



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΤΩΝ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Εφαρμογή του Industry 4.0 στη Φαρμακοβιομηχανία & στην
Εργασιακή Ζωή**

**Ανδρέας Ν. Γιαννάκης
Ηρακλής Ε. Φούκας**

Επιβλέπων

**Αντώνιος Κάργας, Οικονομολόγος - Επισκέπτης
καθηγητής (Ακαδημαϊκό έτος 2015-2016 έως Σήμερα)**

ΑΘΗΝΑ

ΜΑΪΟΣ 2021

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Εφαρμογή του Industry 4.0 στη Φαρμακοβιομηχανία & στην Εργασιακή Ζωή

Ανδρέας Ν. Γιαννάκης

A.M.: ME1180005

Ηρακλής Ε. Φούκας

A.M.: ME1180017

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : **Αντώνιος Κάργας**, Οικονομολόγος - Επισκέπτης
καθηγητής (Ακαδημαϊκό έτος 2015-2016 έως Σήμερα)

ΜΑΙΟΣ 2021

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ταχύτητα εμφάνισης των σημερινών τεχνολογικών καινοτομιών δεν έχει ιστορικό προηγούμενο. Ως κοινός αποδεκτός όρος για την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα το Industry 4.0 θεωρείται η 4^η Βιομηχανική Επανάσταση που χαρακτηρίζεται από τη συνδεσιμότητα και την αλληλεπίδραση ανθρώπων και μηχανών. Ο κατασκευαστικός κλάδος βρίσκεται στο επίκεντρο όλων αυτών των αλλαγών. Ειδικότερα οι φαρμακοβιομηχανίες, έστω και με πιο αργούς ρυθμούς σε σχέση με άλλους τομείς, είναι ικανές να εκμεταλλευτούν τις αναδυόμενες τεχνολογίες με εντυπωσιακά αποτελέσματα. Τόσο στον τομέα της έρευνας με την ανάλυση των Big Data όσο και στον τομέα της παραγωγής με την τρισδιάστατη εκτύπωση φαρμάκων η φαρμακοβιομηχανία αλλάζει ταχύτατα. Αναμφίβολα όμως οι επερχόμενες αλλαγές επηρεάζουν πλήρως το εργατικό δυναμικό όλων των κλάδων. Αρκετές έρευνες επιβεβαιώνουν το φόβο αντικατάστασης πολλών θέσεων εργασίας, ειδικότερα εκείνων με χαμηλή ειδίκευση, αλλά ταυτόχρονα αναφέρουν και την δημιουργία νέων με βάση τις ΤΠΕ. Η εκπαίδευση επίσης των εργαζόμενων θεωρείται επιτακτική αλλά και αντικείμενο συζήτησης καθώς και αυτή αλλάζει με στόχο να εναρμονιστεί με τις νέες τεχνολογίες.

Σε αυτό το πνεύμα, η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό να αποτυπώσει πλήρως την έννοια της 4^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης (θεωρητικό υπόβαθρο, σχεδιαστικές αρχές), επισημαίνοντας τις νέες προκλήσεις που έχουν αναδυθεί μέσω της εισαγωγής νέων τεχνολογιών και εφαρμογής καινοτόμων ιδεών. Συγκεκριμένα, η παρούσα εργασία εστιάζει στον κλάδο της Φαρμακοβιομηχανίας και πώς αυτός έχει επηρεαστεί από την 4^η Βιομηχανική επανάσταση, εξετάζοντας ταυτόχρονα το επίπεδο υιοθέτησης νέων τεχνολογιών σε αυτόν με χρήση εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης. Με τη συγκέντρωση και ανάλυση της σχετικής βιβλιογραφίας αποδεικνύεται πως υπάρχουν πολλά επιτυχή παραδείγματα εφαρμογής νέων τεχνολογιών στον εν λόγω κλάδο, ενώ επισημαίνονται και κάποιοι παράγοντες κινδύνου προκειμένου να γίνει ομαλή η μετάβαση στη νέα αυτή τεχνολογική εποχή για τις φαρμακοβιομηχανίες.

Στο δεύτερο σκέλος της διπλωματικής εργασίας αξιολογείται ένας από τους σημαντικότερους πυλώνες για την επιτυχημένη μετάβαση στη νέα εποχή που επιτάσσει η 4^η Βιομηχανική επανάσταση, ο οποίος είναι το προφίλ του εργατικού δυναμικού. Η νέα αυτή επανάσταση, αναμένεται να επιφέρει αλλαγές στην αγορά εργασίας, για τις οποίες οι εργαζόμενοι οφείλουν να είναι προετοιμασμένοι προκειμένου να γίνει όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερα η κάλυψη των θέσεων εργασίας. Μέσω ανάλυσης τεσσάρων

βάσεων δεδομένων (ESCO, O*NET, CEPIS & ICT BoK) και ενός ερωτηματολογίου (PIAAC) που διατίθενται στο κοινό και είναι ελεύθερα προς χρήση, γίνεται πλήρης χαρτογράφηση των στοιχείων που επισημαίνονται ως σημαντικότερα πλέον στην αγορά εργασίας ανά εργασιακό τομέα, ενώ παρουσιάζονται και βάσεις δεδομένων που εστιάζουν στην δημιουργία ενός ισχυρού δικτύου μεταξύ όσων εργάζονται στις ΤΠΕ μέσω συνεχούς ενημέρωσης για τις βασικές δεξιότητες των εργαζομένων στον τομέα.

Με την παραπάνω ανάλυση, καθίσταται σαφές πως κανένας τομέας της ανθρώπινης ζωής δεν θα μείνει ανεπηρέαστος από αυτή την μετάβαση στην νέα τεχνολογική εποχή και πως τόσο σε επίπεδο βιομηχανιών όσο και σε επίπεδο ατομικό, η λύση είναι η πλήρης και ενημερωμένη παρακολούθηση των εξελίξεων. Σκοπός είναι η μετάβαση αυτή να διενεργηθεί με τον ομαλότερο δυνατόν τρόπο και να χρησιμοποιηθεί από όλους έτσι ώστε να βελτιστοποιηθούν οι διαδικασίες της παραγωγής και της απόδοσης σε ατομικό και επιχειρηματικό επίπεδο.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: 4^η Βιομηχανική Επανάσταση

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Βιομηχανία 4.0

Φαρμακοβιομηχανία

Εργασιακή ζωή

Τεχνολογία

Τεχνητή νοημοσύνη

ESCO

O*NET

PIAAC

ICT BoK

CEPIS

ABSTRACT

The speed of appearance of today's technological innovations is unprecedented. As a commonly accepted term for the global scientific community, Industry 4.0 is considered the 4th Industrial Revolution characterized by the connectivity and interaction of humans and machines. The construction industry is at the heart of all these changes. In particular, the pharmaceutical industry, albeit at a slower pace than other sectors, is able to take advantage of emerging technologies with impressive results. Both in the field of research with Big Data analysis and in the field of production with 3D printing of drugs, the pharmaceutical industry is changing rapidly. Undoubtedly, however, the forthcoming changes will fully affect the workforce of all sectors. Several studies confirm the fear of the replacement of many jobs, especially those with low skills, but also report the creation of new ICT-based ones. The training of employees is also considered both imperative and a subject of discussion as it changes in order to harmonize with new technologies.

In this spirit, this thesis aims to fully capture the concept of the 4th Industrial Revolution (theoretical background, design principles), highlighting the new challenges that have emerged through the introduction of new technologies and the implementation of innovative ideas. In particular, this work focuses on the pharmaceutical industry and how it has been affected by the 4th Industrial Revolution, while considering the level of adoption of new technologies in it using artificial intelligence applications. The collection and analysis of the relevant literature shows that there are many successful examples of the application of new technologies in this sector and points to some risk factors in order to make a smooth transition to this new technological era for the pharmaceutical industry.

The second part of this thesis assesses one of the most important pillars for the successful transition to the new era imposed by the 4th Industrial Revolution, which is the workforce profile. This new revolution is expected to bring about changes in the labor market, for which workers must be prepared to cover jobs as effectively as possible. By analyzing four databases (ESCO, O*NET, CEPIS & ICT BoK) and a publicly and freely available-for-use questionnaire (PIAAC), the data identified as most important on the labor market by labor sector is mapped out in full, while databases focusing on the creation of a strong network among those working in ICT are presented by continuous information on the basic skills of workers in the sector.

With the above analysis, it is clear that no area of human life will be left unaffected by this transition to the new technological age and that, both at industrial and individual level, the solution is full and up-to-date monitoring of developments. The aim is that this transition should be carried out as smoothly as possible and used by everyone in order to optimize the processes of production and performance at individual and business level.

SUBJECT AREA: 4th Industrial Revolution

KEYWORDS: Industry 4.0,
Pharmaceutical Industry,
Work life,
Technology,
Artificial intelligence,
ESCO,
O*NET,
PIAAC,
ICT BoK,
CEPIS

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση της διπλωματικής μας εργασίας. Οφείλουμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες, προς τον επιβλέποντα της εργασίας, Καθηγητή κ. Αντώνιο Κάργα, για την καθοδήγησή του, και την πολύτιμη βοήθεια που προσέφερε σε κάθε στάδιο εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Χωρίς τη συμπαράσταση και συνεχή βοήθειά του, η ολοκλήρωση αυτής της εργασίας δεν θα ήταν δυνατή. Τέλος, ευχαριστούμε θερμά τις οικογένειες και τους φίλους μας, για την κατανόηση και συμπαράσταση που έδειξαν ολόκληρη την περίοδο εκπόνησης της εργασίας αυτής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	13
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	14
2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	18
3. ΤΕΤΑΡΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ	25
3.1 Θεωρητικό Υπόβαθρο	26
3.2 Σχεδιαστικές Αρχές.....	35
3.3 Τεχνολογική Εξέλιξη & Καινοτομία	37
3.4 Ευκαιρίες και Προκλήσεις	43
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	47
5. ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΗ ΦΑΡΜΑΚΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	49
5.1 Τεχνητή Νοημοσύνη.....	53
5.2 Επιτυχή Παραδείγματα	54
5.3 Παράγοντες Κινδύνου	58
6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ INDUSTRY 4.0 ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑΚΗ ΖΩΗ	60
6.1 Ικανότητες και Προφίλ Εργασίας	61
6.2 ESCO & O*NET	63
6.2.1 ESCO (European Skill / Competency Qualification and Occupation).....	63
6.2.2 O*NET (Occupational Information Network)	70
6.2.3 Σύγκριση Βάσεων Δεδομένων ESCO & O*NET	78
6.3 ΡΙΑAC-Ερωτηματολόγιο του OECD	80
6.4 ICT BoK & CEPIS	81
6.4.1 ICT BoK (Body of Knowledge)	81
6.4.2 CEPIS (Council of European Professional Informatics Societies)	90
6.4.3 Σύγκριση ICT BoK και CEPIS	94

6.5	Τρόποι Εκπαίδευσης των Υπαλλήλων	95
6.6	Αντίκτυπος της Εκπαίδευσης Υπαλλήλων στην Εργασία.....	96
7.	ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ & ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ	98
8.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	101
	ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ	104
	ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ.....	105
	ΑΝΑΦΟΡΕΣ	107

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων	29
Σχήμα 2. Το έξυπνο εργοστάσιο (Πηγή : Hozdić, 2015)	33

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Από τη βιομηχανία 1.0 έως τη βιομηχανία 4.0 (Πηγή: DFKI, 2011)	24
Εικόνα 2. Το περιβάλλον της Βιομηχανίας 4.0 (Πηγή: Schlaepfer and Koch, 2014).....	26
Εικόνα 3. Διαδικασία παραγωγής Spritam® (Πηγή : https://www.smithsonianmag.com/innovation/future-3d-printed-pills-180956292)	57
Εικόνα 4. Οι τρεις πυλώνες οργάνωσης της ESCO (Πηγή: Publications Office of the European Union, 2013)	65
Εικόνα 5. Ταξινόμηση του θεμελιώδους σώματος γνώσης των ΤΠΕ (Πηγή: The European Body of Knowledge, 2015).....	90
Εικόνα 6. Κοινό στο οποίο απευθύνεται το CEPIS (Πηγή: CEPIS Vision, 2016)	92

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Χρονική Μετάβαση της κάθε βιομηχανικής επανάστασης [15].....	18
Πίνακας 2. Σχεδιαστικές αρχές του κάθε συστατικού του Industrie 4.0 (Πηγή : Hermann, 2016)	36

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε κατά το Ακαδημαϊκό Έτος 2020 - 2021, στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στη Διοίκηση και Οικονομική των Τηλεπικοινωνιακών Δικτύων και Πληροφοριακών Συστημάτων του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Η εργασία πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του κ. Αντωνίου Κάργα, Οικονομολόγου και Επισκέπτη Καθηγητή του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Ε.Κ.Π.Α.. Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί ανάλυση της επίδρασης της 4ης Βιομηχανικής Επανάστασης στις Φαρμακοβιομηχανίες, καθώς και η εφαρμογή της στην εργασιακή ζωή αλλά και το επίπεδο επιρροής που πλέον ασκεί σε αυτούς τους τομείς.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κοινωνία μας βρίσκεται στο χείλος μιας τεχνολογικής επανάστασης η οποία αλλάζει σταδιακά αλλά ριζικά τον τρόπο με τον οποίο ζούμε, εργαζόμαστε και σχετιζόμαστε μεταξύ μας. Το παγκόσμιο βιομηχανικό τοπίο έχει αλλάξει θεμελιωδώς τα τελευταία χρόνια και αυτό είναι αποτέλεσμα διαδοχικών τεχνολογικών εξελίξεων και καινοτομιών. Η βιομηχανική παραγωγή σήμερα βασίζεται στον παγκόσμιο ανταγωνισμό και στην ανάγκη ταχείας προσαρμογής της παραγωγής στις συνεχώς μεταβαλλόμενες απαιτήσεις της αγοράς. Αυτή η συνθήκη δεν είναι πρωτόγνωρη στις ανθρώπινες κοινωνίες, όμως στο εύρος και στην πολυπλοκότητά του, ο μετασχηματισμός αυτός θα είναι πιο διαφορετικός από οποιονδήποτε άλλο έχει βιώσει η ανθρωπότητα στο παρελθόν.

Υπάρχουν τρεις λόγοι για τους οποίους οι σημερινοί μετασχηματισμοί δεν αντιπροσωπεύουν απλώς μία παράταση της Τρίτης Βιομηχανικής Επανάστασης, αλλά μάλλον την άφιξη μιας Τέταρτης και ξεχωριστής:

- η ταχύτητα
- το εύρος, και
- ο αντίκτυπος στα παραγωγικά συστήματα.

Το φαινόμενο της Βιομηχανίας 4.0, ή αλλιώς 4^η Βιομηχανική επανάσταση, αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 2011 στη Γερμανία ως πρόταση για την ανάπτυξη μιας νέας έννοιας της γερμανικής οικονομικής πολιτικής με βάση στρατηγικές υψηλής τεχνολογίας [1]. Η ιδέα αυτή ξεκίνησε την τέταρτη τεχνολογική επανάσταση, η οποία βασίζεται στις έννοιες και τις τεχνολογίες που περιλαμβάνουν τα συστήματα του κυβερνοχώρου, το Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things-IoT) και το Διαδίκτυο των υπηρεσιών (Internet of services -IoS) [2, 3], με τη διαρκή επικοινωνία μέσω διαδικτύου που επιτρέπει τη συνεχή αλληλεπίδραση και ανταλλαγή πληροφοριών, όχι μόνο μεταξύ ανθρώπων (C2C) και ανθρώπων και μηχανημάτων (C2M), αλλά και μεταξύ των ίδιων των μηχανημάτων (M2M) [4]. Συνεπώς, η Βιομηχανία 4.0 καταλήγει να αποτελείται από τέσσερα βασικά στοιχεία, το Internet of Things (IoT), το Internet of Services (IoS), τα Cyber-natural Systems (CPS) και το Smart Factory.

Η περίοδος της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης σηματοδοτήθηκε από τις διαδικασίες πλήρους αυτοματοποίησης και ψηφιοποίησης, καθώς και τη χρήση ηλεκτρονικών και Τεχνολογιών των Πληροφοριών (IT) στη μεταποίηση και τις υπηρεσίες στο ιδιωτικό ανθρώπινο περιβάλλον. Οι επιστήμονες τις τελευταίες δεκαετίες επικεντρώνονται σε αυτό το φαινόμενο, όμως ακόμα και τώρα φαίνεται ότι κανείς δεν ξέρει με βεβαιότητα τον τρόπο με τον οποίο αυτό θα ξεδιπλωθεί.

Σύμφωνα με τα υπάρχοντα δεδομένα, η ακαδημαϊκή έρευνα εστιάζει στην κατανόηση και τον καθορισμό της έννοιας «Βιομηχανία 4.0» και στην προσπάθεια ανάπτυξης σχετικών συστημάτων, επιχειρηματικών μοντέλων και αντίστοιχων μεθοδολογιών. Παράλληλα, η βιομηχανία εστιάζει την προσοχή της στην αλλαγή των βιομηχανικών μηχανημάτων και των έξυπνων προϊόντων, καθώς και στους πελάτες που μπορούν να προκύψουν μέσα από αυτή την πρόοδο. Ωστόσο, ένα πράγμα είναι ξεκάθαρο: η απάντηση στο φαινόμενο της νέας βιομηχανικής επανάστασης πρέπει να είναι συμπαγής και μαζική, με τη συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων φορέων της παγκόσμιας πολιτικής, από τον δημόσιο και τον ιδιωτικό τομέα έως την ακαδημαϊκή κοινότητα και την κοινωνία των πολιτών.

Η Βιομηχανία 4.0 μπορεί να συγκριθεί με τρεις βιομηχανικές επαναστάσεις που σημειώθηκαν τους τελευταίους αιώνες και που αντιπροσωπεύουν τις κυριότερες διαταραχές στη βιομηχανία που προέκυψαν από αρκετές τεχνολογικές εξελίξεις. Η Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση έλαβε χώρα στην Αγγλία στα μέσα του 18ου αιώνα και ενισχύθηκε από την εφεύρεση της ατμομηχανής. Κατά το δεύτερο μισό του 19ου αιώνα,

η Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση ξεκίνησε σε Ευρώπη και ΗΠΑ. Η επανάσταση αυτή χαρακτηρίστηκε από μαζική παραγωγή και αντικατάσταση του ατμού από χημική και ηλεκτρική ενέργεια. Προκειμένου να καλυφθεί η αυξανόμενη ζήτηση, αναπτύχθηκαν αρκετές τεχνολογίες στη βιομηχανία και τη μηχανοποίηση, όπως η γραμμή συναρμολόγησης με αυτόματες λειτουργίες, επιτρέποντας την αύξηση της παραγωγικότητας. Η εφεύρεση του Ολοκληρωμένου Κυκλώματος (μικροσίπ) ήταν η τεχνολογική πρόοδος που πυροδότησε την Τρίτη Βιομηχανική Επανάσταση. Η χρήση των ηλεκτρονικών και της Τεχνολογίας των Πληροφοριών (IT) για την επίτευξη περαιτέρω αυτοματισμού στην παραγωγή είναι το βασικό χαρακτηριστικό αυτής της επανάστασης που εμφανίστηκε τα τελευταία χρόνια του 20ού αιώνα σε πολλές βιομηχανικές χώρες σε όλο τον κόσμο [5].

Η 4^η Βιομηχανική Επανάσταση αναμένεται να οδηγήσει σε βαθιές αλλαγές στη βιομηχανία και τους μεταποιητικούς τομείς (συμπεριλαμβανομένου του κατασκευαστικού), με έντονες επιπτώσεις σε όλες τις αλυσίδες αξίας (value chains), παρέχοντας μια σειρά νέων ευκαιριών όσον αφορά τα επιχειρηματικά μοντέλα, την τεχνολογία παραγωγής, τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, αλλά και την οργάνωση της εργασίας γενικότερα. Σύμφωνα με τους Weyer et al. [6] το μέλλον της παραγωγής, όπως προβλέπεται στη Βιομηχανία 4.0, συνίσταται στη διάχυτη ολοκλήρωση όπου κάθε στοιχείο μεταποίησης ανταλλάσσει αυτόνομα πληροφορίες, ενεργοποιεί δράσεις και ελέγχει τον εαυτό του ανεξάρτητα. Αυτή η κατασκευαστική προσέγγιση αποσκοπεί στη δημιουργία εξυπνότερων διαδικασιών και χαρακτηρίζεται από μικρά αποκεντρωμένα και ψηφιοποιημένα δίκτυα παραγωγής, τα οποία δρουν χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση και ελέγχουν αυτόνομα τις δραστηριότητές τους ανάλογα με τις περιβαλλοντικές αλλαγές και τις απαιτήσεις τους.

Στο πνεύμα αυτό, είναι αναμενόμενη η επιρροή της 4^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης και στον τομέα της Φαρμακοβιομηχανίας. Η φαρμακευτική βιομηχανία, ως μια πολύ ελεγχόμενη βιομηχανία, καθυστέρησε να υιοθετήσει την τεχνολογική καινοτομία.

Σύμφωνα με τους Gautam & Pan [7], ο φαρμακευτικός και βιοφαρμακευτικός τομέας έχει υποστεί σημαντικές αλλαγές στο επιχειρησιακό του μοντέλο και στο αποτύπωμά του. Επωφελούμενοι από την αναλυτική τεχνολογία διεργασιών (Process Analytical Technology-PAT), την επεξεργασία δεδομένων σε πραγματικό χρόνο (real time data analysis), την εκτύπωση 3D (3D printing), τα ρομπότ και άλλες τεχνικές που προκύπτουν από τη Βιομηχανία 4.0, μπορεί να γίνει καλύτερη παρακολούθηση της ποιότητας μέσω διαδικασιών συνεχούς διεργασίας. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα να μειωθεί το αποτύπωμα άνθρακα της βιομηχανίας, να βελτιωθεί η ενεργειακή της απόδοση, η χρήση διαλυτών, καθώς και να μετριαστούν άλλες πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, βελτιώνοντας παράλληλα την ποιότητα και τον έλεγχο ολόκληρου του συστήματος [8].

Οι διαδικασίες, συνεπώς και τα προϊόντα, αλλάζουν συνεχώς με τις τεχνολογικές εξελίξεις. Υπάρχει μια περίοδος κατά την οποία οι αγορές και οι επενδύσεις διαμορφώνονται ποσοτικά και ποιοτικά στο πλαίσιο αυτών των τεχνολογικών αλλαγών. Επομένως, κατά τη χάραξη πολιτικής, οι παγκόσμιες τάσεις στον φαρμακευτικό τομέα πρέπει να μελετηθούν προσεκτικά. Οι παγκόσμιες τάσεις που επηρεάζουν σημαντικά τη φαρμακευτική βιομηχανία μπορούν να ομαδοποιηθούν σε διαφορετικούς τομείς, γενικά, αυξάνοντας τις δραστηριότητες όσον αφορά την E&A, τη θέση του κλάδου της βιοτεχνολογίας, τα μεταβαλλόμενα επιχειρηματικά μοντέλα και τις θέσεις του κλάδου στις αναπτυσσόμενες χώρες [8]. Οι φαρμακοβιομηχανίες είναι ανάγκη να αφουγκραστούν το γεγονός ότι η τεχνολογία βρίσκεται τώρα σε τροχιά αξεπέραστης ανάπτυξης και να υιοθετήσουν τις αλλαγές που η ανάπτυξη αυτή θα επιφέρει.

Ταυτόχρονα, πρέπει να ληφθεί υπόψη πως η βελτίωση της πρόσβασης στα φάρμακα αποτελεί βασική ευθύνη των φαρμακευτικών εταιρειών, δεδομένου ότι τα φάρμακα είναι

ειδικά προϊόντα - καθώς η πρόσβαση και η οικονομική προσιτότητα αυτών των προϊόντων επηρεάζουν άμεσα τις ζωές των ασθενών [9, 10]. Ως αποτέλεσμα της αύξησης του κόστους παραγωγής με συμβατικές μεθόδους, καθώς και της συνειδητοποίησης της ανάγκης για βελτίωση της ποιότητας της εξατομικευμένης περίθαλψης, οι φαρμακοβιομηχανίες αναγκάστηκαν να αγκαλιάσουν την καινοτομία. Παραδείγματα αυτής της σύμπραξης είναι οι «τεχνολογίες τέταρτης γενιάς», που κυμαίνονται από «ακουστικά» έως «ψηφιακά χάπια», «επταυξημένες δοκιμές τεχνητής νοημοσύνης που βασίζονται στη γονιδιοματική έρευνα» και «αποκατάσταση φαρμάκων με γνώμονα την τεχνητή νοημοσύνη», «εικονική πραγματικότητα και εικονικές κλινικές δοκιμές». Οι φαρμακευτικές εταιρείες, λοιπόν, αρχίζουν με αργό ρυθμό να ενστερνίζονται την τεχνολογία, αλλά, παραδοσιακά, δεν είναι αποτελεσματικές όσον αφορά την επικοινωνία σχετικά με αυτές τις καινοτομίες - είτε λόγω περιορισμών συμμόρφωσης είτε, επειδή ο κόσμος δεν ενδιαφέρεται [11].

Πέραν των όσων ήδη αναφέρθηκαν, η αυξανόμενη πολυπλοκότητα των συχνά μεταβαλλόμενων περιβαλλόντων παραγωγής προκαλεί και την αυξημένη απόδοση των εργαζομένων στον τομέα απασχόλησής τους. Η ταχεία αυτοματοποίηση σε όλους τους κλάδους-ένα καθοριστικό στοιχείο της Βιομηχανίας 4.0- έχει καταστήσει σαφές πως τα καθήκοντα στα οποία εργάζονται πλέον οι εργαζόμενοι, δεν ολοκληρώνονται με μηχανικές κινήσεις, αλλά απαιτούν τη συνεχή ανάπτυξη των γνώσεων και δεξιοτήτων τους [12].

Είναι φανερό, λοιπόν, πως με την άνοδο των τεχνολογιών αυτοεξυπηρέτησης παρατηρείται μία πληθώρα θέσεων εργασίας η οποία τείνει να αντικατασταθεί από τεχνολογικά μέσα. Και ενώ η τεχνολογία αντικαθιστά αναμφίβολα ορισμένες θέσεις εργασίας, η εφαρμογή της δημιουργεί επίσης νέες θέσεις εργασίας και ευκαιρίες για τους εργαζομένους. Τώρα είναι η ώρα για τους εργοδότες να αρχίσουν να σκέφτονται να ανακατευθύνουν αλλά και να επανεκπαιδεύσουν, με ποικίλα μέσα που βασίζονται στις αναδυόμενες τεχνολογίες, το εργατικό δυναμικό τους για ρόλους που προσφέρουν εργασία υψηλότερης αξίας και απαιτούν περισσότερες δεξιότητες. Οι έρευνες στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρουν μία τάση ανόδου ζήτησης soft skills από τους εργοδότες, έτσι ώστε οι νέοι εργαζόμενοι να είναι σε θέση να ανταπεξέλθουν στη νέα τάξη πραγμάτων [13].

Η αξιοποίηση, λοιπόν, της δύναμης της Βιομηχανίας 4.0 θα δημιουργήσει θέσεις με απαιτήσεις σε υψηλότερη ειδίκευση. Επομένως, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να είναι πιο αποτελεσματικές στον εντοπισμό, την προσέλκυση και τη διατήρηση του ταλέντου που χρειάζονται. Παράλληλα, όσο ο αυτοματισμός γίνεται πιο διαδεδομένος, θα είναι κρίσιμο οι επιχειρήσεις να μην παραβλέπουν τις μοναδικές ανθρώπινες εργασιακές δυνατότητες που τους επέτρεψαν να πετύχουν σε βάθος χρόνου. Ο χώρος εργασίας του μέλλοντος θα χρειαστεί υπαλλήλους που μπορούν να δείξουν ενσυναίσθηση, να προσαρμοστούν στη στιγμή και να κατανοήσουν τις ανάγκες των πελατών [14].

Η επιρροή της Βιομηχανίας 4.0, όπως φαίνεται από τα παραπάνω, ερευνάται τα τελευταία χρόνια από ακαδημαϊκούς και επιχειρήσεις, γεγονός που οδήγησε σε έναν συνεχώς αυξανόμενο αριθμό δημοσιεύσεων για το θέμα αυτό. Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής, προκειμένου να γίνει κατανοητή η σημασία της βιομηχανίας 4.0 ως σύνθετου τεχνολογικού συστήματος και προκειμένου να επιχειρηθεί η ενοποίηση αυτής της μη συναινετικής έννοιας, διεξήχθη μια συνολική βιβλιογραφική ανασκόπηση χρησιμοποιώντας τις κύριες βάσεις δεδομένων επιστημονικής βιβλιογραφίας, τα άρθρα περιοδικών, τα έγγραφα συνεδρίων, τα βιβλία και άλλα έγγραφα, ως πηγή των δευτερευόντων χρησιμοποιούμενων δεδομένων.

Οι στόχοι της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι οι εξής: (1) ο προσδιορισμός των κυριότερων άρθρων και μελετών σχετικά με την έννοια της Βιομηχανίας 4.0 και τη

σύγκριση μεταξύ των διαφόρων θεωριών και απόψεων, (2) η περιγραφή των κυριότερων εξελίξεων και τεχνολογικών εξελίξεων όσον αφορά τη Βιομηχανία 4.0 και τις σημαντικότερες καινοτομίες και τάσεις που αυτή προκάλεσε στη φαρμακοβιομηχανία και την εργασιακή ζωή, καθώς και τις προκλήσεις που θα προκύψουν από τις εξελίξεις αυτές και, τέλος, (3) την αποτύπωση των πιθανών βιομηχανικών, οικονομικές και κοινωνικές συνέπειών αυτού του νέου βιομηχανικού προτύπου.

Η πρωτοτυπία της εργασίας έγκειται στη συγκέντρωση και αποτύπωση όλων των επιστημονικών ερευνών που σχετίζονται με την επίδραση της 4^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης στον τομέα της Φαρμακοβιομηχανίας αλλά και στην εργασιακή ζωή προκειμένου να ανακαλυφθούν νέα ερευνητικά ενδιαφέροντα αλλά και ερευνητικά κενά μέσα από τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση διενεργήθηκε με βάση τις ακόλουθες ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων: ISI Web of Knowledge, Alien (Science Direct), Scopus, Emerald Insight και Springer, κατά την περίοδο 2000-2021.

Η ποιοτική μεθοδολογία υιοθετείται στην παρούσα διπλωματική εργασία προκειμένου να απαντηθούν παρακάτω ερευνητικές ερωτήσεις:

- Ποια είναι τα αποτελέσματα εφαρμογής του Industry 4.0 στη φαρμακοβιομηχανία και την εργασιακή ζωή ;
- Ποιοι είναι οι παράγοντες κινδύνου και επιτυχίας με την εφαρμογή του Industry 4.0 στους παραπάνω τομείς ;

2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Για αιώνες σημαντικά αγαθά όπως τρόφιμα, ρουχισμός, στέγη και όπλα κατασκευάζονταν με χειρωνακτικά ή με τη βοήθεια ζώων. Ωστόσο, στις αρχές του 19^{ου} αιώνα, ο κατασκευαστικός τομέας άρχισε να αλλάζει δραματικά με την Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση (Industry 1.0) και ο τρόπος παραγωγής αλλά και απασχόλησης δεν ήταν ποτέ ο ίδιος.

Στον παρακάτω Πίνακα (1) διαφαίνονται οι χρονικές περίοδοι αλλά και οι διάφοροι τομείς της βιομηχανίας που επηρεάστηκαν από τις τέσσερις βιομηχανικές επαναστάσεις:

Πίνακας 1. Χρονική Μετάβαση της κάθε βιομηχανικής επανάστασης [15].

Χρονική Μετάβαση της κάθε βιομηχανικής επανάστασης			
Χρονική Διάρκεια	Τεχνολογίες και δυνατότητες	Κύριες βιομηχανίες	Βασικές Αρχές Μηχανικής
Βιομηχανία 1.0 1760-1860	Μηχανισμοί με νερό και ατμό (πρώτος μηχανικός υφαντικός αργαλειός)	Άνθρακας, σίδηρος, υφάσματα	Μηχανολογία
Βιομηχανία 2.0 1860-1914	Μαζική παραγωγή με ηλεκτρική ενέργεια (πρώτη γραμμή συναρμολόγησης)	Ημιαγωγοί, αυτοκίνητα, χάλυβας, αεροπλάνα	Ηλεκτρολογία, βιομηχανική μηχανική
Βιομηχανία 3.0 1960-2000	Αυτοματοποίηση με χρήση ψηφιακών ηλεκτρονικών και πληροφορικής	Ηλεκτρονικά, κινητά τηλέφωνα, διαδίκτυο, υπολογιστές, ρομπότ	Μηχανική υπολογιστών
Βιομηχανία 4.0 2000-σήμερα	Καινοτομία βασισμένη στο «συνδυασμό εικονικής, φυσικής, ψηφιακής και βιολογικής σφαίρας» (κυβερνητικό φυσικό σύστημα παραγωγής)	Social Media, αυτοκινούμενα αυτοκίνητα, drone, εικονικοί βοηθοί	Ενσωμάτωση πολλών επιστημονικών κλάδων, π.χ. Βιοϊατρική Μηχανική

Το Industry 1.0 σηματοδότησε τη μετάβαση από την χειρωνακτική εργασία σε νέες διαδικασίες παραγωγής με τη βοήθεια της μηχανικής. Σημειώθηκαν νέοι τρόποι παραγωγής σιδήρου, βελτιωμένη απόδοση της υδραυλικής ισχύος, αυξανόμενη χρήση ατμοηλεκτρικής ενέργειας και ανάπτυξη εργαλειομηχανών. Οι βιομηχανίες σιδήρου και κλωστοϋφαντουργίας έπαιξαν κεντρικό ρόλο στο Industry 1.0. Η εφεύρεση και η βελτίωση της ατμομηχανής ήταν ο ακρογωνιαίος λίθος του Industry 1.0, με τον άνθρακα να παίζει ζωτικό ρόλο.

Μία από τις μεγάλες τεχνολογικές εξελίξεις ήρθε το 1712, με την εφεύρεση μιας ατμομηχανής από έναν Άγγλο σιδηρουργό, Thomas Newcomen (1664-1729). Στην ιστορία η εφεύρεσή του θεωρείται ως «ατμοσφαιρικός κινητήρας». Αυτός ο κινητήρας χρησιμοποίησε ως πηγή τον άνθρακα για να δημιουργήσει κινητήρια δύναμη που χρησιμοποιήθηκε για την άντληση νερού από τους άξονες των ανθρακωρυχείων.

Ο μηχανικός James Watt (1736-1819), που εργάστηκε σε εργαστήριο πανεπιστημίου της Γλασκόβης, βελτίωσε τον ατμοκινητήρα του Newcomen το 1776, ο οποίος αξιοποίησε τεράστιες ποσότητες ενέργειας από άνθρακα αποτελεσματικά και οικονομικά. Αυτή η εφεύρεση δημιούργησε την πρώιμη σύγχρονη βιομηχανική εποχή στον κόσμο, η οποία φέρνει τους κινητήρες σε κλωστοϋφαντουργεία, ορυχεία, ατμοκίνητους σιδηροδρόμους, ατμοκίνητα φορτηγά πλοία, παραγωγή χάλυβα και άλλους τομείς οικονομικών δραστηριοτήτων. Το γεγονός αυτό σηματοδοτεί και τη μαζική επέκταση των πόλεων, των βιομηχανιών και των υποδομών κάθε είδους .

Πριν από το Industry 1.0 οι περισσότεροι άνθρωποι ζούσαν σε μικρά χωριά και ταξίδευαν με τα πόδια ή με άλογα σε μικρά μονοπάτια. Οι ασθένειες ήταν συχνές λόγω της ανεπαρκούς τροφής, της κακής υγιεινής, της χρήσης μολυσμένου νερού και της μη ύπαρξης λυμάτων. Ως αποτέλεσμα, το προσδόκιμο ζωής ήταν πολύ μικρό.

Περίπου το 80% του πληθυσμού της Αγγλίας εργαζόταν σε μικρές αγροτικές εκμεταλλεύσεις σε αγροτικές περιοχές και το υπόλοιπο 20% ζούσαν σε μικρές πόλεις. Πολύ λίγοι άνθρωποι εργάζονταν σε μονάδες μεταποίησης, εξόρυξης και εμπορίου. Η μεταποίηση ήταν μικρή. Πριν από το Industry 1.0, οι άνθρωποι υφαίνουν τα υφάσματα μόνο με το χέρι και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μικρή παραγωγή, αλλά μετά το Industry 1.0 η παραγωγή αυξήθηκε σημαντικά.

Ο Σκωτσέζος κοινωνικός φιλόσοφος Adam Smith (1723–1790) ήταν ο πρώτος οικονομολόγος που εξήγησε τη λειτουργία μιας σύγχρονης οικονομίας όσον αφορά την εξειδίκευση και τον καταμερισμό της εργασίας, τις αποτελεσματικές συναλλαγές στην αγορά και την αύξηση της παραγωγικότητας. Υποστήριξε ένα οικονομικό σύστημα

βασισμένο στην ελεύθερη επιχείρηση, την ιδιοκτησία των μέσων παραγωγής και την έλλειψη κρατικής παρέμβασης. Η οικονομία βασίζεται στο δόγμα του laissez-faire που είναι το ελεύθερο εμπόριο χωρίς παρέμβαση από την κυβέρνηση. Με αυτό το δόγμα οι ιδιοκτήτες των εργοστασίων είχαν την ανεξαρτησία να κανονίσουν τις συνθήκες εργασίας με όποιον τρόπο θέλουν.

Κατά τη διάρκεια του Industry 1.0 υπήρχε μια μεγάλη παραγωγή χημικών ουσιών, όπως θειικό οξύ, υδροχλωρικό οξύ, αλκάλια, ανθρακικό νάτριο, θειικό νάτριο, ποτάσα, λευκαντική σκόνη, σκυρόδεμα κ.λπ. πανί λεύκανσης κ.λπ. Το 1746, ο John Roebuck (1718–1794), ένας Άγγλος εφευρέτης και βιομηχανικός, εφεύρε την το θειικό οξύ το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τη λεύκανση των ρούχων. Το ανθρακικό νάτριο επίσης χρησιμοποιήθηκε για πολλούς σκοπούς στις βιομηχανίες υφασμάτων, σαπουνιών και χαρτιού (Mohajan, 2019α).

Η περίοδος 1860-1914 ονομάζεται Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση (Industry 2.0) λόγω της εφεύρεσης μεγάλου αριθμού νέων τεχνολογιών, όπως :

- ηλεκτρισμός
- κινητήρας εσωτερικής καύσης
- πετρέλαιο και άλλα χημικά
- ηλεκτρικές τεχνολογίες επικοινωνιών (τηλέγραφος, τηλέφωνο και ραδιόφωνο)
- τρεχούμενο νερό με εσωτερικά υδραυλικά

Κατά τη διάρκεια του Industry 2.0, οι εφευρέσεις και οι καινοτομίες βασίστηκαν στην επιστήμη και επικεντρώνονταν στο σίδηρο και το χάλυβα. Ο Vaclav Smil , αποκάλεσε την περίοδο 1867-1914, «Η Εποχή της Συνέργειας», κατά την οποία αναπτύχθηκαν οι περισσότερες από τις μεγάλες εφευρέσεις και καινοτομίες. Αν η Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση ξεκίνησε από το Ην. Βασίλειο τότε οι ρίζες της Δεύτερης βρίσκονται στις ΗΠΑ.

Κατά το Industry 2.0 παρατηρείται η δημιουργία μιας σύγχρονης βιομηχανικής οικονομίας καθώς η ανθρωπότητα παρατηρεί τις εξελίξεις της ατμοηλεκτρικής ενέργειας και των μεταφορών και μια νέα εποχή επικοινωνίας. Η αρχή του Industry 2.0 αποδίδεται συχνά στον Samuel Slater (1768-1835), έναν Άγγλο-Αμερικανό βιομήχανο ο οποίος άνοιξε τον πρώτο βιομηχανικό μύλο στο Μπέμπερλι της Μασαχουσέτης των ΗΠΑ το 1790. Εισήγαγε μια ζωτική νέα τεχνολογία στις ΗΠΑ και ήταν γνωστός ως «Πατέρας της Αμερικανικής Βιομηχανικής Επανάστασης» .

Το 1807, ο Ρόμπερτ Φουλτόν (1765–1815), ένας Αμερικανός μηχανικός και εφευρέτης, χρησιμοποίησε ατμοηλεκτρική ενέργεια για να δημιουργήσει το πρώτο ατμόπλοιο στον ποταμό Χάντσον που άλλαξε τον τρόπο και την ταχύτητα των μεταφορών. Η χρήση ατμοκίνητων σιδηροδρόμων, σκαφών και πλοίων είχε αυξηθεί δραματικά όπως περνούσαν τα χρόνια.

Ο Thomas Alva Edison (1847-1931), δημιούργησε επαναστατικές νέες τεχνολογίες, όπως η λάμπα φωτός, η μαζική επικοινωνία, ο φωνόγραφος, ο κινηματογράφος (κάμερα κινηματογραφικής κίνησης) και η ηλεκτρογεννήτρια τη δεκαετία του 1880 . Μέχρι το 1874, ο Alexander Graham Bell (1847-1922), εφηύρε το τηλέφωνο και ίδρυσε την American Telephone and Telegraph Company (AT&T) στις ΗΠΑ το 1885. Ο Charles Babbage (1791–1871), με την εφεύρεση του υπολογιστή ανατρέπει όλα τα δεδομένα της εποχής.

Το 1813, ο Francis Cabot Lowell (1775-1817), επιχειρηματίας και βιομηχανικός κατάσκοπος από τη Βοστώνη, επισκέφθηκε εργοστάσια υφασμάτων της Αγγλίας και απομνημόνευσε τις λεπτομέρειες του τρόπου λειτουργίας των μηχανών. Αυτός και τέσσερις άλλοι επενδυτές έφεραν επανάσταση στην κλωστούφαντουργία των ΗΠΑ . Η Νέα Αγγλία (Μασαχουσέτη) ήταν η πρώτη περιοχή στις ΗΠΑ που εκβιομηχανοποιήθηκε.

Το 1856 οι ΗΠΑ απαγόρευαν τη δουλειά , το 1868 αναγνώρισε τους Μαύρους ως πολίτες, και το 1920, έδωσε στις γυναίκες το δικαίωμα ψήφου . Στο τέλος του Industry 2.0, οι υψηλότεροι μισθοί και οι βελτιωμένες συνθήκες στις πόλεις αύξησαν το βιοτικό επίπεδο εργαζομένων. Οι εταιρείες της Γερμανίας και των ΗΠΑ άρχισαν να πωλούν τα προϊόντα τους σε όλο τον κόσμο. Οι επιστημονικές ανακαλύψεις και εφευρέσεις στο Industry 2.0 άλλαξαν γρήγορα τις κοινωνικές δομές, όπως η επιστημονική σκέψη, η τέχνη και ο πολιτισμός, η αρχιτεκτονική και ο τρόπος ζωής [16].

Η δεύτερη βιομηχανική επανάσταση ήταν, από πολλές απόψεις, η συνέχεια της πρώτης. Σε πολλές βιομηχανίες υπήρχε άμεση συνέχεια. Ωστόσο, διέφερε από αυτό σε ορισμένες κρίσιμες πτυχές. Πρώτον, είχε άμεσο αντίκτυπο στους πραγματικούς μισθούς και το βιοτικό επίπεδο που σαφώς διέφεραν σημαντικά το 1914 από το 1870. Δεύτερον, μετέστρεψε τη γεωγραφική εστίαση της τεχνολογικής ηγεσίας μακριά από τη Βρετανία σε έναν πιο διεσπαρμένο τόπο. Τέλος, αλλάζοντας τη σχέση μεταξύ της γνώσης της φύσης και του τρόπου με τον οποίο επηρέασε τις τεχνολογικές πρακτικές, άλλαξε ανεπανόρθωτα τον τρόπο που συμβαίνει η ίδια η τεχνολογική αλλαγή. Με αυτόν τον τρόπο ο άνθρωπος με ό,τι έμαθε αυτά τα χρόνια προετοίμασε τον δρόμο για πολλές ακόμη βιομηχανικές επαναστάσεις.

Τις τελευταίες δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα, η εφεύρεση και η κατασκευή ηλεκτρονικών συσκευών, όπως το τρανζίστορ και, αργότερα, τα ολοκληρωμένα κυκλώματα, κατέστησαν δυνατή την πληρέστερη αυτοματοποίηση μεμονωμένων μηχανών για συμπλήρωση ή αντικατάσταση χειριστών. Αυτή η περίοδος οδήγησε επίσης στην ανάπτυξη συστημάτων λογισμικού για την αξιοποίηση του ηλεκτρονικού υλικού.

Ολοκληρωμένα συστήματα, όπως ο σχεδιασμός απαιτήσεων πρώτων υλών, αντικαταστάθηκαν από εργαλεία σχεδιασμού εταιρικών πόρων που επέτρεψαν στους ανθρώπους να σχεδιάζουν, να προγραμματίζουν και να παρακολουθούν τις ροές προϊόντων μέσω του εργοστασίου. Η πίεση για μείωση του κόστους προκάλεσε πολλούς κατασκευαστές να μετακινήσουν λειτουργίες συναρμολόγησης σε χώρες χαμηλού κόστους. Η εκτεταμένη γεωγραφική διασπορά είχε ως αποτέλεσμα την τυποποίηση της έννοιας της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η Τρίτη βιομηχανική Επανάσταση (Industry 3.0) σηματοδοτεί αυτήν την περίοδο.

Σύμφωνα με τον Gershenfeld [17], «η κατοχή των μέσων για τη βιομηχανική παραγωγή υπήρξε από καιρό η διαχωριστική γραμμή μεταξύ των εργαζομένων και των ιδιοκτητών. Αλλά εάν αυτά τα μέσα αποκτούνται εύκολα και τα σχέδια μοιράζονται ελεύθερα, τότε το υλικό είναι πιθανό να ακολουθήσει την εξέλιξη του λογισμικού. Για τον Άντερσον, «η Τρίτη Βιομηχανική Επανάσταση θεωρείται καλύτερα ως ο συνδυασμός της ψηφιακής παραγωγής και της προσωπικής κατασκευής: η εκβιομηχάνιση του Κινήματος των Δημιουργών» .

Αυτό προφανώς έχει δύο πτυχές. Πρώτον, τα ψηφιακά εργαλεία και εξοπλισμός χρησιμοποιούνται ευρέως από τους κατασκευαστές τόσο για το σχεδιασμό όσο και για την κατασκευή προϊόντων, γεγονός που καθιστά ευκολότερη την κοινή χρήση και τη συνεργασία με την πάροδο του χρόνου και τις αποστάσεις. Δεύτερον, καθώς τα αρχεία μπορούν να σταλούν απευθείας σε μηχανήματα για παραγωγή (άμεση ψηφιακή κατασκευή), οι κατασκευαστές είναι σε θέση να χρησιμοποιούν συγκεντρωτικούς πόρους κατασκευής που είναι μεγαλύτεροι σε κλίμακα από ό, τι μπορεί να αντέξει ένας μεμονωμένος κατασκευαστής.

Κατά την άποψη του Rifkin [18], οι κατασκευαστές και η άμεση ψηφιακή κατασκευή δεν είναι η αιτία αλλά ένα από τα αποτελέσματα της τρίτης βιομηχανικής επανάστασης. Η ίδια η επανάσταση πυροδοτείτε στην πραγματικότητα από αλλαγές στην επικοινωνιακή υποδομή και την παραγωγή ενέργειας, όπως συνέβη με τις δύο πρώτες βιομηχανικές επαναστάσεις που προκλήθηκαν από την εφεύρεση του τυπογραφικού μηχανήματος και της ατμοκίνητης τεχνολογίας τον 19ο αιώνα και με ηλεκτρικά μέσα επικοινωνίας

(ραδιόφωνο, τηλεόραση) και την ηλεκτρική ενέργεια (κυρίως από ορυκτά καύσιμα) ως κύρια πηγή ενέργειας τον 20^ο αιώνα.

Στην 3η Βιομηχανική Επανάσταση :

«Η συμβατική οργάνωση από πάνω προς τα κάτω της κοινωνίας που χαρακτήρισε μεγάλο μέρος της οικονομικής, κοινωνικής και πολιτικής ζωής των βιομηχανικών επαναστάσεων με βάση τα ορυκτά καύσιμα, δίνει τη θέση της σε κατακεκομμένες και συνεργατικές σχέσεις στην αναδυόμενη πράσινη βιομηχανική εποχή. Βρισκόμαστε στη μέση μιας βαθιάς αλλαγής στον τρόπο με τον οποίο η κοινωνία είναι δομημένη, μακριά από την ιεραρχική δύναμη και προς την πλευρική δύναμη ».

Επίσης για τον Rifkin, η 3η Βιομηχανική Επανάσταση περιλαμβάνει μια στροφή σε πράσινα κτίρια, ηλεκτρικά αυτοκίνητα , σε αυτή τη νέα εποχή λοιπόν, ο καθένας μπορεί δυνητικά να είναι κατασκευαστής, καθώς και η δική του εταιρεία ενέργειας. Ωστόσο, προτείνεται ότι είναι λάθος να χαρακτηρίζουμε απλώς την Τρίτη Βιομηχανική Επανάσταση του Rifkin ως μία οικονομική επανάσταση, αν και έχει σημαντικά οικονομικά στοιχεία [18].

Το Industry 3.0 λοιπόν προκλήθηκε με την άνοδο των ηλεκτρονικών, των τηλεπικοινωνιών και φυσικά των υπολογιστών. Μέσω των νέων τεχνολογιών, το Industry 3.0 άνοιξε τους ορίζοντες σε διαστημικές αποστολές, έρευνα και βιοτεχνολογία. Στον κόσμο των βιομηχανιών, δύο μεγάλες εφευρέσεις, οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC) και τα ρομπότ συνέβαλαν στη δημιουργία μιας εποχής αυτοματισμού υψηλού επιπέδου.

Η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση (Industry 4.0) ξεκίνησε την αυγή της τρίτης χιλιετίας με το ένα πράγμα που όλοι χρησιμοποιούν κάθε μέρα, το διαδίκτυο. Μπορούμε να δούμε τη μετάβαση από την πρώτη βιομηχανική επανάσταση που βασίστηκε στο τεχνολογικό φαινόμενο μέχρι το Industry 4.0 που αναπτύσσει κόσμους εικονικής πραγματικότητας, επιτρέποντάς μας να λυγίσουμε τους νόμους της φυσικής.

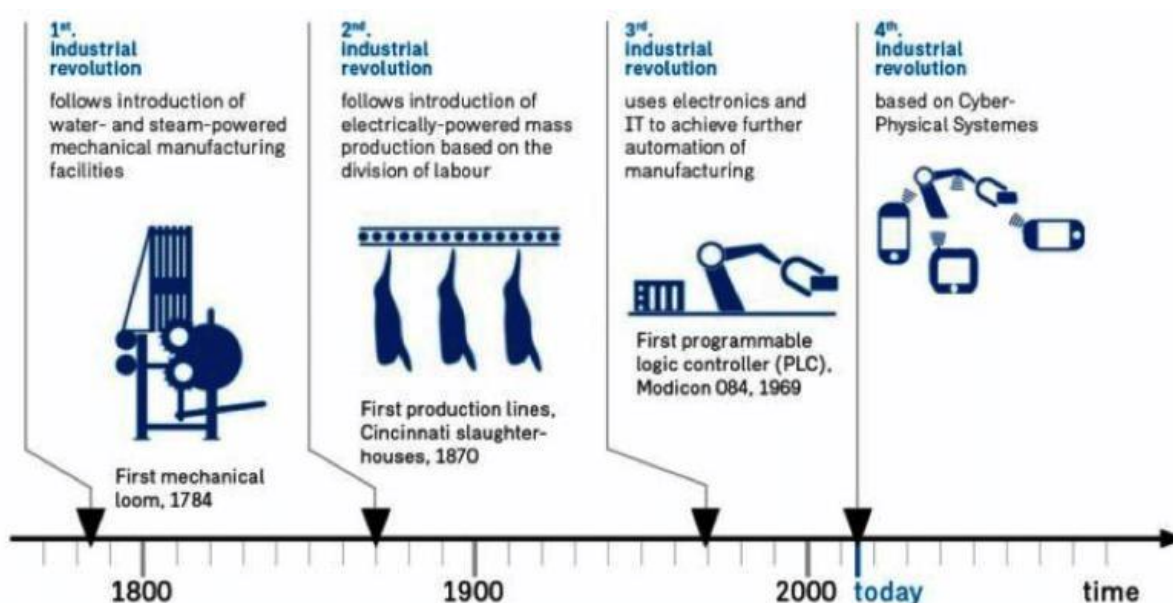
Το Industry 4.0 είναι η εποχή των έξυπνων μηχανών, των συστημάτων αποθήκευσης και των εγκαταστάσεων παραγωγής που μπορούν να ανταλλάσσουν αυτόνομα πληροφορίες, να πυροδοτούν ενέργειες και να ελέγχουν η μία την άλλη ο χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Αυτή η ανταλλαγή πληροφοριών καθίσταται δυνατή με το Διαδίκτυο των πραγμάτων όπως το γνωρίζουμε σήμερα.

Τα βασικά στοιχεία του Industry 4.0 περιλαμβάνουν:

- Το Κυβερνο-φυσικό σύστημα - μια μηχανική συσκευή που λειτουργεί από αλγόριθμους που βασίζονται σε υπολογιστή.
- Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) - διασυνδεδεμένα δίκτυα μηχανημάτων και οχημάτων ενσωματωμένα με δυνατότητες ανίχνευσης, σάρωσης και παρακολούθησης μέσω υπολογιστή.
- Το Διαδίκτυο των Υπηρεσιών
- Το Cloud computing - φιλοξενία δικτύου εκτός δικτύου και δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας δεδομένων.
- Το έξυπνο εργοστάσιο - εργοστάσια που χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη.

Η ψηφιοποίηση θα έχει μόνιμη επίδραση στο περιβάλλον διαβίωσης και απασχόλησης των ανθρώπων. Αυτή η εξέλιξη προσφέρει το πλήρες φάσμα ευκαιριών για τον βιομηχανικό τομέα να επεκτείνει την κορυφαία παγκόσμια θέση του. Νέα, ψηφιακά επιχειρηματικά μοντέλα θα επεκτείνουν το υπάρχον χαρτοφυλάκιο προϊόντων και υπηρεσιών, προκειμένου να διασφαλίσουν τη μελλοντική αύξηση των πωλήσεων.

Η εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων αντιπροσωπεύει μια πολυετή διαδικασία μετασχηματισμού για την πλειονότητα των εταιρειών, με αποτέλεσμα σημαντικές αλλαγές στις αλυσίδες αξίας τους. Ο όρος Βιομηχανία 5.0 έχει ήδη εισαχθεί στους ερευνητικούς τομείς που θεωρούνται ως επόμενη βιομηχανική επανάσταση, αλλά θα είναι πιο συστηματικός μετασχηματισμός ο οποίος θα περιλαμβάνει το αντίκτυπο στην κοινωνία των πολιτών, τη διακυβέρνηση και τις δομές και την ανθρώπινη ταυτότητα (Crandall, 2017).



Εικόνα 1. Από τη βιομηχανία 1.0 έως τη βιομηχανία 4.0 (Πηγή: DFKI, 2011)

3. ΤΕΤΑΡΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ

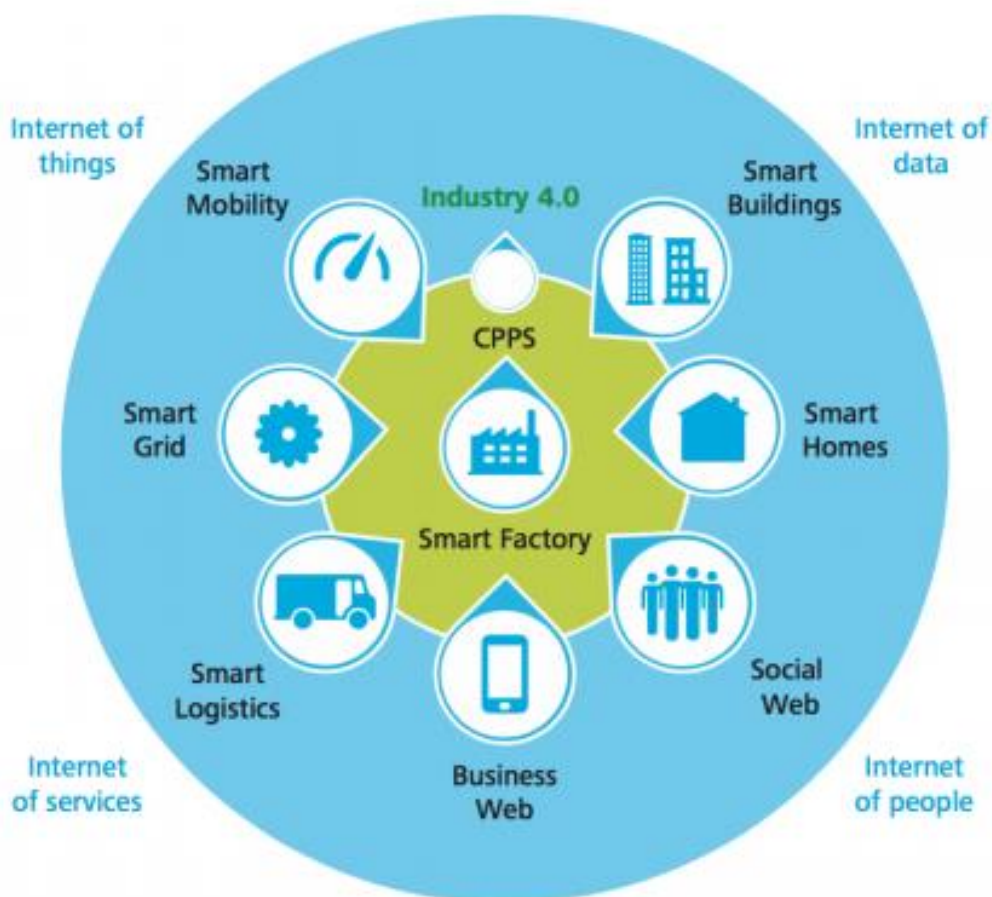
Προς το παρόν, η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση (Industry 4.0) διαφέρει ως προς την ταχύτητα, την κλίμακα, την πολυπλοκότητα και τη μετασχηματιστική ισχύ σε σύγκριση με τις προηγούμενες βιομηχανικές επαναστάσεις. Ο όρος Βιομηχανία 4.0 (Industrie 4.0) παρουσιάστηκε επίσημα στην Έκθεση Hannover τον Απρίλιο του 2011 στη Γερμανία ως ένα από τα δέκα "Μελλοντικά Προγράμματα" που αποτελούν τη Στρατηγική Υψηλής Τεχνολογίας της Γερμανίας για το 2020 [19], για να εξηγήσει την ευρεία ολοκλήρωση και προσαρμογή των ΤΠΕ (Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνίας) στις μεταποιητικές βιομηχανίες. Ο ορισμός της βιομηχανίας 4.0 είναι διφορούμενος και κανένας ενιαίος ορισμός δεν έχει υιοθετηθεί συμβατικά. Το Ινστιτούτο Τεχνολογικής Αξιολόγησης (ITA) όρισε τη Βιομηχανία 4.0 ως :

«Μια συστημική αλλαγή που επιφέρει εκτεταμένες αλλαγές στον τρόπο που γίνονται οι εργασίες».

Η κεντρική πτυχή της βιομηχανίας 4.0 είναι η διεπαφή της με άλλες έξυπνες υποδομές, π.χ. έξυπνα κτίρια, σπίτια, εφοδιαστική, κινητικότητα και πλέγμα, καθώς και η συνδεσιμότητα με τις επιχειρήσεις και το κοινωνικό διαδίκτυο [20]. Είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη και αυτοί οι βασικοί τομείς κατά την εφαρμογή της βιομηχανίας 4.0. Έτσι, μπορούμε να πούμε ότι οι επιπτώσεις της βιομηχανίας 4.0 δεν περιορίζονται στη μεταποίηση, αλλά επηρεάζουν πολλές πτυχές της ανθρώπινης ζωής. Σύμφωνα με τους Pereira και Romero (2017), η βιομηχανία 4.0 θα οδηγήσει σε πιθανές βαθιές αλλαγές σε αρκετούς τομείς που υπερβαίνουν τον βιομηχανικό τομέα. Οι επιπτώσεις και η επιρροή του μπορούν να ταξινομηθούν σε έξι βασικούς τομείς: (1) Βιομηχανία, (2) Προϊόντα και υπηρεσίες, (3) Επιχειρηματικά μοντέλα και αγορά, (4) Οικονομία, (5) Περιβάλλον εργασίας και (6) Ανάπτυξη δεξιοτήτων.

Η Βιομηχανία 4.0 έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει θετικά την ικανοποίηση των ατομικών απαιτήσεων των πελατών, την ευελιξία της παραγωγής, τη βελτιστοποίηση της λήψης αποφάσεων, την παραγωγικότητα των πόρων και την αποδοτικότητα, τις ευκαιρίες δημιουργίας αξίας μέσω νέων υπηρεσιών, τις δημογραφικές αλλαγές στο χώρο εργασίας, την ισορροπία μεταξύ εργατικής και ιδιωτικής ζωής του ανθρώπινου δυναμικού και μια ανταγωνιστική οικονομία με υψηλούς μισθούς [21].

Οι τεχνολογικές εξελίξεις όσον αφορά τη Βιομηχανία 4.0, εξαλείφουν τα όρια μεταξύ του ψηφιακού και του φυσικού κόσμου, συμπεριλαμβάνοντας ανθρώπινους και μηχανικούς παράγοντες, υλικά, προϊόντα, συστήματα παραγωγής και διαδικασίες [22].



Εικόνα 2. Το περιβάλλον της Βιομηχανίας 4.0 [20]

Ωστόσο, είναι επιβεβλημένη ανάγκη να επισημανθεί το γεγονός ότι η Βιομηχανία 4.0 δεν αφορά μόνο την εισαγωγή μιας νέας τεχνολογίας που συνδέεται με μια σταδιακή προσαρμογή των συστημάτων εργασίας όπως και στις τρεις προηγούμενες βιομηχανικές επαναστάσεις, αλλά για μια συλλογή νέων τεχνολογιών με διακριτούς βαθμούς τεχνικής ωριμότητας και συστηματικών αποτελεσμάτων [23]. Η βιομηχανία 4.0 λοιπόν θεωρείται πως είναι μια απότομη μετάβαση από τις προηγούμενες βιομηχανικές επαναστάσεις [8].

3.1 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Ιστορικά, οι τεχνολογικές καινοτομίες έχουν θεωρηθεί ως οι κύριοι μοχλοί για μία πιο βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη μέσω της αύξησης της παραγωγικότητας. Επιπροσθέτως, αυτές οι τεχνολογικές καινοτομίες είναι ικανές να συσχετιστούν με τεκτονικές αλλαγές στον τομέα της απασχόλησης. Αυτές οι αλλαγές είναι πιθανό να οφείλονται στο γεγονός ότι η επιρροή της Βιομηχανίας 4.0 έγινε εμφανής εξαιτίας της συγχώνευσης τεχνολογιών που είναι γνωστό ότι αναπτύσσονται εκθετικά και διαταράσσουν με τρόπο που αναμένεται να προκαλέσει ταχεία και μαζική διακοπή σε όλους τους βιομηχανικούς τομείς όσον αφορά τη ζήτηση για επαγγέλματα και δεξιότητες.

Η Βιομηχανία 4.0 είναι अपαράμιλλη σε σχέση με τις προηγούμενες βιομηχανικές επαναστάσεις λόγω του ουσιαστικού ρόλου που διαδραματίζουν οι τεχνολογίες της στη δημιουργία πλούτου και την κοινωνικοπολιτική σταθερότητα. Οι προσεγγίσεις και οι ιδέες στο πλαίσιο της Βιομηχανίας 4.0 βρίσκονται στο σημείο επαφής των κλάδων της ηλεκτρολογικής μηχανικής, της διοίκησης επιχειρήσεων, της επιστήμης των υπολογιστών, της μηχανικής των επιχειρηματικών και πληροφοριακών συστημάτων και της μηχανικής καθώς και των συμμετεχόντων τομέων [2]. Ωστόσο, οι παράγοντες που πυροδότησαν τις προηγούμενες επαναστάσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων διαφόρων δημόσιων και ιδιωτικών πρωτοβουλιών, ενθαρρύνουν επίσης αμέσως τις εξελίξεις της Βιομηχανίας 4.0.

Σύμφωνα με την έννοια αυτή, η Βιομηχανία 4.0 μπορεί να θεωρηθεί ως μέσο διάδοσης και υιοθέτησης της τεχνολογίας. Οι αναδυόμενες τεχνολογίες αυτής της νέας βιομηχανικής εποχής έχουν σχεδιαστεί σε ανεπτυγμένες χώρες όπως η Γερμανία, η οποία σήμερα οδηγεί τη διάδοση της έννοιας σε άλλες χώρες που ενδιαφέρονται για την υιοθέτησή της [24].

Η Βιομηχανία 4.0 δεν έχει σχέση αίτιου και αιτιατού μόνο στις μεταποιητικές βιομηχανίες, όπως και οι προηγούμενες βιομηχανικές επαναστάσεις, αλλά θα αφήσει ίχνη στον κοινωνικό, οικονομικό και εκπαιδευτικό τομέα . Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι υπάρχει εν εξελίξει συζήτηση σχετικά με την έννοια της τεχνολογίας [111,112] στο πλαίσιο της εκπαίδευσης, η οποία έχει οδηγήσει σε διαφορετικές θεωρίες και μοντέλα ικανοτήτων, βλ. για παράδειγμα την έρευνα Barnes και Liao [110]. Στην πραγματικότητα, η επιρροή της στο εκπαιδευτικό σύστημα βρίσκεται υπό έρευνα τις τελευταίες δεκαετίες. Για το λόγο αυτό θεωρείται απαραίτητο να εξασφαλιστούν όσο το δυνατόν περισσότερες θέσεις εργασίας καθώς οι απαραίτητες δεξιότητες πρέπει να μεταδίδονται στους ανθρώπους μέσω του σωστού τρόπου εκπαίδευσης στα ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα .

Σύμφωνα με το έργο των Posada et al. [25], παρατηρείται ένα παγκόσμιο κίνημα που προσπαθεί να βελτιώσει την παραγωγικότητα και την αποδοτικότητα στον τομέα της βιομηχανικής κατασκευής. Οι Haddara και Elragal [26] δηλώνουν ότι η ανάπτυξη καθοδηγείται από την ανάγκη αντίδρασης στις απαιτήσεις της αγοράς και τη βελτίωση της κατασκευής μειώνοντας το κόστος, αυξάνοντας την ευελιξία του παραγόμενου προϊόντος και μειώνοντας το χρόνο αντίδρασης στις αλλαγές στην αγορά.

Οι τελευταίες εξελίξεις στις ΤΠΕ εφαρμόζονται στα συστήματα κατασκευής. Παραδείγματα τεχνολογιών είναι το Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things - IoT)

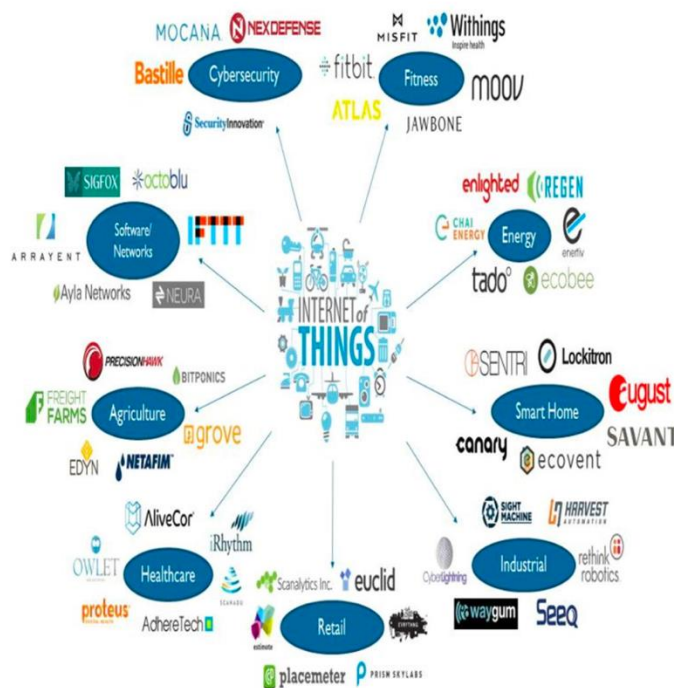
ο βιομηχανικός αυτοματισμός, η συνδεσιμότητα και οι πανταχού παρούσες πληροφορίες [25].

Οι Lasi et al. [2] τονίζουν ότι οι νέες τεχνολογίες εισέρχονται στα βιομηχανικά συστήματα και τρεις διαφορετικές τάσεις εμφανίζονται:

- Αύξηση της μηχανοποίησης και του αυτοματισμού
- Ψηφιοποίηση
- Δικτύωση

Το IoT λοιπόν θεωρείται πως είναι ένα πρόσφατο αυταπόδεικτο παράδειγμα επικοινωνίας στο οποίο τα αντικείμενα της καθημερινής ζωής θα είναι εξοπλισμένα με μικροελεγκτές, πομποδέκτες για ψηφιακή επικοινωνία και κατάλληλες στοίβες πρωτοκόλλων που θα τους κάνουν να μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους και με τους χρήστες, που αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του Διαδικτύου. Ως εκ τούτου, μπορεί να θεωρηθεί ως ένα καταμεμημένο δίκτυο φυσικών αντικειμένων που μπορούν να δράσουν στο περιβάλλον τους και να επικοινωνήσουν με άλλα μηχανήματα ή υπολογιστές [27].

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, το IoT αντιπροσωπεύει το επόμενο βήμα προς την ψηφιοποίηση της κοινωνίας και της οικονομίας, όπου τα αντικείμενα και οι άνθρωποι διασυνδέονται μέσω δικτύων επικοινωνίας και αναφέρουν για την κατάστασή τους ή / και το περιβάλλον» (Ευρωπαϊκή Επιτροπή , 2020). Το Διαδίκτυο θα είναι ικανό να ενσωματώσει λοιπόν έναν όλο και μεγαλύτερο όγκο αντικειμένων που θα παρέχουν πληροφορίες και υπηρεσίες στους τελικούς χρήστες μέσω τυπικών πρωτοκόλλων επικοινωνίας και μοναδικών συστημάτων διευθύνσεων.



Σχήμα 1. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων

Η τελική έκθεση των Βασικών Τεχνολογιών Γενικής Εφαρμογής (Key-Enabling Technologies), της ομάδας εμπειρογνομώνων προσδιόρισε τις τεχνολογίες ζωτικής σημασίας για πολλές από τις υπάρχουσες και μελλοντικές αλυσίδες αξίας της ευρωπαϊκής οικονομίας:

- Νανοτεχνολογίες
- Ηλεκτρονικά μικροϋπολογιστών
- Βιοτεχνολογία
- Προηγμένα Υλικά
- Προηγμένα Συστήματα Παραγωγής

Στην επιστημονική αλλά και επιχειρηματική κοινότητα οι δημόσιες διαβουλεύσεις αφορούν το IoT όπως γίνεται κατανοητό και από τα παραπάνω, ωστόσο, η πραγματική καινοτομία είναι το Διαδίκτυο των Υπηρεσιών (Internet of Services – IoS), το οποίο είναι και αυτό με τη σειρά του ένα κομβικό στοιχείο του Industry 4.0. Οι κατασκευαστές σε όλο τον κόσμο πρέπει να εξετάσουν το επιχειρηματικό τους μοντέλο και να αναρωτηθούν «πώς μπορεί ένα προϊόν να γίνει υπηρεσία με τη μακροπρόθεσμη σχετική ροή εσόδων;»

Υπάρχουν ήδη αρκετά παραδείγματα και πολλοί κατασκευαστές αναγνωρίζουν και εκμεταλλεύονται την ευκαιρία που τους δίνεται μέσω του IoS. Η Tesla, μία αμερικάνικη αυτοκινητοβιομηχανία, κατασκευάζει οχήματα με λογισμικά που μπορούν να

αναβαθμιστούν. Τα αυτοκίνητά τους δηλαδή είναι ουσιαστικά έτοιμα για αναβαθμίσεις λογισμικού που θα παρέχουν επιπλέον υπηρεσίες, οι οποίες θα διατίθενται μέσω του internet. Ο πελάτης θα μπορούσε να πληρώσει για τις αναβαθμίσεις δημιουργώντας επιπλέον έσοδα για την Tesla.

Η εξατομίκευση λοιπόν της μαζικής παραγωγής και το IoT προσθέτουν περισσότερα έσοδα. Μία μονάδα παραγωγής πρέπει να είναι ευέλικτη και να παρέχει έξυπνα προϊόντα. Όλα αυτά τα στοιχεία που συνθέτουν το Industry 4.0 θα μπορούσαν να θεωρούνται και ως μία άσκηση εξοικονόμησης κόστους καθώς είναι ένα νέο επιχειρηματικό μοντέλο με σκοπό την αύξηση των εσόδων και της κερδοφορίας.

Ο όρος “Internet of Services” προκύπτει από τη σύγκλιση άλλων δύο εννοιών: του Web 2.0 και της Αρχιτεκτονικής Προσανατολισμένης στις Υπηρεσίες (Service Oriented Architecture – SOA). Η καινοτομία αυτών των δύο πεδίων είναι η έννοια της επαναχρησιμοποίησης και της σύνθεσης υπάρχοντων πόρων και υπηρεσιών.

Ο πρώτος όρος, το Web 2.0, χαρακτηρίζεται από τέσσερις πτυχές:

- διαδραστικότητα
- κοινωνικά δίκτυα
- ετικέτες (tags)
- υπηρεσίες διαδικτύου

Όσον αφορά τη διαδραστικότητα, αυτή γεννάται από δύο τεχνολογίες: αρχικά από το AJAX (JavaScript και XML) που επιτρέπει την επικοινωνία και τη δυναμική χαρτογράφηση δεδομένων μεταξύ ενός διακομιστή και του προγράμματος περιήγησης στο Web. Τα κοινωνικά δίκτυα εμφανίζονται με βάση κοινά ενδιαφέροντα και κάνουν τις πληροφορίες από κάθε δίκτυο διαθέσιμες με διαφορετικούς τρόπους. Η προσθήκη ετικετών είναι αρκετά σημαντική καθώς οι χρήστες μπορούν να προσθέσουν μια λέξη-κλειδί ως ετικέτα σε ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο Ιστού, καθιστώντας αυτήν την ετικέτα εύκολα προσβάσιμη κατά την αναζήτηση από άλλους χρήστες. Εν κατακλείδι, όσον αφορά την τελευταία πτυχή του Web 2.0 (εκείνη των υπηρεσιών Ιστού), αυτές επιτρέπουν σε ένα άλλο λογισμικό να χρησιμοποιεί τις δυνατότητες που προσφέρει μια εφαρμογή, να είναι διαθέσιμες όχι μόνο σε άτομα αλλά και σε μηχανήματα.

Η δεύτερη πτυχή που διαμορφώνει το Διαδίκτυο των Υπηρεσιών είναι η Αρχιτεκτονική που είναι προσανατολισμένη στις υπηρεσίες - SOA . Η SOA είναι ένας τρόπος σχεδιασμού και δημιουργίας ενός συνόλου εφαρμογών Πληροφορικής όπου τα στοιχεία εφαρμογών και οι Υπηρεσίες Ιστού καθιστούν τις λειτουργίες τους διαθέσιμες στο ίδιο

κανάλι πρόσβασης για αμοιβαία χρήση. Για την ικανοποίηση αυτών των απαιτήσεων οι υπηρεσίες πρέπει να είναι:

- Τεχνολογικά ουδέτερες: Οι μηχανισμοί επίκλησης (πρωτόκολλα, περιγραφές και μηχανισμοί ανακάλυψης) πρέπει να συμμορφώνονται με ευρέως αποδεκτά πρότυπα.
- Χαλαρά συνδεδεμένες: δεν πρέπει να απαιτούν γνώσεις ή εσωτερικές δομές ή συμβάσεις (πλαίσιο) από την πλευρά του πελάτη ή της υπηρεσίας
- Υποστήριξη διαφάνειας τοποθεσίας: οι υπηρεσίες πρέπει να έχουν τους ορισμούς και τις πληροφορίες τοποθεσίας τους αποθηκευμένες σε ένα αποθετήριο όπως το UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) και να είναι προσβάσιμες από μια ποικιλία πελατών που μπορούν να επικαλούνται τις υπηρεσίες ανεξάρτητα από την τοποθεσία τους.

Η SOA μπορεί να αποτυπωθεί από δύο διαφορετικές οπτικές γωνίες. Αρχικά από την επιχειρηματική σκοπιά, στην οποία αντιπροσωπεύει ένα σύνολο υπηρεσιών που βελτιώνουν την ικανότητα μίας εταιρείας να διεξάγει συναλλαγές με πελάτες και προμηθευτές. Εν συνεχεία από την τεχνολογική σκοπιά, στην οποία είναι μια φιλοσοφία που χαρακτηρίζεται από το διαχωρισμό των ανησυχιών αλλά και μια νέα μέθοδο προγραμματισμού [113].

Η τεχνολογία Web Services αποτελεί το κύριο όχημα για SOA. Η υπηρεσία Web ορίζεται ως *«ένα σύστημα λογισμικού που έχει σχεδιαστεί για να υποστηρίξει τη διαλειτουργική αλληλεπίδραση μεταξύ μηχανών μέσω δικτύου»* [28]. Βασικά, οι διαδικτυακές λειτουργίες παράδοσης των υπηρεσιών Web δημιουργούν πρόσφορο έδαφος για απλές διεπαφές εισόδου και εξόδου - κρύβοντας την εσωτερική δομή και τη γλώσσα προγραμματισμού τους - που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από άλλες υπηρεσίες Web, εφαρμογές λογισμικού ή μηχανές, καθώς και από ανθρώπους .

Η παραγωγή νέας γενιάς λοιπόν, πρέπει να προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες με το όραμα του «έξυπνου περιβάλλοντος» για την παραγωγή να κρύβει τις περισσότερες απαντήσεις για τις οποιαδήποτε προκλήσεις είναι πιθανό να προκύψουν. Οι άνθρωποι του σήμερα αλλά και του μέλλοντος περιβάλλονται από πολλά πράγματα που η κοινωνία χαρακτηρίζει και ονομάζει ως «έξυπνα» . Σχεδόν όλοι έχουν ένα έξυπνο τηλέφωνο, μερικοί έχουν έξυπνα σπίτια, τα οποία συνδέονται με έξυπνα δίκτυα. Η κυβέρνηση της Νότιας Κορέας, σε συνεργασία με την τοπική βιομηχανία, έχει ξεκινήσει επτά έργα για την κατασκευή έξυπνων πόλεων . Για τη δημιουργία ενός έξυπνου συστήματος μεγάλης κλίμακας χρησιμοποιούνται έξυπνες συσκευές .

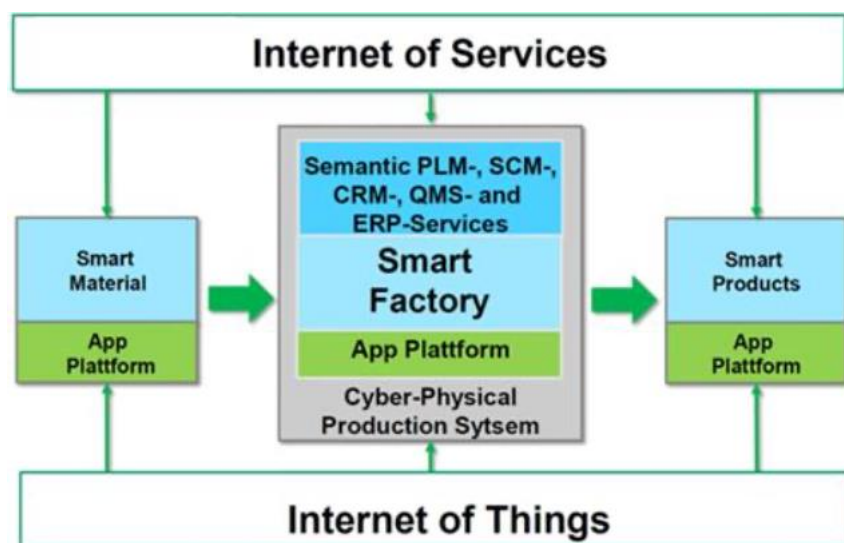
Το "Smart Factory", το έξυπνο εργοστάσιο δηλαδή, χαρακτηρίζεται από την αυξημένη συνδεσιμότητα μεταξύ όλων των στοιχείων (αισθητήρες, των συσκευές και μηχανές) που εμπλέκονται στην διαδικασία της παραγωγής. Το «έξυπνο», σε ορισμένα περιβάλλοντα, αναφέρεται σε μια ανεξάρτητη συσκευή, η οποία συνήθως αποτελείται από έναν αισθητήρα που απαιτείται για την ενεργοποίηση του μικροεπεξεργαστή αυτής της συσκευής. Ωστόσο, το επίθετο «έξυπνο» χρησιμοποιείται για το χαρακτηρισμό και συμβάλλει στην εφαρμογή πρόσθετων εννοιών, οι οποίες εισήγαγαν την επικοινωνία πολλαπλών πλατφορμών και αύξησαν την υπολογιστική της ικανότητα [29].

Πολλές έξυπνες συσκευές, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να ελέγχουν τις ενημερώσεις του συστήματος και να αποφασίζουν αν θα ενεργήσουν ή όχι, ονομάζονται έξυπνο πλέγμα (smart grid). Υπάρχουν τόσα πολλά έξυπνα προϊόντα που είναι εξοπλισμένα με επιλογές μνήμης που μπορούν να θεωρηθούν ως ένα είδος ζωντανού προϊόντος .

Με βάση την ανάλυση της παγκόσμιας βιβλιογραφίας, τα χαρακτηριστικά που είναι επιθυμητά για ένα έξυπνο εργοστάσιο σχετίζονται με :

- την ευελιξία
- την επαναδιαμόρφωση
- το χαμηλό κόστος
- τη μεταβλητότητα
- τη λεπτότητα

Ένας τρόπος για να επιτευχθούν ορισμένες από αυτές τις λειτουργίες είναι η εφαρμογή της δομοστοιχειοθέτησης σε σχέση με την εφαρμογή της τεχνολογίας και της οργάνωσης προϊόντος.



Σχήμα 2. Το έξυπνο εργοστάσιο [30]

Ένα έξυπνο εργοστάσιο χαρακτηρίζεται τόσο από ευέλικτες όσο και προσαρμοστικές διαδικασίες παραγωγής που θα είναι ικανές να αποτελέσουν λύσεις σε πιθανά προβλήματα που προκύπτουν σε μια εγκατάσταση παραγωγής με δυναμικές και ταχέως μεταβαλλόμενες οριακές συνθήκες σε έναν κόσμο που αυξάνεται περίπλοκο. Το έξυπνο εργοστάσιο σχετίζεται με την αυτοματοποίηση ως συνδυασμός λογισμικού, υλικού και / ή μηχανικής, το οποίο θα οδηγήσει σε βελτιστοποίηση της κατασκευής με αποτέλεσμα τη μείωση της περιττής εργασίας και της σπατάλης πόρων.

Εναντιωματικά, το έξυπνο εργοστάσιο θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μια προοπτική συνεργασίας μεταξύ διαφορετικών βιομηχανικών και μη βιομηχανικών εταιρών, όπου η καινοτομία στις έξυπνες εφαρμογές προέρχεται από τη δημιουργία ενός δυναμικού οργανισμού. Με την ταχεία ανάπτυξη της τεχνολογίας του Διαδικτύου και των συστημάτων δικτύου είναι δυνατό να ανοίξει επίσης ο δρόμος για την ανάπτυξη έξυπνων μηχανών που κάποια στιγμή θα έχουν την ικανότητα να σκέφτονται, να μάθουν, να θυμούνται και σε μια δεδομένη στιγμή να μοιράζονται ότι ποσότητα γνώσης έχουν συγκεντρώσει [23, 29, 30].

Αναμένεται λοιπόν με βεβαιότητα, ότι οι έξυπνες μηχανές στο εγγύς μέλλον θα διαμορφώσουν τις θέσεις εργασίας, τις διαδικασίες αλλά και τα συστήματα παραγωγής. Η διαμόρφωση του συστήματος στον τομέα των πληροφοριών σχετικά με τα προϊόντα, τις παραμέτρους παραγωγής τους, απαιτεί «έξυπνο» προϊόν, διαθέσιμο τη σωστή στιγμή στο σωστό μέρος και μπορεί να υποβληθεί σε ψηφιακή επεξεργασία.

Συμπερασματικά το τελευταίο αλλά όχι αμελητέο στοιχείο που χαρακτηρίζει το Industry 4.0 πέρα από το IoT, το IoS και το έξυπνο εργοστάσιο είναι τα κυβερνο-φυσικά συστήματα (CPS). Καθημερινά οι άνθρωποι αλληλοεπιδρούν με πολλά πολύπλοκα αντικείμενα και συστήματα. Πρακτικά όλα ελέγχονται από υπολογιστές, οι οποίοι αλληλοεπιδρούν με τον κόσμο όχι μόνο μέσω μιας οθόνης αφής, αλλά και μέσω άμεσων ενεργειών που εκτελούνται στον φυσικό κόσμο. Τα πιο συνηθισμένα κυβερνο-φυσικά συστήματα που παρατηρούνται καθημερινά είναι τα σύγχρονα αυτοκίνητα, στα οποία τα λογισμικά συστήματα ελέγχουν όχι μόνο τον κινητήρα, αλλά και το φρενάρισμα, τη σταθερότητα του οχήματος και συχνά υποστηρίζουν την οδηγό. Επομένως αποτυπώνεται με σαφήνεια πώς οι ενέργειες που ελέγχονται μέσω υπολογιστών έχουν αντίκτυπο στον πραγματικό κόσμο [31, 32].

Τα CPS υπάρχουν επίσης σε πολλά άλλα στοιχεία της καθημερινής ζωής των ανθρώπων, όπως τα ενεργειακά δίκτυα, τα έξυπνα εργοστάσια, τις αυτοματοποιημένες αποθήκες καθώς και τα αεροπλάνα ή τα τρένα. Όλα αυτά τα φυσικά εμπλεκόμενα συστήματα είναι ζωτικής σημασίας για την ποιότητα ζωής των πολιτών και για την οικονομική ανάπτυξη [33].

Τα CPS είναι πολύ περίπλοκα, ειδικά όταν πρέπει να συνδυαστούν μεταξύ τους. Αυτό συμβαίνει για παράδειγμα σε ένα αεροδρόμιο ή ένα μεγάλο εργοστάσιο, όπου πολλά μηχανήματα πρέπει να συνεργαστούν για να επιτύχουν έναν κοινό στόχο. Σε αυτήν την περίπτωση, μιλάμε για «κυβερνο-φυσικά συστήματα συστημάτων» ή CPSoS.

Τα CPS θα φέρουν πρόοδο στους εξής τομείς :

- εξατομικευμένη υγειονομική περίθαλψη
- απόκριση έκτακτης ανάγκης
- διαχείριση της ροής της κυκλοφορίας
- παραγωγή και παράδοση ηλεκτρικής ενέργειας [34].

Τα σύνθετα συστήματα είναι δύσκολο να κατασκευαστούν και να διαχειριστούν. Εάν σε μια εφαρμογή ή σε ένα τηλέφωνό οι λειτουργίες παύσουν, οι συνέπειες συνήθως δεν είναι καταστροφικές, αλλά εάν η διασύνδεση μεταξύ δύο μηχανών κατασκευής καταρρεύσει, η παραγωγή ενός μεγάλου εργοστασίου παραγωγής μπορεί να διακοπεί. Ακόμα χειρότερα, στα μεταφορικά ή ιατρικά συστήματα, η σωματική ασφάλεια των ανθρώπων μπορεί να τεθεί σε κίνδυνο.

Υπάρχουν φυσικά τεχνικές για τη διαχείριση αυτών των συστημάτων, αλλά απαιτούνται σημαντικές βελτιώσεις για τη διαχείριση των μελλοντικών CPS , τα οποία θα είναι ακόμη

πιο εξελιγμένα από σήμερα και πολύ πιο σημαντικά τόσο για την ποιότητα ζωής των ανθρώπων όσο και για την ανταγωνιστικότητα της οικονομίας.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υποστηρίζει την έρευνα και την ανάπτυξη (E & A) σε CPS και CPSoS, προκειμένου να βελτιώσει τις τεχνικές για το σχεδιασμό και τη λειτουργία ενός δυναμικού CPSoS και να εκμεταλλευτεί αναδυόμενες τεχνολογίες όπως η επταυξημένη πραγματικότητα και η τεχνητή νοημοσύνη. Αυτή η προσπάθεια συμπληρώνει την E & A για προηγμένους υπολογιστές, που αντιμετωπίζει τις τεχνολογικές προκλήσεις των πλατφορμών υπολογιστών που τροφοδοτούν το CPS [35, 36]

Οι δραστηριότητες E & A που υποστηρίζονται από την ΕΕ για τα CPS / CPSoS είναι επίσης συμπληρωματικές προς τις δραστηριότητες που χρηματοδοτούνται από την κοινή επιχείρηση ECSEL, στην οποία η Ευρωπαϊκή Επιτροπή και τα κράτη μέλη ενώνουν τις δυνάμεις τους για τη χρηματοδότηση έργων E & A και καινοτομίας για την απόκτηση τεχνολογίας παγκόσμιας κλάσης σε ηλεκτρονικά συστατικά και συστήματα . Από το 2014, η ΕΕ έχει υποστηρίξει έργα E & A σε συναφείς τομείς όπως Συστήματα Συστημάτων, Ενσωματωμένα Συστήματα και Παρακολούθηση και Έλεγχος [37].

3.2 Σχεδιαστικές Αρχές

- I. **Διαλειτουργικότητα:** Τα αντικείμενα, οι μηχανές και οι άνθρωποι πρέπει να είναι σε θέση να επικοινωνούν μέσω του Διαδικτύου των πραγμάτων και του Διαδικτύου των ανθρώπων. Αυτή είναι η πιο ουσιαστική αρχή που κάνει πραγματικά ένα εργοστάσιο έξυπνο.
- II. **Εικονικοποίηση:** Τα CPS πρέπει να είναι σε θέση να προσομοιώνουν και να δημιουργούν ένα εικονικό αντίγραφο του πραγματικού κόσμου. Τα CPS πρέπει επίσης να είναι σε θέση να παρακολουθούν αντικείμενα που υπάρχουν στο περιβάλλον. Με απλά λόγια, πρέπει να υπάρχει ένα εικονικό αντίγραφο όλων [38].
- III. **Αποκεντροποίηση:** Η ικανότητα των CPS να λειτουργούν ανεξάρτητα. Αυτό δίνει χώρο για προσαρμοσμένα προϊόντα και επίλυση προβλημάτων. Η αποκεντροποίηση δημιουργεί επίσης ένα πιο ευέλικτο περιβάλλον για την παραγωγή. Ωστόσο, ακόμη και με την εφαρμογή τέτοιων τεχνολογιών, η ανάγκη για διασφάλιση ποιότητας παραμένει αναγκαία σε ολόκληρη τη διαδικασία
- IV. **Δυνατότητα σε πραγματικό χρόνο:** Ένα έξυπνο εργοστάσιο πρέπει να είναι σε θέση να συλλέγει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, να τα αποθηκεύει ή να τα αναλύει και να λαμβάνει αποφάσεις σύμφωνα με νέα ευρήματα. Αυτό δεν περιορίζεται μόνο στην έρευνα αγοράς αλλά και σε εσωτερικές διαδικασίες, όπως η αποτυχία ενός μηχανήματος στη γραμμή παραγωγής. Τα έξυπνα αντικείμενα

πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίσουν το ελάττωμα και να αναθέσουν εκ νέου εργασίες σε άλλα χειριστήρια. Αυτό συμβάλλει επίσης σημαντικά στην ευελιξία και τη βελτιστοποίηση της παραγωγής [35].

- V. **Προσανατολισμός υπηρεσίας:** Η παραγωγή πρέπει να είναι προσανατολισμένη στον πελάτη. Τα άτομα και τα έξυπνα αντικείμενα / συσκευές πρέπει να μπορούν να συνδεθούν αποτελεσματικά μέσω του ΙoS για τη δημιουργία προϊόντων βάσει των προδιαγραφών του πελάτη. Η σχεδιαστική αυτή αρχή αφορά κυρίως την περίπτωση κατά την οποία η κατασκευή λειτουργεί ως υπηρεσία (Manufacturing as a Service) αλλά και το τελικό προϊόντος (Product as a Service).
- VI. **Δομοστοιχειοθέτηση (modularity):** Σε μια δυναμική αγορά, είναι απαραίτητη η ικανότητα του έξυπνου εργοστασίου να προσαρμοστεί σε μια αναδυόμενη αγορά. Σε μια τυπική περίπτωση, θα χρειαζόταν πιθανώς μια εβδομάδα για μια μέση εταιρεία να μελετήσει την αγορά και να αλλάξει ανάλογα την παραγωγή της. Από την άλλη πλευρά, τα έξυπνα εργοστάσια πρέπει να είναι σε θέση να προσαρμόζονται γρήγορα και ομαλά στις εποχιακές αλλαγές και τις τάσεις της αγοράς [39].

Πίνακας 2. Σχεδιαστικές αρχές του κάθε συστατικού του Industrie 4.0 [38]

	Σχεδιαστικές αρχές του κάθε συστατικού του Industrie 4.0			
	IoT	IoS	Έξυπνο Εργοστάσιο	CPS
Διαλειτουργικότητα	X	X	X	X
Εικονικοποίηση	X	-	-	X
Αποκεντροποίηση	X	-	-	X
Δυνατότητα σε πραγματικό χρόνο	-	-	-	X
Προσανατολισμός υπηρεσίας	-	-	X	-
Δομοστοιχειοθέτηση	-	-	X	-

3.3 Τεχνολογική Εξέλιξη & Καινοτομία

Ένα βασικό στοιχείο της βιομηχανίας 4.0 είναι η πλήρης ψηφιοποίηση της παραγωγής και η εκμετάλλευση των δεδομένων για να επιτραπεί ο ευφυής σχεδιασμός και ο έλεγχος των διαδικασιών παραγωγής και των δικτύων [22]. Οι διεργασίες παραγωγής και τα δίκτυα έχουν ιδιαιτερότητες που απαιτούν ειδικές ικανότητες ανά τομέα.

Καθώς η μεταποιητική βιομηχανία μετατοπίζεται από τα φυσικά στοιχεία στα κυβερνο-φυσικά συστήματα, η αυτοματοποίηση και η ανταλλαγή δεδομένων προχωρούν περαιτέρω στα έξυπνα εργοστάσια. Οι εταιρείες αντιμετωπίζουν τεράστιες προκλήσεις στην υιοθέτηση αυτών των νέων τεχνολογιών. Για να δημιουργήσουν και να διατηρήσουν ένα προβάδισμα στον αγώνα για πλήρη εφαρμογή, πρέπει να διευρύνουν και να εμβαθύνουν τις πρακτικές γνώσεις τους σχετικά με τις ψηφιακές τεχνολογίες και τις σχετικές περιπτώσεις χρήσης - και στη συνέχεια να αναπτύξουν και να εφαρμόσουν προσαρμοσμένες στρατηγικές ψηφιακής κατασκευής.

Η προηγμένη ψηφιακή τεχνολογία χρησιμοποιείται ήδη στην κατασκευή, αλλά με το Industry 4.0, θα μεταμορφώσει την παραγωγή. Θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και θα αλλάξει τις παραδοσιακές σχέσεις παραγωγής μεταξύ προμηθευτών, παραγωγών και πελατών - καθώς και μεταξύ ανθρώπου και μηχανής. Εννέα τεχνολογικές τάσεις αποτελούν τα δομικά στοιχεία της τεχνολογικής εξέλιξης αλλά και καινοτομίας που χαρακτηρίζουν το Industry 4.0.

Η πλήρης ψηφιακή ολοκλήρωση και ο αυτοματισμός ολόκληρων διαδικασιών κατασκευής στην κάθετη και οριζόντια διάσταση συνεπάγεται επίσης αυτοματοποίηση της επικοινωνίας και της συνεργασίας, ιδίως σε τυποποιημένες διαδικασίες. Συνεπώς, οι εργαζόμενοι θα είναι υπεύθυνοι για ένα ευρύτερο πεδίο εφαρμογής της διαδικασίας και θα χρειαστούν την ικανότητα να κατανοήσουν τις σχέσεις μεταξύ των διαδικασιών, τις ροές πληροφοριών, τις πιθανές διακοπές καθώς και τις πιθανές λύσεις [40]. Ως εκ τούτου, οι δραστηριότητες θα πραγματοποιούνται σε κατανεμημένο κοινωνικό περιβάλλον, θα περιλαμβάνουν ετερογενείς διεπιστημονικές και διοργανωτικές ομάδες [12] και θα απαιτούν τη δυνατότητα επικοινωνίας σύνθετων προβλημάτων [15] και σε διαφορετικές γλώσσες [15].

Big data

Σε ένα πλαίσιο Industry 4.0, η συλλογή και η ολοκληρωμένη αξιολόγηση δεδομένων από πολλές διαφορετικές πηγές όσον αφορά τον εξοπλισμό, τα συστήματα παραγωγής,

καθώς και τα συστήματα διαχείρισης επιχειρήσεων και πελατών - θα καταστούν απαραίτητα για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο για να τελεσφορήσει το όλο εγχείρημα.

Παρατηρείται πληθώρα εργαλείων και πλαισίων εφαρμογών για την επεξεργασία μεγάλων δεδομένων, παρόλα αυτά εξακολουθούν να εμφανίζονται νέα εργαλεία ειδικά για μεγάλη ροή δεδομένων. Αυτά τα εργαλεία συνήθως αναπτύσσονται από εταιρείες που βασίζονται στο Διαδίκτυο, συμπεριλαμβανομένων των Google, Twitter, LinkedIn και Yahoo σύμφωνα με τις επιχειρηματικές τους απαιτήσεις. Οι πολυπλοκότητες επεξεργασίας δεδομένων τις καθιστούν κατάλληλες για προγραμματιστές που έχουν τις γνώσεις και την εμπειρία στην επιστήμη των δεδομένων. Από την άλλη πλευρά, άτομα που έχουν εξειδίκευση και βαθιά γνώση σε έναν συγκεκριμένο τομέα ενδέχεται να μην μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτά τα εργαλεία. Ως αποτέλεσμα, τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο που προέρχονται από διάφορες πηγές δεν μπορούν να ενσωματωθούν στις επιχειρηματικές διαδικασίες σε μια επιχείρηση [41, 42].

Ιδιαίτερως μπορεί να κανείς να αναφερθεί στα οπτικά μοντέλα προγραμματισμού με βάση τη ροή δεδομένων μπορεί να είναι ιδιαίτερως χρήσιμα επιτρέποντας στους προγραμματιστές να αναπτύξουν επαναληπτικά νέες τεχνικές που μπορούν να χρησιμοποιούν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Στους επιχειρηματικούς οργανισμούς, οι εργαζόμενοι μπορούν γρήγορα να σχεδιάσουν και να αναπτύξουν μικρά προγράμματα για να διερευνήσουν εάν υπάρχουν ζητήματα αποτελεσματικότητας ή ποιότητας στις διαδικασίες παραγωγής και υπηρεσιών. Όλα τα παραπάνω συμβάλλουν απρόσκοπτα στην επίτευξη του οράματος του Industry 4.0 [42].

Αυτόνομα Ρομπότ

Τα ρομπότ τελικά θα αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και θα εργάζονται με ασφάλεια μαζί με τους ανθρώπους και θα μάθουν από αυτούς. Αυτά τα ρομπότ θα κοστίζουν λιγότερο και έχουν μεγαλύτερη γκάμα δυνατοτήτων από αυτά που χρησιμοποιούνται στον κατασκευαστικό τομέα σήμερα.

Τα αυτόνομα ρομπότ είναι ένα σημαντικό παράδειγμα του Industry 4.0 σε αμέτρητες βιομηχανίες. Με τη σύνδεση σε έναν κεντρικό διακομιστή, μια βάση δεδομένων, οι ενέργειες των ρομπότ μπορούν να συντονιστούν και να αυτοματοποιηθούν σε μεγαλύτερο βαθμό από ποτέ. Μπορούν να ολοκληρώσουν εργασίες έξυπνα, με εντοπισμένο τρόπο με ελάχιστη ανθρώπινη συμβολή. Τα υλικά μπορούν να μεταφερθούν πέρα από το εργοστάσιο μέσω αυτόνομων κινητών ρομπότ, αποφεύγοντας

εμπόδια και με προσδιορισμό του πού χρειάζονται παραλαβές και αποχωρήσεις σε πραγματικό χρόνο [43].

Η εφαρμογή αυτόνομων ρομπότ θα μπορούσε πρωτίστως να αυξήσει την αξία μειώνοντας το άμεσο και έμμεσο λειτουργικό κόστος και αυξάνοντας το δυναμικό εσόδων. Τα αυτόνομα ρομπότ μπορούν να μειώσουν το κόστος εργασίας και να αυξήσουν την παραγωγικότητα με συνεχή εργασία όλο το εικοσιτετράωρο χωρίς κόπωση. Η ασφάλεια των εργαζομένων μπορεί να βελτιωθεί σε εξαιρετικά επικίνδυνα περιβάλλοντα και το κόστος ασφάλισης και άδειας τραυματισμού μπορεί να μειωθεί σημαντικά [44].

Με την εισαγωγή συνεργατικών ρομπότ, οι μέρες των περιφραγμένων μηχανών που αλληλεπιδρούν ανεξάρτητα εξαφανίζονται. Καθώς εξελίσσονται τα σχέδια για την ασφάλεια και την ανθρώπινη αλληλεπίδραση, τα αυτόνομα ρομπότ σε γραμμές συναρμολόγησης είναι λιγότερο ενοχλητικά.

Οι άνθρωποι μπορούν να δουλέψουν απευθείας με συνεργατικά ρομπότ, να τα εκπαιδεύσουν εύκολα με προγραμματιζόμενες κινήσεις και, στη συνέχεια, να χειρίζονται υλικό και να ταξινομούν πακέτα δίπλα τους. Σε περιβάλλοντα μεταφοράς υλικών, τα ρομπότ μπορούν να περάσουν απρόσκοπτα μεταξύ των ανθρώπων ή άλλων κινούμενων αντικείμενων, χάρη στις προηγμένες δυνατότητες αποφυγής σύγκρουσης, οι οποίες υποβάλλονται σε επεξεργασία τόσο γρήγορα όσο οποιοσδήποτε άνθρωπος μπορεί να αντιδράσει σε πιθανά ατυχήματα.

Τα αυτόνομα ρομπότ θα είναι ικανά να δοκιμάσουν, να επιλέξουν, να συσκευάσουν, να ταξινομήσουν, να κατασκευάσουν, να επιθεωρήσουν ή να μεταφέρουν υλικά διαφόρων μεγεθών και βαρών γρηγορότερα και πιο αποτελεσματικά από ποτέ. Καθώς οι τεχνολογίες μεταλλάσσονται και εξελίσσονται, η ρύθμιση και η εφαρμογή ρομπότ γίνεται ταχύτερα και ευκολότερα από ποτέ. Τα μοντέλα εκμάθησης γίνονται πιο διαισθητικά, επιτρέποντας σε κάθε τεχνικό ή υπάλληλο να "εκπαιδεύσει" ένα αυτόνομο ρομπότ σε λίγα λεπτά ή ώρες. Επιπλέον, αυτά τα μοντέλα μάθησης επιτρέπουν στα ρομπότ να ανταποκρίνονται σε ξαφνικές αλλαγές, να προσαρμόζονται σε ερεθίσματα και να βελτιώνουν τις μεθόδους κατασκευής με βάση τα αποτελέσματα κατασκευής [45].

Μοντέλα Προσομοίωσης

Η μοντελοποίηση της προσομοίωσης είναι η μέθοδος χρήσης μοντέλων ενός πραγματικού ή φανταστικού συστήματος ή μιας διαδικασίας για την καλύτερη κατανόηση ή πρόβλεψη της συμπεριφοράς του μοντέλου συστήματος ή διαδικασίας. Ως αναλογική αναπαράσταση, κατασκευάζεται ένα φυσικό, μαθηματικό ή άλλο είδος μοντέλου. Ως εκ

τούτου, η προσομοίωση και η μοντελοποίηση είναι τουλάχιστον τόσο παλιά όσο η πρώτη χρήση ξύλινων ή πέτρινων κομματιών που αντιπροσωπεύουν στρατιωτικές μονάδες σε ένα παιχνίδι σαν σκάκι. Ωστόσο, όταν αναφερόμαστε στην ιστορία της προσομοίωσης, αναφερόμαστε γενικά στη σύγχρονη εποχή προσομοίωσης με βάση τα μαθηματικά.

Σήμερα, η χρήση μοντέλων προσομοίωσης στην επιστήμη και τη μηχανική είναι καθιερωμένη. Στη μηχανική, η προσομοίωση βοηθά :

- στη μείωση του κόστους
- στη μείωση των κύκλων ανάπτυξης
- στην αύξηση της ποιότητας των προϊόντων
- στη διευκόλυνση της διαχείρισης γνώσεων

Επί του παρόντος, οι μέθοδοι του Industry 4.0 υποεκπροσωπούνται στις κατασκευαστικές εργασίες. Η μετάβαση του σχεδιασμού στην παραγωγή είναι μια πολύπλοκη επιχειρηματική διαδικασία, και τα περιγραφόμενα αποτελέσματα έρευνας υποστηρίζουν αυτή τη διαδικασία επιτρέποντας στους σχεδιαστές να εκτιμήσουν τις συνέπειες της παραγωγής των αποφάσεων σχεδιασμού πολύ νωρίτερα στον κύκλο σχεδιασμού ενός προγράμματος από ό, τι είναι δυνατόν σήμερα [46].

Μια αναπάντητη πρόκληση για τη μοντελοποίηση πολλαπλών επιπέδων είναι η επικύρωση μοντέλου, η οποία μπορεί να αποδειχθεί πρόκληση για αυτόματα κατασκευασμένα μοντέλα, ειδικά για μοντέλα πολλαπλών επιπέδων. Κάθε μοντέλο προσομοίωσης πρέπει να επικυρώνεται προσεκτικά, συμπεριλαμβανομένης της επίδρασης των εγγενών και εξωγενών αβεβαιοτήτων. Όλα τα μοντέλα διεργασιών που βασίζονται στη φυσική πρέπει να επικυρωθούν έναντι πραγματικών διαδικασιών και να καθοριστούν τα όρια της εφαρμογής τους. Ο αντίκτυπος της συσσώρευσης των αβεβαιοτήτων πρέπει να γίνει κατανοητός και να ποσοτικοποιηθεί προτού το εικονικό εργοστάσιο και άλλα μοντέλα πολλαπλών αναλύσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων [47].

Οι προσομοιώσεις λοιπόν στο Industry 4.0 θα χρησιμοποιηθούν εκτενέστερα σε λειτουργίες εγκαταστάσεων για να αξιοποιήσουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και να αντικατοπτρίσουν τον φυσικό κόσμο σε ένα εικονικό μοντέλο, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει μηχανές, προϊόντα και ανθρώπους. Αυτό θα επιτρέψει στους χειριστές να δοκιμάσουν και να βελτιστοποιήσουν τις ρυθμίσεις του μηχανήματος για το επόμενο προϊόν σε σειρά στον εικονικό κόσμο πριν από τη φυσική μετάβαση, μειώνοντας έτσι τους χρόνους ρύθμισης του μηχανήματος και αυξάνοντας την ποιότητα.

Οριζόντια και Κάθετη Ολοκλήρωση

Με την έλευση του Industry 4.0, οι εταιρείες, τα τμήματα, οι λειτουργίες και οι δυνατότητες θα γίνουν πολύ πιο συνεκτικές, καθώς τα εταιρικά δίκτυα παγκόσμιας ολοκλήρωσης δεδομένων εξελίσσονται και επιτρέπουν πραγματικά αυτοματοποιημένες αλυσίδες αξίας.

Το βιομηχανικό IoT (Industrial Internet of Things (IIoT))

Το IIoT αναφέρεται στον συνδυασμό τεχνολογίας και δεδομένων IoT με την κατασκευή και άλλες βιομηχανικές διαδικασίες, συχνά με στόχο την αύξηση του αυτοματισμού, της αποδοτικότητας και της παραγωγικότητας. Το IoT εφαρμόζεται πρακτικώς σε πολυπαραγοντικούς τομείς, όπως:

- Εργοστασιακός εξοπλισμός, μηχανήματα και συσκευές που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή
- Συσκευές παρακολούθησης της υγείας στην υγειονομική περίθαλψη
- Συστήματα αισθητήρων και εποπτικού ελέγχου και απόκτησης δεδομένων (SCADA) στην παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου
- Δεδομένα τηλεμετρίας από αυτόνομα οχήματα [48].

Το IoT γίνεται αρωγός για τους οργανισμούς με στόχο να αξιοποιήσουν τη δύναμη των δεδομένων που δημιούργησαν τα μηχανήματά τους και να το χρησιμοποιήσουν για αναλυτικά στοιχεία σε πραγματικό χρόνο για να οδηγήσουν σε πιο γρήγορες και πιο ακριβείς επιχειρηματικές αποφάσεις.

Το IoT σημαίνει ότι περισσότερες συσκευές - μερικές φορές συμπεριλαμβανομένων των ημιτελών προϊόντων - θα εμπλουτιστούν με ενσωματωμένους υπολογιστές. Αυτό θα επιτρέψει στις συσκευές πεδίου να επικοινωνούν και να αλληλοεπιδρούν τόσο μεταξύ τους όσο και με πιο κεντρικούς ελεγκτές, όπως απαιτείται. Θα αποκεντρώσει επίσης τα αναλυτικά στοιχεία και τη λήψη αποφάσεων, επιτρέποντας απαντήσεις σε πραγματικό χρόνο [39].

Κυβερνοασφάλεια

Η έλευση της αυξημένης συνδεσιμότητας και της χρήσης τυπικών πρωτοκόλλων επικοινωνίας που συνοδεύουν το Industry 4.0, η ανάγκη προστασίας κρίσιμων βιομηχανικών συστημάτων και γραμμών παραγωγής από απειλές στον κυβερνοασφάλεια είναι βαρυσήμαντης σημασίας. Ως αποτέλεσμα, είναι απαραίτητες οι ασφαλείς, αξιόπιστες επικοινωνίες, καθώς και η εξελιγμένη διαχείριση ταυτότητας και πρόσβασης μηχανών και χρηστών.

Ο διασυνδεδεμένος χαρακτήρας των λειτουργιών που βασίζονται στη βιομηχανία 4.0 και ο ρυθμός του ψηφιακού μετασχηματισμού σημαίνουν ότι οι κυβερνοεπιθέσεις είναι πιθανό να έχουν πολύ πιο εκτεταμένα αποτελέσματα από ποτέ. Αποτελεί πρωταρχικό ζήτημα η εξισορρόπηση της την εστίασή μας μεταξύ του εξωτερικού τοπίου απειλών και των πολύ πραγματικών - και συνήθως παραμελημένων - κινδύνων στον κυβερνοχώρο που δημιουργούνται από επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο έξυπνες, συνδεδεμένες τεχνολογίες για καινοτομία, μετασχηματισμό, εκσυγχρονισμό και άλλως λήψη τακτικών ή στρατηγικών επιχειρηματικών αποφάσεων που θα μπορούσε να οδηγήσει σε τέτοιο κίνδυνο [49].

Η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο είναι επιβεβλημένο να αποτελέσει αναπόσπαστο μέρος της στρατηγικής, του σχεδιασμού και των λειτουργιών, που λαμβάνονται υπόψη από την αρχή κάθε νέας συνδεδεμένης πρωτοβουλίας Industry 4.0.

Καθώς αυξάνεται η υιοθέτηση και το εύρος της χρήσης των συνδεδεμένων τεχνολογιών, οι κίνδυνοι στον κυβερνοχώρο ενδέχεται να αυξάνονται και να αλλάζουν και πιθανότατα θα φαίνονται διαφορετικά για κάθε στάδιο της αλυσίδας αξίας και για κάθε οργανισμό. Κάθε οργανισμός πρέπει να προσαρμοστεί στο βιομηχανικό οικοσύστημα με τον τρόπο που ταιριάζει καλύτερα στις ανάγκες τους. Δεν υπάρχει απλή επιδιόρθωση ή μεμονωμένο προϊόν ή ενημερωμένη έκδοση κώδικα που μπορεί να εφαρμόσει ένας οργανισμός για την αντιμετώπιση των κινδύνων στον κυβερνοχώρο και των απειλών που παρουσιάζει το Industry 4.0 [50].

Τεχνολογία «Σύννεφου» (Cloud)

Περισσότερες επιχειρήσεις που σχετίζονται με την παραγωγή θα απαιτήσουν αυξημένη ανταλλαγή δεδομένων σε ιστότοπους και όρια εταιρειών. Ταυτόχρονα, η απόδοση των τεχνολογιών cloud θα βελτιωθεί, επιτυγχάνοντας χρόνους αντίδρασης μόλις αρκετών χιλιοστών του δευτερολέπτου. Ως αποτέλεσμα, τα δεδομένα του μηχανήματος και η λειτουργικότητα θα αναπτύσσονται όλο και περισσότερο στο cloud, επιτρέποντας περισσότερες υπηρεσίες βάσει δεδομένων για συστήματα παραγωγής [32].

Παραγωγή Προσθέτων

Οι εταιρείες μόλις πρόσφατα άρχισαν να υιοθετούν την κατασκευή πρόσθετων, όπως η τρισδιάστατη εκτύπωση, την οποία χρησιμοποιούν κυρίως για το πρωτότυπο και την παραγωγή μεμονωμένων εξαρτημάτων. Με την έλευσή του Industry 4.0, αυτές οι μέθοδοι κατασκευής πρόσθετων θα χρησιμοποιηθούν ευρέως για την παραγωγή μικρών

παρτίδων προσαρμοσμένων προϊόντων που προσφέρουν κατασκευαστικά πλεονεκτήματα, όπως περίπλοκα, ελαφριά σχέδια.

Η ενσωμάτωση των κυβερνο-φυσικών συστημάτων διευκολύνει τα έξυπνα εργοστάσια με υψηλή απόδοση που είναι ικανά να κατασκευάζουν υψηλής ποιότητας προσαρμοσμένα προϊόντα. Από τη μία πλευρά, η πρόοδος της τεχνολογίας των πληροφοριών έχει επιταχύνει τη μετάβαση στην επικείμενη βιομηχανική εποχή. Στην πραγματικότητα, η ύπαρξη της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης εξαρτάται ουσιαστικά από τις δυνατότητες της παραγωγής προσθέτων. Τα τρία συγκεκριμένα θέματα που αφορούν την κατασκευή προσθέτων είναι θέματα υλικού, διαδικασιών και σχεδιασμού [51].

Στο μέλλον, είναι πιθανό να καταβληθούν περισσότερες διεπιστημονικές ερευνητικές προσπάθειες. Από την άλλη πλευρά, ο ρόλος των σχεδιαστών, των εργοστασίων και των πελατών θα επαναπροσδιοριστεί αξιολογώντας, καθώς η μεταποιητική επιχείρηση θα διανεμηθεί σε πολλές ξεχωριστές τοποθεσίες όπως μικρούς χώρους εργασίας ή σπίτια. Με άλλα λόγια, το τρέχον εμπόδιο της μαζικής παραγωγής θα ξεπεραστεί με προσωπική και εξατομικευμένη κατασκευή.

Ως γενική προοπτική, υπάρχει μια τάση προς νέα υλικά διαθέσιμα για κατασκευή προσθέτων, όπως έξυπνα υλικά και μεταλλικά συστατικά για την επίτευξη των απαιτούμενων χαρακτηριστικών. Μια ακόμη επιφανή τάση στοχεύει στη δημιουργία λειτουργικών ανταλλακτικών / μηχανών σε ένα μόνο στάδιο κατασκευής. Λόγω των ευκαιριών που παρέχονται από τις νέες τεχνολογίες κατασκευής προσθέτων, οι προκλήσεις σχεδιασμού και παραγωγής περιορίζονται μόνο από τις φαντασίες των ατόμων [52].

Επαυξημένη Πραγματικότητα

Τα συστήματα που βασίζονται στην επαυξημένη πραγματικότητα υποστηρίζουν μια ποικιλία υπηρεσιών, όπως η επιλογή ανταλλακτικών σε μια αποθήκη και η αποστολή οδηγιών επισκευής μέσω κινητών συσκευών. Αυτά τα συστήματα βρίσκονται επί του παρόντος στα σπάργανα, αλλά στο μέλλον, οι εταιρείες θα κάνουν πολύ ευρύτερη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για να παρέχουν στους εργαζόμενους πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τη βελτίωση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων και εργασίας.

3.4 Ευκαιρίες και Προκλήσεις

Ερευνώντας και αναλύοντας τη διεθνή βιβλιογραφία όσον αφορά την 4^η Βιομηχανική Επανάσταση διαπιστώνεται ότι η πρόοδος της θα αποφέρει οφέλη σε τέσσερις τομείς:

Παραγωγικότητα: Η βιομηχανία 4.0 θα οδηγήσει σε αυξημένη παραγωγικότητα για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις (ΜΜΕ). Μέσω των τεχνολογιών που αναφέρονται στις ενότητες 3.1, 3.2 και 3.3, οι ΜΜΕ μπορούν να εξαγάγουν πληροφορίες από τα δεδομένα τους για να εντοπίσουν προβλήματα, να μειώσουν τα απόβλητα και να αυξήσουν την απόδοση. Επιπλέον, μπορούν να βελτιώσουν τη διαχείριση της ποιότητας και έτσι να αποτρέψουν την δαπανηρή επανεπεξεργασία.

Αύξηση εσόδων: Το Industry 4.0 θα οδηγήσει επίσης στην αύξηση των εσόδων. Η ζήτηση των κατασκευαστών για βελτιωμένο εξοπλισμό και νέες εφαρμογές δεδομένων, καθώς και η ζήτηση των καταναλωτών για μια ευρύτερη γκάμα προϊόντων που προσαρμόζονται όλο και περισσότερο, θα οδηγήσουν σε αύξηση των εσόδων [53].

Απασχόληση: Το Industry 4.0 θα οδηγήσει σε αύξηση της απασχόλησης, ωστόσο, θα απαιτηθούν διαφορετικές δεξιότητες από τους εργαζόμενους. Βραχυπρόθεσμα, η τάση προς μεγαλύτερο αυτοματισμό θα εκτοπίσει μερικούς από τους εργαζόμενους με συχνά χαμηλή ειδίκευση που εκτελούν απλές, επαναλαμβανόμενες εργασίες. Ταυτόχρονα, η αυξανόμενη χρήση λογισμικού, συνδεσιμότητας και αναλυτικών στοιχείων θα αυξήσει τη ζήτηση για υπαλλήλους με ικανότητες στην ανάπτυξη λογισμικού και τεχνολογίες πληροφορικής.

Επενδύσεις: Η προσαρμογή των παραγωγικών διαδικασιών για την ενσωμάτωση του Industry 4.0 απαιτεί από τους παραγωγούς σε όλες τις περιοχές να επενδύσουν σε νέες τεχνολογίες και δεξιότητες κατά τα επόμενα χρόνια. Αυτό θα οδηγήσει σε πρόσθετες επενδύσεις στην κοινωνία γενικά [54].

Ανεξάρτητα όμως της καινοτομίας αλλά και της ανάπτυξης που χαρακτηρίζει το Industry 4.0 θα μπορούσε επίσης να θεωρηθεί ως ανησυχία για τους πολυάριθμους κινδύνους που υπάρχουν όταν οι επιλογές γίνονται από συστήματα και όχι από ανθρώπους.

Οι ανατρεπτικές τεχνολογίες του Industry 4.0 επιθυμούν πρόσβαση σε μεγάλους όγκους πληροφοριών. Οι αναποτελεσματικοί νόμοι και οι ρυθμίσεις της εκάστοτε κυβέρνησης μπορούν να εμποδίσουν την κερδοφόρα πρόσβαση χωρίς να μειώσουν τους κινδύνους που εκτίθενται από το Industry 4.0. Οι εξελίξεις στη βιομηχανία μεταποίησης δημιουργούν σημαντικές ανησυχίες για την ηθική και την ασφάλεια που θα μπορούσαν να διαλύσουν την εμπιστοσύνη στις νέες αυτές τεχνολογίες, εάν δεν αντιμετωπιστούν έντονα. Η προσπάθεια να συνδυαστεί κάτι τόσο εξειδικευμένο όσο το Industry 4.0 με ισχυρές οδηγίες εμφανίζει πολλές δυσκολίες [55, 56, 57].

Εν συνεχεία είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι όσο συνεχίζεται η ανάπτυξη της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN), παρέχεται η δυνατότητα επανάστασης ειδικότερα στην παροχή υγειονομικής περίθαλψης. Όμως, ο σχεδιασμός συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων βάσει μηχανικής μάθησης δεν είναι απλώς τεχνική πρόκληση. Απαιτεί επίσης προσοχή στις βιοηθικές αρχές. Καθώς προχωρά η TN, τα ηθικά πλαίσια πρέπει να προσαρμοστούν για να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα που ενδέχεται να δημιουργήσουν αυτά τα εξελισσόμενα συστήματα και η ανάπτυξη αυτών των αυτοματοποιημένων συστημάτων πρέπει επίσης να προσαρμοστεί για να ενσωματώσει τις αρχές της βιοηθικής.

Τα διοικητικά συστήματα πρέπει να έχουν την ικανότητα να επιβλέπουν και να ελέγχουν ικανοποιητικά τον κίνδυνο σε αντικείμενα, διοικήσεις και μεθοδολογίες που βασίζονται στη Βιομηχανία 4.0. Αυτοί οι κίνδυνοι, και η ικανότητα διαχείρισής τους, αποτελούν δοκιμασία τόσο για τους ενδιαφερόμενους οργανισμούς όσο και για τους υπεύθυνους ελέγχου που είναι επιφορτισμένοι με την εξασφάλιση των συμφερόντων των πελατών και την ακεραιότητα του διοικητικού και νομικού συστήματος [57].

Οι ελεγκτές, γενικά, είναι ανάγκη να υιοθετήσουν μια τεχνολογικά ουδέτερη στρατηγική για τη χάραξη κανόνων, εστιάζοντας στις δραστηριότητες και στα αποτελέσματά τους μάλλον παρά στις μεθόδους παράδοσης. Στη συνέχεια, σε θεμελιώδες επίπεδο, οι στρατηγικές για την εκτέλεση υπαρχουσών ασκήσεων ή την επίτευξη υπαρχόντων αποτελεσμάτων θα πρέπει να εμπίπτουν τέλεια στις υπάρχουσες νόμιμες και διοικητικές δομές. Εάν αυτή η μεθοδολογία λειτουργεί, τότε δεν υπάρχει απαίτηση για νέους νόμους ή κατευθυντήριες γραμμές, απλά νέες αντιλήψεις για σχέδια δράσης και επιχειρηματικά μοντέλα ή κινδύνους και για τη βιωσιμότητα των συστημάτων διαχείρισης κινδύνων. Ωστόσο, η εισαγωγή αυτόνομων μη ανθρώπινων χαρακτήρων στην οθόνη στις διαδικασίες διαδικασίας λήψης αποφάσεων Industry 4.0 θα μπορούσε να προσφέρει αύξηση σε σύνθετες έρευνες σχετικά με τους κινδύνους [58].

Ο ψηφιακός κόσμος μεταλλάσσεται με ιλιγγιώδη ταχύτητα εξαιτίας της εξέλιξης στον τομέα των τεχνολογιών, της πολυπλοκότητας των επιτιθέμενων, της αξίας των πιθανών στόχων και των επιπτώσεων των επιθέσεων. Με την εκτεταμένη χρήση δικτύωσης στις μεταποιητικές βιομηχανίες, οι κυβερνοεπιθέσεις εκμεταλλεύονται υπηρεσίες που βασίζονται σε δίκτυο για ύποπτα σχέδια. Είναι ζωτικής σημασίας να κατανοήσουν όλοι οι εμπλεκόμενοι πλήρως τις ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια και την προστασία της ιδιωτικής ζωής και να εφαρμόζουν ελέγχους ασφαλείας. Η κατάλληλη αντιμετώπιση των στόχων ασφαλείας θα επιτρέψει τη μείωση των κινδύνων. Αυτό συνεπάγεται με την

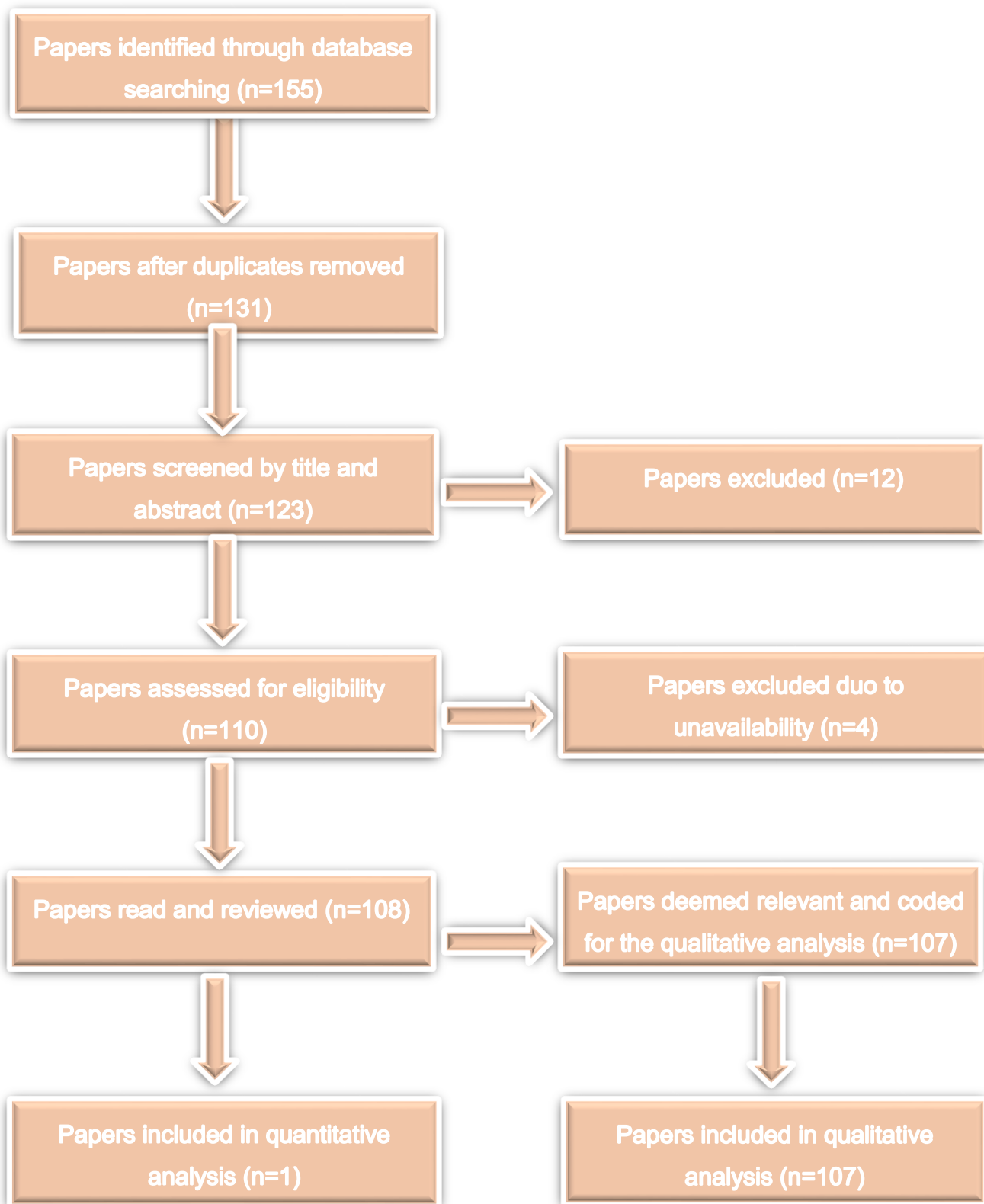
τήρηση των αρχών της ασφάλειας η οποία είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί ότι η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο επιτυγχάνεται πλήρως.

Οι εγκληματικές ενέργειες στον κυβερνοχώρο ενεργοποιούνται από προηγμένες και επαναστατικές τεχνολογίες. Τα εγκλήματα στον κυβερνοχώρο επηρεάζουν άμεσα εταιρείες και οργανισμούς. Από την επιρροή του χρηματιστηρίου έως τη φήμη μίας μάρκας, όλα διακυβεύονται [56].

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για να γίνει κατανοητή η σημασία της βιομηχανίας 4.0 ως σύνθετου τεχνολογικού συστήματος, και προκειμένου να επιχειρηθεί η ενοποίηση αυτής της μη συναινετικής έννοιας, διεξήχθη μια συνολική βιβλιογραφική ανασκόπηση χρησιμοποιώντας τις κύριες βάσεις δεδομένων επιστημονικής βιβλιογραφίας, τα άρθρα περιοδικών, τα έγγραφα συνεδρίων, τα βιβλία και άλλα έγγραφα, ως πηγή των χρησιμοποιούμενων δευτερευόντων δεδομένων.

Στην παρούσα πτυχιακή μελέτη, συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική έρευνα η οποία προσπάθησε να αναλύσει τις πιθανές αλλαγές που έχουν επιφέρει οι καινοτόμες και αναδυόμενες τεχνολογίες του Industry 4.0 στην φαρμακοβιομηχανία και την εργασιακή ζωή. Επιπλέον, η βιβλιογραφική ανασκόπηση διενεργήθηκε με βάση τις ακόλουθες ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων: ISI Web of Knowledge, Alien (Science Direct), Scopus, Emerald Insight και Springer, κατά την περίοδο 2000-2021.



5. ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΗ ΦΑΡΜΑΚΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Κατά τα τρέχοντα έτη, οι τεχνικές της Βιομηχανίας 4.0 έχουν χρησιμοποιηθεί στη φαρμακευτική βιομηχανία [59] και έχουν ρυθμιστεί αυστηρά από πολλούς ενδιαφερόμενους φορείς για να εξασφαλιστεί η ασφάλεια και να προστατευτεί η ευημερία ολόκληρης της κοινωνίας [60,61].

Οι κορυφαίοι επιστήμονες της φαρμακολογίας γνωρίζουν και έχουν επισημάνει εδώ και πολλές δεκαετίες την επίδραση της τεχνολογίας στη φαρμακοβιομηχανία. Πριν από τριάντα χρόνια, ο Herpler υποστήριξε ότι η τεχνολογία, η οικονομία και οι κοινωνικές αξίες είναι οι κυριότερες δυνάμεις που διαμορφώνουν το μέλλον του φαρμακευτικού κλάδου.

Εν κατακλείδι, ο Herpler πίστευε ότι η γήρανση του πληθυσμού, η αποδυνάμωση της επαγγελματικής εξουσίας και η επιδείνωση της δημόσιας εικόνας του φαρμακείου είχαν τον μεγαλύτερο κοινωνικό αντίκτυπο στον κλάδο. Υποστήριξε ότι οι φαρμακοποιοί πρέπει να επιστρέψουν στη θεμελιώδη σχέση τους με την κοινωνία αποδεχόμενοι την ηθική ευθύνη για τον έλεγχο της χρήσης των φαρμάκων.

Η φαρμακευτική περίθαλψη είναι η υπεύθυνη παροχή φαρμακευτικής θεραπείας με σκοπό την επίτευξη συγκεκριμένων αποτελεσμάτων που βελτιώνουν την ποιότητα ζωής ενός ασθενούς. Αυτά τα αποτελέσματα είναι:

1. θεραπεία μιας ασθένειας
2. εξάλειψη ή μείωση της συμπτωματολογίας ενός ασθενούς
3. διακοπή ή επιβράδυνση μιας διαδικασίας ασθένειας
4. πρόληψη μιας ασθένειας ή συμπτωματολογίας [62].

Παραδοσιακά, το φαρμακείο έχει βασίσει τις επιχειρησιακές του διαδικασίες στη διανομή και στη φαρμακευτική περίθαλψη στην υπόθεση ότι οι ασθενείς θα αλληλοεπιδρούν πρόσωπο με πρόσωπο με τους φαρμακοποιούς. Σύμφωνα με τον Schwab [63], οι τεχνολογίες του Industry 4.0 θα προωθήσουν τις επικοινωνίες και τη συνδεσιμότητα με τρόπους που συνδέουν δισεκατομμύρια ανθρώπους στο Διαδίκτυο με αμέτρητους τρόπους. Οι μελλοντικές εξελίξεις στις τεχνολογίες που βασίζονται στο Διαδίκτυο θα μπορούσαν να απομακρύνουν τους φαρμακοποιούς από τη διαδικασία παροχής φροντίδας.

Όπως έχει γίνει κατανοητό λοιπόν από τα παραπάνω το κύμα της Βιομηχανίας 4.0 έχει επηρεάσει ήδη και πρόκειται να επηρεάσει καθολικά όλους τους κλάδους παραγωγής αλλά και παροχής υπηρεσιών. Ο κλάδος της φαρμακοβιομηχανίας βέβαια είναι από τις

περιπτώσεις όπου οι βιομηχανικές βελτιώσεις έχουν επιβραδυνθεί σε σχέση με άλλες βιομηχανίες εξαιτίας των πολύ αυστηρών κανόνων των διάφορων ρυθμιστικών οργάνων που εποπτεύουν την κατασκευή φαρμακευτικών προϊόντων αλλά και φαρμάκων γενικότερα.

Οι αυστηρές απαιτήσεις για τεκμηρίωση, ακεραιότητα δεδομένων και επικύρωση της εκάστοτε διαδικασίας δημιουργούν ένα περιβάλλον όπου η συμμόρφωση στους ρυθμιστικούς κανόνες μπορεί να υπερτερεί της συνεχούς βελτίωσης. Ωστόσο, οι κατασκευαστικές εταιρείες που ενεργούν έξυπνα και αποφασιστικά μπορούν να ωφεληθούν.

Πέραν της συνεχούς ανάγκης να παραμένουν ανταγωνιστικοί σε μια αγορά αυξανόμενης πολυπλοκότητας οι κατασκευαστές φαρμακευτικών προϊόντων αντιμετωπίζουν και την αυξανόμενη πίεση των ρυθμιστικών αρχών για συνεχή παρακολούθηση των προϊόντων. Στο πρόσφατο παρελθόν, οι ρυθμιστικές αρχές αποδέχονταν μια ετήσια αξιολόγηση ποιότητας προϊόντος ως επαρκή (αν και όχι απαραίτητα ιδανική), αλλά παρατηρούνται τελευταία απαιτήσεις που αφορούν τις εκθέσεις ποιότητας και το χρονικό όριο της εγκυρότητάς τους. Η τεχνολογία του Industry 4.0 επιτρέπει τη συνεχή παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο των διαδικασιών κατασκευής, ώστε οποιαδήποτε απόκλιση από συγκεκριμένες παραμέτρους να μπορεί να προβλεφθεί και να διορθωθεί πριν μετατραπεί σε απόκλιση, αποφεύγοντας τον σχετικό χρόνο διακοπής και απώλεια προϊόντος [8].

Η αύξηση της πίεσης στα τμήματα E & A για την ανάπτυξη όχι μόνο καινοτόμων προϊόντων ταχύτερα από ό, τι στο παρελθόν, αλλά και πιο εξατομικευμένων θεραπειών, είναι ένας άλλος παράγοντας που οδηγεί την πορεία προς μία νέα εποχή για τη φαρμακοβιομηχανία. Το Pharma 4.0 είναι ένα θεωρητικό πλαίσιο για την προσαρμογή των ψηφιακών στρατηγικών στα μοναδικά πολυπαραγοντικά περιβάλλοντα της φαρμακευτικής παραγωγής.

Σε πρακτικούς όρους, αυτό σημαίνει :

- περισσότερη συνδεσιμότητα
- περισσότερη παραγωγικότητα
- απλοποιημένη συμμόρφωση
- συλλογή πληροφοριών παραγωγής για την αντιμετώπιση προβλημάτων

Ο όρος επινοήθηκε από τη Διεθνή Εταιρεία Φαρμακευτικών Μηχανικών (ISPE) για να οραματιστεί μια ψηφιακά ώριμη φαρμακευτική βιομηχανία. Το ISPE και τα μέλη του αναπτύσσουν τον χάρτη για την εισαγωγή του Industry 4.0, στη φαρμακευτική βιομηχανία

ως Pharma 4.0. Η εφαρμογή νέων βιομηχανικών βασισμένων σε βιομηχανικές ιδέες του Industry 4.0 στο Pharma 4.0 απαιτεί ευθυγράμμιση των προσδοκιών, της ερμηνείας και των ορισμών της Βιομηχανίας 4.0 με τους φαρμακευτικούς κανονισμούς [64].

Τα πρώιμα αποτελέσματα που αναμένονται από την ενσωμάτωση των τεχνολογιών του Industry 4.0 στο Pharma 4.0 είναι :

1. Αύξηση παραγωγικότητας και κερδοφορίας

Ο έντονος ανταγωνισμός, οι υψηλότερες απαιτήσεις παραγωγής και ένα αυστηρό κανονιστικό περιβάλλον ασκούν πίεση στους κατασκευαστές φαρμακευτικών προϊόντων για τη βελτιστοποίηση της παραγωγής. Η ταχύτητα είναι πιο σημαντική από ποτέ για την είσοδο μίας εταιρείας σε νέες αναδυόμενες αγορές αλλά και για να ανταγωνιστεί τα γενόσημα προϊόντα και να αξιοποιήσει στο έπακρο τα προϊόντα της πριν από τη λήξη των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας τους.

Είναι επομένως σημαντικό να υπάρχει ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου και πληροφόρησης που θα συγκρατεί συνδεδεμένη την εκάστοτε επιχείρηση. Η ικανότητα επίτευξης συνδεσιμότητας σε ολόκληρο τον οργανισμό βοηθά στην ευθυγράμμιση των τοπικών λειτουργιών με τις παγκόσμιες απαιτήσεις και τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας μεταξύ των εγκαταστάσεων.

Η αυτοματοποίηση λοιπόν, θα επιφέρει μεγαλύτερη αποδοτικότητα στην παραγωγή. Το συγκεκριμένο γεγονός περιλαμβάνει την ύπαρξη χαμηλότερων χρόνων κύκλου παραγωγής και βελτιωμένης παραγωγικής αποδοτικότητας.

Με πρόσβαση στο πραγματικό χρόνο και αυξημένη ορατότητα ζωτικών δεδομένων παραγωγής, οι εταιρείες μπορούν πλέον να εφαρμόσουν βελτιώσεις επιχειρηματικών διαδικασιών και να αυξήσουν την πρόσβαση σε πληροφορίες παραγωγής σε πραγματικό χρόνο. Αυτό έχει ως πλεονέκτημα να βελτιώνεται καθ' ολοκληρία η αλυσίδα εφοδιασμού μεταξύ των φαρμακευτικών εγκαταστάσεων [65].

2. Βελτίωση της ποιότητας του προϊόντος και βελτιστοποίηση της ευελιξίας

Με αυτοσκοπό την αντιμετώπιση των προκλήσεων της νέας εποχής που πρακτικά συνιστούν μία νέα πραγματικότητα, οι εταιρείες απαιτούν επίσης μια πιο ευέλικτη ομάδα παραγωγής. Αυτό περιλαμβάνει τη δυνατότητα υιοθέτησης πολύ ολοκληρωμένων λύσεων ελέγχου και πληροφοριών για μεγαλύτερη παραγωγικότητα, αυξημένη αποδοτικότητα και μειωμένους κινδύνους.

Η φαρμακευτική βιομηχανία τα τελευταία χρόνια χαρακτηρίζεται από αρκετές καινοτομίες με τη σημαντικότερη να είναι η εμφάνιση εξατομικευμένων δράσεων των φαρμακευτικών προϊόντων. Το γεγονός αυτό έχει φέρει τη βιομηχανία πιο κοντά σε πιο ακριβή, προβλέψιμα υγειονομική περίθαλψη που είναι προσαρμοσμένη στον κάθε ασθενή. Με την αυξημένη κατανόηση της γενετικής επιστήμης, ένας αυξανόμενος αριθμός γιατρών και γενικότερα ειδικών υγειονομικού ενδιαφέροντος είναι σε θέση να παρέχει καλύτερη πρόληψη διαφόρων ασθενειών, ακριβέστερες διαγνώσεις, ασφαλέστερη συνταγογράφηση φαρμάκων και πιο αποτελεσματικές θεραπείες [66].

Προκειμένου να παρασκευαστούν φάρμακα εξατομικευμένης θεραπείας, οι παραγωγικές μονάδες δεν κατασκευάζουν πλέον μαζικά. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω «έξυπνων» τεχνολογιών που μπορούν να παρέχουν ευελιξία και ακρίβεια των απαιτούμενων λειτουργιών κατασκευής.

Με τον αυτοματισμό, τα εξατομικευμένα φάρμακα θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν πλήρως τις δυνατότητές τους. Ο αυτοματισμός και η 24ωρη επεξεργασία επιτρέπει την εμπορική βιωσιμότητα των φαρμακευτικών προϊόντων. Ο σημερινός αυτοματοποιημένος έλεγχος υψηλής απόδοσης επιτρέπει στους επιστήμονες να έχουν πρόσβαση σε τεράστιο όγκο δεδομένων με ελάχιστη αλληλεπίδραση. Αυτό το γεγονός διατηρεί το κόστος χαμηλό και αυξάνει την ταχύτητα με την οποία το σύστημα μπορεί να αναλύσει αλληλουχίες γονιδίων [64].

3. Αξιοποίηση μεγάλων δεδομένων

Η εκάστοτε υπολογιστική μονάδα καθιστά ευκολότερη τη σύνδεση μηχανών και αυξάνει την ικανότητα δημιουργίας ομάδων δεδομένων σε επίπεδο οργανισμού. Οι συσκευές μηχανικής μάθησης μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεση αναλυτικών στοιχείων σε πραγματικό χρόνο, φυσικά κοντά στον εξοπλισμό, ενώ τα μεγάλα δεδομένα αναλύονται στο cloud. Τα μεγάλα δεδομένα με τη σειρά τους, επιτρέπουν τη μετατροπή των δεδομένων σε πολύτιμες πληροφορίες.

Καθώς πολλά προϊόντα που κατασκευάζονται από φαρμακευτικές εταιρείες είναι ευαίσθητα στις μεταβολές της θερμοκρασίας, είναι απαραίτητο να τα διανέμονται μέσω μεθόδων ψυχρής αλυσίδας [66].

Ωστόσο, οι τεχνολογίες του Industry 4.0 έχουν επίσης τους περιορισμούς τους. Μια πλήρης μετατροπή των διαδικασιών παρασκευής φαρμακευτικών προϊόντων δεν μπορεί ποτέ να συμβεί με ταχείς ρυθμούς. Αντίθετα, αυτό που πρέπει να λάβουν υπόψη οι

κατασκευαστές είναι οι περιορισμοί και η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο μπορούν να λειτουργούν.

5.1 Τεχνητή Νοημοσύνη

Τα τελευταία χρόνια, η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης (AI) στη φαρμακευτική και τη βιοϊατρική βιομηχανία έχει περάσει από την επιστημονική θεωρητική προσέγγιση στο επιστημονικό γεγονός. Όλο και περισσότερο, οι εταιρείες υιοθετούν αποτελεσματικότερες, αυτοματοποιημένες διαδικασίες που ενσωματώνουν αποφάσεις βάσει δεδομένων και χρησιμοποιούν εργαλεία πρόβλεψης .

Οι περισσότερες μορφές τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιούνται σήμερα στην υγειονομική περίθαλψη βασίζονται σε αλγόριθμους δεδομένων που δημιουργήθηκαν από τον άνθρωπο. Αυτός ο τύπος AI χρησιμοποιεί αναλύσεις δεδομένων πολλαπλών παραλλαγών που υποστηρίζονται από προηγούμενα βιωματικά στοιχεία. Μπορεί να συνδυάσει, για παράδειγμα, αποτελέσματα θεραπείας με βάση τον πληθυσμό με τα κλινικά δεδομένα του ασθενούς και το ιατρικό ιστορικό για τη δημιουργία εναλλακτικών θεραπειών και τη σύσταση συνδυασμών φαρμάκων.

Ένα άλλο επίπεδο τεχνητής νοημοσύνης είναι η μηχανική μάθηση, η οποία βασίζεται στα λεγόμενα νευρωνικά δίκτυα που μιμούνται τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί ένας ανθρώπινος εγκέφαλος, αλλά μπορούν ενδεχομένως να λάβουν αποφάσεις πολύ πιο γρήγορα και με μεγαλύτερη ακρίβεια. Η μηχανική εκμάθηση χρησιμοποιεί αλγόριθμους που βασίζονται σε δεδομένα που επιτρέπουν στις εφαρμογές λογισμικού να γίνουν εξαιρετικά ακριβείς στην πρόβλεψη των αποτελεσμάτων χωρίς να απαιτείται ρητός προγραμματισμός.

Το επόμενο επίπεδο της τεχνητής νοημοσύνης είναι η βαθιά μάθηση, η οποία βασίζεται επίσης σε νευρωνικά δίκτυα, αλλά περιλαμβάνει συνδυασμό ξεχωριστών επιπέδων υπολογισμών . Η βαθιά μάθηση έχει μεγάλες δυνατότητες για διαγνωστικές χρήσεις καθώς είναι σε θέση να αναλύει με ακρίβεια εικόνες (όπως φωτογραφίες δερματικών καταστάσεων ή ακτινολογικές σαρώσεις) σε συνδυασμό με παθολογικά δεδομένα και ιστορικά αποτελέσματα της εκάστοτε θεραπείας [57].

Μέχρι τώρα, έχει καταβληθεί μεγάλη προσπάθεια για την παροχή ενός κοινού πλαισίου - ενός ολοκληρωμένου μοντέλου πληροφοριών - για την εφαρμογή της AI στην παραγωγή φαρμακευτικών προϊόντων. Το μοντέλο αυτό βασίζεται συνήθως στις ιεραρχίες της Διεθνούς Εταιρείας Αυτοματισμού ISA-95 και ISA-88 , ωστόσο, τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα σε ένα μεγάλο περιβάλλον δεδομένων δεν είναι δομημένα. Οποιοδήποτε

πλαίσιο υπάρχει λοιπόν στα συστήματα αυτοματισμού και κατασκευής, χάνεται. Όμως η ύπαρξη μη δομημένων δεδομένων σημαίνει επίσης ότι δεν χρειάζεται να αναπτυχθεί ένα ολοκληρωμένο μοντέλο. Στην πραγματικότητα, οι αλγόριθμοι AI όχι μόνο αποδίδουν καλύτερα με μη δομημένα δεδομένα, αλλά μπορούν να επεξεργαστούν δεδομένα από πολλές πηγές σε διαφορετικές μορφές [66].

Συμμετέχοντας λοιπόν στη φαρμακευτική διαδικασία παραγωγής, το AI μπορεί να παρουσιάσει πολλές ευκαιρίες για τη βελτίωση των διαδικασιών παραγωγής που έχουν ήδη τεθεί σε εφαρμογή. Αυτές οι διάφορες επιλογές διαχείρισης στις διαδικασίες κατασκευής περιλαμβάνουν:

- Έλεγχος ποιότητας
- Μειωμένος χρόνος σχεδίασης
- Προγνωστική συντήρηση
- Μείωση των αποβλήτων
- Βελτίωση της επαναχρησιμοποίησης της παραγωγής

Επιτρέποντας στη βιομηχανία να βελτιστοποιηθεί, να γίνει ταχύτερη και πιο αποτελεσματική, η φαρμακευτική βιομηχανία θα μπορούσε να ωφεληθεί μαζικά. Το AI θα αφαιρούσε τυχόν παλαιότερες διαδικασίες που θα βασίζονταν συνήθως στην ανάγκη ανθρώπινης παρέμβασης ή εισόδου, εξαλείφοντας κάθε χώρο για ανθρώπινο σφάλμα [65].

5.2 Επιτυχή Παραδείγματα

Τα επιτυχή παραδείγματα της ενσωμάτωσης των τεχνολογιών της 4^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης στην φαρμακοβιομηχανία είναι ήδη αρκετά και ιδιαίτερα καινοτόμα.

Η πλατφόρμα “telehealth” της Dictum Health's, εγκεκριμένη από τον FDA, διαθέτει «εικονική αίθουσα εξετάσεων», η οποία μπορεί να αξιολογήσει τον κορεσμό οξυγόνου, την αρτηριακή πίεση, το ύψος, το βάρος, τη θερμοκρασία και το ΗΚΓ. Η “telehealth” μπορεί να συνδεθεί με διάφορα περιφερειακά συσκευών, επιτρέποντας στους γιατρούς να μοιράζονται τα δεδομένα ζωτικής σημασίας του ασθενούς απευθείας με παρόχους υγειονομικής περίθαλψης. Το συγκεκριμένο είναι ένα παράδειγμα «επικεντρωμένης στον ασθενή» υγειονομικής περίθαλψης.

Η Pfizer αξιοποιεί την Pega Systems για να δημιουργήσει μια πλατφόρμα με 42 ολοκληρωμένες διαδικασίες για την αυτοματοποίηση κλινικών δοκιμών. Οι Apple, Johnson & Johnson και Medtronic συνεργάστηκαν με την IBM για την ανάπτυξη του Watson Health Cloud το 2015 και την παροχή υπηρεσιών ανάλυσης σε παρόχους

υγειονομικής περίθαλψης. Το Watson Health Cloud μπορεί να «διαβάσει» 100.000 ακαδημαϊκές εργασίες σε δευτερόλεπτα, και μπορεί να φέρει στα χέρια ενός υγειονομικού υπαλλήλου πάρα πολλές πληροφορίες. Οι επαυξημένες δοκιμές AI που βασίζονται σε γονιδιωματικά δεδομένα μπορούν να βοηθήσουν στην υποστήριξη μιας ιατρικής προσέγγισης με ακρίβεια [67].

Είναι σημαντικό επίσης να σημειωθεί ότι σχεδόν το 90% των έργων στον αγωγό ογκολογίας της AstraZeneca έχουν εξατομικευμένη στρατηγική υγειονομικής περίθαλψης και πολλά θα ξεκινήσουν με ένα συνοδευτικό διαγνωστικό. Η AstraZeneca χρησιμοποιεί επίσης μια ολοκληρωμένη προσέγγιση γονιδιωματικής, όπου σκοπεύει να αξιοποιήσει πληροφορίες από έως και 2 εκατομμύρια αλληλουχίες γονιδιώματος, συμπεριλαμβανομένων περισσότερων από 500.000 από κλινικές δοκιμές της AstraZeneca [68]

Τα Accenture Labs και το 1QBit χρησιμοποιούν κβαντικούς υπολογιστές για να βοηθήσουν τη Biogen να επιταχύνει την ανακάλυψη φαρμάκων. Παρομοίως, η Exscientia συνεργάζεται με την GSK, την Sanofi και την Evotec αντίστοιχα για να επιταχύνει τα προγράμματα ανακάλυψης φαρμάκων, αξιοποιώντας την AI και η IBM συνεργάζεται με την Pfizer για να οδηγήσει την ανακάλυψη φαρμάκων όσον αφορά τον τομέα της «ανοσο-ογκολογίας» [69].

Η Pfizer αξιοποιεί επίσης την εικονική πραγματικότητα, χρησιμοποιώντας έναν τρισδιάστατο κύβο για να εξερευνήσει το ανθρώπινο σώμα και έχει δημιουργήσει μια ιατρική βιβλιοθήκη εικονικής πραγματικότητας για υγειονομικούς υπαλλήλους και ασθενείς, παρέχοντας πρόσβαση στη βιβλιοθήκη 360 μοιρών VR. Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης άλλαξαν επίσης τα επίπεδα ευαισθητοποίησης και την εξουσία λήψης αποφάσεων που απαιτούν οι ασθενείς στη θεραπεία τους.

Το 2017, ο FDA επέτρεψε στο 23andMe (μια κοινότητα ασθενών με περισσότερους από δύο εκατομμύρια πελάτες με γονότυπους) να πουλήσει απευθείας σε καταναλωτές, σετ γενετικών δοκιμών 199 δολαρίων που παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την ευαισθησία ενός ατόμου σε ορισμένες ασθένειες όπως το Alzheimer ή το Parkinson. Το 23andMe έχει ήδη πουλήσει τις δοκιμές αυτές, βάσει γονιδιωματικών δεδομένων από το 2007 [70].

Το λογισμικό AI της Deep Genomics χρησιμοποιεί αλγόριθμους πρόβλεψης για τον εντοπισμό μεταλλάξεων του DNA και τις συσχετίζει με γενετικές διαταραχές και προβλέπει επίσης την επίδραση της μετάλλαξης στο ανθρώπινο γονιδίωμα. Έχει ήδη μια προϋπάρχουσα βιβλιοθήκη με πάνω από 300 εκατομμύρια γενετικές παραλλαγές, η οποία παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τη θεραπεία του αυτισμού, του καρκίνου και

της μυϊκής ατροφίας του νωτιαίου μυελού. Οι γενετικές εξετάσεις που συμπληρώνονται από την τεχνητή νοημοσύνη θα διευκολύνουν σημαντικά τις αποφάσεις για το σημείο επέμβασης των φαρμακευτικών σκευασμάτων [71].

Ο στόχος της πρωτοβουλίας «Trials of the Future» της Novartis είναι η ψηφιακή σύνδεση και συγκέντρωση δεδομένων ιατρικών συσκευών κατά τη διάρκεια κλινικών δοκιμών. Συνεργάζεται με την Qualcomm, αξιοποιώντας τις τεχνολογίες 2net Platform, 2net Hub και 2net Mobile και αυτοματοποιεί τη συλλογή δεδομένων ασθενών από τα σπίτια των ασθενών κατά τη διάρκεια κλινικών .

Η ψηφιακή στρατηγική της Novartis περιλαμβάνει τις εφαρμογές «γύρω από το χάπι» και «πέρα από το χάπι». Η προσέγγιση «γύρω από το χάπι» αξιοποιεί τεχνολογίες που περιλαμβάνουν :

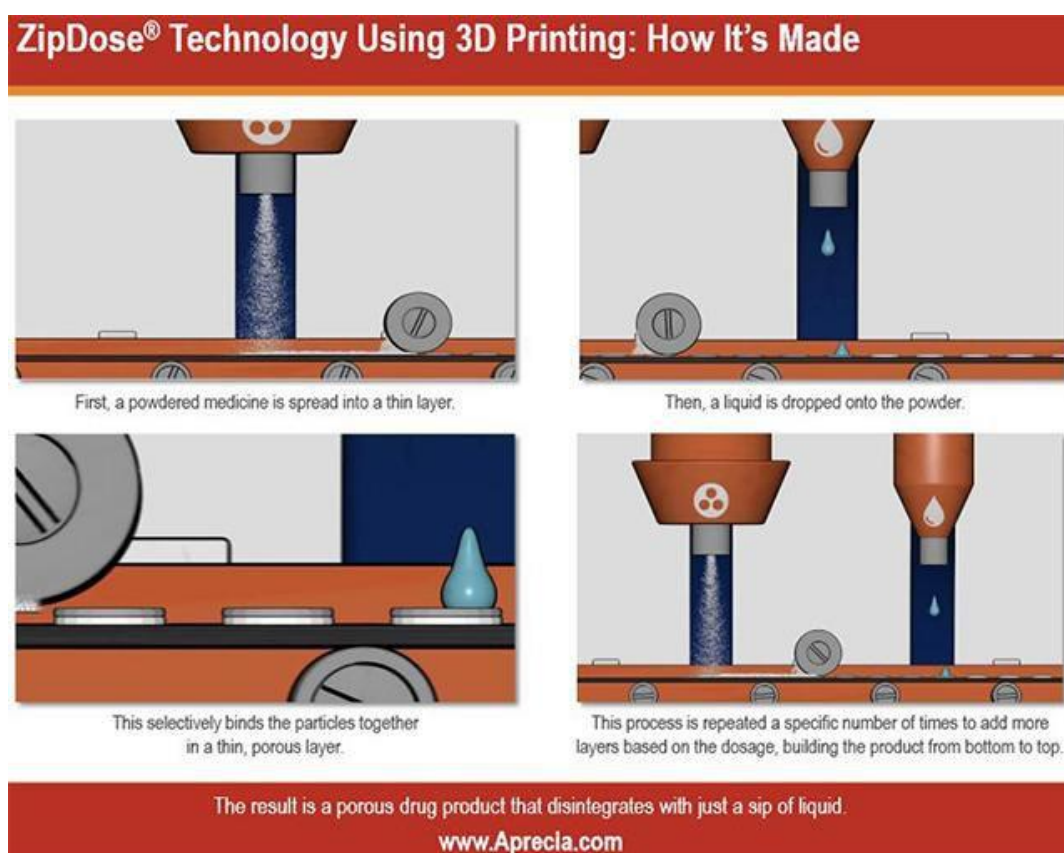
- εργαλεία και εφαρμογές τήρησης
- έξυπνα συστήματα παράδοσης φαρμάκων
- εργαλεία παρακολούθησης
- εργαλεία διάγνωσης ακριβείας
- εφαρμογές αλλαγής συμπεριφοράς

Η προσέγγιση «πέρα από το χάπι» περιλαμβάνει στοιχεία όπως η ψηφιακή θεραπευτική. Ο Vasant Narasimhan, CEO της Novartis, πιστεύει ότι η ψηφιακή τεχνολογία θα μπορούσε να εξοικονομήσει έως και 25% στο κόστος των κλινικών δοκιμών. Πιστεύει ότι το μέλλον της Novartis ως εταιρεία φαρμάκων και επιστημονικών δεδομένων επικεντρώνεται στην καινοτομία [72].

Ο όρος τρισδιάστατη εκτύπωση (3DP) καλύπτει μια σειρά από διαδικασίες και τεχνολογίες που προσφέρουν ένα πλήρες φάσμα δυνατοτήτων για την παραγωγή ανταλλακτικών και προϊόντων τα οποία προέρχονται από διαφορετικά υλικά. Οι εφαρμογές τρισδιάστατης εκτύπωσης εμφανίζονται σχεδόν καθημερινά και, καθώς αυτή η τεχνολογία συνεχίζει να διεισδύει ευρύτερα και βαθύτερα σε βιομηχανικούς, κατασκευαστικούς και καταναλωτικούς τομείς, αυτό πρόκειται να αυξηθεί μόνο [73].

Με την επιστρωμάτωση των υλικών, η 3DP μπορεί να κατασκευάσει αντικείμενα σχεδόν οποιουδήποτε σχήματος και μεγέθους κατά παραγγελία. Οι δομές δημιουργούνται από ένα ψηφιακό τρισδιάστατο αρχείο που λαμβάνεται με τη χρήση λογισμικού σχεδιασμού με τη βοήθεια υπολογιστή που επιτρέπει την εύκολη κατασκευή κατά παραγγελία εξατομικευμένων αντικειμένων. Ως εκ τούτου, η 3DP έχει βρει εφαρμογές σε πολλούς κλάδους.

Πιο πρόσφατα, η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει εφαρμοστεί στα φαρμακευτικά προϊόντα για την κατασκευή ιατρικών . Μέχρι στιγμής, έχει παραχθεί ένα ευρύ φάσμα σκευασμάτων, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που περιέχουν πολλαπλά ενεργά φαρμακευτικά συστατικά , με διαφορετικές χημικές γεωμετρίες και χαρακτηριστικά απελευθέρωσης . Ευνοϊκά, η τεχνολογία επιτρέπει την ακριβή εναπόθεση δόσεων με βάση την αρχική συγκέντρωση «μελανιού» και τις φυσικές διαστάσεις της εκάστοτε σύνθεσης. Επιπλέον, το 2016, το πρώτο τρισδιάστατα τυπωμένο δισκίο εγκεκριμένο από την Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων των Η.Π.Α (FDA) διατέθηκε στο εμπόριο για τη θεραπεία της επιληψίας (Spritam®) από την Aprelia Pharmaceuticals,



Εικόνα 3. Διαδικασία παραγωγής Spritam® [74]

Η 3DP φαρμάκων όχι μόνο μπορεί να αποκεντρώσει την παραγωγή, αλλά και να οδηγήσει σε τεράστιες αποδόσεις κόστους, ακόμη και σε χαμηλούς όγκους. Το τρισδιάστατο τυπωμένο φάρμακο της Aprelia, το Spritam για τη θεραπεία των επιληπτικών κρίσεων, έγινε λοιπόν το πρώτο 3D τυπωμένο φάρμακο που εγκρίθηκε από το FDA το 2015 . Η 3DP φαρμάκων μπορεί επίσης να βοηθήσει στην προσέγγιση της ιατρικής ακριβείας, όπου τα προσαρμοσμένα φάρμακα θα μπορούσαν να εκτυπωθούν με χαμηλό κόστος [75].

5.3 Παράγοντες Κινδύνου

Το Industry 4.0 λοιπόν, προσφέρει πολλές καινοτόμες ευκαιρίες, οι οποίες δεν θα ήταν δυνατές πριν από την πλήρη ψηφιοποίηση και τη διασύνδεση των εταιρικών συστημάτων. Από την άλλη πλευρά, φέρνει επίσης νέες προκλήσεις, οι οποίες πρέπει να απαντηθούν [76]. Οι κύριες προκλήσεις αφορούν , τους παρακάτω τομείς :

- Ασφάλεια
- Επαλήθευση
- Τεχνητή Νοημοσύνη
- Νομοθεσία και τυποποίηση

Ασφάλεια

Η διασύνδεση των συστημάτων αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της βιομηχανικής ψηφιακοποίησης, η οποία, ωστόσο, αντιπροσωπεύει επίσης μια πρόκληση ασφάλειας όσον αφορά την προστασία των δεδομένων. Αυτά τα δεδομένα πρέπει να προστατεύονται από άμεσες, εξωτερικές επιθέσεις εισβολής, αλλά και από ακούσιες διαρροές, για παράδειγμα, ως αποτέλεσμα σφάλματος υπαλλήλου ή έλλειψης ικανότητας.

Το ζήτημα της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τη διαχείριση υποδομών που είναι κρίσιμες για μια λειτουργική κατάσταση (παραγωγή και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου), καθώς και για υποδομές με κίνδυνο ατυχημάτων περιβαλλοντικού κινδύνου και υγείας (χημικές εγκαταστάσεις, πυρηνικοί σταθμοί κ.λπ.) [49].

Επαλήθευση

Κάθε νέο σύστημα ή μια αλλαγή σε ένα σύστημα πρέπει να δοκιμάζεται σε μια βιομηχανική ρύθμιση πριν από την ανάπτυξή του, έτσι ώστε να μπορεί να επαληθευτεί η ασφάλεια και η αξιόπιστη απόκρισή του σε διάφορες καταστάσεις. Η δοκιμή ήταν πάντα μια κρίσιμη φάση της διαδικασίας εφαρμογής αλλαγών ακόμη και στην εποχή των ξεχωριστών συστημάτων . Μόλις μια εταιρεία ολοκληρώσει πλήρως τη μετάβαση στη νέα τάξη πραγμάτων και ψηφιοποιηθεί, ο έλεγχος γίνεται μια πρόκληση πιο περίπλοκη από ποτέ [77].

Τεχνητή Νοημοσύνη

Ένα θέμα που συζητείται πολύ σε σχέση με τις τεχνολογίες του Industry 4.0 είναι η χρήση τεχνητής νοημοσύνης για αυτόνομο έλεγχο, καθώς και για σκοπούς έξυπνης και προβλέψιμης συντήρησης, βελτιστοποίησης ελέγχου και διαδικασιών λήψης αποφάσεων και, εν κατακλείδι, για αύξηση της ασφάλειας (π.χ. αναγνώριση προσώπου ή ομιλίας). Για να λειτουργήσουν σωστά, οι περισσότεροι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης απαιτούν φάση «εκμάθησης» ή «εκπαίδευσης» χρησιμοποιώντας ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα δεδομένων. Η απόκτηση τέτοιων δεδομένων, ωστόσο, είναι μια άλλη σημαντική πρόκληση. Όχι μόνο είναι απαραίτητο να ληφθεί επαρκής ποσότητα σχετικών δεδομένων, αλλά πρέπει επίσης να αποδειχθεί ότι αυτά τα δεδομένα καλύπτουν επαρκώς όλες τις κρίσιμες καταστάσεις ενός συστήματος έτσι ώστε ολόκληρο το σύστημα να μπορεί να δοκιμαστεί επιτυχώς [78].

Νομοθεσία και τυποποίηση

Ο τομέας βιομηχανικού αυτοματισμού αντιμετωπίζει αυστηρότερους νομικούς κανονισμούς σχετικά με την προστασία της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος. Επιπλέον, είναι απαραίτητο να γίνει κατανοητό ότι το Industry 4.0 δεν είναι ένα πρότυπο αλλά μάλλον αντιπροσωπεύει μια ολόκληρη ομάδα προτύπων, τα οποία ως επί το πλείστον εξακολουθούν να εξελίσσονται [79].

6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ INDUSTRY 4.0 ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑΚΗ ΖΩΗ

Πέρα από τις εφαρμογές στο τομέα της μεταποίησης, των κατασκευών, στην ιατρική, στην ενέργεια, ή στον αθλητισμό (βλέπε IEEE Standard Association), η συνακόλουθη ευκαιρία είναι πιθανώς να χρησιμοποιηθούν τεχνολογίες AR σε κλίμακα για την επαγγελματική κατάρτιση και την ανάπτυξη στη βιομηχανία, προκειμένου να αντιμετωπιστεί το κενό δεξιοτήτων που προκύπτει από την πρόοδο στην αυτοματοποίηση, η οποία δεν συνοδεύονται ακόμη από προγράμματα για τη συλλογή γνώσεων και τη διασυννοριακή οργανωτική μάθηση (όπως στην υποστηριζόμενη από την AI διαχείριση γνώσεων και αλλαγή). Η αλλαγή αυτή προκαλεί σημαντικές διαταραχές στην αγορά εργασίας, με τον OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) να προβλέπει ότι τουλάχιστον το 9% όλων των θέσεων εργασίας θα μπορούσαν να αυτοματοποιηθούν άμεσα [80].

Οι Brynjolfsson και McAfee [81], προβλέπουν σημαντικές οικονομικές αλλαγές που θα προκύψουν και είναι κάπως σκεπτικοί σχετικά με τις πιθανές θετικές επιπτώσεις στον τομέα της εργασίας από το Industry 4.0 και συνεπώς αναμένουν έναν εντατικό ανταγωνισμό για θέσεις εργασίας, ο οποίος θα τροφοδοτείται από έναν αγώνα μεταξύ τεχνολογικής και εκπαιδευτικής προόδου. Στο έργο τους επισημαίνουν ότι, οι τεχνολογικές εξελίξεις δεν τείνουν μόνο να εξαλείψουν τις καθημερινές εργασίες όπως είναι γνωστές την παρούσα στιγμή, αλλά και τις υψηλής ειδίκευσης θέσεις εργασίας που ορίζονται από την αναγνώριση προτύπων και τις γνωστικές εργασίες εκτός ρουτίνας [82].

Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει και η εργασία των Frey και ο Osborne [83] οι οποίοι πραγματοποίησαν μια μελέτη στην οποία προσπάθησαν να προσδιορίσουν το ζήτημα του πόσο ευάλωτες είναι κάποιες θέσεις εργασίας από μηχανές TN. Χρησιμοποιώντας την κατανομή Gaus, υπολόγισαν την πιθανότητα μηχανογράφησης για 702 επαγγέλματα στην αγορά εργασίας των ΗΠΑ, προκειμένου να αναλύσουν τις θέσεις εργασίας που βρίσκονται σε πιθανό κίνδυνο.

Το κύριο αποτέλεσμα της μελέτης τους είναι ότι το 47% των θέσεων εργασίας στις ΗΠΑ εκτίθενται στον κίνδυνο να αντικατασταθούν από μηχανές TN. Σύμφωνα με τους συγγραφείς τα ρομπότ όχι μόνο θα μπορούσαν να εκτελούν τυποποιημένα προγράμματα, αλλά και εξελιγμένες εργασίες στο μέλλον. Παρείχαν επιπλέον στοιχεία για μια ισχυρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της πιθανότητας ανταγωνισμού ενός επαγγέλματος και τις απολαβές του εργαζόμενου, προωθώντας το επιχείρημα άλλων συγγραφέων ότι ο κίνδυνος εξάλειψης είναι ιδιαίτερα εμφανής για θέσεις εργασίας με χαμηλή ειδίκευση [82].

Κατά συνέπεια, συμπεραίνεται ότι οι περισσότερες από τις χαμηλότερης ειδίκευσης ανθρώπινες θέσεις εργασίας θα εξαλειφθούν και θα αντικατασταθούν μέσω της τεχνολογίας, με αποτέλεσμα οι υπόλοιπες ανθρώπινες θέσεις εργασίας να γίνουν πιο περίπλοκες και ολοκληρωμένες. Σε μια προσπάθεια μεταφοράς αυτής της μελέτης από τις ΗΠΑ στην Ευρώπη, οι Frey και Osborne [83] κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι χώρες της Ευρώπης όπως η Γαλλία, η Γερμανία, η Σουηδία και το Ηνωμένο Βασίλειο παρουσιάζουν παρόμοια αποτελέσματα με τις ΗΠΑ και θα μπορούσαν ενδεχομένως να επηρεαστούν λιγότερο από τον κίνδυνο εξάλειψης των θέσεων εργασίας χωρίς υψηλή ειδίκευση. Σε αντιδιαστολή στις χώρες της Νότιας Ευρώπης ο Bonekamp [82] θεωρεί ότι από 45 έως πάνω από το 60 τοις εκατό του εργατικού δυναμικού θα μπορούσε να επηρεαστεί από ένα πιθανό επίπεδο υψηλής και επίμονης ανεργίας.

6.1 Ικανότητες και Προφίλ Εργασίας

Στη διεθνή βιβλιογραφία παρουσιάζεται πληθώρα ερευνητικών μελετών που αποσκοπούν στον καθορισμό των επιδράσεων του Industry 4.0 στους εργαζομένους, εστιάζοντας ιδιαίτερα στα προφίλ εργασίας που απαιτούν νέες δεξιότητες προκειμένου οι εργαζόμενοι να μην αντιμετωπίσουν δυσκολίες στις αλλαγές που επέρχονται. Το εργατικό δυναμικό της βιομηχανίας 4.0 χρειάζεται νέες δεξιότητες για προσαρμοστεί στην αλλαγή και την αναβάθμιση των θέσεων εργασίας που προκύπτουν με την εισαγωγή προηγμένων μηχανημάτων και την ευέλικτη παραγωγή.

Ένα ευρύ φάσμα προσπαθειών έρευνας και ανάπτυξης επικεντρώθηκε σε διαφορετικούς τομείς εκμάθησης στο χώρο εργασίας: αξιολόγηση των επιδόσεων, γενική επιμόρφωση, εκπαίδευση σε νέα τεχνολογία, οικονομικά των επιχειρήσεων. Αυτές οι υπάρχουσες προσεγγίσεις, ωστόσο, δεν είναι κατάλληλες για να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις της Βιομηχανίας 4.0 και να βοηθήσουν στη γεφύρωση του χάσματος δεξιοτήτων, με τη βοήθεια νέων τεχνολογιών, όπως AR, φορητές συσκευές (wearables) για αύξηση της εργασιακής απόδοσης [12].

Μια νέα ματιά στον εργασιακό χώρο προκύπτει από την έρευνα των Pinzone et al., [84], οι οποίοι στη μελέτη τους αναφέρουν μεταξύ των τεχνικών δεξιοτήτων που θα χαρακτηρίζουν τους εργαζόμενους στο Industry 4.0, τη ικανότητα αλληλεπίδρασης με σύγχρονες διεπαφές (άνθρωπος-ρομπότ). Επιπλέον, παρουσίασαν ένα γενικότερο μοντέλο ικανότητας για το Industry 4.0, συμπεριλαμβανομένων τεχνικών, μεθοδολογικών, κοινωνικών και προσωπικών ικανοτήτων. Οι τεχνικές δεξιότητες που αναφέρονται στη μελέτη είναι: τεχνικές δεξιότητες, δεξιότητες κωδικοποίησης και κατανόηση της κυβερνοασφάλειας [84].

Οι Cacciolatti et al., [59] υποστηρίζουν ότι τα πανεπιστημιακά ιδρύματα, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής και οι επιχειρήσεις πρέπει να συνεργαστούν και να δημιουργήσουν προγράμματα για να αποκτήσουν οι φοιτητές πρακτική εμπειρία και να τους επιτρέψουν να μάθουν τόσο hard skills (σκληρές ή κάθετες δεξιότητες) όσο soft skills (μαλακές ή οριζόντιες δεξιότητες).

Εν αντιθέσει, οι Kamprath και Mietzner [85] επικεντρώνονται στο εσωτερικό των επιχειρήσεων, αναλύοντας πώς το μεταβαλλόμενο επιχειρηματικό περιβάλλον επηρεάζει τις συνθήκες εργασίας και τις ικανότητες των ατόμων, προσδιορίζοντας επίσης ποια θα ήταν η δεξιότητα που απαιτείται στο μέλλον. Επιπλέον, διαφορετικές μελέτες αναφέρονται στην ανάγκη αποσαφήνισης της έννοιας των μαλακών δεξιοτήτων και του τρόπου διδασκαλίας και βελτίωσής τους. Το γεγονός αυτό παρατηρείται επειδή τα soft skills φαίνεται να είναι απαραίτητα για το εργατικό δυναμικό του μέλλοντος [86].

Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποίησε η Ένωση Πανεπιστημίων και Εργοδοτών στην Αμερική (NACE) οι συμμετέχοντες εργοδότες απάντησαν σε μεγάλο ποσοστό ότι ψάχνουν στους υποψήφιους εργαζομένους τους, κυρίως ηγετικές ικανότητες, ικανότητες εργασίας σε ομάδα, δεξιότητες επικοινωνίας και αναπτυγμένη εργασιακή ηθική. Άρα, εκτός από τεχνικές γνώσεις (hard skills) οι εργοδότες ψάχνουν κατά κύριο λόγο άτομα με αναπτυγμένες τις οριζόντιες δεξιότητες (soft skills) [87].

Ο ισχυρισμός αυτός ενισχύεται από μια ακόμα μελέτη περίπτωσης που είναι ιδιαίτερα κατατοπιστική ως προς τις αλλαγές που επέρχονται σε αυτόν τον τομέα. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε ένα ιταλικό εργοστάσιο του Whirlpool από τους [88] με ένα σύστημα χαρτογράφησης δεξιοτήτων και προφίλ εργασίας. Το αποτέλεσμα της ανάλυσης επιβεβαίωσε την αυξανόμενη σημασία των οριζόντιων δεξιοτήτων στην ψηφιακή εποχή.

Ανεξάρτητα από την εκάστοτε άποψη και τις συνακόλουθες ετερογενείς ανάγκες, το Industry 4.0 και ο αντίκτυπός του στην αγορά εργασίας πρέπει να μελετηθούν σωστά. Η επιστημονική κοινότητα παγκοσμίως προσπαθεί να προσδιορίσει, λοιπόν, αυτήν την επίδραση και αποτέλεσμα αυτής της προσπάθειας είναι η δημιουργία των διεθνώς αναγνωρισμένων βάσεων δεδομένων ικανοτήτων και προφίλ εργασίας που χαρακτηρίζονται από ένα καλά καθορισμένο και αμετάβλητο πλαίσιο.

Στο παρόν κεφάλαιο, η μελέτη της επίπτωσης της 4^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης στην εργασιακή ζωή θα πραγματοποιηθεί μέσω της ανάλυσης στοιχείων που αντλούνται από εξελιγμένα συστήματα παροχής πιο σύνθετων υπηρεσιών, και συγκεκριμένα μέσω δομημένων βάσεων με στοιχεία από κάθε εργασιακό τομέα. Για το λόγο αυτό η ανάλυση θα γίνει σε 5 βάσεις δεδομένων, οι οποίες κατηγοριοποιήθηκαν εννοιολογικά, όπως

φαίνεται και επεξηγείται στις επόμενες υποενότητες,, με τον εξής τρόπο: (α) ESCO και O*NET, (β) το ερωτηματολόγιο του OECD και (γ) ICT BoK και CEPIS.

6.2 ESCO & O*NET

Το ESCO αποτελεί το πολύγλωσσο ευρωπαϊκό σύστημα ταξινόμησης δεξιοτήτων, ικανοτήτων, προσόντων και επαγγελμάτων. Η ταξινόμηση ESCO προσδιορίζει και κατηγοριοποιεί δεξιότητες, ικανότητες, προσόντα και επαγγέλματα που έχουν σχέση με την αγορά εργασίας, με την εκπαίδευση και την κατάρτιση στην ΕΕ, ενώ παράλληλα παρουσιάζει συστηματικά τις σχέσεις μεταξύ των διάφορων εννοιών. Είναι πλήρως ευθυγραμμισμένη με τα πρότυπα της ΕΕ και καλύπτει τις δεξιότητες, χωρίς όμως να υποστηρίζει τη βαθιά και ευρεία ιεράρχηση των δεξιοτήτων λαμβάνοντας υπόψη τα ενδιαφέροντα, τις αξίες και τον τρόπο εργασίας.

Ταυτόχρονα, το πρόγραμμα O*NET είναι η κύρια πηγή επαγγελματικών πληροφοριών των ΗΠΑ και είναι πλήρως ευθυγραμμισμένη με τα πρότυπα των ΗΠΑ. Στηριζόμενοι στην ιδέα ότι τα έγκυρα δεδομένα είναι απαραίτητα προκειμένου να υπάρξει καλύτερη κατανόηση της ταχέως μεταβαλλόμενης φύσης της εργασίας και του τρόπου με τον οποίο επηρεάζει το εργατικό δυναμικό και την οικονομία των ΗΠΑ, δημιουργήθηκε αυτή η βάση δεδομένων που καλύπτει γενικές δεξιότητες, ικανότητες, ενδιαφέροντα, αξίες εργασίας, στυλ εργασίας, εργαλεία και τεχνολογίες, συσχετίζοντάς τες με επαγγέλματα.

Όπως είναι εμφανές από την παραπάνω σύντομη περιγραφή των δυο βάσεων, κοινό τους σημείο αποτελεί το γεγονός ότι και οι δυο περιλαμβάνουν επαγγέλματα και δεξιότητες όλης της οικονομίας. Δεν εστιάζουν σε συγκεκριμένους οικονομικούς κλάδους και αντίστοιχα σε σύνολα δεξιοτήτων, αλλά αποτυπώνουν μια συνολική εικόνα για τα επαγγέλματα, τις δεξιότητες και τις ικανότητες του εργατικού δυναμικού, αλλά υπό διαφορετικό νομοθετικό και γεωγραφικό πρίσμα. Περαιτέρω ανάλυση και χαρτογράφηση των δύο αυτών βάσεων θα γίνει στις επόμενες υποενότητες του κεφαλαίου.

6.2.1 ESCO (European Skill / Competency Qualification and Occupation)

Το ESCO λειτουργεί ως “λεξικό”, περιγράφοντας, εντοπίζοντας και ταξινομώντας επαγγέλματα, δεξιότητες και προσόντα που σχετίζονται με την αγορά εργασίας της ΕΕ και την εκπαίδευση και κατάρτιση των εργαζομένων. Η συσχέτιση των εργαζομένων με τις θέσεις εργασίας γίνεται μέσω μιας τριγωνικής σχέσης μεταξύ δεξιοτήτων, προφίλ και προσόντων, ενώ ο στόχος του ESCO είναι να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ ακαδημαϊκού και βιομηχανικού κλάδου σε όλη την Ευρώπη . Αυτές οι έννοιες και οι σχέσεις μεταξύ τους μπορούν να γίνουν κατανοητές από ηλεκτρονικά συστήματα, τα οποία επιτρέπουν στους

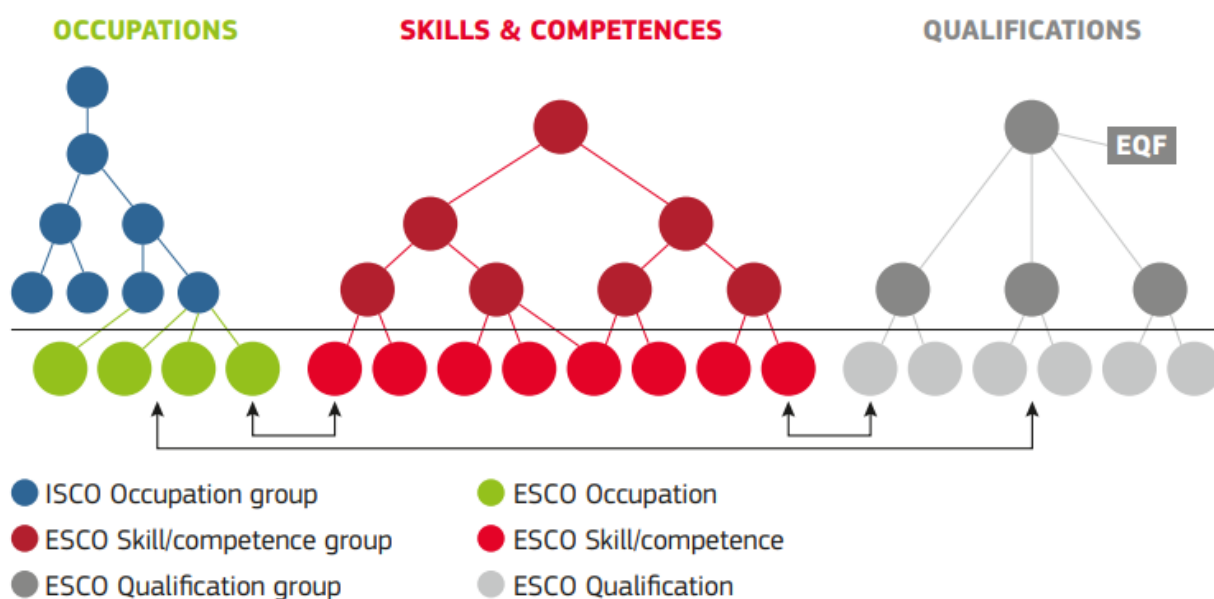
χρήστες μέσα από διαφορετικές διαδικτυακές πλατφόρμες να χρησιμοποιούν το ESCO για υπηρεσίες όπως την αντιστοίχιση ατόμων που αναζητούν εργασία με θέσεις εργασίας με βάση τις δεξιότητές τους, προτείνοντας εκπαίδευση σε όσους θέλουν να αναβαθμίσουν τις δεξιότητές τους.

Το ESCO καλύπτει 2942 επαγγέλματα, 13485 γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες και θα παρουσιάζει προοδευτικά πληροφορίες για τα επαγγελματικά προσόντα που παρέχουν τα κράτη μέλη. Η Επιτροπή προβλέπει επίσης την ενσωμάτωση ιδιωτικών, διεθνών και τομεακών προσόντων από άλλες πηγές στο ESCO στο εγγύς μέλλον. Κατευθύνει αυτή την προσέγγιση και τη συζητά με τα κράτη μέλη.

Ο στόχος του ESCO είναι να υποστηρίξει την κινητικότητα των εργαζομένων σε ολόκληρη την Ευρώπη και συνεπώς μια πιο ολοκληρωμένη και αποτελεσματική αγορά εργασίας, προσφέροντας μια «κοινή γλώσσα» για επαγγέλματα και δεξιότητες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από διάφορους ενδιαφερόμενους για θέματα απασχόλησης και εκπαίδευσης και κατάρτισης. Η ESCO είναι ένα έργο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, που διευθύνεται από τη Γενική Διεύθυνση Απασχόλησης, Κοινωνικών Υποθέσεων και Ένταξης . Είναι διαθέσιμη σε μια διαδικτυακή πύλη και μπορεί να τη συμβουλευτεί κάποιος δωρεάν. Η πρώτη πλήρης έκδοση (ESCO v1) δημοσιεύθηκε στις 28 Ιουλίου 2017 και αποτελεί βασικό ορόσημο για την επίτευξη των στόχων της στρατηγικής "Ευρώπη 2020" [89] και του European Skills Agenda [90].

Η ESCO είναι οργανωμένη σε τρεις πυλώνες:

- τον πυλώνα επαγγελμάτων
- τον πυλώνα γνώσεων, δεξιοτήτων και ικανοτήτων
- τον πυλώνα προσόντων



Εικόνα 4. Οι τρεις πυλώνες οργάνωσης της ESCO [91]

Η βάση δεδομένων του ESCO είναι διαθέσιμη στους χρήστες στις παρακάτω τρεις μορφές:

- SKOS/RDF format: Πλήρες σύνολο δεδομένων με όλες τις έννοιες και σχέσεις σε όλες τις γλώσσες· λειτουργεί καλά με το Virtuoso triplestore.
- CSV format: Μερικό σύνολο δεδομένων με σχέσεις ή έννοιες από έναν πυλώνα ESCO σε μία γλώσσα, π.χ. για εισαγωγή στο Microsoft Excel
- XML format: Μερικό σύνολο δεδομένων με σχέσεις ή έννοιες από έναν πυλώνα ESCO σε μία γλώσσα.

Παρακάτω ακολουθεί μια σύντομη χαρτογράφηση κάθε πυλώνα, με έμφαση στις δεξιότητες που σημειώνονται ως σημαντικότερες για τα επαγγέλματα στην Τεχνολογία Πληροφοριών και Επικοινωνιών.

6.2.1.1 Πυλώνας των επαγγελματιών

Ο πυλώνας των επαγγελματιών είναι ένας από τους τρεις πυλώνες του ESCO. Οργανώνει τις έννοιες σχετικά με τα επαγγέλματα, χρησιμοποιώντας ιεραρχικές σχέσεις μεταξύ των επαγγελματιών, μεταδεδομένα (metadata) και αντιστοιχίσεις βάσει της Διεθνούς Τυποποιημένης Ταξινόμησης Επαγγελματιών (ISCO). Κάθε έννοια επαγγέλματος περιέχει έναν προτιμητέο όρο και έναν απροσδιόριστο αριθμό μη προτιμητέων και κρυφών όρων σε κάθε μια από τις γλώσσες του συστήματος ESCO. Επίσης, κάθε επάγγελμα συνοδεύεται από επαγγελματικό προφίλ. Στα προφίλ επεξηγείται το επάγγελμα, μέσω μιας περιγραφής, μιας επεξηγηματικής σημείωσης και ενός ορισμού. Επιπλέον, στα προφίλ καταχωρούνται οι γνώσεις, οι δεξιότητες και οι ικανότητες που οι

ειδικοί θεωρούν σχετικές βάσει ορολογίας για το συγκεκριμένο επάγγελμα, σε ευρωπαϊκή κλίμακα. Οι προτιμητέοι όροι βασικής κατηγοριοποίησης των επαγγελματιών είναι: 1) οι ένοπλες δυνάμεις, 2) τα ανώτερα διευθυντικά και διοικητικά στελέχη, 3) οι επαγγελματίες, 4) οι τεχνικοί και ασκούντες συναφή επαγγέλματα, 5) οι υπάλληλοι γραφείου, 6) οι απασχολούμενοι στην παροχή υπηρεσιών και οι πωλητές, 7) οι ειδικευμένοι γεωργοί, κτηνοτρόφοι, δασοκόμοι και αλιείς, 8) οι ειδικευμένοι τεχνίτες και ασκούντες συναφή επαγγέλματα, 9) οι χειριστές βιομηχανικών εγκαταστάσεων, μηχανημάτων και εξοπλισμού και συναρμολογητές (μονταδόροι) και τέλος 10) οι ανειδίκευτοι εργάτες, χειρωνακτές και μικροεπαγγελματίες. Στην ταξινόμηση ESCO, κάθε επάγγελμα αντιστοιχεί ακριβώς σε έναν κωδικό ISCO-08. Συνεπώς, ο κωδικός ISCO-08 μπορεί να χρησιμοποιείται ως ιεραρχική δομή για τον πυλώνα των επαγγελματιών.

6.2.1.2 Πυλώνας των δεξιοτήτων

Ο πυλώνας δεξιοτήτων της ταξινόμησης ESCO κάνει διαχωρισμό μεταξύ των εννοιών σχετικά, με τις δεξιότητες/ικανότητες και με τις γνώσεις, προσδιορίζοντας τον τύπο δεξιοτήτων. Ωστόσο, δεν κάνει κανένα διαχωρισμό μεταξύ δεξιοτήτων και ικανοτήτων. Κάθε μία από τις έννοιες αυτές συνοδεύεται από έναν προτιμώμενο όρο και έναν αριθμό μη προτιμώμενων όρων σε κάθε μία από τις 27 γλώσσες του ESCO. Κάθε έννοια περιλαμβάνει επίσης επεξήγηση υπό μορφή περιγραφής. Ο πυλώνας δεξιοτήτων του ESCO περιλαμβάνει 13485 έννοιες ιεραρχικά διαρθρωμένες σε τέσσερις επιμέρους ταξινομήσεις. Κάθε επιμέρους ταξινόμηση αφορά διαφορετικούς τύπους γνώσεων και έννοιες δεξιοτήτων/ικανοτήτων:

- *Γνώσεις* (συμβολισμένη με K)
- *Δεξιότητες* (συμβολισμένη με S)
- *Επαγγελματικές αρχές & αξίες* (συμβολισμένη με A)
- *Γλωσσικές δεξιότητες και γνώσεις* (συμβολισμένη με L)

Εκτός από την ιεραρχική ταξινόμηση, η πρόσβαση σε υποσύνολα δεξιοτήτων είναι δυνατή μέσω:

- *εγκάρσιας ιεράρχησης δεξιοτήτων*, στην οποία υπάρχει ο επιμέρους διαχωρισμός σε εφαρμογή γνώσεων, κοινωνική αλληλεπίδραση, σκέψη και επαγγελματικές αρχές και αξίες
- *συλλογής γλωσσών*, όπου υπάρχει μια λίστα γλωσσών και επιμέρους και ευρύτερων δεξιοτήτων και γνώσεων σε κάθε γλώσσα

- *συλλογής ψηφιακών δεξιοτήτων*, όπου γίνεται ανάλυση των δεξιοτήτων που παρουσιάζονται ως χρησιμότερες σε επαγγέλματα που σχετίζονται με την Τεχνολογία Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ).

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής, μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το υποσύνολο δεξιοτήτων που αφορά στις ψηφιακές δεξιότητες οι οποίες σχετίζονται και άμεσα με την 4^η Βιομηχανική Επανάσταση. Συγκεκριμένα, επισημαίνονται οι εξής δεξιότητες:

- 1) Η επίλυση προβλημάτων με εργαλεία και εξοπλισμό της τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών, η οποία αφορά στον προσδιορισμό των ψηφιακών αναγκών και πόρων, στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με τα πλέον κατάλληλα ψηφιακά εργαλεία ανάλογα με τον σκοπό ή την ανάγκη, στην επίλυση των εννοιολογικών προβλημάτων μέσω ψηφιακών μέσων, στη δημιουργική χρήση τεχνολογιών, στην επίλυση τεχνικών προβλημάτων, καθώς και στην επικαιροποίηση των αρμοδιοτήτων των ιδίων και άλλων. Οι ειδικότερες δεξιότητες που επισημαίνονται σε αυτή την υποκατηγορία είναι:
 - Η δημιουργική χρήση ψηφιακών τεχνολογιών για τη δημιουργία γνώσης και την ανάπτυξη καινοτόμων διαδικασιών και προϊόντων.
 - Η εκτέλεση πρακτικών καθηκόντων με έξυπνες συσκευές που συνδέονται αυτόνομα με το δίκτυο και το διαδίκτυο για την εκτέλεση αυτόνομων εργασιών.
 - Ο εντοπισμός ελλείψεων όσον αφορά την ψηφιακή ικανότητα εννοώντας την κατανόηση των σημείων που χρήζουν βελτίωσης ή επικαιροποίησης σε ό,τι αφορά τις ψηφιακές ικανότητες ενός ατόμου. Πιο συγκεκριμένα, αφορά στην ικανότητα παροχής υποστήριξης σε τρίτους για την ανάπτυξη των ψηφιακών τους ικανοτήτων, στην αναζήτηση ευκαιριών για προσωπική εξέλιξη και τη συνεχή ενημέρωση σχετικά με τις ψηφιακές εξελίξεις.
 - Η επίλυση προβλημάτων εντοπισμού θέσης και πλοήγησης με εργαλεία GPS, τα οποία παρέχουν στους χρήστες ακριβή εκτίμηση της θέσης τους με τη χρήση συστήματος δορυφόρων.
 - Η επίλυση τεχνικών προβλημάτων που αφορά στον εντοπισμό τεχνικών προβλημάτων κατά το χειρισμό συσκευών και τη χρήση ψηφιακών περιβαλλόντων και επίλυση αυτών (από την αντιμετώπιση σφαλμάτων έως την επίλυση πιο σύνθετων προβλημάτων).

- Ο προσδιορισμός αναγκών και τεχνολογικών τρόπων αντιμετώπισης για την αντιμετώπισή τους. Συγκεκριμένα, αφορά στην αξιολόγηση των αναγκών και τον προσδιορισμό, την αξιολόγηση, την επιλογή και χρήση ψηφιακών εργαλείων και πιθανών τεχνολογικών τρόπων αντιμετώπισης για την επίλυσή τους. Κύριο χαρακτηριστικό αποτελεί και η προσαρμογή και εξατομίκευση του ψηφιακού περιβάλλοντος σύμφωνα με τις ατομικές ανάγκες (π.χ. προσβασιμότητα).
 - Ο χειρισμός χειροκίνητων συσκευών, δηλαδή η χρήση ψηφιακών συσκευών που μπορούν να κρατούνται στο χέρι και δεν απαιτούν πρόσθετες ενέργειες εισαγωγής εκτός από την αφή.
 - Η χρήση περιφερειακών συσκευών ΤΠΕ, ή διαφορετικά η χρήση υλικών εξαρτημάτων ή κατασκευαστικών εξοπλισμού ΤΠΕ όπως οθόνη, ποντίκι, πληκτρολόγιο, συσκευές αποθήκευσης, εκτυπωτές ή σαρωτές.
 - Και τέλος η χρησιμοποίηση προσωπικών ρομπότ για πρακτική υποστήριξη, Συγκεκριμένα, η χρήση ημιαυτόνομων ή αυτόνομων μηχανών που εκτελούν αυτόματα πολύπλοκες δράσεις, ενώ καθοδηγούνται από ψηφιακό ή ηλεκτρονικό λογισμικό, όπως οχήματα χωρίς οδηγό, μη επανδρωμένα αεροσκάφη και άλλα μηχανήματα.
- 2) Η ασφάλεια της τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας στη βασική κατηγοριοποίηση που αφορά στα επαγγέλματα που σχετίζονται με την ΤΠΕ. Η προσωπική προστασία, η προστασία των δεδομένων, η προστασία της ψηφιακής ταυτότητας, τα μέτρα ασφαλείας και η ασφαλής και βιώσιμη χρήση αποτελούν βασικές ψηφιακές δεξιότητες, ενώ στην επίσημη ιστοσελίδα της Κομισιόν υπάρχει και ανάλυση των επιμέρους ειδικότερων ψηφιακών δεξιοτήτων που αφορούν στην ασφάλεια της ΤΠΕ (ανάλογα με την ανάλυση που υπήρξε και παραπάνω στην επίλυση προβλημάτων), όπως η προστασία της υγείας και της ευεξίας κατά την εργασία με ψηφιακές τεχνολογίες, η προστασία συσκευών ΤΠΕ, η προστασία της ψηφιακής ιδιωτικότητας και ταυτότητας κ.ά.
- 3) Άλλη μια κατηγορία ψηφιακών δεξιοτήτων στην ΤΠΕ είναι η ψηφιακή επεξεργασία δεδομένων. Αυτή περιλαμβάνει ικανότητες όπως η αναγνώριση, ο εντοπισμός, η ανάκτηση, η αποθήκευση, η οργάνωση και η ανάλυση ψηφιακών πληροφοριών, βάσει της συνάφειας και του σκοπού τους. Μια επιπλέον ανάλυση των βασικών δεξιοτήτων που συγκαταλέγονται σε αυτή την κατηγορία είναι η αξιολόγηση και

διαχείριση δεδομένων, πληροφοριών και ψηφιακού περιεχομένου, η αποθήκευση ψηφιακών δεδομένων και συστημάτων καθώς και η διερεύνηση, αναζήτηση και το φιλτράρισμα δεδομένων, πληροφοριών και ψηφιακού περιεχομένου.

- 4) Σημαντική κατηγορία δεξιοτήτων στην ΤΠΕ είναι και η ψηφιακή επικοινωνία και συνεργασία. Πιο συγκεκριμένα αυτή αφορά στην επικοινωνία σε ψηφιακά περιβάλλοντα, στην ανταλλαγή πόρων μέσω διαδικτυακών εργαλείων, στη σύνδεση με άλλους και συνεργασία μέσω ψηφιακών εργαλείων και στην αλληλεπίδραση με τις κοινότητες και τα δίκτυα. Αντίστοιχα, μερικές επιπλέον ειδικές ικανότητες που συμπεριλαμβάνονται σε αυτή την κατηγορία μεταξύ άλλων είναι η διαχείριση ψηφιακής ταυτότητας, η επικοινωνία και κοινοποίηση δεδομένων μέσω ψηφιακών τεχνολογιών και η συμμετοχή στα κοινά μέσω αυτών.
- 5) Τέλος, σημαντική κατηγορία ικανοτήτων η οποία συμπληρώνει το χάρτη των ανταγωνιστικών δεξιοτήτων στην ΤΠΕ, είναι η δημιουργία ψηφιακού περιεχομένου, η οποία περιλαμβάνει ικανότητες όπως η δημιουργία και επεξεργασία νέου περιεχομένου (από επεξεργασία κειμένου έως εικόνες και βίντεο), η ενσωμάτωση και επανάπτυξη προηγούμενων γνώσεων και περιεχομένου, η παραγωγή δημιουργικής έκφρασης, προϊόντων μέσω επικοινωνίας και προγραμματισμού, καθώς και η διαχείριση και εφαρμογή δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας και αδειών.

6.2.1.3 Πυλώνας των προσόντων

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Κομισιόν *«τα επαγγελματικά προσόντα είναι το επίσημο αποτέλεσμα διαδικασίας αξιολόγησης και επικύρωσης, το οποίο επιτυγχάνεται όταν ο αρμόδιος φορέας διαπιστώνει ότι ένα άτομο έχει επιτύχει μαθησιακά αποτελέσματα που ανταποκρίνονται σε συγκεκριμένες προδιαγραφές»* [92]. Προκειμένου να υποστηριχθούν οι εργαζόμενοι στην ΕΕ και να υπάρξει ένας καλύτερος προσανατολισμός μέσω της αποτύπωσης και αντιστοίχισης των προσόντων σε επαγγέλματα, η Κομισιόν έχει αναπτύξει ένα εργαλείο αποτύπωσης και χαρτογράφησης αυτών, το Europass. Στο Europass εμφανίζονται πλέον πληροφορίες σχετικά με τα επαγγελματικά προσόντα σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι οποίες προέρχονται από βάσεις δεδομένων εθνικών επαγγελματικών προσόντων που αντικατοπτρίζουν τα εθνικά πλαίσια επαγγελματικών προσόντων τα οποία τελούν υπό την κατοχή και τη διαχείριση των κρατών μελών της ΕΕ. Το Europass διαθέτει το πλέον επικαιροποιημένο και πλούσιο αποθετήριο δεδομένων υψηλής ποιότητας για τα επαγγελματικά προσόντα, τα εθνικά πλαίσια επαγγελματικών προσόντων, καθώς και τις ευκαιρίες μάθησης στην Ευρώπη, και βοηθά τους

εκπαιδευόμενους να βρουν ευκαιρίες μάθησης σε άλλες χώρες, και τους εργοδότες να κατανοήσουν την αξία των επαγγελματικών προσόντων από άλλα κράτη μέλη της ΕΕ.

Μία από τις κύριες αποστολές του ESCO είναι η οικοδόμηση ισχυρότερων δεσμών μεταξύ του κόσμου της εκπαίδευσης και της κατάρτισης και του κόσμου της εργασίας, συμβάλλοντας στη μείωση των αναντιστοιχιών δεξιοτήτων και υποστηρίζοντας την καλύτερη λειτουργία της αγοράς εργασίας. Το όραμα για το ESCO είναι η παροχή μιας κοινής γλώσσας αναφοράς που θα μπορούσε να υποστηρίξει τη διαφάνεια, τη μετάφραση, τη σύγκριση, την ταυτοποίηση και την ανάλυση του περιεχομένου των επαγγελματικών προσόντων, συμβάλλοντας έτσι στον προσδιορισμό του τρόπου με τον οποίο τα εν λόγω προσόντα σχετίζονται με τις δεξιότητες και τα επαγγέλματα που απαιτούνται σε όλα τα επαγγελματικά πεδία και τους τομείς. Το ESCO το πράττει αυτό:

- 1) στηρίζοντας την περιγραφή και την κατανόηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των επαγγελματικών προσόντων μέσω της υποστήριξης των συστημάτων εκπαίδευσης και κατάρτισης κατά τη μετάβαση σε μαθησιακά αποτελέσματα που εξυπηρετούν καλύτερα τις ανάγκες της αγοράς εργασίας,
- 2) ενισχύοντας τις υπηρεσίες εξατομικευμένου/ψηφιακού επαγγελματικού προσανατολισμού, αφού οι δεξιότητες και τα επαγγέλματα του ESCO μπορούν να χρησιμοποιούνται για να παρέχουν εξατομικευμένες προτάσεις εκπαίδευσης και κατάρτισης σε άτομα που αναζητούν εργασία και σε εκπαιδευόμενους, και τέλος,
- 3) στηρίζοντας την επικύρωση της άτυπης και της μη τυπικής μάθησης, αφού οι οργανισμοί μπορούν να χρησιμοποιούν το ESCO για να προσδιορίζουν τις δεξιότητες που αναπτύσσονται μέσα από μια δεδομένη δραστηριότητα.

Το σημαντικότερο είναι ότι οι πυλώνες που αναλύθηκαν παραπάνω συνδέονται για να δείξουν τις σχέσεις μεταξύ τους. Τα επαγγελματικά προφίλ δείχνουν εάν οι δεξιότητες και οι ικανότητες είναι απαραίτητες ή προαιρετικές και ποια προσόντα είναι συναφή με κάθε επάγγελμα της ESCO. Η δομή αυτή επιτρέπει στην ESCO να οργανώνει τις διαθέσιμες γνώσεις της ευρωπαϊκής αγοράς εργασίας και του τομέα της εκπαίδευσης/κατάρτισης με συνεπή και εύχρηστο τρόπο. Η ταξινόμηση είναι εύκολα προσβάσιμη μέσω της διαδικτυακής πύλης της ESCO.

6.2.2 O*NET (Occupational Information Network)

Τα έγκυρα δεδομένα είναι απαραίτητα για την κατανόηση της ταχέως μεταβαλλόμενης φύσης της εργασίας και του τρόπου με τον οποίο επηρεάζει το εργατικό δυναμικό και την οικονομία των χωρών. Το Δίκτυο Επαγγελματικής Πληροφόρησης (O*NET)

αναπτύσσεται υπό την αιγίδα του Υπουργείου Εργασίας/Απασχόλησης και Κατάρτισης των Ηνωμένων Πολιτειών (USDOL/ETA) με επιχορήγηση στο Υπουργείο Εμπορίου της Βόρειας Καρολίνας.

Το O*NET είναι μία βάση δεδομένων (database) που αναπτύχθηκε για το Υπουργείο Εργασίας των Η.Π.Α.. Από τις πληροφορίες αυτές, αναπτύσσονται δράσεις και εφαρμογές για την ανάπτυξη και της συντήρηση ειδικευμένου εργατικού δυναμικού. Η βάση περιέχει εκατοντάδες πιστοποιημένους και ειδικούς για την περιγραφή των επαγγελματιών σε σχεδόν 1.000 επαγγέλματα που καλύπτουν ολόκληρη την οικονομία των ΗΠΑ. Η βάση δεδομένων, η οποία διατίθεται στο κοινό χωρίς κόστος, ενημερώνεται συνεχώς από τις εισροές που προκύπτουν από ένα ευρύ φάσμα εργαζομένων σε κάθε επάγγελμα. Για να συμβαδίζει με το μεταβαλλόμενο επαγγελματικό τοπίο, η ταξινόμηση των επαγγελματιών αναθεωρείται περιοδικά, με την τελευταία αναθεώρηση να γίνεται το 2019.

Το O*NET OnLine [93] έχει λεπτομερείς περιγραφές του χώρου της εργασίας για όσους αναζητούν εργασία, ανάπτυξη εργατικού δυναμικού και επαγγελματίες του ανθρώπινου δυναμικού (HR), φοιτητές, ερευνητές και άλλα. Οι πληροφορίες που περιέχονται στην O* NET OnLine χωρίζονται σε έξι τομείς. Οι τομείς περιλαμβάνουν τα χαρακτηριστικά των εργαζομένων, τις απαιτήσεις των εργαζομένων, τις απαιτήσεις εμπειρίας, τις ειδικές επαγγελματικές πληροφορίες, τα χαρακτηριστικά του εργατικού δυναμικού και τις επαγγελματικές απαιτήσεις. Παρόλο που όλοι αυτοί οι τομείς περιεχομένου μπορεί να είναι δυνητικά χρήσιμοι για παροχή συμβουλών, ο τομέας που παρουσιάζει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τους ακαδημαϊκούς συμβούλους περιλαμβάνεται στην ενότητα «Χαρακτηριστικά εργαζομένων». Τα χαρακτηριστικά που περιλαμβάνονται σε αυτήν την διάσταση είναι τα παρακάτω.

- 1) **Ικανότητες.** Διαρκή χαρακτηριστικά του ατόμου που επηρεάζουν την απόδοσή του στον εργασιακό χώρο. Αυτές διακρίνονται στη συνέχεια σε τέσσερις υποκατηγορίες όπως αναλύονται παρακάτω:
 - i) *Γνωστικές Ικανότητες:* Στην ενότητα αυτή περιέχονται 21 ικανότητες που επηρεάζουν την απόκτηση και την εφαρμογή γνώσεων στην επίλυση προβλημάτων, όπως είναι ο συμπερασματικός λογισμός, η ευχέρεια ιδεών, η απομνημόνευση, η ταχύτητα αντίληψης, η κατανόηση κειμένων κ.ά.
 - ii) *Σωματικές Ικανότητες:* Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται 9 ικανότητες που επηρεάζουν την ισχύ, την αντοχή, την ευελιξία, την ισορροπία και το συντονισμό του ατόμου. Μεταξύ άλλων, στην κατηγορία αυτή συμπεριλαμβάνονται στοιχεία

όπως η φυσική αντοχή, η δυναμική ευελιξία του σώματος, η ισορροπία, και η στατική δύναμη.

iii) *Ψυχοκινητικές ικανότητες*: Πρόκειται για μια κατηγορία που περιλαμβάνει 10 στοιχεία που αφορούν τον εναρμονισμό της σκέψης και της κίνησης του ανθρωπίνου σώματος. Συγκεκριμένα, αφορά σε ικανότητες που επηρεάζουν την ικανότητα χειρισμού και ελέγχου αντικειμένων και ενδεικτικά σε αυτή την κατηγορία υπάρχουν ικανότητες όπως η ακρίβεια χειρισμού, δηλαδή η ικανότητα ταχείας και επανειλημμένης ρύθμισης των χειριστηρίων μιας μηχανής ή ενός οχήματος σε ακριβείς θέσεις, ο χρόνος αντίδρασης κ.ά.

iv) *Αισθητικές ικανότητες*: Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει ικανότητες που επηρεάζουν την οπτική, ακουστική και την αίσθηση του λόγου. Μερικά παραδείγματα είναι η ακουστική προσοχή που αφορά στην ικανότητα εστίασης σε μία μόνο πηγή ήχου παρουσία άλλων ενοχλητικών ήχων, η μακρινή όραση, η περιφερειακή όραση, η σαφήνεια λόγου και άλλα.

2) **Ενδιαφέροντα**. Αποτελούν τις διαφορετικές προτιμήσεις ατόμων για διαφορετικούς τύπους εργασιακών περιβαλλόντων. Τα επαγγελματικά προφίλ που παρουσιάζονται στην παρούσα βάση δεδομένων είναι συμβατά με το μοντέλο των τύπων προσωπικότητας και το περιβάλλον εργασίας της θεωρίας του Δρ. Holland [94], ή αλλιώς RIASEC.

Η θεωρία του Δρ. Holland προτείνει να υπάρχουν έξι ευρείς τομείς στους οποίους όλες οι σταδιοδρομίες μπορούν να ταξινομηθούν. Κάθε ένας από τους 6 τομείς ενδιαφέροντος περιγράφει ένα ευρύ πεδίο παρόμοιων εργασιών και δραστηριοτήτων. Οι τομείς ενδιαφέροντος περιγράφουν επίσης τους ανθρώπους: τις αξίες, τα κίνητρα και τις προτιμήσεις τους. Για κάθε τομέα ενδιαφέροντος, υπάρχει συλλογή τυπικών καθηκόντων εργασίας, καθώς και περιγραφή του είδους του ατόμου που θα ενδιαφερόταν να εκτελέσει αυτά τα είδη καθηκόντων. Οι έξι τομείς είναι οι εξής:

i) *Ρεαλιστικά επαγγέλματα*: Τα ρεαλιστικά επαγγέλματα περιλαμβάνουν συχνά δραστηριότητες εργασίας που σχετίζονται με πρακτικά προβλήματα και λύσεις. Συχνά ασχολούνται με φυτά, ζώα και φυσικά υλικά όπως το ξύλο, τα εργαλεία και τα μηχανήματα. Πολλά από αυτά τα επαγγέλματα απαιτούν εργασία σε εξωτερικούς χώρους και δεν περιλαμβάνουν εργασίες με έγγραφα ή στενή συνεργασία με άλλους

- ii) *Ερευνητικά επαγγέλματα*: Τα ερευνητικά επαγγέλματα συχνά περιλαμβάνουν την επεξεργασία ιδεών και απαιτούν εκτενή σκέψη. Τα επαγγέλματα αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν την αναζήτηση δεδομένων και την εξεύρεση νοητικών προβλημάτων.
 - iii) *Καλλιτεχνικά επαγγέλματα*: Τα καλλιτεχνικά επαγγέλματα συχνά περιλαμβάνουν εργασία με φόρμες, σχέδια και πρότυπα. Συχνά απαιτούν ατομική έκφραση, ενώ η δουλειά μπορεί να ολοκληρωθεί χωρίς να ακολουθείται ένα σαφές και συγκεκριμένο σύνολο κανόνων.
 - iv) *Κοινωνικά επαγγέλματα*: Τα κοινωνικά επαγγέλματα συχνά περιλαμβάνουν την εργασία με ανθρώπους, την επικοινωνία και τη διδασκαλία. Τα επαγγέλματα αυτά συχνά περιλαμβάνουν παροχή βοήθειας ή υπηρεσιών σε άλλους.
 - v) *Επιχειρηματικά επαγγέλματα*: Τα επιχειρηματικά επαγγέλματα συχνά περιλαμβάνουν την έναρξη/ίδρυση και την εκτέλεση σχεδίων. Αυτά τα επαγγέλματα μπορεί να περιλαμβάνουν ηγετικούς ανθρώπους οι οποίοι μπορούν να λαμβάνουν πολλές αποφάσεις. Μερικές φορές απαιτούν ανάληψη κινδύνου και συχνά σχετίζονται με επιχειρήσεις.
 - vi) *Συμβατικά/ Κοινότυπα επαγγέλματα*: Τα συμβατικά επαγγέλματα συχνά περιλαμβάνουν καθορισμένες διαδικασίες και ρουτίνες. Τα επαγγέλματα αυτά μπορεί να αφορούν περισσότερο στην εργασία με δεδομένα και λεπτομέρειες παρά με ιδέες. Συνήθως υπάρχει σαφής γραμμή διαδικασιών και αρμοδιοτήτων που πρέπει να ακολουθηθεί.
- 3) **Γνώσεις**. Η κατηγορία αυτή αποτελείται από οργανωμένα σύνολα αρχών και γεγονότων που ισχύουν σε γενικούς γνωστικούς τομείς όπως η διοίκηση και διαχείριση, η χημεία, η βιολογία, οι υπολογιστές και τα ηλεκτρονικά είδη κ.ά. Σε κάθε γνωστικό αντικείμενο το οποίο λειτουργεί σαν λήμμα, ο χρήστης μεταφέρεται σε μια σελίδα με όλα τα επαγγέλματα που σχετίζονται άμεσα με το γνωστικό αυτό αντικείμενο. Τα επαγγέλματα κατατάσσονται κατά σειρά σημαντικότητας (Importance) αλλά και επιπέδου δυσκολίας (level), ενώ ταυτόχρονα κάθε επάγγελμα έχει πλέον έναν συγκεκριμένο κωδικό και ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί περαιτέρω σε κάθε επάγγελμα βλέποντας τις αρμοδιότητες που έχει κάποιος σε αυτή τη θέση, τις απαραίτητες γνώσεις, την απαιτούμενη εκπαίδευση και άλλα.
- 4) **Δεξιότητες**. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει ανεπτυγμένες ικανότητες που διευκολύνουν τη μάθηση ή την ταχύτερη απόκτηση γνώσεων σε κάθε επαγγελματικό

χώρο. Πιο συγκεκριμένα, οι δεξιότητες διακριτοποιούνται σε έξι υποκατηγορίες με την καθεμία να περιέχει ένα σύνολο επιμέρους στοιχείων και δεξιοτήτων που απαρτίζουν αυτό το σύνολο, όπως φαίνεται παρακάτω. Σε καθένα από τα επιμέρους στοιχεία, ο επισκέπτης της σελίδας έχει την ικανότητα να πλοηγηθεί σε μια νέα σελίδα που υπάρχει η λίστα επαγγελματών που απαιτεί την κτήση της συγκεκριμένης δεξιότητας, καθώς και το βαθμό σημαντικότητας αυτής στο κάθε επάγγελμα.

- i) *Βασικές δεξιότητες*: Στην κατηγορία αυτή περιέχονται 10 ανεπτυγμένες ικανότητες που διευκολύνουν τη μάθηση ή την ταχύτερη απόκτηση γνώσεων, όπως είναι η ενεργητική μάθηση, η ενεργητική ακοή, η κριτική σκέψη και η ομιλία.
- ii) *Δεξιότητες Σύνθετης Επίλυσης Προβλημάτων*: Ανεπτυγμένες δυνατότητες που χρησιμοποιούνται για την επίλυση νέων, απροσδιόριστων προβλημάτων σε σύνθετα, ρεαλιστικά περιβάλλοντα. Συγκεκριμένα περιλαμβάνει τον εντοπισμό σύνθετων προβλημάτων και την αναθεώρηση σχετικών πληροφοριών για την ανάπτυξη και αξιολόγηση επιλογών και εφαρμογή λύσεων.
- iii) *Δεξιότητες διαχείρισης πόρων*: Περιλαμβάνει 4 στοιχεία ανεπτυγμένων δυνατοτήτων που χρησιμοποιούνται για την αποδοτική κατανομή πόρων. Συγκεκριμένα αυτά είναι η διαχείριση δημοσιονομικών πόρων, η διαχείρισης ειδικών πόρων, η διαχείριση προσωπικού και η διαχείριση του χρόνου.
- iv) *Κοινωνικές δεξιότητες*: Αυτές περιλαμβάνουν 6 ανεπτυγμένες ικανότητες που χρησιμοποιούνται για τη συνεργασία μεταξύ ανθρώπων προς την επίτευξη κοινών στόχων. Μεταξύ άλλων σε αυτά συγκαταλέγονται η συνεργασία, η διαπραγμάτευση, η πειθώ και η κοινωνική αντίληψη,
- v) *Δεξιότητες συστημάτων*: Εδώ περιλαμβάνονται 3 ανεπτυγμένες ικανότητες που χρησιμοποιούνται για την κατανόηση, την παρακολούθηση και τη βελτίωση των κοινωνικο-τεχνικών συστημάτων. Συγκεκριμένα, στην κατηγορία αυτή περιέχονται η κριτική σκέψη και λήψη αποφάσεων, λαμβάνοντας υπόψη το σχετικό κόστος και τα οφέλη των πιθανών δράσεων για την επιλογή της καταλληλότερης, η ανάλυση των συστημάτων καθορίζοντας τον τρόπο λειτουργίας ενός συστήματος και του τρόπου με τον οποίο οι αλλαγές στις συνθήκες, τις λειτουργίες και το περιβάλλον θα επηρεάσουν τα αποτελέσματα και τέλος, η αξιολόγηση των συστημάτων με τον προσδιορισμό μέτρων ή δεικτών απόδοσης του συστήματος και των δράσεων που απαιτούνται για τη βελτίωση ή τη διόρθωση των επιδόσεων, σε σχέση με τους στόχους του συστήματος.

vi) *Τεχνικές δεξιότητες*: Περιλαμβάνει ένα σύνολο 11 ανεπτυγμένων ικανοτήτων που χρησιμοποιούνται για τον σχεδιασμό, την εγκατάσταση, τη λειτουργία και τη διόρθωση δυσλειτουργιών που αφορούν την εφαρμογή μηχανημάτων ή τεχνολογικών συστημάτων. Ενδεικτικά, μερικές από τις δεξιότητες στην κατηγορία αυτή είναι η συντήρηση εξοπλισμού, η εγκατάσταση, ο προγραμματισμός και η ανάλυση ελέγχου ποιότητας σε προϊόντα και υπηρεσίες.

5) **Επαγγελματικές δραστηριότητες**. Περιλαμβάνει γενικούς τύπους συμπεριφορών εργασίας που εμφανίζονται σε πολλαπλές εργασίες. Οι συμπεριφορές αυτές κατηγοριοποιούνται όπως φαίνεται παρακάτω.

i) *Εισαγωγή πληροφοριών*: Περιέχονται στοιχεία που σχετίζονται με το πού και πώς είναι οι πληροφορίες και τα δεδομένα που απαιτούνται για την εκτέλεση της εκάστοτε εργασίας. Συγκεκριμένα, συμπεριλαμβάνονται στοιχεία όπως η εκτίμηση των ποσοτικοποιήσιμων χαρακτηριστικών των προϊόντων, των γεγονότων ή των πληροφοριών, η εκτίμηση μεγεθών, αποστάσεων και ποσοτήτων ή ο προσδιορισμός του χρόνου, του κόστους, των πόρων ή του υλικού που απαιτείται για την εκτέλεση μιας δραστηριότητας εργασίας.

ii) *Αλληλεπίδραση με άλλους*: Στην κατηγορία αυτή περιέχονται 17 στοιχεία σχετικά με τις αλληλεπιδράσεις με άλλα πρόσωπα ή εποπτικές δραστηριότητες που προκύπτουν κατά την εκτέλεση μιας εργασίας. Μεταξύ αυτών ενδεικτικά αναφέρονται η βοήθεια και φροντίδα για άλλους, η επικοινωνία με επόπτες, ομότιμους ή υφισταμένους, η εκτέλεση δραστηριοτήτων διαχείρισης και άλλα.

iii) *Νοητικές διεργασίες*: Περιέχονται στοιχεία που σχετίζονται με το ποιες δραστηριότητες επεξεργασίας, σχεδιασμού, επίλυσης προβλημάτων, λήψης αποφάσεων και καινοτομίας εκτελούνται με πληροφορίες σχετικές με την εργασία. Περιλαμβάνει 10 στοιχεία σχετικά με τις νοητικές διεργασίες, όπως είναι η ανάλυση δεδομένων ή πληροφοριών, η αξιολόγηση πληροφοριών για τον προσδιορισμό της συμμόρφωσης με τα πρότυπα, η δημιουργική σκέψη και άλλα.

iv) *Εκροές εργασίας*: Στην κατηγορία αυτή περιέχονται 9 στοιχεία σχετικά με το ποιες φυσικές δραστηριότητες πραγματοποιούνται, ποιος εξοπλισμός και οχήματα λειτουργούν/ελέγχονται και ποιες πολύπλοκες/τεχνικές δραστηριότητες συμβάλλουν στο παραγόμενο έργο. Εδώ συμπεριλαμβάνονται δεξιότητες όπως ο έλεγχος μηχανών και διεργασιών, η αλληλεπίδραση με υπολογιστές και διάφορα λογισμικά, η επιδιόρθωση και συντήρηση ηλεκτρονικού εξοπλισμού και άλλα.

6) **Επαγγελματικό περιεχόμενο.** Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται φυσικοί και κοινωνικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη φύση της εργασίας. Τα επιμέρους στοιχεία κατανέμονται σε 3 νέες κατηγορίες όπως αναφέρεται παρακάτω.

- i) *Διαπροσωπικές σχέσεις:* Η κατηγορία αυτή περιγράφει το περιεχόμενο της εργασίας όσον αφορά τις διαδικασίες αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπων μέσω 14 στοιχείων, όπως είναι η επικοινωνία με άλλους, η αντιμετώπιση δυσαρεστημένων και εξοργισμένων πελατών, η επικοινωνία μέσω e-mail, ο προφορικός λόγος, η ομαδική εργασία κ.ά..
- ii) *Συνθήκες Σωματικής Εργασίας:* Η κατηγορία αυτή περιγράφει το εργασιακό περιβάλλον καθώς σχετίζεται με τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ του εργαζομένου και του φυσικού περιβάλλοντος εργασίας. Η κατηγορία αυτή περιέχει 30 στοιχεία που σχετίζονται με τις εργασιακές συνθήκες στο περιβάλλον κάθε εργαζομένου, όπως είναι η έκθεση σε χημικά στοιχεία, σε παθογόνους μικροοργανισμούς, σε τοξικά στοιχεία, σε επικίνδυνο φωτισμό, σε δονούμενα περιβάλλοντα, σε φυσικά καιρικά φαινόμενα κ.ά..
- iii) *Διαρθρωτικά χαρακτηριστικά εργασίας:* Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τις σχέσεις ή τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ του εργαζομένου και των δομικών χαρακτηριστικών της εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, η κατηγορία αυτή απαρτίζεται από 13 στοιχεία, στα οποία μεταξύ άλλων ανήκουν οι συνέπειες λάθους στο εργασιακό περιβάλλον, η ελευθερία λήψης αποφάσεων, το επίπεδο ανταγωνισμού στον επαγγελματικό χώρο, στην πίεση λόγω χρόνου κ.ά..

7) **Εργασιακό Στυλ.** Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει προσωπικά χαρακτηριστικά που μπορούν να επηρεάσουν το κατά πόσο οι εργαζόμενοι είναι σε θέση να εκτελέσουν αποτελεσματικά κάποια δουλειά. Σε αυτό το σύνολο χαρακτηριστικών μεταξύ άλλων περιλαμβάνονται η ατομική προσπάθεια στο εργασιακό περιβάλλον για την επίτευξη προσωπικών στόχων, η αναλυτική σκέψη που βοηθά στην επίλυση προβλημάτων μέσω επιστράτευσης της λογικής σε διάφορες συνθήκες στο επαγγελματικό περιβάλλον, η συνεργασία με άλλους, η εντιμότητα, η καινοτομία στη σκέψη, ο αυτοέλεγχος κ.ά.. Αντίστοιχα με τις άλλες κατηγορίες, τα στοιχεία αυτά λειτουργούν σαν λήμματα που παραπέμπουν τον επισκέπτη της ιστοσελίδας σε μια λίστα επαγγελματιών που σχετίζονται με αυτό το χαρακτηριστικό, δείχνοντας ταυτόχρονα και το βαθμό συσχέτισης αυτού του χαρακτηριστικού με κάθε επάγγελμα.

8) **Επαγγελματικές αξίες.** Τελευταία κατηγορία αποτελούν οι πτυχές της εργασίας που αποτελούν παγκοσμίως σημαντικές ανάγκες για την ανάπτυξη ενός ατόμου. Στην

ιστοσελίδα του O*NET OnLine δίνεται η δυνατότητα στον επισκέπτη να επιλέξει ποιες επαγγελματικές αξίες είναι για εκείνον σημαντικότερες και το σύστημα του προτείνει μια λίστα επαγγελμάτων που σχετίζονται άμεσα με τις επιλεγθείσες αξίες. Οι επαγγελματικές αξίες είναι 6 σύμφωνα με το O*NET και αναλύονται παρακάτω.

- i) *Επιτυχία/Επίτευξη*: Τα επαγγέλματα που ικανοποιούν αυτή την εργασιακή αξία είναι προσανατολισμένα στα αποτελέσματα και επιτρέπουν στους εργαζόμενους να χρησιμοποιούν τις ισχυρότερες δυνατότητές τους, δίνοντάς τους ένα αίσθημα επιτυχίας.
- ii) *Ανεξαρτησία*: Τα επαγγέλματα που ικανοποιούν αυτή την εργασιακή αξία επιτρέπουν στους εργαζόμενους να εργάζονται μόνοι τους και να λαμβάνουν αποφάσεις. Αντίστοιχες ανάγκες είναι η δημιουργικότητα, η ευθύνη και η αυτονομία.
- iii) *Αναγνώριση*: Τα επαγγέλματα που ικανοποιούν αυτή την εργασιακή αξία προσφέρουν πρόοδο, δυνατότητες ηγεσίας και συχνά θεωρούνται αναγνωρισμένα. Οι αντίστοιχες ανάγκες είναι η προαγωγή, η αρχή, η αναγνώριση και η κοινωνική κατάσταση.
- iv) *Σχέσεις*: Τα επαγγέλματα που ικανοποιούν αυτή την αξία εργασίας επιτρέπουν στους εργαζόμενους να παρέχουν υπηρεσίες σε άλλους και να εργάζονται με τους συναδέλφους τους σε φιλικό μη ανταγωνιστικό περιβάλλον. Αντίστοιχες ανάγκες είναι οι συνεργάτες, οι ηθικές αξίες και η κοινωνική υπηρεσία.
- v) *Υποστήριξη*: Τα επαγγέλματα που ικανοποιούν αυτή την εργασιακή αξία προσφέρουν υποστηρικτική διαχείριση που βρίσκεται πίσω από τους εργαζόμενους.
- vi) *Συνθήκες εργασίας*: Τα επαγγέλματα που ικανοποιούν αυτή την εργασιακή αξία προσφέρουν ασφάλεια εργασίας και καλές συνθήκες εργασίας. Οι αντίστοιχες ανάγκες είναι η δραστηριότητα, η αποζημίωση, η ανεξαρτησία, η ασφάλεια, η ποικιλία και οι συνθήκες εργασίας.

Αξίζει να αναφερθεί πως η βάση δεδομένων του O*NET παρέχεται και μπορεί να αποθηκευτεί από κάθε χρήστη στις εξής μορφές:

- Microsoft Excel (XLSX)
- Tab-delimited αρχεία
- SQL αρχεία για MySQL, PostgreSQL, ή άλλες συμβατές βάσεις

- SQL αρχεία για Microsoft SQL Server
- SQL αρχεία για Oracle Database.

6.2.3 Σύγκριση Βάσεων Δεδομένων ESCO & O*NET

Η παραπάνω χαρτογράφηση των βάσεων δεδομένων που επιλέχθηκαν προς ανάλυση δείχνει πως έχουν γίνει, τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε αμερικανικό επίπεδο, πολλές και συστηματικές προσπάθειες λεπτομερούς καταγραφής των επαγγελματιών. Οι δυο αυτές βάσεις δεδομένων, αποτελούν μια συστηματική ταξινόμηση των επαγγελματιών κλάδων με σκοπό την ευρύτερη οικονομική ανάπτυξη μέσω της ενημέρωσης και προετοιμασίας των απασχολούμενων. Κύριος σκοπός και των δυο βάσεων είναι δηλαδή η καταγραφή όλων των απαραίτητων στοιχείων, αλλά και η δημιουργία εργαλείων, προκειμένου οι επικείμενοι εργαζόμενοι ή όσοι είναι ήδη επαγγελματίες, να έχουν πρόσβαση στις τελευταίες εξελίξεις ανά κλάδο, προκειμένου να ενισχύσουν το προφίλ τους και να γίνουν ανταγωνιστικοί.

Επομένως, είναι φανερή η διττή σημασία των δυο αυτών βάσεων. Αποτελούν βασικό εργαλείο επαγγελματικού προσανατολισμού ενημερώνοντας τους χρήστες για όλα τα απαραίτητα και χρήσιμα προσόντα ανά επάγγελμα, προκειμένου να γίνει όσο το δυνατόν πιο συνειδητά η επιλογή του επαγγελματικού τομέα, ενώ ταυτόχρονα αποτελούν σημείο αναφοράς για τους εργαζομένους, προκειμένου να ανατρέχουν ανά πάσα στιγμή και να ενημερώνονται για τα χαρακτηριστικά που θα τους καταστήσουν πιο ανταγωνιστικούς στην αγορά εργασίας. Κοινός σκοπός των δυο βάσεων είναι η επίτευξη της βέλτιστης απόδοσης των εργαζομένων σε κάθε επαγγελματικό και κατ' επέκταση οικονομικό κλάδο, προκειμένου να δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες για οικονομική ανάπτυξη και ευρωστία.

Συγκρίνοντας τη χρήση των δυο βάσεων δεδομένων, στο ESCO ένα σύνολο δεξιοτήτων αποθηκεύεται για κάθε χρήστη με ρητή επιλογή από μια ιεραρχία δεξιοτήτων. Κάθε επάγγελμα κατατάσσεται σε επάγγελμα σύμφωνα με το πρότυπο του ESCO, ενώ τα επαγγέλματα συνιστώνται στους χρήστες σε σύγκριση με τις δεξιότητές τους και τις ικανότητες που απαιτούνται για ενασχόληση με αυτά τα επαγγέλματα. Στο O*NET κάθε χρήστης λαμβάνει ένα προφίλ "ενδιαφέροντος εργασίας" με βάση τη ρητή επιλογή παραμέτρων (ικανότητες, δεξιότητες, αξίες κ.λπ.) και με έμμεση ανίχνευση ενδιαφερόντων του χρήστη μέσω του αναλυτή προφίλ O*Net (εργαλείο). Υποθέτοντας ότι κάθε εργασία έχει συσχετιστεί με επάγγελμα από την Τυποποιημένη Επαγγελματική Ταξινόμηση (SOC), οι παράμετροι που επιλέχθηκαν από τον χρήστη συνδέονται έμμεσα

με τα επαγγέλματα χρησιμοποιώντας δεδομένα από τη βάση δεδομένων O*Net. Τα επαγγέλματα συνιστώνται στους χρήστες σε σύγκριση με τις παραμέτρους που έχουν επιλεχθεί από τους ιδίους και τις παραμέτρους που έχουν συσχετιστεί με κάθε εργασιακό τομέα και επάγγελμα κατ' επέκταση.

Τέλος, βασική διαφορά των δυο αυτών βάσεων είναι πως η βάση του O*NET έχει πολλές κατηγοριοποιήσεις των απαραίτητων προσόντων, δεξιοτήτων, ικανοτήτων και υποχρεώσεων σε κάθε επαγγελματικό κλάδο, ενώ δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να εξετάσει από πολλές πλευρές τα ενδιαφέροντά του και πώς αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάθε επάγγελμα. Ταυτόχρονα, ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει τη συγκεκριμένη βάση για να αναπτύξει περισσότερες πτυχές του προκειμένου να γίνει ανταγωνιστικός στο επάγγελμα που τον ενδιαφέρει. Αντιθέτως, η βάση δεδομένων του ESCO, η οποία έχει βασιστεί στο O*NET, αποτελεί μια πιο γενική προσέγγιση ως προς τις δεξιότητες που είναι απαραίτητες σε κάθε επάγγελμα. Το ESCO αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για εξοικείωση με την κατηγοριοποίηση των επαγγελμάτων και των διαφόρων δεξιοτήτων που είναι χρήσιμες σε καθένα από αυτά, ενώ το O*NET αποτελεί μια πιο εξελιγμένη και λεπτομερή βάση δεδομένων για χρήστες που γνωρίζοντας πολύ καλά τις δεξιότητες και τις γνώσεις τους, επιθυμούν να επιλέξουν το επάγγελμα στο οποίο μπορούν να γίνουν πιο ανταγωνιστικοί.

Οι δύο αυτές βάσεις δεδομένων είναι εξαιρετικά χρήσιμες για την αποτύπωση των δεξιοτήτων που είναι χρήσιμες στους εργαζομένους σε τεχνολογίες της 4^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης. Συγκεκριμένα, με τη βάση του ESCO και αναλύοντας τον πυλώνα των δεξιοτήτων ήταν πολύ εύκολο να επισημανθούν ποιες είναι απαραίτητες για έναν εργαζόμενο σε τεχνολογίες που αφορούν την 4^η Βιομηχανική Επανάσταση. Αντιθέτως, στη βάση του O*NET, επειδή προορίζεται για άκρως ατομική χρήση, η αποτύπωση των επιμέρους στοιχείων που είναι χρήσιμα για έναν εργαζόμενο με τεχνολογίες του Industry 4.0 είναι δυσκολότερη. Ενώ το O*NET αποτελεί εξαιρετικό εξατομικευμένο εργαλείο επαγγελματικού προσανατολισμού και ενημέρωσης, δεν προσφέρεται για ανάλυση σε επίπεδο τομέα, καθώς κύρια λειτουργία του είναι η αντιστοίχιση δεξιοτήτων σε επαγγέλματα και αντιστρόφως. Η κατηγοριοποίηση των επαγγελμάτων και δεξιοτήτων που σχετίζονται με την 4^η Βιομηχανική Επανάσταση δεν είναι μπορεί να γίνει με ευκολία, καθώς δεν υπάρχουν βασικοί τρόποι αναγνώρισης αυτών, παρά μόνο μέσω επιλογής κατηγοριών όπως οι τεχνικές δεξιότητες που αναλύθηκαν παραπάνω. Επομένως, οι δυο αυτές βάσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε μεμονωμένα ανάλογα

με τις ανάγκες και το επίπεδο αυτογνωσίας κάθε χρήστη, είτε συνδυαστικά για βέλτιστα αποτελέσματα.

6.3 ΠΙΑAC-Ερωτηματολόγιο του OECD

Το ΠΙΑAC (Program for the International Assessment of Adult Competencies) [95] είναι ένα πρόγραμμα για τη διεθνή αξιολόγηση των ικανοτήτων των ενηλίκων του OECD (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης) , το οποίο περιέχει μέτρα σχετικά με την επάρκεια των ενηλίκων σε βασικές δεξιότητες επεξεργασίας πληροφοριών, και επίλυση προβλημάτων σε τεχνολογικά περιβάλλοντα.

Η μεγαλύτερη έρευνα που διεξήχθη στο πλαίσιο της ΠΙΑAC είναι η Έρευνα Ικανοτήτων Ενηλίκων. Συγκεκριμένα, η έρευνα μετρά την επάρκεια των ενηλίκων σε βασικές δεξιότητες επεξεργασίας πληροφοριών - γνώση, αριθμητική και επίλυση προβλημάτων - και συγκεντρώνει πληροφορίες και δεδομένα σχετικά με το πώς οι ενήλικες χρησιμοποιούν τις δεξιότητές τους στο σπίτι, στην εργασία και στην ευρύτερη κοινότητα. Αυτή η διεθνής έρευνα διεξάγεται σε περισσότερες από 40 χώρες/οικονομίες και μετρά τις βασικές γνωστικές και εργασιακές δεξιότητες που απαιτούνται για τη συμμετοχή των ατόμων στην κοινωνία και την ευημερία των οικονομιών.

Το ΠΙΑAC είναι μια πολύπλοκη αξιολόγηση, καθώς η συλλογή δεδομένων έχει πραγματοποιηθεί σε πολλές γλώσσες και χώρες σε διαφορετικούς πληθυσμούς, πολιτισμούς, με διάφορα επίπεδα εκπαίδευσης και εμπειρίες ζωής. Όλες οι συμμετέχουσες χώρες ακολουθούν τις οδηγίες διασφάλισης ποιότητας που ορίζονται από την κοινοπραξία του ΟΟΣΑ (OECD) και ακολουθούν στενά όλα τα συμφωνηθέντα πρότυπα που έχουν οριστεί για το σχεδιασμό της έρευνας, την εφαρμογή της αξιολόγησης και την αναφορά των αποτελεσμάτων.

Το ΠΙΑAC βασίζεται σε γνώσεις και εμπειρίες που έχουν αποκτηθεί από προηγούμενες διεθνείς αξιολογήσεις ενηλίκων - τη Διεθνή Έρευνα για την Παιδεία για τους Ενηλίκους (IALS) και την Έρευνα για τον Εφηβικό Αλφαριθμητισμό και τις Προσφορές Ζωής . Το ΠΙΑAC βελτιώνει και επεκτείνει τα πλαίσια αυτών των προηγούμενων αξιολογήσεων και, ταυτόχρονα, βελτιώνει το σχεδιασμό και τις μεθοδολογίες τους.

Η έρευνα αυτή πραγματοποιείται κάθε 10 χρόνια και έχει δύο κύκλους μέχρι στιγμής. Στον πρώτο κύκλο, υπήρχαν τρεις γύροι συλλογής δεδομένων, μεταξύ 2011-2018. Το 2018, άρχισε ο δεύτερος κύκλος της έρευνας, με τα αποτελέσματα αυτού του κύκλου να αναμένεται να δημοσιευτούν το 2024.

Στο πλαίσιο αυτής της προσπάθειας έχει σχεδιαστεί ένα διαδικτυακό εργαλείο αξιολόγησης ατομικών δεξιοτήτων. Το εργαλείο «Εκπαίδευση & Δεξιότητες Online» (Education & Skills Online) [96] είναι ένα εργαλείο αξιολόγησης που έχει σχεδιαστεί για να παρέχει αποτελέσματα σε ατομικό επίπεδο, τα οποία συνδέονται με τα μέτρα του ΟΟΣΑ για τις δεξιότητες των ενηλίκων (PIAAC), όπως ο αλφαριθμητισμός, το επίπεδο των μαθηματικών γνώσεων και η επίλυση προβλημάτων σε περιβάλλοντα πλούσια σε τεχνολογία. Όλα τα αποτελέσματα είναι συγκρίσιμα με τα μέτρα που χρησιμοποιούνται στο PIAAC και μπορούν να συγκριθούν με τα εθνικά και διεθνή αποτελέσματα που διατίθενται για τις συμμετέχουσες χώρες.

6.4 ICT BoK & CEPIS

Σε αυτή την ενότητα αναλύονται δυο ακόμα βάσεις δεδομένων μαζί με τα εργαλεία που προσφέρουν. Οι δυο αυτές βάσεις εστιάζουν στην ενημέρωση των ενδιαφερομένων και των εργαζομένων των ΤΠΕ.

Η ευρωπαϊκή επαγγελματική κοινότητα στον τομέα των ΤΠΕ εργάζεται για τη δημιουργία ενός Ευρωπαϊκού Θεμελιώδους Φορέα Γνώσης για το Επάγγελμα των ΤΠΕ, ο οποίος ονομάζεται EU ICT BoK. Το έργο πραγματοποιείται στην Τεχνική Επιτροπή CEN (CEN/TC 428) [97], με στόχο τη δημοσίευση ενός ευρωπαϊκού συμφωνημένου προτύπου ΤΠΕ BoK της ΕΕ.

Αντίστοιχα, το Συμβούλιο των Ευρωπαϊκών Επαγγελματικών Εταιρειών Πληροφορικής (CEPIS) είναι το αντιπροσωπευτικό όργανο των εθνικών ενώσεων πληροφορικής σε όλη την ευρύτερη Ευρώπη. Ο κύριος τομέας εστίασης της είναι η προώθηση και η ανάπτυξη δεξιοτήτων πληροφορικής σε ολόκληρη την Ευρώπη. Η CEPIS είναι υπεύθυνη για το εξαιρετικά επιτυχημένο πρόγραμμα ECDL και παράγει μια σειρά ερευνών και δημοσιεύσεων στον τομέα των δεξιοτήτων.

6.4.1 ICT BoK (Body of Knowledge)

Μέσω μιας έκθεσης για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 2012 σχετικά με τις «ηλεκτρονικές δεξιότητες και τον επαγγελματισμό των ΤΠΕ: Η προώθηση του επαγγέλματος των ΤΠΕ στην Ευρώπη.» (e-Skills and ICT Professionalism: Fostering the ICT Profession in Europe) διαπιστώθηκε ότι παρά την οικονομική κρίση, ο αριθμός των επαγγελματιών ΤΠΕ που απαιτούνται στην Ευρώπη συνεχίζει να αυξάνεται και θα συνεχίσει να αυξάνεται. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Κομισιόν, *«η ζήτηση για εργαζομένους με δεξιότητες ΤΠΕ αυξάνεται κατά 3% περίπου ετησίως, ενώ ο αριθμός των αποφοίτων ΤΠΕ*

μειώθηκε κατά 10% μεταξύ 2006 και 2010. Εάν συνεχιζόταν αυτή η τάση, θα υπήρχαν έως και 900000 κενές θέσεις επαγγελματιών ΤΠΕ στην ΕΕ έως το 2015».

Ως εκ τούτου, απαιτείται ένα θεμελιώδες σώμα γνώσης της ΕΕ για τις ΤΠΕ, προκειμένου να παρασχεθεί η βάση για την κοινή κατανόηση των βασικών γνώσεων που θα πρέπει να κατέχει ένας επαγγελματίας των ΤΠΕ. Το Επαγγελματικό Σώμα Τεχνολογίας Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ICT-BoK) αναπτύχθηκε από τις Cargemini Consulting και Ernst & Young και δημοσιεύθηκε από τη Γενική Διεύθυνση Εσωτερικής Αγοράς, Βιομηχανίας, Επιχειρηματικότητας και Μικρών και Μεσαίων Επιχειρήσεων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, ως μέρος του Πλαισίου Επαγγελματισμού των ΤΠΕ.

Το ICT-BoK αποτελείται από τέσσερα δομικά στοιχεία:

1. Το σώμα γνώσης (BoK)
2. Το πλαίσιο ικανοτήτων
3. Τους πόρους εκπαίδευσης και κατάρτισης
4. Τον κώδικα επαγγελματικής ηθικής

Το σώμα των γνώσεων στις ΤΠΕ ορίζεται ως μια προδιαγραφή της βασικής γνώσης που απαιτείται για την είσοδο στο επάγγελμα των ΤΠΕ και ενεργεί ως το πρώτο σημείο αναφοράς για όποιον ενδιαφέρεται να εργαστεί στις ΤΠΕ.

Το ICT-BoK στην έκδοση 1.0 (Version 1.0, 22 February 2015) [98] διαμορφώνει και καθορίζει τις γνώσεις που απαιτούνται στις τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών σε 12 τομείς γνώσης :

1. Στρατηγική και διακυβέρνηση ΤΠΕ

Η στρατηγική ΤΠΕ αφορά την κατανόηση του τρόπου διαχείρισης των συστημάτων πληροφοριών προς όφελος ενός οργανισμού. Για να χαραχθεί μια ορθή επιχειρηματική στρατηγική, είναι αναγκαίο να γνωρίζουμε πώς τα συστήματα πληροφοριών συμβάλλουν στη λειτουργία του οργανισμού, εξηγούν το φάσμα των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τη διαχείριση των συστημάτων πληροφοριών και αξιολογούν τις διάφορες μεθόδους και προσεγγίσεις για την επίλυση προβλημάτων διαχείρισης πληροφοριών. Στις βασικές απαιτούμενες γνώσεις αυτού του τομέα συμπεριλαμβάνονται:

- Η Εισαγωγή στους οργανισμούς, τις δομές και τις επιχειρηματικές λειτουργίες
- Ο ρόλος των ΤΠΕ στους οργανισμούς και η υλοποίηση των οφελών
- Διαχείριση πληροφοριών και περιεχομένου

- Έννοια και θεωρία του στρατηγικού σχεδιασμού
- Διεθνή πρότυπα εταιρικής διακυβέρνησης της τεχνολογίας των πληροφοριών (ISO 38500)
- Βάσεις ανάλυσης αξίας και διαχείρισης χαρτοφυλακίου της τεχνολογίας πληροφορικής
- Θεμελιώδεις γνώσεις της διαχείρισης κινδύνων
- Οικονομικές βάσεις
- Θεμελιώδεις γνώσεις σχεδιασμού στρατηγικής για τις ΤΠΕ
- Προγραμματισμός τεχνολογίας των πληροφοριών
- Διαδικασίες λήψης αποφάσεων στον τομέα της ΤΠ
- Συστήματα επικοινωνιών

2. Επιχειρήσεις και αγορά ΤΠΕ

Στην ουσία, πρόκειται για ριζική αλλαγή του τρόπου με τον οποίο οι επιχειρήσεις καταναλώνουν και αλληλεπιδρούν με την τεχνολογία πληροφορικής. Είναι απαραίτητο να αποκτηθούν γνώσεις σχετικά με τις δραστηριότητες των ΤΠΕ, τις διαφορετικές εφαρμογές των ΤΠΕ σε διάφορους τομείς και την εμπορική αξία τους. Απαιτείται κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι ΤΠΕ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πόροι, του τρόπου με τον οποίο πραγματοποιούνται οι επιχειρηματικές συναλλαγές, καθώς και των αρχών της αγοράς και των κύριων συνιστωσών. Οι έννοιες της εξωτερικής ανάθεσης, της ανάθεσης, της υπεργολαβίας, της προσέγγισης, της οικιακής διαχείρισης και της διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού, οι οποίες αφορούν ειδικά τις ΤΠΕ, θα πρέπει να επισημανθούν σε αυτόν τον τομέα γνώσης. Οι απαιτούμενες γνώσεις στον τομέα αυτό περιλαμβάνουν:

- Έννοιες επιχειρηματικών και επιχειρηματικών μοντέλων
- Θεμελιώδεις γνώσεις ανάλυσης της αγοράς και της συγκριτικής αξιολόγησης
- Διαχείριση αλυσίδας εφοδιασμού: επισκόπηση των κύριων μοντέλων εφοδιαστικής αλυσίδας, συμπεριλαμβανομένης της προμήθειας και της εξόρυξης
- Έννοιες της ηλεκτρονικής ανάθεσης συμβάσεων και της ηλεκτρονικής ανάθεσης
- Μοντέλα διανομής και παράδοσης

- Διαχείριση επιχειρηματικής διαδικασίας

3. Διαχείριση έργου

Κάθε έργο ΤΠ χρειάζεται επαγγελματίες διευθυντές επιχειρήσεων ικανούς να λαμβάνουν αποτελεσματικές και αποδοτικές αποφάσεις διαχείρισης έργου μέσω του συνδυασμού συγκεκριμένων γνώσεων, επιχειρηματικής κατανόησης και τεχνικών διαχείρισης έργων που υποστηρίζονται από κατάλληλο λογισμικό διαχείρισης έργων. Θα πρέπει να αναλυθούν τόσο τα ποσοτικά όσο και τα ποιοτικά δεδομένα που σχετίζονται με τον σχεδιασμό των έργων, να αξιολογηθούν εναλλακτικές στρατηγικές για την εκτέλεση των έργων, να χρησιμοποιηθεί μια σειρά ηλεκτρονικών και μη ηλεκτρονικών εργαλείων για τη δημιουργία ενός σχεδίου έργου, να κατανοηθούν οι άνθρωποι, οι διαδικασίες και οι διαδικασίες γύρω από την οργάνωση ενός έργου, συμπεριλαμβανομένων των συμβάσεων έργων, της διαχείρισης κινδύνου και της διαχείρισης των ανθρώπων. Στον τομέα αυτό απαιτούνται βασικές γνώσεις σε:

- Αρχές και έννοιες διαχείρισης έργων
- Σχεδιασμό, παρακολούθηση και έλεγχο έργων
- Κόστος/δημοσιονομική διαχείριση (συμπεριλαμβανομένου του προγραμματισμού του προϋπολογισμού κ.λπ.)
- Βασικές γνώσεις οικονομετρίας
- Μεθοδολογίες και εργαλεία διαχείρισης έργων
- Διαχείριση αλλαγών

4. Διαχείριση ασφάλειας

Η διαχείριση της ασφάλειας των πληροφοριών έχει ως στόχο να διασφαλίσει την εμπιστευτικότητα, την ακεραιότητα και τη διαθεσιμότητα των πληροφοριών, των δεδομένων και των υπηρεσιών τεχνολογίας πληροφορικής ενός οργανισμού. Καθορίζει τις απαιτήσεις για την εφαρμογή των ελέγχων ασφαλείας που είναι προσαρμοσμένοι στις ανάγκες μεμονωμένων οργανισμών ή τμημάτων τους. Βασικές γνώσεις στον τομέα είναι οι εξής:

- Εισαγωγή στις αρχές και τις έννοιες της ασφάλειας
- Έλεγχοι, σχέδια και διαδικασίες ασφάλειας ΤΠ
- Ασφάλεια υπολογιστή (συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων προστασίας από παρείσφρηση, κακόβουλου λογισμικού, κρυπτογραφίας κ.λπ.)

- Ασφάλεια δικτύου
- Εγκληματολογία της πληροφορικής
- Διαχείριση αδιάλειπτης λειτουργίας (π.χ. έλεγχος ασφάλειας)
- Ανθρώπινη συμπεριφορά / ψυχολογία

5. Διαχείριση ποιότητας

Η τελική αποστολή της λειτουργίας ποιότητας της ΤΠ είναι να προσθέσει αξία στον οργανισμό ως σύνολο και, ειδικότερα, να βελτιώσει την ποιότητα της ΤΠ από κάθε άποψη, συμπεριλαμβανομένων των εφαρμογών και των υποδομών. Περιλαμβάνει τόσο την ποιότητα προϊόντων / υπηρεσιών όσο και την ποιότητα των διαδικασιών. Το πεδίο εφαρμογής των μοντέλων ποιότητας περιλαμβάνει την υποστήριξη των προδιαγραφών και της αξιολόγησης των συστημάτων υπολογιστών με υψηλές απαιτήσεις λογισμικού και λογισμικού από διαφορετικές οπτικές γωνίες, δηλαδή εκείνων που συνδέονται με την απόκτηση, τις απαιτήσεις, την ανάπτυξη, τη χρήση, την αξιολόγηση, τη συντήρηση, τη διασφάλιση ποιότητας και τον έλεγχο. Στον τομέα αυτό απαιτούνται βασικές γνώσεις σε:

- Αρχές ποιότητας
- Πλαίσια ποιότητας και ISO-9126
- Διαχείριση ποιότητας λογισμικού (συμπεριλαμβανομένων συστημάτων QM, μεθοδολογιών για QM)
- Βασικά στοιχεία των εργαλείων ανάλυσης ποιότητας
- Παραγωγή διαδικαστικών εγγράφων

6. Αρχιτεκτονική

Στον τομέα της τεχνολογίας των πληροφοριών, η αρχιτεκτονική διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στις πτυχές του εκσυγχρονισμού των επιχειρήσεων, του μετασχηματισμού της ΤΠ και της ανάπτυξης λογισμικού, καθώς και σε άλλες σημαντικές πρωτοβουλίες εντός της επιχείρησης. Το επίπεδο αρχιτεκτονικής αντιπροσωπεύει το όριο του εύρους και την υποδιαίρεση των λεπτομερειών που θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη η αρχιτεκτονική δραστηριότητα, με βάση την ιεραρχία του οργανισμού και το κοινό επικοινωνίας. Κατατάσσεται σύμφωνα με τρεις διαφορετικές κατηγορίες: αρχιτεκτονική επιχειρήσεων, αρχιτεκτονική λύσεων και αρχιτεκτονική συστημάτων. Καθεμία από αυτές τις ταξινομήσεις ποικίλλει ως προς την υλοποίηση και το σχεδιασμό τους, ανάλογα με το εύρος της εκάστοτε επιχείρησης, τη δομή της οργάνωσης και την εταιρική κουλτούρα. Οι βασικές απαιτούμενες γνώσεις είναι:

- Αρχιτεκτονική συστημάτων υπολογιστών
- Επιχειρηματική αρχιτεκτονική
- Αρχιτεκτονική δεδομένων
- Αρχιτεκτονική εφαρμογών
- Τεχνική αρχιτεκτονική
- Εταιρική αρχιτεκτονική

7. Διαχείριση δεδομένων και πληροφοριών

Διαχείριση δεδομένων είναι η ανάπτυξη, η εκτέλεση και η εποπτεία σχεδίων, πολιτικών, προγραμμάτων και πρακτικών που ελέγχουν, προστατεύουν, παρέχουν και βελτιώνουν την αξία των αξιολογήσεων δεδομένων και πληροφοριών. Απαιτείται κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τα δεδομένα καταγράφονται, αντιπροσωπεύονται, οργανώνονται και ανακτώνται από αρχεία και βάσεις δεδομένων υπολογιστών. Απαιτούμενες βασικές γνώσεις είναι οι εξής:

- Μοντελοποίηση πληροφοριών και δεδομένων
- Τεχνικές αποθήκευσης φυσικών αρχείων
- Συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (Database management systems - DBMS)
- Διαχείριση εγγράφων, εγγραφών και περιεχομένου
- Διαχείριση δεδομένων αναφοράς και προτύπων

8. Ενοποίηση δικτύων και συστημάτων

Πρόκειται για τη σχεδίαση των δικτύων υπολογιστών στα οποία βασίζονται οι οργανισμοί για πρόσβαση, κοινή χρήση και αποθήκευση πληροφοριών. Είναι απαραίτητο να γίνουν κατανοητές οι επικοινωνίες δεδομένων και τα βασικά χαρακτηριστικά δικτύωσης. Επιπλέον, θα πρέπει να αποκτηθεί μια εικόνα σχετικά με τη διαδικασία σύνδεσης διαφορετικών υπολογιστικών συστημάτων και εφαρμογών λογισμικού με φυσικό ή λειτουργικό τρόπο. Απαιτούνται βασικές γνώσεις σε:

- Εισαγωγή στο υλικό και το λογισμικό του δικτύου
- Έννοιες και πρωτόκολλα (π.χ. πρότυπα και τεχνολογίες web)
- Αρχιτεκτονική δικτύου
- Ασύρματη και φορητή πληροφορική

- Κατανεμημένα συστήματα
- Εισαγωγή στη δικτύωση υπολογιστών
- Στοιχεία δικτύου και λειτουργικά συστήματα
- Αρχιτεκτονική συστημάτων
- Ανάπτυξη έξυπνων συστημάτων
- Υπολογισμός διαστάσεων υποδομής συστήματος
- Ενδιάμεσο λογισμικό
- Προγραμματισμός
- Τηλεπικοινωνιακά συστήματα
- Εξαρτήματα πολυμέσων και υπολογιστικών συστημάτων εν κινήσει
- Αρχές της ασύρματης επικοινωνίας
- Ασύρματα δίκτυα και πρωτόκολλα
- Επίπεδα μοντέλων OSI
- Τεχνολογία Web
- Τηλεφωνία μέσω του πρωτοκόλλου διαδικτύου (Voice Over Internet Protocol - VOIP)

9. Σχεδιασμός και ανάπτυξη λογισμικού

Πρόκειται για την εφαρμογή της μηχανικής στο σχεδιασμό, την ανάπτυξη και τη συντήρηση του λογισμικού. Είναι αναγκαίο να κατανοηθεί ο τρόπος ανάπτυξης ή απόκτησης συστημάτων λογισμικού (πληροφοριών) που ικανοποιούν τις απαιτήσεις των χρηστών και των πελατών. Απαιτείται επίσης γνώση των μεθοδολογιών και των διαδικασιών για την ανάπτυξη συστημάτων. Βασικές γνώσεις για αυτόν τον τομέα είναι:

- Τα στοιχεία λογισμικού ενός συστήματος υπολογιστών
- Η αρχιτεκτονική λογισμικού
- Η σχεδίαση προσανατολισμένη στο αντικείμενο
- Η σχεδίαση περιβάλλοντος χρήστη
- Η διαδικασία σχεδιασμού λογισμικού
- Η έννοια της ανάπτυξης απαιτήσεων (συμπεριλαμβανομένων των τύπων και των τεχνικών ανάλυσης)

- Οι γλώσσες προγραμματισμού και τα πρωτόκολλα
- Η επαναληπτική ανάπτυξη λογισμικού
- Η έννοια της ενοποίησης συστημάτων

10. Αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή

Η αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή (Human-Computer Interaction-HCI), όπως ορίζεται από την Ένωση Υπολογιστών (Association for Computing Machinery - ACM), είναι *"ένας κλάδος που ασχολείται με το σχεδιασμό, την αξιολόγηση και την εφαρμογή των διαδραστικών υπολογιστικών συστημάτων για ανθρώπινη χρήση και με τη μελέτη των σημαντικών φαινομένων που τα περιβάλλουν"*. Απαιτεί την κατανόηση της σημασίας του χρήστη για την ανάπτυξη εφαρμογών και συστημάτων ΤΠΕ και περιλαμβάνει την ανάπτυξη μιας νοοτροπίας που θα αναγνωρίζει τη σημασία των χρηστών, τις πρακτικές εργασίας τους και τα οργανωτικά πλαίσια. Τα θέματα που καλύπτονται θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν μεθοδολογίες σχεδιασμού με επίκεντρο το χρήστη, σχεδιασμό αλληλεπίδρασης, εργονομία, πρότυπα προσβασιμότητας και γνωστική ψυχολογία. Οι βασικές γνώσεις που απαιτούνται στον τομέα αυτό είναι για:

- Μοντέλα και θεωρίες αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή (HCI)
- Βασικά στοιχεία της σχεδίασης αλληλεπίδρασης
- HCI στη διαδικασία λογισμικού
- Μοντελοποίηση εμπλουτισμένης αλληλεπίδρασης
- Groupware (ομαδισμικό), πανταχού παρούσα υπολογιστική τεχνολογία και προσαυξημένες πραγματικότητες
- Υπερκείμενο, πολυμέσα και παγκόσμιος ιστός

11. Δοκιμές

Η δοκιμή λογισμικού είναι έρευνα που διεξάγεται για να παρέχονται στους ενδιαφερόμενους πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα του υπό δοκιμή προϊόντος ή υπηρεσίας. Η δοκιμή λογισμικού μπορεί επίσης να παρέχει μια αντικειμενική, ανεξάρτητη άποψη του λογισμικού, ώστε να επιτρέψει στην επιχείρηση να εκτιμήσει και να κατανοήσει τους κινδύνους της υλοποίησης του λογισμικού. Οι τεχνικές δοκιμής περιλαμβάνουν, ενδεικτικά, τη διαδικασία εκτέλεσης ενός προγράμματος ή μιας εφαρμογής με σκοπό την εύρεση σφαλμάτων λογισμικού (σφαλμάτων ή άλλων ελαττωμάτων) ή στοιχείων λογισμικού. Στον τομέα αυτό απαιτούνται βασικές γνώσεις στα παρακάτω:

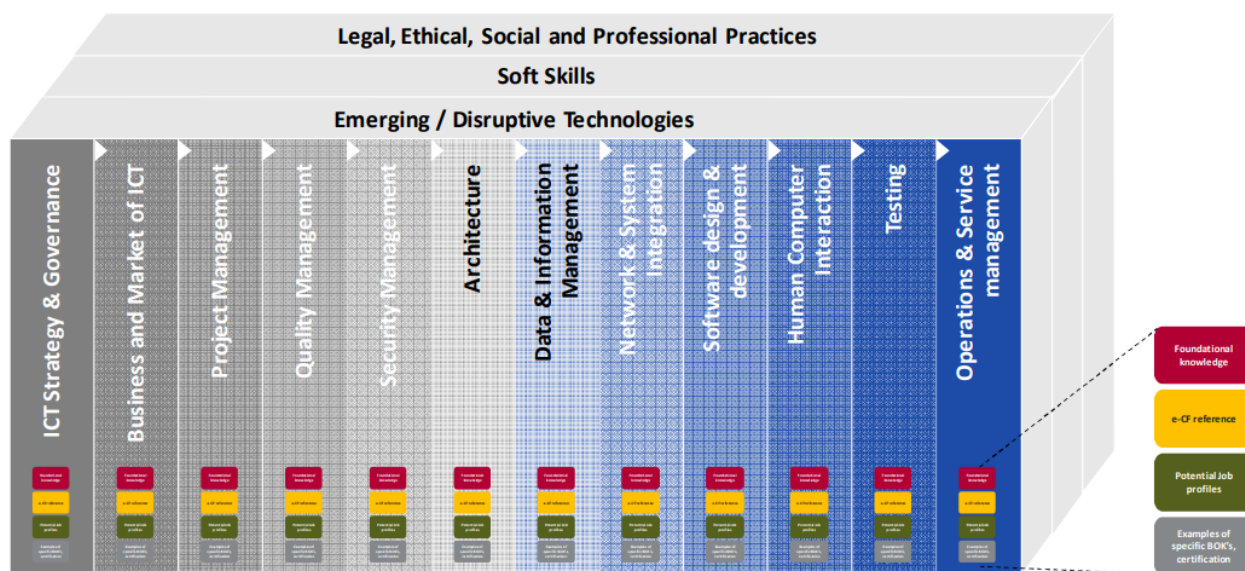
- Ορισμός και έννοιες των δομημένων δοκιμών
- Αρχές δοκιμής
- Τύποι δοκιμών, μέθοδοι και τεχνικές
- Δοκιμή κύκλου ζωής

12. Λειτουργία και διαχείριση υπηρεσιών

Οι επιχειρήσεις ΤΠΕ και η διαχείριση υπηρεσιών ασχολούνται με τη συνεχιζόμενη λειτουργία των ΤΠΕ σε οργανωτικό πλαίσιο και περιλαμβάνουν πλαίσια για τη διάρθρωση των αλληλεπιδράσεων του τεχνικού προσωπικού των ΤΠΕ με επιχειρηματικούς πελάτες και χρήστες. Η περιοχή αφορά στα "γραφεία υποστήριξης" ή τσα λειτουργικά συμφέροντα του οργανισμού και θα μπορούσε να αναφέρεται ως "αρχιτεκτονική λειτουργιών" ή "διαχείριση λειτουργιών". Στόχος των λειτουργιών ΤΠ και της διαχείρισης υπηρεσιών είναι η διασφάλιση της αποτελεσματικής και αποδοτικής εφαρμογής και συντήρησης της υποδομής ΤΠΕ σύμφωνα με τους οργανωτικούς κανόνες, τις διαδικασίες και τα πρότυπα. Οι απαιτούμενες βασικές γνώσεις του τομέα είναι οι παρακάτω:

- Βασικές έννοιες της διαχείρισης υπηρεσιών (συμπεριλαμβανομένης της έννοιας της σύμβασης παροχής υπηρεσιών)
- Βασικές αρχές και μοντέλα
- Διαδικασίες διαχείρισης υπηρεσιών (συμπεριλαμβανομένων του σχεδιασμού, της μετάβασης, της παροχής και της βελτίωσης των υπηρεσιών)
- Πρότυπα διαχείρισης υπηρεσιών (συμπεριλαμβανομένου του ISO 20000)
- Διαχείριση συμβάσεων

Συνεπώς, το Σώμα Γνώσεων για τις ΤΠΕ παρέχει τις βασικές γνώσεις που απαιτούν οι επαγγελματίες των ΤΠΕ. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη το ευρύ φάσμα γνώσεων στον τομέα των ΤΠΕ, το παραπάνω προορίζεται ως "προαιρετικό μοντέλο", όπου κάθε επαγγελματίας ΤΠΕ θα αποκτήσει όσο το δυνατόν μεγαλύτερο εύρος γνώσεων πάνω στον τομέα.



Εικόνα 5. Ταξινόμηση του θεμελιώδους σώματος γνώσης των ΤΠΕ (Πηγή: The European Body of Knowledge, 2015)

Η BoK όπως απεικονίζεται παραπάνω και επεκτείνεται στις ενότητες του “The European Foundational ICT Body of Knowledge, Version 1.0” παρουσιάζει την ταξινόμηση των τομέων γνώσης υψηλού επιπέδου που αντιπροσωπεύουν το επίπεδο βάσης που πρέπει να κατανοήσουν οι αρχικοί επαγγελματίες των ΤΠΕ. Αυτοί οι τομείς γνώσεων αναλύονται και περιγράφονται λεπτομερέστερα, μεταξύ άλλων με γενικό ορισμό του τομέα της γνώσης, λεπτομερή κατάλογο των βασικών γνώσεων, αναφορά στο e-CF, δυνητικά προφίλ εργασίας και παραδείγματα ειδικών φορέων γνώσης, πιστοποίησης και ευκαιριών κατάρτισης.

Το Ευρωπαϊκό Θεμελιώδες Σώμα Γνώσης των ΤΠΕ περιλαμβάνει διάφορες κατηγορίες γνώσεων του τομέα των ΤΠΕ, οι οποίες ποικίλλουν από στρατηγική έως τεχνολογική άποψη. Κάθε τομέας γνώσης παρέχει αναφορά στο πλαίσιο eCompetence και σε πιθανά προφίλ θέσεων εργασίας. Αυτή η λειτουργία είναι ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα του μοντέλου - καθώς επιτρέπει στον καθένα να καταλάβει τι ακολουθεί. Απαιτείται βασική γνώση για την έναρξη μιας εργασίας ΤΠΕ, μετά την οποία πρέπει να αναπτυχθούν περαιτέρω συγκεκριμένες γνώσεις, ικανότητες και δεξιότητες για την ανάπτυξη και την εξερεύνηση μιας σταδιοδρομίας στον εν λόγω τομέα.

6.4.2 CEPIS (Council of European Professional Informatics Societies)

Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο των Επαγγελματικών Ενώσεων Πληροφορικής (CEPIS) είναι το αντιπροσωπευτικό όργανο των εθνικών ενώσεων πληροφορικής σε ολόκληρη την Ευρώπη. Ιδρύθηκε το 1989 από 9 ευρωπαϊκές εταιρείες πληροφορικής και από τότε το

CEPIS [99] έχει αναπτυχθεί για να εκπροσωπήσει πάνω από 450.000 επαγγελματίες ΤΠΕ και πληροφορικής σε 32 χώρες.

Το CEPIS προωθεί την ανάπτυξη της κοινωνίας της πληροφορίας στην Ευρώπη. Ο κύριος τομέας του είναι η προώθηση και ανάπτυξη δεξιοτήτων πληροφορικής σε ολόκληρη την Ευρώπη. Το CEPIS είναι υπεύθυνο για το επιτυχημένο πρόγραμμα ECDL και παράγει μια σειρά από έρευνες και δημοσιεύσεις στον τομέα των δεξιοτήτων.

Ως επαγγελματικός φορέας, το CEPIS συμμετέχει ενεργά στην προώθηση του επαγγελματισμού στον τομέα της πληροφορικής. Αυτό συμβαίνει μέσω τακτικών ευρωπαϊκών εκδηλώσεων και συγκεκριμένων δημοσιεύσεων. Το CEPIS οποίο παρέχει μια αναφορά 40 ικανοτήτων στο χώρο εργασίας στον τομέα των ΤΠΕ, που εκφράζονται μέσω μιας κοινής γλώσσας για τα επίπεδα ικανοτήτων, δεξιοτήτων και γνώσεων (Fareri, 2020).

Οι δραστηριότητες του CEPIS απευθύνονται κυρίως στο παρακάτω κοινό (New CEPIS Mission 2016-2020):

1. Επαγγελματίες τεχνολογίας πληροφορικής: Άτομα που εργάζονται αυτή τη στιγμή στην τεχνολογία πληροφορικής.
2. Μελλοντικοί εργαζόμενοι στην τεχνολογία πληροφορικής: Άτομα που στο μέλλον ενδέχεται να γίνουν επαγγελματίες της τεχνολογίας πληροφορικής - η ομάδα ταλέντων που μπορούν να βοηθήσουν στη γεφύρωση των κενών δεξιοτήτων..
3. Εργατικό δυναμικό: Σχεδόν όλοι χρειάζονται ψηφιακές δεξιότητες για να είναι ενεργοί στο εργατικό δυναμικό. Η κατηγορία περιλαμβάνει όσους απασχολούνται ή είναι διαθέσιμοι για την αγορά εργασίας στην Ευρώπη, ανεξάρτητα από τον κλάδο.
4. Κοινωνία: Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει όλους τους ανθρώπους που ζουν στην Ευρώπη και αντιμετωπίζουν τα ζητήματα που είναι σημαντικά για όλους, αλλά ενδέχεται να μην εντάσσονται σε καμία από τις άλλες τρεις κατηγορίες.



Εικόνα 6. Κοινό στο οποίο απευθύνεται το CEPIS (Πηγή: CEPIS Vision, 2016)

Οι κύριοι πυλώνες δραστηριότητας που αντιπροσωπεύουν τους κρίσιμους τομείς δράσης της CEPIS είναι (CEPIS Vision, 2016):

1. Η προώθηση υψηλών προτύπων για τους επαγγελματίες της τεχνολογίας πληροφορικής στην Ευρώπη. Η δράση αυτή περιλαμβάνει προώθηση υψηλών προτύπων για περαιτέρω ωρίμανση και προώθηση του επαγγελματισμού της τεχνολογίας πληροφορικής. Αυτό περιλαμβάνει την εργασία για την προώθηση του ευρωπαϊκού πλαισίου ηλεκτρονικής επάρκειας (e-Competence Framework, τη συνεργασία με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Τυποποίησης, την προώθηση της επαγγελματικής δεοντολογίας και την υποστήριξη της ΕΕ. Κύριος σκοπός είναι η ενεργή συμβολή στην ανάπτυξη των τεσσάρων πυλώνων του επαγγελματισμού των ΤΠΕ (ικανότητα, εκπαίδευση και κατάρτιση, δεοντολογία και όργανα γνώσης) και η προώθηση και ωρίμανση του επαγγέλματος στην Ευρώπη.
2. Η ανάπτυξη νέας γενιάς μελλοντικών επαγγελματιών τεχνολογίας πληροφορικής, εξασφαλίζοντας ότι η μελλοντική προσφορά των εργαζομένων στην τεχνολογία πληροφορικής θα καλύψει την αντίστοιχη ζήτηση. Αυτό περιλαμβάνει ενέργειες όπως η ενθάρρυνση μιας καλύτερης ισορροπίας μεταξύ των φύλων στον εργασιακό χώρο, η επανειδίκευση και η υποστήριξη της πληροφορικής στα σχολεία. Κύριος στόχος είναι η διευκόλυνση της συνεργασίας των μελών και της ανταλλαγής πληροφοριών σχετικά με τις προσπάθειες για την επίτευξη ισορροπίας μεταξύ των φύλων στην ΤΠ και η ενθάρρυνση περισσότερων νέων να συνεχίσουν

την εκπαίδευση και τις σταδιοδρομίες που σχετίζονται με την ΤΠ. Ο πυλώνας αυτός περιλαμβάνει δράσεις όπως η Πληροφορική στα Σχολεία, Γυναίκες στις ΤΠΕ και δραστηριότητες που αποσκοπούν στην επανειδίκευση των ατόμων από άλλα επαγγέλματα και των εργαζομένων για να γίνουν επαγγελματίες της πληροφορικής.

3. Η προώθηση του Ψηφιακού Ανταγωνισμού για το χώρο εργασίας, υποστηρίζοντας ένα γενικά ικανό ψηφιακά εργατικό δυναμικό για την ενίσχυση της απασχόλησης.
4. Η χρήση της τεχνολογίας πληροφορικής για το καλό της Ευρώπης, εξασφαλίζοντας την κοινωνικά υπεύθυνη υιοθέτηση και δεοντολογική εφαρμογή της τεχνολογίας πληροφορικής στην Ευρώπη. Κύριος στόχος αυτού του πυλώνα είναι η διευκόλυνση της συζήτησης των μελών και των κοινών δράσεων σε θέματα ΤΠ που ενδέχεται να έχουν αντίκτυπο σε ολόκληρη την κοινωνία, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που σχετίζονται με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ΤΠΕ και την προώθηση βέλτιστων πρακτικών σε θέματα πράσινων ΤΠΕ και νομικών θεμάτων και ασφάλειας.

6.4.3 Σύγκριση ICT BoK και CEPIS

Από ανάλυση των παραπάνω προκύπτει πως υπάρχουν πολλά εργαλεία ενημέρωσης, επαγγελματικού προσανατολισμού και κατάρτισης στο διαδίκτυο που έχουν αναλάβει την ενημέρωση του εν δυνάμει αλλά και του υπάρχοντος εργατικού δυναμικού στις ΤΠΕ. Οι επιμέρους στόχοι κάθε οργάνωσης, εταιρείας, κοινοπραξίας κ.ο.κ. ποικίλουν ανάλογα με το κοινό στο οποίο απευθύνονται.

Όπως προκύπτει επίσης από τα αναλυθέντα δεδομένα, υπάρχουν πρωτοβουλίες με σκοπό τον γενικότερο επαγγελματικό προσανατολισμό βάσει των ατομικών ικανοτήτων και επιδιώξεων. Μέσω εργαλείων και δράσεων που παρέχονται ελεύθερα-ή επί πληρωμή- στο κοινό, δίνεται η δυνατότητα για ανάλυση της ατομικής επαγγελματικής ροπής σε άτομα που επιθυμούν να βρουν πώς οι δεξιότητες και οι γνώσεις τους μπορούν να προσαρμοστούν με τον βέλτιστο τρόπο στα κενά που υπάρχουν στην αγορά εργασίας, αλλά και να ενημερωθούν για τις εξελίξεις των επαγγελμάτων στο χώρο εργασίας. Ταυτόχρονα, με χρήση αυτών των εργαλείων οι εταιρείες μπορούν να πετύχουν τη βέλτιστη απόδοση των εργαζομένων τους, και συνεπώς τη βέλτιστη εταιρική απόδοση.

Πέρα από τα διαθέσιμα εργαλεία, υπάρχουν και οργανισμού/κοινοπραξίες που αναλαμβάνουν την αναγνώριση και αποτύπωση των αναγκών του εκάστοτε εργασιακού τομέα μέσα από συστηματικές έρευνες. Οι πληροφορίες αυτές χρησιμοποιούνται για την ενημέρωση των απαραίτητων Επιτροπών και Οργανισμών με μεγαλύτερο αντίκτυπο στο κοινό, προκειμένου να υπάρξει μια μεθοδική κινητοποίηση των εν δυνάμει και μη εργαζομένων, μέσα από ενημέρωση επί των αναγκών και των εξελίξεων σε κάθε εργασιακό τομέα.

Επομένως, η χρησιμότητα των εργαλείων αυτών έγκειται τόσο σε ατομικό, αλλά όσο και σε συλλογικό/εταιρικό επίπεδο. Είναι σαφές πως η αναγνώριση των «κενών» στον χώρο εργασίας, είναι το πρώτο βήμα προς επίτευξη μιας δομημένης αγοράς εργασίας, στην οποία είναι πλέον ευκολότερο να αναγνωριστούν οι ανάγκες και οι απαιτήσεις σε νέες ικανότητες εργαζομένων δημιουργώντας έτσι όσο το δυνατόν πιο ενημερωμένα και ανταγωνιστικά εργασιακά προφίλ.

6.5 Τρόποι Εκπαίδευσης των Υπαλλήλων

Οι διαδικασίες μετασχηματισμού προς τη Βιομηχανία 4.0 είναι μακροπρόθεσμες, οι επιχειρήσεις όμως που στοχεύουν να εκμεταλλευθούν αυτόν τον μετασχηματισμό είναι ανάγκη να λάβουν υπόψη μια στρατηγική προσέγγιση για τη διαχείριση του προσωπικού τους. Στη διεθνή βιβλιογραφία είναι πολλές οι έρευνες που αποδεικνύουν τη συσχέτιση της ευημερίας μιας επιχείρησης με το πνευματικό κεφάλαιό της και η διαχείριση του πνευματικού κεφαλαίου αποτέλεσε αντικείμενο ενδιαφέροντος πολλών ερευνητών στον τομέα της διαχείρισης επιχειρήσεων .

Η αειφόρος ανάπτυξη του ανθρώπινου δυναμικού και η ανταλλαγή γνώσεων μέσω της εκπαίδευσης των εργαζόμενων επιτρέπει στις εταιρείες να διαχειριστούν την προσαρμογή τους στη Βιομηχανία 4.0 . Η διαφάνεια προς τις εξωτερικές πηγές γνώσης και οι συνεργασίες επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να έχουν πρόσβαση στις γνώσεις κατά την ανάπτυξη κατάλληλων διαδικασιών και λύσεων που απαιτούνται για τη μετάβαση στη βιομηχανία 4.0. Επίσης, σύμφωνα με την έρευνα των Götz και Jankowska [100] , αυτές οι προκλήσεις θα ωθήσουν τις εταιρείες να διασφαλίσουν την ενσωμάτωση των τεχνολογιών του Industry 4.0 και να συνεργαστούν, να μοιραστούν κινδύνους και να μάθουν από κοινού. Αναμένουν τον μετασχηματισμό συστάδων για καλύτερη και ευρύτερη συνεργασία.

Το Industry 4.0, και ιδίως ο αυτοματισμός που παρεμβαίνει σε πολλαπλές διαδικασίες και επαγγέλματα, αλλάζει σταδιακά τις απαιτήσεις εκπαίδευσης των υπαλλήλων. Δεν πρόκειται μόνο για τον εμπλουτισμό των δεξιοτήτων των προσληφθέντων υπαλλήλων στην υπάρχουσα δομή, αλλά για την απόκτηση υπαλλήλων με διαφορετικές και νέες δεξιότητες. Φαίνεται ότι η επαγγελματική και ακαδημαϊκή κατάρτιση θα αποτελέσει παράγοντα επιτυχίας για την εφαρμογή της ψηφιοποίησης.

Η ανάγκη συνεργασίας με πανεπιστήμια θα είναι απαραίτητη για την επικοινωνία της ανάγκης για μεταπτυχιακή εκπαίδευση, αλλά και για τον προσδιορισμό των κατάλληλων ικανοτήτων σε σχέση με τους στόχους που προσπαθεί να εκπληρώσει ο οργανισμός. Το άνοιγμα προς εξωτερικές πηγές γνώσης επιτρέπει στις εταιρείες να αποκτήσουν νέες π.χ. τεχνολογικές γνώσεις, που απαιτούνται για την προώθηση των διαδικασιών καινοτομίας τους και να ανακαλύψουν το ρόλο τους στο νέο περιβάλλον Industry 4.0 [101].

Τα «εργοστάσια εκμάθησης» (Learning factories) ως περιβάλλοντα εκπαίδευσης εφαρμόζονται εδώ και αρκετά χρόνια για να μεταδώσουν γνώσεις και ικανότητες τόσο στον ακαδημαϊκό όσο και στο βιομηχανικό κλάδο. Παραδοσιακά, τα περισσότερα εργοστάσια μάθησης επικεντρώνονται στη εκπαίδευση που σχετίζεται με τις παραγωγικές

διαδικασίες. Τα τελευταία χρόνια, ένας αυξανόμενος αριθμός εργοστασίων μάθησης αντιμετωπίζει επίσης το αναδυόμενο θέμα της ψηφιοποίησης πέρα από τον συμβατικό αυτοματισμό .

Στην εκπαίδευση, η ψηφιοποίηση έχει εξελιχθεί σε άμεσο μαθησιακό στόχο, π.χ. αποδεικνύεται η ολοκλήρωση και η χρήση νέων ΤΠΕ . Για παράδειγμα, οι Bester et al. περιέγραψαν ένα εκπαιδευτικό πλάνο που στοχεύει στην ενσωμάτωση αισθητήριων συσκευών με σκοπό τη μετατροπή του συμβατικού συστήματος παραγωγής σε συστήματα παραγωγής στον κυβερνοχώρο (CPPS) . Ο Simons επίσης παρουσιάζει μια διδακτική προσέγγιση στο AutoFab ως πλήρως αυτοματοποιημένο εργοστάσιο εκμάθησης Industry 4.0, χρησιμοποιώντας ένα CPPS για να διδάξει μεθοδολογίες ψηφιοποίησης . Οι Gronau et al. ανέπτυξαν σενάρια εκπαίδευσης στο Κέντρο εφαρμογών Industrie 4.0, τα οποία επιτρέπουν στους μαθητές να βιώσουν τις τεχνολογίες του IoT [102].

Εκτός από τις εκπαιδευτικές παραμέτρους που θεωρούν την ψηφιοποίηση ως βασικό μαθησιακό στόχο, σημαντική είναι και η παροχή άλλων ειδών γνώσεων και ικανοτήτων. Χρησιμοποιώντας ψηφιακά εργαλεία και μοντέλα, οι αποφάσεις που λαμβάνονται από τους μαθητές μπορούν να γίνουν ευκολότερες και οι συνέπειες των ενεργειών τους γίνονται άμεσα ορατές. Ως εκ τούτου, οι σχέσεις αιτίου-αιτιατού είναι καλύτερα απτές, με αποτέλεσμα την ανώτερη μαθησιακή επιτυχία.

6.6 Αντίκτυπος της Εκπαίδευσης Υπαλλήλων στην Εργασία

Καθώς το Industry 4.0 γίνεται όλο και περισσότερο πραγματικότητα, φαίνεται αναπόφευκτο ότι θα οδηγήσει σε μια νέα σειρά μετατοπίσεων . Αρχίζουμε να βλέπουμε την εφαρμογή νέων βιομηχανικών εννοιών που βασίζονται στην αποκέντρωση των πληροφοριών και στη λήψη αποφάσεων. Τα διευθυντικά στελέχη των επιχειρήσεων αρχίζουν να αξιολογούν τις θετικές επιπτώσεις στην αυτονομία και την ευελιξία των εγκαταστάσεων παραγωγής. Αναδύονται νέες γενιές διασυνδεδεμένου και αυτόνομου εξοπλισμού, όπως είναι τα cobots (συνεργατικά ρομπότ) . Όλα αυτά προορίζονται να καλύψουν τις ανθρώπινες ανάγκες που δεν παύουν ποτέ να διαφοροποιούνται. Αυτό παρατηρείται στα πολυάριθμα συνέδρια, εμπορικές εκθέσεις και εργαστήρια που προωθούν αυτόν τον βιομηχανικό αναβρασμό και τονώνουν περαιτέρω την ανταγωνιστικότητα.

Η εκτεταμένη χρήση του αυτοματισμού, της ρομποτοποίησης, της μηχανογράφησης και της ψηφιοποίησης έχει σοβαρές επιπτώσεις σε θέσεις εργασίας, δεξιότητες και

επαγγέλματα. Οι επιπτώσεις της τεχνολογίας στην αγορά εργασίας μελετήθηκαν κυρίως στο πλαίσιο της απώλειας θέσεων εργασίας / της αύξησης της απασχόλησης [103].

Ένας σημαντικός αριθμός ερευνητών έχει εξετάσει την επίδραση της τεχνολογίας στις θέσεις εργασίας και τις δεξιότητες. Υπάρχουν αξιοσημείωτες αναλύσεις σχετικά με τον αντίκτυπο της τεχνολογίας σε πολλές ανεπτυγμένες οικονομίες. Έχει διαπιστωθεί ότι η χρήση νέων τεχνολογιών αυξάνει τη μετάβαση από την απασχόληση στην ανεργία στη Γαλλία. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το ποσοστό απώλειας θέσεων εργασίας είναι σημαντικά υψηλότερο σε βιομηχανίες που έχουν το μεγαλύτερο μερίδιο των χρηστών E & A και άλλων νέων τεχνολογιών [104].

Η υπόθεση τεχνολογικής αλλαγής που βασίζεται στις δεξιότητες φαίνεται να αγνοεί την ύπαρξη εργαζομένων μεσαίας ειδίκευσης. Μια διαφορετική προσέγγιση προτείνεται από τους Autor et al. που επικεντρώθηκαν σε θέσεις εργασίας και όχι σε μισθούς ή στην απασχόληση. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι θέσεις εργασίας μεσαίας εξειδίκευσης (υπάλληλοι γραφείου) βρίσκονται σε κίνδυνο αντικατάστασης από υπολογιστικές μηχανές [105].

7. ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ & ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

Όπως έχουμε ήδη αναφερθεί παραπάνω, οι τεχνολογίες που υποστηρίζουν το Industry 4.0 μπορούν είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό να βελτιώσουν μία ή περισσότερες διαδικασίες παραγωγής. Συγκεκριμένα, το Industry 4.0 μπορεί να ελαφρύνει την ένταση μεταξύ των προτεραιοτήτων και, ως εκ τούτου, να επιτρέψει την παραγωγή νέων προτάσεων. Ορισμένες τεχνολογίες, για παράδειγμα, το IoT, θα επηρεάσουν άμεσα τις διαδικασίες για τη διαχείριση των λειτουργιών και την αρχιτεκτονική της αλυσίδας εφοδιασμού και, ως εκ τούτου, θα επηρεαστεί έμμεσα και ο τομέας της απασχόλησης.

Οι Kaivo-Oja et al. [106], στη μελέτη τους διερεύνησαν τις επιδράσεις του IoT και άλλων βασικών τεχνολογικών κυμάτων του Industry 4.0 (ρομποτική, τεχνητή νοημοσύνη, κ.λπ.) στις διαχειριστικές πρακτικές σε οργανισμούς. Οι συγγραφείς θεωρούν αυτούς τους τεχνολογικούς παράγοντες ως μέσο ενίσχυσης της παραγωγής, αλλά προτείνουν νέες προσεγγίσεις στην οργανωτική ανάλυση προκειμένου να προσαρμόσουν αποτελεσματικότερα τις διαχειριστικές τους πρακτικές, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που σχετίζονται με την υγεία και την ασφάλεια.

Μια πρόσφατη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας των Podgórski et al. [107], αποκαλύπτει μια μεγάλη γκάμα προσωπικών προστατευτικών συσκευών που χρησιμοποιούν αυτές τις τεχνολογίες. Η χρήση έξυπνων συσκευών αυτού του είδους προφανώς έχει τροποποιήσει τις μεθόδους εργασίας και έχει προσθέσει περαιτέρω πολυπλοκότητα στις διαδικασίες παραγωγής. Ως λύση σε αυτά τα αρχικά προβλήματα, οι Podgórski et al., προτείνουν ένα πιο δυναμικό εννοιολογικό πλαίσιο διοίκησης επιχειρήσεων βασισμένο σε ένα νέο, πιο εξατομικευμένο και δυναμικό παράδειγμα διαχείρισης κινδύνων.

Η ασύρματη επικοινωνία μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη βελτίωση των συνθηκών εργασίας. Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων με καλά σχεδιασμένα και σωστά ενσωματωμένα τεχνολογική υποστήριξη αποτρέπουν ατυχήματα σε αυτόνομες και έξυπνες βιομηχανικές ρυθμίσεις. Αυτές οι τεχνολογίες καθίστανται ικανές να εντοπίζουν αποτελεσματικά και συνεχώς τους κινδύνους στο χώρο εργασίας και ότι προκειμένου να διασφαλιστεί η αξιοπιστία αυτών των συστημάτων, κοινές τεχνολογικές πλατφόρμες ικανές να παρακολουθούν τη λειτουργία και την απόδοση όλων των δικτύων και η σύνδεση αισθητήρων με κέντρα τηλεχειρισμού είναι αναγκαίες πια στους χώρους εργασίας. Αυτές οι πλατφόρμες θα μειώσουν τους επαγγελματικούς κινδύνους διευκολύνοντας την ενσωμάτωση γενικών εφαρμογών επιτήρησης [108].

Οι πρόσφατες τεχνολογίες του Industry 4.0 λοιπόν, που σχετίζονται με την έξυπνη παραγωγή προσφέρουν ευκαιρίες για τη συντήρηση και τη διαχείριση περιουσιακών

στοιχείων μέσω της ανάπτυξης νέων στρατηγικών αποφάσεων . Οι ΤΠΕ επικοινωνία παρέχουν μέσα ανάλυσης Big Data γρηγορότερα, αυτόνομα και σε πραγματικό χρόνο. Συνδυάζοντας ιστορικά δεδομένα με τρέχοντα δεδομένα, η λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο σε όλη τη διαδικασία παραγωγής είναι πιθανό να βελτιωθεί και θα έχει θετικό αντίκτυπο στην απόδοση, την ασφάλεια, την αξιοπιστία και τη βιωσιμότητα των βιομηχανικών συστημάτων [87].

Όσον αφορά τις θέσεις εργασίας υψηλότερης ειδίκευσης, τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης υποδεικνύουν ένα πιο διαφοροποιημένο μελλοντικό σενάριο, που οδηγεί σε μικρότερη ζήτηση για κεντρικές διαχειριστικές ικανότητες, περαιτέρω αυτοματισμό των έμμεσων διαδικασιών και μεγαλύτερη ζήτηση για αποκεντρωμένες ικανότητες ολοκλήρωσης και διαλειτουργικής διαχείρισης, με αποτέλεσμα ο σχεδιασμός και ο έλεγχος των θέσεων εργασίας να αποτελούν επιτακτική ανάγκη. Κατά κάποιον τρόπο, η μείωση των χειρωνακτικών και τυποποιήσιμων θέσεων εργασίας και η αντίστοιχη στροφή προς θέσεις εργασίας υψηλότερης ειδίκευσης θα μπορούσαν επίσης να συμβάλουν στο να καταστούν οι υπόλοιπες θέσεις εργασίας ασφαλέστερες [109].

Τα τρέχοντα αποτελέσματα της ανασκόπησης της βιβλιογραφίας εκτιμούν ότι η αυξανόμενη πολυπλοκότητα ως αποτέλεσμα της ψηφιοποίησης και η σχετική αυξανόμενη ζήτηση για ανώτερους ειδικευμένους και ευέλικτους ειδικούς θα οδηγούσε αναγκαστικά σε αύξηση της σημασίας της συνεχούς μάθησης, της επαγγελματικής κατάρτισης και της εκπαίδευσης. Αυτή η πτυχή θα είχε επίσης ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις συνδικαλιστικές οργανώσεις και τις διευθύνσεις των εταιριών, καθώς πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο διαπραγμάτευσης μεταξύ των διοικήσεων των επιχειρήσεων και των ομολόγων για τη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης μελλοντικής πρωτοβουλίας που θα περιλαμβάνει την ανάπτυξη εκπαιδευτικών βιομηχανικών πολιτικών, οι οποίες θα μπορούσαν τελικά να οδηγήσουν στο βασικό δικαίωμα της διά βίου εκπαίδευσης και επαγγελματικής κατάρτισης.

Είναι λοιπόν ιδιαίτερα κρίσιμο όταν η πρόκληση είναι να επαναπροσδιοριστούν οι ικανότητες του υπάρχοντος προσωπικού. Η αύξηση του αυτοματισμού, για παράδειγμα, συνδέεται συχνά με το μέγεθος του προσωπικού. Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι οι πραγματικοί κίνδυνοι δεν είναι αυτοί που ενυπάρχουν στις τεχνολογικές αλλαγές (όπως η απώλεια ορισμένων θέσεων εργασίας ή η τοποθέτηση του εργατικού δυναμικού), αλλά εκείνοι που σχετίζονται με την αποτυχία να προσαρμοστούν οι επιχειρήσεις στις αλλαγές κοινωνικά και οικονομικά. Για το σκοπό αυτό, υποστηρίζουμε ότι οι μεγάλες εταιρείες

βρίσκονται στο επίκεντρο της προσοχής όταν πρόκειται για τα μετασχηματιστικά αποτελέσματα της βιομηχανίας 4.0, ενώ οι μικρές επιχειρήσεις - με ξεχωριστές διαφορές και ιδιαίτερες απαιτήσεις – είναι μη προετοιμασμένες για τον ίδιο μετασχηματισμό.

Συγκεκριμένα στην Ελλάδα, οι μικρής κλίμακας κατασκευαστές βρίσκονται συχνά σε αραιοκατοικημένες αγροτικές περιοχές και έχουν λίγες ευκαιρίες να προσλάβουν κατάλληλο εργατικό δυναμικό με σχετικές ικανότητες εντός της περιοχής και έχουν δυσκολίες να ανταγωνιστούν με μεγαλύτερες επιχειρήσεις σχετικά με το αρμόδιο προσωπικό.

Είναι φανερό, επομένως, πως τα σενάρια που προβλέπονται για τις εξελίξεις της Βιομηχανίας 4.0 διαφέρουν σημαντικά. Από τη μία πλευρά, υπάρχουν εκείνοι που θεωρούν τη Βιομηχανία 4.0 ως λύση στα τρέχοντα ζητήματα, και από την άλλη, εκείνοι που πιστεύουν ότι η Βιομηχανία 4.0 θα καταφέρει μόνο να εμβαθύνει τα υπάρχοντα προβλήματα. Ωστόσο, είναι σημαντικό να θυμόμαστε ότι η πορεία της Βιομηχανίας 4.0 δεν έχει ακόμη καθοριστεί. Η επιτυχία ή η αποτυχία της εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την πορεία των σημερινών δράσεων.

Η μεγαλύτερη απειλή, λοιπόν, για την επιτυχία της βιομηχανίας 4.0 είναι η αδράνεια. Αν και πρόκειται για μια αρκετά νέα έννοια, πολλές χώρες, όπως η Γερμανία, η Ελβετία και η Κίνα, έχουν ξεκινήσει προετοιμασίες για την επόμενη βιομηχανική επανάσταση. Είναι κρίσιμης σημασίας οι ενδιαφερόμενοι να συνεργαστούν και να αναζητήσουν λύσεις από κοινού, προκειμένου να αποφευχθεί η απειλή να μείνουν πίσω ολόκληροι τομείς. Σύμφωνα με το Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ (ΠΟΦ) του 2016, είναι σημαντικό οι επιχειρήσεις να αναλάβουν ενεργό ρόλο στην προώθηση της επανεκπαίδευσης και της αναβάθμισης του εργατικού δυναμικού, ότι οι εργαζόμενοι συμβάλλουν στο δικό τους μέλλον μέσω της διά βίου μάθησης και ότι οι κυβερνήσεις δημιουργούν ένα περιβάλλον που τους επιτρέπει να διευκολύνουν αυτές τις διαδικασίες.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η καινοτομία στον τομέα της τεχνολογίας προκαλεί τεράστιες αλλαγές - μια μεταμόρφωση τόσο σημαντική που αναφέρεται ως μια τέταρτη βιομηχανική επανάσταση ή Industry 4.0. Από το λογισμικό αναγνώρισης προσώπου έως εικονικούς βοηθούς ενεργοποιημένους με φωνή και φορητά παράδοσης αυτοκινούμενης οδήγησης, οι γραμμές μεταξύ ανθρώπινου και μηχάνημα «εργασίας» συνεχίζουν να θολώνουν. Οι επιχειρήσεις που αγκαλιάζουν αυτές τις τεχνολογικές εξελίξεις θα αποκομίσουν τα οφέλη της αυξημένης αποτελεσματικότητας και, τελικά, θα ενισχύσουν τις κατώτατες γραμμές τους.

Ξεκινώντας με τις αλλαγές στα επιχειρηματικά πρότυπα και τα μοντέλα διαδικασιών κατασκευής, η Βιομηχανία 4.0 θα επηρεάσει όλα τα επίπεδα παραγωγής και αλυσίδας εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένων των διευθυντών επιχειρήσεων και παραγωγής, των εργαζομένων σε εργοστάσια, των σχεδιαστών ηλεκτρονικών συστημάτων, των πελατών, των τελικών χρηστών κ.λπ. Η Βιομηχανία 4.0 είναι ένας συνδυασμός πολλών νέων τεχνολογικών εξελίξεων: τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών, ηλεκτρονικά και φυσικά συστήματα, επικοινωνίες δικτύου, big data και cloud computing, μοντελοποίηση, εικονική διαμόρφωση και προσομοίωση και βελτιωμένα εργαλεία για αλληλεπίδραση και συνεργασία ανθρώπου-υπολογιστή.

Για να αξιοποιήσουν τις ευκαιρίες που προσφέρουν οι υπάρχουσες και αναδυόμενες τεχνολογικές εξελίξεις, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να θέσουν σαφείς στόχους, να καθορίσουν ισχυρές επιχειρηματικές περιπτώσεις για οποιοδήποτε επίπεδο επένδυσης και να συμμετάσχουν σε μία ταχεία πιλοτική εφαρμογή των νέων τεχνολογιών. Για να πετύχουν στο μέλλον, οι επιχειρηματικοί οργανισμοί χρειάζονται τόσο τη διορατικότητα για να πραγματοποιήσουν μακροπρόθεσμες στρατηγικές επενδύσεις, συμπεριλαμβανομένων εκείνων στην E & A για την ανάπτυξη και την κατάθεση νέων προϊόντων, όσο και την ευελιξία να προσαρμόσουν αυτά τα σχέδια καθώς οι τεχνολογίες εξελίσσονται γρήγορα.

Οι αναδυόμενες τεχνολογίες που χαρακτηρίζουν το Industry 4.0 - από τα Big Data έως τη ρομποτική και τον αυτοματισμό - έχουν τη δυνατότητα να φέρουν επανάσταση σε κάθε στοιχείο των εργαστηρίων φαρμακευτικής κατασκευής μέσα στα επόμενα χρόνια. Οι πρώτες περιπτώσεις πραγματικής χρήσης έχουν αυξήσει την παραγωγικότητα 30 έως 40% σε ήδη ώριμα και αποτελεσματικά εργαστηριακά περιβάλλοντα και ένα πλήρες φάσμα βελτιώσεων θα μπορούσε να οδηγήσει σε μειώσεις στο συνολικό κόστος ελέγχου ποιότητας.

Η ψηφιοποίηση, ο αυτοματισμός και τα μέσα ΤΝ θα διασφαλίσουν επίσης καλύτερη ποιότητα και συμμόρφωση με τη μείωση των χειροκίνητων σφαλμάτων και μεταβλητότητας, καθώς και την ταχύτερη και αποτελεσματική επίλυση προβλημάτων. Επιπλέον, η βελτιωμένη ευελιξία και ο μικρότερος χρόνος δοκιμής μπορούν να μειώσουν τους χρόνους παράδοσης και τελικά να οδηγήσουν σε κυκλοφορίες σε πραγματικό χρόνο.

Η φαρμακευτική βιομηχανία ήταν πιο αργή στην υιοθέτηση τεχνολογιών αιχμής από άλλους τομείς. Η αξιοποίηση του δυναμικού για το Pharma 4.0 θα είναι κρίσιμη για τις μελλοντικές λειτουργίες όλων των κατασκευαστών. Πλήρως αυτοματοποιημένες και συνδεδεμένες εγκαταστάσεις που μπορούν να δημιουργήσουν, να ερμηνεύσουν και να δράσουν βάσει αξιόπιστων δεδομένων, θα εκμεταλλευτούν όλα όσα έχει να προσφέρει η ψηφιακή κατασκευή. Το Pharma 4.0 συνδέει εξοπλισμό σε εργοστάσια και επιχειρήσεις και χρησιμοποιεί καλύτερους, πιο αξιόπιστους και μεγαλύτερους όγκους δεδομένων για να φέρει επανάσταση στην παραγωγή φαρμάκων.

Το Industry 4.0 αντιπροσωπεύει λοιπόν, μία θεμελιώδη μετατόπιση προς μία πιο αποκεντρωμένη και εξατομικευμένη παραγωγή, η οποία θα επιτρέψει νέες, διαδικτυακές υπηρεσίες και επιχειρηματικά μοντέλα. . Οι παραδοσιακές αλυσίδες εφοδιασμού θα εξελιχθούν σε εξαιρετικά προσαρμοστικά δίκτυα εφοδιασμού. Οι μικρές και μεσαίες εταιρείες θα διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο σε τέτοια δίκτυα προστιθέμενης αξίας. Ως αποτέλεσμα, το Industry 4.0 θα επιφέρει κατακλυσμιαίες αλλαγές στην εργασιακή ζωή.

Αναμφίβολα, νέες απειλές εμφανίζονται συνδεδεμένες με τις τεχνολογίες του Industry 4.0. Οι συνήθεις εργασίες (τόσο στην κατασκευή όσο και στις διοικητικές υπηρεσίες) είναι πιθανό να αυτοματοποιηθούν και οι συσχετισμένες εργασίες να εξαφανιστούν. Κατά συνέπεια, οι θέσεις εργασίας μεσαίων δεξιοτήτων πιθανότατα θα μειωθούν έντονα, γεγονός που θα προκαλούσε πόλωση του εργατικού δυναμικού μεταξύ θέσεων εργασίας υψηλής εξειδίκευσης (και αμειβόμενης) και χαμηλής ειδίκευσης.

Η βιομηχανία 4.0 μπορεί να επιτρέψει την αύξηση της παραγωγής, χωρίς αντίστοιχα αύξηση των επιπέδων απασχόλησης. Σε πολλές περιπτώσεις, η αυτοματοποίηση συνεπάγεται τη μεταφορά εργαζομένων που προηγουμένως ήταν υπεύθυνοι για αυτοματοποιημένες εργασίες σε άλλα τμήματα ή καθήκοντα.

Εν περιλήψει, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι ο όρος "Βιομηχανία 4.0" περιγράφει διαφορετικές -κυρίως λόγω ΤΠ- αλλαγές στα συστήματα κατασκευής. Οι εξελίξεις αυτές δεν έχουν μόνο τεχνολογικές αλλά και πολύπλευρες οργανωτικές επιπτώσεις. Ως αποτέλεσμα, αναμένεται αλλαγή από τον προσανατολισμό προϊόντων προς υπηρεσίες ακόμη και στις παραδοσιακές βιομηχανίες. Δεύτερον, μπορεί να

αναμένεται εμφάνιση νέων τύπων επιχειρήσεων, οι οποίες υιοθετούν νέους ειδικούς ρόλους στο πλαίσιο της κατασκευαστικής διαδικασίας. τα δίκτυα δημιουργίας αξίας. Για παράδειγμα, είναι πιθανό, συγκρίσιμοι με τους μεσίτες και τα σημεία εκκαθάρισης στον κλάδο των χρηματοπιστωτικών υπηρεσιών, ανάλογοι τύποι επιχειρήσεων να εμφανίζονται επίσης στον κλάδο.

Από την παρούσα πτυχιακή εργασία λοιπόν τα συμπεράσματα που εξάγονται όσον αφορά τη φαρμακοβιομηχανία είναι ενθαρρυντικά . Παρά την αργή απορρόφηση των τεχνολογιών από τις φαρμακευτικές εταιρείες όλο και περισσότερες περιπτώσεις φαρμάκων που βασίζονται στο Pharma 4.0 γίνονται αντικείμενο μελέτης. Ιδιαίτερα τα Big data και η τεχνολογία του cloud θα είναι τεχνολογίες κρίσιμης σημασίας για το διαμοιρασμό των αποκτηθέντων γνώσεων μεταξύ της επιστημονικής κοινότητας και του κατασκευαστικού τομέα.

Εν κατακλείδι ο μετασχηματισμός του εργασιακού περιβάλλοντος θα επιφέρει αλλαγές στα εργασιακά προφίλ και συνεπώς απαιτεί από τους υπαλλήλους να διαθέτουν ένα ευρύ φάσμα ικανοτήτων. Στο Industry 4.0 , τα προφίλ εργασίας που απαιτούν τριτοβάθμια εκπαίδευση θα αποκτήσουν αυξανόμενη σημασία, ενώ το εργατικό δυναμικό θα αντικατασταθεί ως επί το πλείστον από αυτοματοποιημένες διαδικασίες.

Τα πανεπιστημιακά και εκπαιδευτικά ιδρύματα καλούνται να αναπτύξουν νέες προσεγγίσεις μηχανισμών εκπαίδευσης και κατάρτισης. Συνεπώς, όλο και περισσότερα εργοστάσια εκμάθησης δημιουργούνται ως κέντρα εφαρμογών για το Industry 4.0 προκειμένου να εξοικειωθούν οι εργαζόμενοι με τις νέες τεχνολογίες, να τις δοκιμάσουν στην πράξη και να μάθουν πώς να τις χρησιμοποιούν στο βιομηχανικό περιβάλλον.

Η έννοια της βιομηχανίας 4.0 υπόσχεται πολλές θετικές αλλαγές στη σημερινή βιομηχανία, όπως μαζική προσαρμογή, ευέλικτη παραγωγή, αυξημένη ταχύτητα παραγωγής, υψηλότερη ποιότητα προϊόντος, μειωμένα ποσοστά σφαλμάτων, βελτιστοποιημένη απόδοση, λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων, καλύτερη εγγύτητα πελατών, νέες μεθόδους δημιουργίας αξίας και βελτιωμένη εργασιακή ζωή. Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν πολλές προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν, όπως ζητήματα που αφορούν τις αλλαγές των επιχειρηματικών προτύπων, την ασφάλεια, την ασφάλεια, τα νομικά ζητήματα, την τυποποίηση και μια πληθώρα προκλήσεων σχεδιασμού των ανθρωπίνων πόρων. Ωστόσο, το βασικότερο ζήτημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί είναι η απροθυμία συμμετοχής σε αυτές τις αλλαγές, διότι το μέλλον της Βιομηχανίας 4.0 δεν είναι ακόμη βέβαιο - η επιτυχία ή η αποτυχία της έγκειται στα χέρια όλων των ενδιαφερόμενων μερών της.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ

Ξενόγλωσσος όρος	Ελληνικός Όρος
3-Dimensional Printing	Τρισδιάστατη Εκτύπωση
Big data	Μαζικά δεδομένα
Cloud computing	Υπολογιστικό Νέφος
Cobots	συνεργατικά ρομπότ
Drone	Μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα
hard skills	σκληρές ή κάθετες δεξιότητες
Industry 4.0	4 ^η βιομηχανική επανάσταση
Internet of Services	Διαδίκτυο των Υπηρεσιών
Internet of Things	Τεχνολογία των πραγμάτων
Learning factories	εργοστάσια εκμάθησης
Manufacturing as a Service	Σχεδιασμός ως υπηρεσία
Pharma 4.0	4 ^η βιομηχανική επανάσταση στη φαρμακοβιομηχανία
Product as a Service	Προϊόν ως υπηρεσία
Service Oriented Architecture	Αρχιτεκτονική Προσανατολισμένης στις Υπηρεσίες
Social Media	Μέσα κοινωνικής δικτύωσης
soft skills	μαλακές ή οριζόντιες δεξιότητες
Web 2.0	Δίκτυο 2.0

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

3DP	3-Dimensional Printing
AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
AR	Augmented Reality
CEO	Chief Executive Officer
CEPIS	Council of European Professional Informatics Societies
CPS	Cyber-Physical Systems
CPSoS	Cyber-Physical System of Systems
ECDL	European Computer Driving Licence
ESCO	European Skill / Competency Qualification and Occupation
ETA	Employment and Training Administration
FDA	Food and Drug Administration
IALS	Institute of Advanced Legal Studies
IBM	International Business Machines Corporation
ICT	Information and communications technology
ICT BoK	Information and communications technology Body of Knowledge
IoS	Internet of Services
IoT	Internet of Things
ISCO	International Standard Classification of Occupations
NACE	National Association of Colleges and Employees
O*NET	Occupational Information Network
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PIACC	Program for the International Assessment of Adult Competencies
PLC	Programmable Logic Controller
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SOA	Service Oriented Architecture
SOC	Standard Occupational Classification
SQL	Structured Query Language
UDDI	Universal Description, Discovery and Integration
USDOL	United States Department of Labor
AI	Artificial Intelligence
E & A	Έρευνα και Ανάπτυξη
EE	Ευρωπαϊκή Ένωση

ΕΚΠΑ	Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
ΗΚΓ	Ηλεκτροκαρδιογράφημα
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
ΙΤΑ	Ινστιτούτο Τεχνολογικής Αξιολόγησης
ΜΜΕ	Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις
ΠΟΦ	Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ
ΤΝ	Τεχνητή Νοημοσύνη
ΤΠΕ	Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνίας

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] F. MOSCONI, *NEW EUROPEAN INDUSTRIAL POLICY*. [S.I.]: ROUTLEDGE, 2020.
- [2] H. Lasi, P. Fettke, H. Kemper, T. Feld and M. Hoffmann, "Industry 4.0", *Business & Information Systems Engineering*, vol. 6, no. 4, pp. 239-242, 2014. Available: 10.1007/s12599-014-0334-4 [Προσπελάστηκε 19/02/2021].
- [3] H. Ning and H. Liu, "Cyber-physical-social-thinking space based science and technology framework for the Internet of Things", *Science China Information Sciences*, vol. 58, no. 3, pp. 1-19, 2015. Available: 10.1007/s11432-014-5209-2 [Προσπελάστηκε 6/02/2021].
- [4] J. Cooper and A. James, "Challenges for Database Management in the Internet of Things", *IETE Technical Review*, vol. 26, no. 5, p. 320, 2009. Available: 10.4103/0256-4602.55275 [Προσπελάστηκε 12/02/2021].
- [5] A. Pereira and F. Romero, "A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept", *Procedia Manufacturing*, vol. 13, pp. 1206-1214, 2017. Available: 10.1016/j.promfg.2017.09.032 [Προσπελάστηκε 5/03/2021].
- [6] S. Weyer, M. Schmitt, M. Ohmer and D. Gorecky, "Towards Industry 4.0 - Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems", *IFAC-PapersOnLine*, vol. 48, no. 3, pp. 579-584, 2015. Available: 10.1016/j.ifacol.2015.06.143 [Προσπελάστηκε 9/02/2021].
- [7] A. Gautam and X. Pan, "The changing model of big pharma: impact of key trends", *Drug Discovery Today*, vol. 21, no. 3, pp. 379-384, 2016. Available: 10.1016/j.drudis.2015.10.002 [Προσπελάστηκε 30/01/2021].
- [8] B. Ding, "Pharma Industry 4.0: Literature review and research opportunities in sustainable pharmaceutical supply chains", *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 119, pp. 115-130, 2018. Available: 10.1016/j.psep.2018.06.031 [Προσπελάστηκε 25/02/2021].
- [9] J. Schneider, A. Wilson and J. Rosenbeck, "Pharmaceutical companies and sustainability: an analysis of corporate reporting", *Benchmarking: An International Journal*, vol. 17, no. 3, pp. 421-434, 2010. Available: 10.1108/14635771011049371 [Προσπελάστηκε 14/02/2021].
- [10] M. Nematollahi, S. Hosseini-Motlagh and J. Heydari, "Economic and social collaborative decision-making on visit interval and service level in a two-echelon pharmaceutical supply chain", *Journal of Cleaner Production*, vol. 142, pp. 3956-3969, 2017. Available: 10.1016/j.jclepro.2016.10.062 [Προσπελάστηκε 13/02/2021].
- [11] "The Path to Industry 4.0 Implementation - Strategic Finance", *Strategic Finance*, 2021. [Online]. Available: <https://sfmagazine.com/post-entry/june-2020-the-path-to-industry-4-0-implementation/>. [Προσπελάστηκε: 11/04/ 2021].
- [12] E. Ras, F. Wild, C. Stahl and A. Baudet, "Bridging the Skills Gap of Workers in Industry 4.0 by Human Performance Augmentation Tools", *Proceedings of the 10th International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments*, 2017. Available: 10.1145/3056540.3076192 [Προσπελάστηκε 12/03/2021].
- [13] I. Reinhardt, D. Oliveira and D. Ring, "Current Perspectives on the Development of Industry 4.0 in the Pharmaceutical Sector", *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 18, p. 100131, 2020. Available: 10.1016/j.jii.2020.100131 [Προσπελάστηκε 5/02/2021].
- [14] "Pharma 4.0™: Hype or Reality?", *ISPE | International Society for Pharmaceutical Engineering*, 2021. [Online]. Available: <https://ispe.org/pharmaceutical-engineering/july-august-2018/pharma-40tm-hype-or-reality>. [Προσπελάστηκε: 08/02/2021].
- [15] O. Bongomin, G. Gilibrays Ocen, E. Oyondi Nganyi, A. Musinguzi and T. Omara, "Exponential Disruptive Technologies and the Required Skills of Industry 4.0", *Journal of Engineering*, vol. 2020, pp. 1-17, 2020. Available: 10.1155/2020/4280156 [Προσπελάστηκε 28/03/2021].
- [16] H. Mohajan, "The Second Industrial Revolution has Brought Modern Social and Economic Developments", *Journal of Social Sciences and Humanities*, vol. 6, no. 1, pp. 1-14, 2020. Available: https://mpr.ub.uni-muenchen.de/98209/1/MPRA_paper_98209.pdf. [Προσπελάστηκε 12/03/2021].
- [17] N. Gershenfeld, *Fab*. [Place of publication not identified]: RHYW, 2011.
- [18] J. Rifkin, T. Howard and N. Georgescu-Roegen, *Entropy*. New York (N.Y.) [etc.]: Bantam Books, 1989.
- [19] W. Wolfgang, L. Wolf-Dieter and H. Kagermann, *Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution*. 2011.
- [20] R. Schlaepfer and M. Koch, *Industry 4.0 Challenges and Solutions for the Digital Transformation and Use of Exponential Technologies. Finance, Audit Tax Consulting Corporate*. Zurich, Swiss, 2014.
- [21] H. Kagermann, W. Wahlster and J. Helbig, *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0 -- Securing the Future of German Manufacturing Industry_Final report of the Industrie 4.0 Working Group*. National Academy of Science and Engineering, 2013.

- [22] S. Erol, A. Jäger, P. Hold, K. Ott and W. Sihn, "Tangible Industry 4.0: A Scenario-Based Approach to Learning for the Future of Production", *Procedia CIRP*, vol. 54, pp. 13-18, 2016. Available: 10.1016/j.procir.2016.03.162 [Προσπελάστηκε 16/02/2021].
- [23] G. Büchi, M. Cugno and R. Castagnoli, "Smart factory performance and Industry 4.0", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 150, p. 119790, 2020. Available: 10.1016/j.techfore.2019.119790 [Προσπελάστηκε 5/04/2021].
- [24] S. Bernat and S. Karabag, "Strategic alignment of technology: Organising for technology upgrading in emerging economy firms", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 145, pp. 295-306, 2019. Available: 10.1016/j.techfore.2018.05.009 [Προσπελάστηκε 3/02/2021].
- [25] J. Posada et al., "Visual Computing as a Key Enabling Technology for Industrie 4.0 and Industrial Internet", *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 35, no. 2, pp. 26-40, 2015. Available: 10.1109/mcg.2015.45 [Προσπελάστηκε 17/03/2021].
- [26] M. Haddara and A. Elragal, "The Readiness of ERP Systems for the Factory of the Future", *Procedia Computer Science*, vol. 64, pp. 721-728, 2015. Available: 10.1016/j.procs.2015.08.598 [Προσπελάστηκε 5/03/2021].
- [27] J. N., "Industry 4.0 Privacy and Security Protocol Issues in Internet of Things", *IoT Architectures, Models, and Platforms for Smart City Applications*, pp. 193-217, 2020. Available: 10.4018/978-1-7998-1253-1.ch010 [Προσπελάστηκε 14/03/2021].
- [28] "Web Service Definition Language (WSDL)", *W3.org*, 2021. [Online]. Available: [https://www.w3.org/TR/2001/NOTE-wsdl-20010315#:~:text=WSDL%20is%20an%20XML%20format,format%20to%20define%20an%20endpoint](https://www.w3.org/TR/2001/NOTE-wsdl-20010315#:~:text=WSDL%20is%20an%20XML%20format,format%20to%20define%20an%20endpoint.). [Προσπελάστηκε: 13/02/2021].
- [29] P. Osterrieder, L. Budde and T. Friedli, "The smart factory as a key construct of industry 4.0: A systematic literature review", *International Journal of Production Economics*, vol. 221, p. 107476, 2020. Available: 10.1016/j.ijpe.2019.08.011 [Προσπελάστηκε 16/03/2021].
- [30] E. Hozdić, *SMART FACTORY FOR INDUSTRY 4.0: A REVIEW*, 1st ed. International Journal of Modern Manufacturing Technologies, 2015, pp. 28-35.
- [31] L. Monostori et al., "Cyber-physical systems in manufacturing", *CIRP Annals*, vol. 65, no. 2, pp. 621-641, 2016. Available: 10.1016/j.cirp.2016.06.005 [Προσπελάστηκε 14/03/2021].
- [32] Y. Liu and X. Xu, "Industry 4.0 and Cloud Manufacturing: A Comparative Analysis", *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, vol. 139, no. 3, 2016. Available: 10.1115/1.4034667 [Προσπελάστηκε 4/03/2021].
- [33] K. Zhou, T. Liu and L. Zhou, "Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges", *2015 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)*, 2015. Available: 10.1109/fskd.2015.7382284 [Προσπελάστηκε 14/03/2021].
- [34] Y. Lu, "Cyber Physical System (CPS)-Based Industry 4.0: A Survey", *Journal of Industrial Integration and Management*, vol. 02, no. 03, p. 1750014, 2017. Available: 10.1142/s2424862217500142 [Προσπελάστηκε 5/02/2021].
- [35] B. Jeon, J. Yoon, J. Um and S. Suh, "The architecture development of Industry 4.0 compliant smart machine tool system (SMTS)", *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol. 31, no. 8, pp. 1837-1859, 2020. Available: 10.1007/s10845-020-01539-4 [Προσπελάστηκε 16/02/2021].
- [36] Y. Lu, "Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues", *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 6, pp. 1-10, 2017. Available: 10.1016/j.jii.2017.04.005 [Προσπελάστηκε 14/04/2021].
- [37] "Funding & tenders", *Ec.europa.eu*, 2021. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/ict-01-2019>. [Προσπελάστηκε: 27/03/2021].
- [38] M. Hermann, T. Pentek and B. Otto, "Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios", *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, 2016. Available: 10.1109/hicss.2016.488 [Προσπελάστηκε 5/02/2021].
- [39] A. Gilchrist, *Industry 4.0*. Apress, pp. 195-215.
- [40] L. Bonekamp and M. Sure, "Consequences of Industry 4.0 on Human Labour and Work Organisation", *Semanticscholar.org*, 2021. [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/Consequences-of-Industry-4.0-on-Human-Labour-and-Bonekamp-Sure/79c21635cee1aec94bc5ca44be369bb129556256>. [Προσπελάστηκε: 15/02/2021].
- [41] R. Sahal, J. Breslin and M. Ali, "Big data and stream processing platforms for Industry 4.0 requirements mapping for a predictive maintenance use case", *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 54, pp. 138-151, 2020. Available: 10.1016/j.jmsy.2019.11.004 [Προσπελάστηκε 16/02/2021].
- [42] M. Gokalp, K. Kayabay, M. Akyol, P. Eren and A. Kocyigit, "Big Data for Industry 4.0: A Conceptual Framework", *2016 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)*, 2016. Available: 10.1109/csci.2016.0088 [Προσπελάστηκε 16/01/2021].

- [43] G. Fragapane, D. Ivanov, M. Peron, F. Sgarbossa and J. Strandhagen, "Increasing flexibility and productivity in Industry 4.0 production networks with autonomous mobile robots and smart intralogistics", *Annals of Operations Research*, 2020. Available: 10.1007/s10479-020-03526-7 [Προσπελάστηκε 27/03/2021].
- [44] I. Karabegović, *New Technologies, Development and Application II*, 1st ed. Springer, 2020, pp. 3-14.
- [45] "The Age of Autonomous Robots Is Upon Us", *Fortune*, 2021. [Online]. Available: <https://fortune.com/2016/03/29/autonomous-robots-startups/>. [Προσπελάστηκε: 09- 01- 2021].
- [46] G. Thiers, T. Sprock, L. McGinnis, A. Graunke and M. Christian, "Automated production system simulations using commercial off-the-shelf simulation tools", *IEEE Press*, no. 201616, pp. 1036–1047, 2016. Available: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/3042094.3042233>. [Προσπελάστηκε 11/03/2021].
- [47] S. Jain and D. Lechevalier, *STANDARDS BASED GENERATION OF A VIRTUAL FACTORY MODEL*. Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference, 2016, pp. 2762-2773.
- [48] H. Boyes, B. Hallaq, J. Cunningham and T. Watson, "The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework", *Computers in Industry*, vol. 101, pp. 1-12, 2018. Available: 10.1016/j.compind.2018.04.015 [Προσπελάστηκε 11/02/2021].
- [49] M. Lezzi, M. Lazoi and A. Corallo, "Cybersecurity for Industry 4.0 in the current literature: A reference framework", *Computers in Industry*, vol. 103, pp. 97-110, 2018. Available: 10.1016/j.compind.2018.09.004 [Προσπελάστηκε 19/03/2021].
- [50] L. Thames and D. Schaefer, *Cybersecurity for Industry 4.0*. Cham: Springer International Publishing, 2017.
- [51] E. Oztemel and S. Gursev, "Literature review of Industry 4.0 and related technologies", *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol. 31, no. 1, pp. 127-182, 2018. Available: 10.1007/s10845-018-1433-8 [Προσπελάστηκε 4/02/2021].
- [52] U. Dilberoglu, B. Gharehparagh, U. Yaman and M. Dolen, "The Role of Additive Manufacturing in the Era of Industry 4.0", *Procedia Manufacturing*, vol. 11, pp. 545-554, 2017. Available: 10.1016/j.promfg.2017.07.148 [Προσπελάστηκε 2/02/2021].
- [53] C. Faller and D. Feldmüller, "Industry 4.0 Learning Factory for regional SMEs", *Procedia CIRP*, vol. 32, pp. 88-91, 2015. Available: 10.1016/j.procir.2015.02.117 [Προσπελάστηκε 10/01/2021].
- [54] T. Olsen and B. Tomlin, "Industry 4.0: Opportunities and Challenges for Operations Management", *Manufacturing & Service Operations Management*, vol. 22, no. 1, pp. 113-122, 2020. Available: 10.1287/msom.2019.0796 [Προσπελάστηκε 3/02/2021].
- [55] L. Bassi, "Industry 4.0: Hope, hype or revolution?", *2017 IEEE 3rd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry (RTSI)*, 2017. Available: 10.1109/rtsi.2017.8065927 [Προσπελάστηκε 8/01/2021].
- [56] M. Alani and M. Alloghani, "Security Challenges in the Industry 4.0 Era", *Industry 4.0 and Engineering for a Sustainable Future*, pp. 117-136, 2019. Available: 10.1007/978-3-030-12953-8_8 [Προσπελάστηκε 5/01/2021].
- [57] S. Kumar, D. Talasila, M. Gowrav and H. Gangadharappa, "Adaptations of Pharma 4.0 from Industry 4.0", *Drug Invention Today*, vol. 14, no. 3, pp. 405-415, 2020. Available: <https://jpr solutions.info/files/final-file-5e91ed7d502397.52346272.pdf>. [Προσπελάστηκε 18/03/2021].
- [58] A. Kumar, *Web technology*. Boca Raton: Fla., 2018.
- [59] L. Cacciolatti, S. Lee and C. Molinero, "Clashing institutional interests in skills between government and industry: An analysis of demand for technical and soft skills of graduates in the UK", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 119, pp. 139-153, 2017. Available: 10.1016/j.techfore.2017.03.024 [Προσπελάστηκε 15/02/2021].
- [60] Y. Xie and L. Breen, "Greening community pharmaceutical supply chain in UK: a cross boundary approach", *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 17, no. 1, pp. 40-53, 2012. Available: 10.1108/13598541211212195 [Προσπελάστηκε 18/03/2021].
- [61] S. Brown and P. Vondráček, "Implementing time-based manufacturing practices in pharmaceutical preparation manufacturers", *Production Planning & Control*, vol. 24, no. 1, pp. 28-46, 2011. Available: 10.1080/09537287.2011.598267 [Προσπελάστηκε 27/02/2021].
- [62] B. Silva and C. Fegadolli, "Implementation of pharmaceutical care for older adults in the Brazilian public health system: a case study and realistic evaluation", *BMC Health Services Research*, vol. 20, no. 1, 2020. Available: 10.1186/s12913-020-4898-z [Προσπελάστηκε 7/03/2021].
- [63] *World Economic Forum*, 2021. [Online]. Available: <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab/>. [Προσπελάστηκε: 03/04/2021].
- [64] V. Steinwandter, D. Borchert and C. Herwig, "Data science tools and applications on the way to Pharma 4.0", *Drug Discovery Today*, vol. 24, no. 9, pp. 1795-1805, 2019. Available: 10.1016/j.drudis.2019.06.005 [Προσπελάστηκε 18/02/2021].

- [65] J. Markarian, "Modernizing Pharma Manufacturing", *PharmTech*, 2021. [Online]. Available: <https://www.pharmtech.com/view/modernizing-pharma-manufacturing>. [Προσπελάστηκε: 16/02/2021].
- [66] "Getting Ready for Pharma 4.0™", *ISPE | International Society for Pharmaceutical Engineering*, 2021. [Online]. Available: <https://ispe.org/pharmaceutical-engineering/september-october-2018/getting-ready-pharma-40tm>. [Προσπελάστηκε: 07/03/2021].
- [67] M. Ahmed, A. Toor, K. O'Neil and D. Friedland, "Cognitive Computing and the Future of Health Care Cognitive Computing and the Future of Healthcare: The Cognitive Power of IBM Watson Has the Potential to Transform Global Personalized Medicine", *IEEE Pulse*, vol. 8, no. 3, pp. 4-9, 2017. Available: 10.1109/mpul.2017.2678098 [Προσπελάστηκε 2/03/2021].
- [68] R. Wright, "How Biopharmas Are Addressing Key Trends For 2017: Trendsetter Series Part 2 of 4", *Lifescienceleader.com*, 2017. [Online]. Available: <https://www.lifescienceleader.com/doc/how-biopharmas-are-addressing-key-trends-for-trendsetter-series-part-of-0001>. [Προσπελάστηκε: 18/04/2021].
- [69] B. Japsen, "Pfizer Partners With IBM Watson To Advance Cancer Drug Discovery", *Forbes*, 2021. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/brucejapsen/2016/12/01/pfizer-partners-with-ibm-watson-to-advance-cancer-drug-discovery/>. [Προσπελάστηκε: 18/04/2021].
- [70] "FDA Opens Genetic Floodgates with 23andMe Decision", *MIT Technology Review*, 2021. [Online]. Available: <https://www.technologyreview.com/2017/04/06/68684/fda-opens-genetic-floodgates-with-23andme-decision/>. [Προσπελάστηκε: 05/02/2021].
- [71] "Digital Intelligence Briefing: 2017 Digital Trends in Healthcare and Pharma", *Econsultancy*, 2021. [Online]. Available: <https://econsultancy.com/reports/digital-intelligence-briefing-2017-digital-trends-in-healthcare-and-pharma/>. [Προσπελάστηκε: 05/03/2021].
- [72] M. Alsumidaie, "Novartis Brings on Digital in Trial Patient Centricity", *Applied Clinical Trials Online*, 2021. [Online]. Available: <https://www.appliedclinicaltrialsonline.com/view/novartis-brings-digital-trial-patient-centricity-0>. [Προσπελάστηκε: 05/01/2021].
- [73] R. Limaye, L. Kumar and N. Limaye, "Fourth generation technologies in pharmaceuticals- Revolutionizing healthcare", *Journal of Systems Biology & Proteome Research*, vol. 2, no. 1, pp. 3-7, 2018. Available: <https://www.alliedacademies.org/articles/fourth-generation-technologies-in-pharmaceuticalsrevolutionizing-healthcare-9615.html>. [Προσπελάστηκε 15/02/2021].
- [74] F. @EmilyMatchar, "The Future of 3D-Printed Pills", *Smithsonian Magazine*, 2021. [Online]. Available: <https://www.smithsonianmag.com/innovation/future-3d-printed-pills-180956292>. [Προσπελάστηκε: 05/04/2021].
- [75] W. Hsiao, B. Lorber, H. Reitsamer and J. Khinast, "3D printing of oral drugs: a new reality or hype?", *Expert Opinion on Drug Delivery*, vol. 15, no. 1, pp. 1-4, 2017. Available: 10.1080/17425247.2017.1371698 [Προσπελάστηκε 15/02/2021].
- [76] D. Ivanov, A. Dolgui and B. Sokolov, "The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics", *International Journal of Production Research*, vol. 57, no. 3, pp. 829-846, 2018. Available: 10.1080/00207543.2018.1488086 [Προσπελάστηκε 3/03/2021].
- [77] S. Nilsen and E. Nyberg, *The adoption of Industry 4.0-technologies in manufacturing – a multiple case study*. STOCKHOLM: KTH Industrial Engineering and Management Industrial Management-Master of Science Thesis, 2016.
- [78] H. Birkel, J. Veile, J. Müller, E. Hartmann and K. Voigt, "Development of a Risk Framework for Industry 4.0 in the Context of Sustainability for Established Manufacturers", *Sustainability*, vol. 11, no. 2, p. 384, 2019. Available: 10.3390/su11020384 [Προσπελάστηκε 3/03/2021].
- [79] E. Hilgendorf and U. Seidel, "Robotics, Autonomics, and the Law", 2017. Available: 10.5771/9783845284651 [Προσπελάστηκε 2/03/2021].
- [80] M. Arntz, T. Gregory and U. Zierahn, "The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries", 2016.
- [81] E. Brynjolfsson and A. McAfee, *Race against the machine*. Lexington: Digital Frontier Press, 2012.
- [82] L. Bonekamp and M. Sure, *Consequences of Industry 4.0 on Human Labour and Work Organisation*. Journal of Business and Media Psychology, 2015, pp. 33-40.
- [83] C. Frey and M. Osborne, "THE FUTURE OF EMPLOYMENT: HOW SUSCEPTIBLE ARE JOBS TO COMPUTERISATION?", pp. 1-72, 2013. Available: https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf. [Προσπελάστηκε 13/04/2021].
- [84] M. Pinzone, P. Fantini, S. Perini, S. Garavaglia, M. Taisch and G. Miragliotta, "Jobs and Skills in Industry 4.0: An Exploratory Research", *IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems (APMS)*, pp. 282-288, 2017. Available: <https://hal.inria.fr/hal-01666201/document>. [Προσπελάστηκε 9/02/2021].
- [85] M. Kamprath and D. Mietzner, "The impact of sectoral changes on individual competences: A reflective scenario-based approach in the creative industries", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 95, pp. 252-275, 2015. Available: 10.1016/j.techfore.2015.01.011 [Προσπελάστηκε 8/02/2021].

- [86] R. Strange and A. Zucchella, "Industry 4.0, global value chains and international business", *Multinational Business Review*, vol. 25, no. 3, pp. 174-184, 2017. Available: 10.1108/mbr-05-2017-0028 [Προσπελάστηκε 9/03/2021].
- [87] G. Vogl, B. Weiss and M. Helu, "A review of diagnostic and prognostic capabilities and best practices for manufacturing", *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol. 30, no. 1, pp. 79-95, 2016. Available: 10.1007/s10845-016-1228-8 [Προσπελάστηκε 13/03/2021].
- [88] S. Fareri, G. Fantoni, F. Chiarello, E. Coli and A. Binda, "Estimating Industry 4.0 impact on job profiles and skills using text mining", *Computers in Industry*, vol. 118, p. 103222, 2020. Available: 10.1016/j.compind.2020.103222 [Προσπελάστηκε 23/01/2021].
- [89] "EU Login", *Ec.europa.eu*, 2021. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/europe-2020-indicators#:~:text=The%20Europe%202020%20strategy%20is,a%20sustainable%20social%20market%20economy>. [Προσπελάστηκε: 06/03/2021].
- [90] "European Skills Agenda - Employment, Social Affairs & Inclusion - European Commission", *Ec.europa.eu*, 2021. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1223&langId=en>. [Προσπελάστηκε: 06/03/2021].
- [91] "ESCO - European Commission", *Ec.europa.eu*, 2021. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/esco/portal/home>. [Προσπελάστηκε: 06/03/2021].
- [92] "ESCO - Qualifications - European Commission", *Ec.europa.eu*, 2021. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/esco/portal/qualification>. [Προσπελάστηκε: 06/03/2021].
- [93] "O*NET OnLine", *Onetonline.org*, 2021. [Online]. Available: <https://www.onetonline.org/>. [Προσπελάστηκε: 06/03/2021].
- [94] "How to Use Holland Codes to Find The Right Career", *Truity*. [Online]. Available: <https://www.truity.com/page/holland-code-riasec-theory-career-choice>. [Προσπελάστηκε: 06/03/2021].
- [95] "Survey of Adult Skills (PIAAC) - PIAAC, the OECD's programme of assessment and analysis of adult skills", *Oecd.org*. [Online]. Available: <https://www.oecd.org/skills/piaac/>. [Προσπελάστηκε: 06/03/2021].
- [96] "Online Assessment - PIAAC, the OECD's programme of assessment and analysis of adult skills", *Oecd.org*. [Online]. Available: <https://www.oecd.org/skills/piaac/onlineassessment/>. [Προσπελάστηκε: 06/03/2021].
- [97] "CEN - Technical Bodies - CEN/TC 428", *Standards.cen.eu*. [Online]. Available: https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:7:0:::FSP_ORG_ID:1218399&cs=1600F0DD849DA04F3E3B900863CB58F72. [Προσπελάστηκε: 06/03/2021].
- [98] *Ec.europa.eu*. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/21342/attachments/1/translations/en/renditions/pdf#:~:text=The%20objective%20of%20a%20Body,breadth%20of%20ICT%20knowledge%20required>. [Προσπελάστηκε: 06/03/2021].
- [99] "CEPIS - CEPIS", *CEPIS*. [Online]. Available: <https://cepis.org/>. [Προσπελάστηκε: 06/03/2021].
- [100] M. Götz and B. Jankowska, "Chapter 15 On the Role of Clusters in Fostering the Industry 4.0", *Progress in International Business Research*, pp. 379-390, 2018. Available: 10.1108/s1745-886220180000013016 [Προσπελάστηκε 17/03/2021].
- [101] S. Shamim, S. Cang, H. Yu and Y. Li, "Management approaches for Industry 4.0: A human resource management perspective", *2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, 2016. Available: 10.1109/cec.2016.7748365 [Προσπελάστηκε 9/03/2021].
- [102] B. Schallock, C. Rybski, R. Jochem and H. Kohl, "Learning Factory for Industry 4.0 to provide future skills beyond technical training", *Procedia Manufacturing*, vol. 23, pp. 27-32, 2018. Available: 10.1016/j.promfg.2018.03.156 [Προσπελάστηκε 3/02/2021].
- [103] Z. Rajnai and I. Kocsis, "Labor market risks of industry 4.0, digitization, robots and AI", *2017 IEEE 15th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY)*, 2017. Available: 10.1109/sisy.2017.8080580 [Προσπελάστηκε 12/04/2021].
- [104] P. Givord and E. Maurin, "Changes in job security and their causes: An empirical analysis for France, 1982–2002", *European Economic Review*, vol. 48, no. 3, pp. 595-615, 2004. Available: 10.1016/s0014-2921(03)00043-6 [Προσπελάστηκε 7/02/2021].
- [105] B. Sumer, "Impact of Industry 4.0 on Occupations and Employment in Turkey", *European Scientific Journal, ESJ*, vol. 14, no. 10, p. 1, 2018. Available: 10.19044/esj.2018.v14n10p1 [Προσπελάστηκε 15/03/2021].
- [106] J. Kaivo-oja, P. Virtanen, H. Jalonen and J. Stenvall, "The Effects of the Internet of Things and Big Data to Organizations and Their Knowledge Management Practices", *Lecture Notes in*

- Business Information Processing*, pp. 495-513, 2015. Available: 10.1007/978-3-319-21009-4_38 [Προσπελάστηκε 12/01/2021].
- [107] D. Podgórski, K. Majchrzycka, A. Dąbrowska, G. Gralewicz and M. Okrasa, "Towards a conceptual framework of OSH risk management in smart working environments based on smart PPE, ambient intelligence and the Internet of Things technologies", *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, vol. 23, no. 1, pp. 1-20, 2016. Available: 10.1080/10803548.2016.1214431 [Προσπελάστηκε 16/03/2021].
- [108] E. Cracco et al., "Automatic imitation: A meta-analysis.", *Psychological Bulletin*, vol. 144, no. 5, pp. 453-500, 2018. Available: 10.1037/bul0000143 [Προσπελάστηκε 16/02/2021].
- [109] N. Doll, "Aufmarsch der Roboter. Welt am Sonntag." 2015, pp. 29-31
- [110] J. Barnes and Y. Liao, "The effect of individual, network, and collaborative competencies on the supply chain management system", *International Journal of Production Economics*, vol. 140, no. 2, pp. 888-899, 2012. Available: 10.1016/j.ijpe.2012.07.010 [Προσπελάστηκε 12/02/2021].
- [111] G. Stevens, "A Critical Review of the Science and Practice of Competency Modeling", *Human Resource Development Review*, vol. 12, no. 1, pp. 86-107, 2012. Available: 10.1177/1534484312456690 [Προσπελάστηκε 17/02/2021].
- [112] T. Hoffmann, "The meanings of competency", *Journal of European Industrial Training*, vol. 23, no. 6, pp. 275-286, 1999. Available: 10.1108/03090599910284650 [Προσπελάστηκε 16/03/2021].
- [113] J. Reis and R. Gonçalves, "The Role of Internet of Services (IoS) on Industry 4.0 Through the Service Oriented Architecture (SOA)", *Advances in Production Management Systems. Smart Manufacturing for Industry 4.0*, pp. 20-26, 2018. Available: 10.1007/978-3-319-99707-0_3 [Προσπελάστηκε 16/04/2021].