15), 6100.
101. Tasmin, R., Rahman, N. S., Jaafar, I., Abd Hamid, N. A., & Ngadiman, Y. (2020). The readiness of automotive manufacturing company on Industrial 4.0 towards quality performance. *International Journal of Integrated Engineering*, 12(7), 160-172
102. Liu, Y., Ma, X., Shu, L., Hancke, G. P., & Abu-Mahfouz, A. M. (2020). From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: Current status, enabling technologies, and research challenges. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(6), 4322-4334.
103. Raj, A., Dwivedi, G., Sharma, A., de Sousa Jabbour, A. B. L., & Rajak, S. (2020). Barriers to the adoption of industry 4.0 technologies in the manufacturing sector: An inter-country comparative perspective. *International Journal of Production Economics*, 224, 107546.
104. Soukup, C. (2002). E-Commerce Trends.

105. Lixandroi, R., & Maican, C. (2015). An Analysis On Choosing A Proper Ecommerce Platform. *Risk in Contemporary Economy*, 54-59.
106. Chen, Y. M. (2014). A Comparison of UI/UX and Process for Major E-Commerce Platforms. In *Proceedings of the international conference on e-Business, e-Commerce, e-Management, e-Learning, and e-Government*.
107. Email Vendor Selection. (2023). Best E-commerce Platforms Review 2023. <https://www.emailvendorselection.com/best-ecommerce-platforms-review/>
108. The Digital Transformation People. (2019). Renault: An Industry 4.0 case study. <https://www.thedigitaltransformationpeople.com/channels/the-case-for-digital-transformation/renault-an-industry-4-0-case-study/>
109. Hassoun, A., Aït-Kaddour, A., Abu-Mahfouz, A. M., Rathod, N. B., Bader, F., Barba, F. J., ... & Regenstein, J. (2022). The fourth industrial revolution in the food industry—Part I: Industry 4.0 technologies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-17.
110. Gleeson, P. (2019, March 19). Nestlé Samples a Selection of IIoT/Industry 4.0 Automation World. <https://www.automationworld.com/products/networks/blog/13318703/nestl-samples-a-selection-of-iiotindustry-40>
111. Trappey, A. J., Trappey, C. V., Govindarajan, U. H., Chuang, A. C., & Sun, J. J. (2017). A review of essential standards and patent landscapes for the Internet of Things: A key enabler for Industry 4.0. *Advanced Engineering Informatics*, 33, 208-229.
112. Barz, M., Poller, P., Schneider, M., Zillner, S., & Sonntag, D. (2017). Human-in-the-loop control processes in gas turbine maintenance. In *Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems: 8th International Conference, HoloMAS 2017, Lyon, France, August 28–30, 2017, Proceedings 8* (pp. 255-268). Springer International Publishing.
113. Alsayouf, I.: The role of maintenance in improving companies' productivity and profitability. *International Journal of Production Economics* 105(1), 70–78 (jan 2007), <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092552730600065X>



114. Barz, M., Poller, P., Sonntag, D.: Evaluating Remote and Head-worn Eye Trackers in Multi-modal Speech-based HRI. In: Mutlu, B., Tscheligi, M., Weiss, A., Young, J.E. (eds.) Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, HRI 2017, Vienna, Austria, March 6-9, 2017. pp. 79–80. ACM (2017), <http://doi.acm.org/10.1145/3029798.3038367>
115. Ministry of Digital Governance. (2020). Greece Digital Transformation Strategy 2020-2025. Greek Government. [https://digital-skills-jobs.europa.eu/sites/default/files/inline-files/Greece\\_Digital\\_Transformation\\_Strategy\\_2020\\_2025\\_0.pdf](https://digital-skills-jobs.europa.eu/sites/default/files/inline-files/Greece_Digital_Transformation_Strategy_2020_2025_0.pdf)
116. Aghaei, S., Nematbakhsh, M. A., & Farsani, H. K. (2012). Evolution of the world wide web: From WEB 1.0 TO WEB 4.0. *International Journal of Web & Semantic Technology*, 3(1), 1-10.
117. Breque M, De Nul L, Petridis A. Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. Luxembourg, LU: European Commission, Directorate-General for Research and Innovation; 2021.
118. Huang GQ, Vogel-Heuser B, Zhou M, Dario P. Digital technologies and automation: the human and eco-centered foundations for the factory of the future [TCSpotlight]. *IEEE Robot Autom Mag* 2021;28:174–9. <https://doi.org/10.1109/MRA.2021.3095732>
119. Bednar PM, Welch C. Socio-technical perspectives on smart working: creating meaningful and sustainable systems. *Inf Syst Front* 2020;22:281–98. <https://doi.org/10.1007/s10796-019-09921-1>
120. Bartodziej, C. J., & Bartodziej, C. J. (2017). *The concept industry 4.0* (pp. 27-50). Springer Fachmedien Wiesbaden.
121. Sony, M., & Naik, S. (2020). Key ingredients for evaluating Industry 4.0 readiness for organizations: a literature review. *Benchmarking: An International Journal*, 27(7), 2213-2232.
122. Gilchrist, A., & Gilchrist, A. (2016). Introducing Industry 4.0. *Industry 4.0: The Industrial Internet of Things*, 195-215.

123. Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., & Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International journal of production economics*, 229, 107776.