



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ
ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

Διπλωματική Εργασία

ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

**Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΟΨΕΙ ΤΗΣ 4^{ης} ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗΣ: ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ, ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ**

του

ΚΟΥΚΟΥΡΙΚΗ ΣΩΤΗΡΙΟΥ

A.M mba22026

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΤΣΙΟΤΡΑΣ

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος στη
Διοίκηση Επιχειρήσεων

ΜΑΡΤΙΟΣ 2023

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την συγγραφή της διπλωματικής μου εργασίας με τίτλο «Η Συγκριτική Αξιολόγηση ως Στρατηγική εφαρμογή για την διαχείριση κρίσεων» η οποία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Δ.Π.Μ.Σ. της Διοίκησης Επιχειρήσεων του Πανεπιστημίου Μακεδονίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα άτομα τα οποία συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση της.

Πρωτίστως θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Γεώργιο Τσιότρα, για την επιστημονική καθοδήγηση και για τις ωφέλιμες συμβουλές και παρατηρήσεις του οι οποίες συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου για την ενθάρρυνση και ηθική υποστήριξη τους καθ' όλη την διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών, στους οποίους αφιερώνω και την παρούσα.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	3
2. Ιστορική Αναδρομή	4
2.1. Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
2.2 Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
2.3 Τρίτη Βιομηχανική Επανάσταση.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
3. Τετάρτη Βιομηχανική Επανάσταση.....	12
3.1 Τι είναι η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση	12
3.2 Τεχνολογίες παραγωγής	14
3.3 Βιομηχανία 4.0 και προϊόντα	15
3.4 Επιπτώσεις Βιομηχανίας 4.0 σε επιχειρήσεις και οικονομία.....	16
4. Τεχνολογίες Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης.....	17
4.1 Το διαδίκτυο των πραγμάτων	18
4.2 Υπολογιστική Νέφους.....	18
4.3 Ρομποτική.....	20
4.4 Εικονική Πραγματικότητα	21
4.5 Επαυξημένη Πραγματικότητα	22
4.6 Τεχνητή Νοημοσύνη	23
4.7 Αλυσίδα των μπλοκ	24
4.8 Τρισδιάστατη Εκτύπωση	25
4.9 Βιοτεχνολογία.....	27
4.10 Νευροτεχνολογία.....	27
5. Συνέπειες της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης.....	29
5.1 Ευκαιρίες – Καλές Πρακτικές	29
5.2 Προκλήσεις – Εμπόδια	32
6. Συμπεράσματα.....	35
Βιβλιογραφία.....	37

1. Εισαγωγή

Η κοινωνία μας βίωσε τρεις Βιομηχανικές Επαναστάσεις μέχρι τώρα. Η κάθε μία από αυτές αποτέλεσε τη βάση για την επόμενη και η κάθε μία ξεχωριστά αλλά και όλες μαζί άλλαξαν δραστικά τον κόσμο μας. Ξεκινώντας από τη χρήση του ατμού και τις πρώτες μηχανές οι πρόγονοί μας επιβοήθηκαν σε κάποιες από τις εργασίες τους. Μετέπειτα ξεκίνησε η χρήση του ηλεκτρισμού, των γραμμών συναρμολόγησης και γεννήθηκε η μαζική παραγωγή. Η τρίτη βιομηχανική εποχή συνοδεύτηκε από την έλευση των υπολογιστών και την αρχή της αυτοματοποίησης, όταν τα ρομπότ και οι μηχανές άρχισαν να αντικαταστούν τους εργάτες στις γραμμές παραγωγής. Πλέον εισαγόμαστε στη Βιομηχανία 4ής γενιάς ή όπως αποκαλείται ο όρος στα Γερμανικά, που πρωτοεισήχθη «INDUSTRIE 4.0». Στη Βιομηχανία 4ής γενιάς οι υπολογιστές και η αυτοματοποίηση ενώνονται με ένα τελείως νέο τρόπο, με τα ρομπότ να συνδέονται εξ αποστάσεως με υπολογιστικά συστήματα εξοπλισμένα με αλγόριθμους μηχανικής εκμάθησης (machine learning) που μπορούν να μαθαίνουν και να ελέγχουν τα ρομπότ με ελάχιστες εισροές από τους χειριστές.

Η 4η Βιομηχανική Επανάσταση ή Βιομηχανία 4 (Industry 4.0) δηλώνει την έναρξη μίας νέας εποχής για τις μεταποιητικές επιχειρήσεις όπου παρωχημένες τεχνικές παραγωγής και λειτουργίας εξελίσσονται με την ενσωμάτωση έξυπνων ψηφιακών τεχνολογιών. Η 4η Βιομηχανική Επανάσταση διακρίνεται από την ακμή των τεχνολογιών αιχμής όπως είναι τα αυτόνομα «έξυπνα» ρομπότ, οι προηγμένες μέθοδοι ανάλυσης (advanced analytics) σε μεγάλου μεγέθους δεδομένων (big data), η τεχνητή νοημοσύνη (artificial intelligence) και οι γνωσιακές τεχνολογίες (cognitive technologies), οι κβαντικοί υπολογιστές, η επαυξημένη και εικονική πραγματικότητα (augmented & virtual reality), οι «φορετές» συσκευές (wearables), οι σένσορες, το διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things – IoT), η τρισδιάστατη εκτύπωση (3D printing), τα προηγμένα υλικά (advanced materials), και άλλα (Ξηρογιάννης, Αθανασιάδη, & Νικολαΐδης, 2019).

Ενώ, οι απαρχές της 4ης Βιομηχανικής Επανάστασης συναντώνται στη μεταποίηση, δεν περιορίζεται αυτή ωστόσο αυστηρά στην παραγωγή. Αντιθέτως, μέσω των έξυπνων, συνδεδεμένων τεχνολογιών διεισδύει και στον τρόπο σχεδιασμού, κατασκευής, συντήρησης και χρήσης προϊόντων, καθώς επίσης μπορεί να μεταμορφώσει τις επιχειρήσεις σε όλο το εύρος των λειτουργιών τους. Μέσω της διαχείρισης διάφορων δεδομένων, οι επιχειρήσεις είναι σε θέση να ενεργήσουν

κατάλληλα με στόχο να αυξήσουν τη λειτουργική αποδοτικότητά τους και να βελτιώνουν συνεχώς την εμπειρία των ενδιαφερόμενων μερών, όπως είναι οι πελάτες και οι συνεργάτες. Συνοψίζοντας, οι τεχνολογίες που εισάγει η 4η Βιομηχανική Επανάσταση δημιουργούν ένα νέο «ψηφιακό» κόσμο που μπορεί να αλλάζει τους κανόνες του «παιχνιδιού» αναφορικά με την παραγωγή, τους εργαζόμενους, το σύνολο της επιχείρησης, και κατ' επέκταση την κοινωνία (Ξηρογιάννης et al., 2019). Πέρα όμως από τις ευκαιρίες και τις καλές πρακτικές που προκύπτουν στην Τέταρτη βιομηχανική επανάσταση, υπάρχουν και κάποια εμπόδια και προκλήσεις τις οποίες θα πρέπει να λάβουμε σοβαρά υπ' όψιν μας και να προσπαθήσουμε όσο μπορούμε να τα περιορίσουμε. Κάποια από τα προβλήματα που πρέπει να επιλυθούν είναι η ασφάλεια των δεδομένων, η ανάγκη για υψηλή αξιοπιστία και σταθερότητα αυτών των cyber-physical συστημάτων, η εξασφάλιση της ακεραιότητας της παραγωγής χωρίς την ανθρώπινη επίβλεψη, η απώλεια εργασιών με υψηλές αποδοχές.

Στην παρούσα εργασία θα αναλύσουμε τόσο τις τεχνολογίες παραγωγής που περιλαμβάνει η Τέταρτη βιομηχανική επανάσταση, όσο και τις ευκαιρίες αλλά και τις προκλήσεις που συνδέονται με αυτή.

2. Ιστορική Αναδρομή

Με τον όρο βιομηχανική επανάσταση, ιστορικοί και μελετητές προσδιορίζουν τις δραματικές κοινωνικές και οικονομικές αλλαγές στη Δύση του 18ου αιώνα και 19ου αιώνα. Κοιτίδα εξελίξεων παρουσιάζεται πρωτίστως στη Μεγάλη Βρετανία και ακολουθούν ενδεικτικά η Κεντρική Ευρώπη, η Γαλλία και η Αμερική. Αποκαλείται βιομηχανική, γιατί σηματοδοτεί την εκβιομηχάνιση της παραγωγής μέσω της ατμοκίνησης και επανάσταση γιατί, για πρώτη φορά στην ιστορία του ανθρώπου, η καλλιέργεια της γης σταματά να αποτελεί βασική προϋπόθεση και παράγοντα πλούτου. Η περίοδος αυτή χαρακτηρίζεται από έντονες αλλαγές στον τεχνικό, οικονομικό, κοινωνικό και πολιτισμικό τομέα, οι οποίες οδήγησαν στην «εκβιομηχάνιση» της κοινωνίας στη Μεγάλη Βρετανία μεταξύ των ετών 1760 - 1860. Την αλλαγή αυτή ακολούθησαν ανάλογα κινήματα σε κοινωνίες άλλων ευρωπαϊκών κρατών, σε διαφορετική κλίμακα για κάθε μια από αυτές, με αποτέλεσμα η αγροτική, κυρίως, παραγωγή να εξελιχθεί σε βιομηχανική, ως επί το

πλείστον. Ιδιαίτερα, επηρεάστηκε η Γαλλία και αργότερα οι ΗΠΑ σε σχέση με το τρόπο λειτουργίας και ανάπτυξης της οικονομίας και της δομής της κοινωνίας. Οι ιδέες του διαφωτισμού που κυριαρχούσαν την εποχή αυτή, ήρθαν να ντύσουν με το πνευματικό μανδύα το σύνολο των μεταρρυθμίσεων και στον ιδεολογικό χάρτη. (Θεοχάρη, 2022)

Η οικονομία της Ευρώπης στις αρχές του 19ου αιώνα ήταν κατά βάση αγροτική. Τα περισσότερα προϊόντα του δευτερογενούς τομέα παραγωγής συνέχιζαν να παράγονται σε μικρά εργαστήρια ή στα σπίτια των τεχνιτών. Τα περισσότερα οικιστικά σύνολα ήταν μικρά, τόποι ανταλλαγής ως επί το πλείστον των καρπών της γης και των προϊόντων της βιοτεχνίας, όταν δεν ήταν διοικητικά κέντρα. Διάσπαρτες ωστόσο στον - παραδοσιακό, μάλλον - προβιομηχανικό ευρωπαϊκό κόσμο ήταν ορισμένες παραγωγικές μονάδες, γνωστές έκτοτε ως βιομηχανικές. Οι περισσότερες βρίσκονταν στην Αγγλία και λιγότερες στην ηπειρωτική Ευρώπη. Αυτές οι βιομηχανικές μονάδες συνιστούσαν την αφετηρία ενός νέου παραγωγικού συστήματος, του εργοστασιακού συστήματος. Μέχρι τη Βιομηχανική Επανάσταση, στη Μ. Βρετανία, τα υφάσματα και κάθε λογής βαμβακερών προϊόντων, παράγονταν από οικογενειακές επιχειρήσεις, μικρής παραγωγικότητας. Κάποια στιγμή, η προσφορά δεν μπορούσε να καλύψει την ταχεία ζήτηση για υφάσματα. Η συνύπαρξη διαφορετικών ανθρώπων σε φάμπρικες και εργοστάσια, δημιούργησε ουσιαστικά αυτό που λέμε σήμερα «Διοίκηση και Οργάνωση Επιχειρήσεων», «Διοίκηση Ανθρώπινων Πόρων», «Καταμερισμός Εργασίας» κτλ. Κατά παράδοξο τρόπο, ενώ ο άνθρωπος άρχισε να λειτουργεί όλο και περισσότερο σαν συλλογικότητα, έγινε πιο ισχυρός ως άτομο. (Βικιπαίδεια, 2022)

Τρία ήταν τα βασικά γνωρίσματα αυτού του νέου συστήματος: α) η υποκατάσταση του ανθρώπου από τη μηχανή σε πολλούς τομείς της παραγωγικής διαδικασίας, β) η αντικατάσταση των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (υδατόπτωση, αιολική ενέργεια κ.ά.) από νέες, ιδιαίτερα τον γαιάνθρακα και γ) η χρήση νέων και άφθονων πρώτων υλών, ιδιαίτερα ανόργανων.

2.1 Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση

Η πρώτη βιομηχανική επανάσταση ξεκίνησε στο τρίτο μισό του 18ου αιώνα και κορυφώθηκε κατά τις αρχές του 20ου, αρχικώς, στη Μεγάλη Βρετανία και, εν συνεχεία, στο σύνολο της δυτικής Ευρώπης. Πριν από τη βιομηχανική επανάσταση είχε, ήδη, προηγηθεί μια περίοδος μικρών τεχνικών βελτιώσεων στην αγροτική παραγωγή, με αποτέλεσμα αυτή να ανταποκριθεί στην ταχεία πληθυσμιακή ανάπτυξη. Η πραγματικά μεγάλη αύξηση της παραγωγής συνέβη περισσότερο μέσω κοινωνικών και όχι τεχνολογικών μετασχηματισμών. Οι νόμοι των περιφράξεων κατάργησαν την καλλιέργεια των κοινοτικών ανοιχτών αγρών και εξαφανίστηκαν οι μικροκαλλιεργητές. Παράλληλα, η ανάπτυξη αγροτικής παραγωγής υψηλής απόδοσης, στα τέλη του 18ου αιώνα, δημιούργησε τις προϋποθέσεις για την εμφάνιση οικοτεχνικών δικτύων, τα οποία μπορούσαν να τροφοδοτούν τις αναπτυσσόμενες βιομηχανίες με προϊόντα αλλά και ένα, σχετικώς ικανοποιητικά, εκπαιδευμένο πρώην αγροτικό και νυν εργατικό δυναμικό. (Βικιπαίδεια, 2022)

Από την Βιομηχανική Επανάσταση ένα από τα πιο σπουδαία γεγονότα ήταν η εφεύρεση της ατμομηχανής στην Βρετανική Αυτοκρατορία, η οποία επεκτάθηκε αργότερα και στον σιδηρόδρομο. Το πρώτο τρένο κυκλοφόρησε το 1830 στη Μεγάλη Βρετανία, ενώ τα επόμενα χρόνια σιδηροδρομικό δίκτυο άρχισε να κατασκευάζεται στη Μεγάλη Βρετανία, τη Γαλλία και άλλα κράτη. Άλλα περίφημα επιτεύγματα ήταν η μηχανή εσωτερικής καύσης, η παραγωγή ηλεκτρισμού και ο τηλεγράφος με τον οποίο χρησιμοποιείται ηλεκτρισμός για να μεταδοθεί μέσα από καλώδια ένα μήνυμα φτιαγμένο από σήματα. Την περίοδο της βιομηχανικής επανάστασης έγιναν πολλές καινοτομίες, οι οποίες βοήθησαν στην ανάπτυξη υπαρχόντων και νέων τεχνών και στην επίτευξη κάποιων κατασκευών. Μερικές καινοτομίες ήταν η εκτεταμένη χρήση των νέων τεχνικών μέσων, όπως, ο σιδηρόδρομος, το ατμόπλοιο, το αυτοκίνητο και το αεροπλάνο, επίσης, η εφαρμογή καινοτομιών στη μεταλλουργία και την υφαντουργία ήταν πολύ σημαντική.

Στην Αγγλία στον τομέα της κλωστοϋφαντουργίας, όπου συντελέστηκε πρώτα η εκβιομηχάνιση της παραγωγής, παρουσιάστηκαν, στο τελευταίο Τέταρτο το 18ου αιώνα, μεγάλη αύξηση της ζήτησης βαμβακερών υφασμάτων και ταυτόχρονα αδυναμία των παραγωγών και των εμπόρων να ικανοποιήσουν αυτή τη ζήτηση. Στην

Αγγλία εξάλλου υπήρχαν τα απαραίτητα κεφάλαια για επενδύσεις από τη συσσώρευση πλούτου που εξασφάλισε η Εμπορική Επανάσταση. Υπήρχε επίσης το διαθέσιμο εργατικό δυναμικό, καθώς και το αγροτικό πλεόνασμα από τις περιφράξεις κοινοτικών γαιών από τους μεγάλους γαιοκτήμονες στα κτήματά τους. (Maxmag, 2018)

Η ζήτηση για το βαμβάκι και η ανάπτυξη της αγγλικής υφαντουργικής βιομηχανίας ευθύνεται σημαντικά για την οικονομική ανάπτυξη της Μεγάλης Βρετανίας ως το 1830. Ήταν τόσο σημαντική για το εξαγωγικό εμπόριο, που επηρέαζε ολόκληρη την οικονομία. Επίσης, δημιούργησε μια κοινωνική κατάσταση που στηριζόταν σε ένα νέο τρόπο παραγωγής. Υπό την κυριαρχία αυτού του τρόπου παραγωγής, οι κεφαλαιούχοι επένδυσαν σε μηχανολογικό εξοπλισμό και πρόσληψη εργατικού, έμμισθου, δυναμικού. Έτσι, προέκυψαν παραγωγικές μονάδες που λειτουργούσαν δομημένες περίξ μιας κεντρικής μονάδας παραγωγής ισχύος (έργου), οι οποίες υποστηρίζονταν από μονάδες κατοικίας πλησίον αυτών.

Μετά το 1880, αναπτύχθηκαν νέοι βιομηχανικοί κλάδοι που συνδέονταν με την επιστημονική έρευνα. Η χημεία πέρασε από τον χώρο του εργαστηρίου στη μαζική παραγωγή. Επαναστατικές επιστημονικές ανακαλύψεις γέννησαν την οργανική χημεία και επέτρεψαν την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων συνθετικών βαφών, λιπασμάτων, πλαστικών υλών και εκρηκτικών (δυναμίτιδα). Χάρη στη χημεία αναπτύχθηκαν, ακόμη, οι βιομηχανίες φαρμάκων, ψυγείων, φωτογραφικών και κινηματογραφικών ειδών. Πρωτοπόρος αναδείχθηκε η Γερμανία.

Παράλληλα, ο ηλεκτρισμός αποτέλεσε, ίσως, την κυριότερη καινοτομία του δεύτερου μισού του 19ου αιώνα., τόσο ως πηγή ενέργειας για τους ηλεκτρικούς κινητήρες όσο και ως μέσο φωτισμού. Στο δεύτερο μισό του 19ου αιώνα, η εξέλιξη των κινητήρων και η ενσωμάτωση τους σε οχήματα είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία του αυτοκινήτου, αλλά και τον πειραματισμό στην δημιουργία ιπτάμενων μηχανών, των πρώτων αεροπλάνων. Τέλος, καινοτομίες έγιναν στα μέσα μετάδοσης ήχου σε μεγάλες αποστάσεις (ηλεκτρικός τηλεγράφος, τηλέφωνο, ασύρματος τηλεγράφος), τα οποία έκαναν ευκολότερη την επικοινωνία. Εκτός, όμως, από την Ευρώπη, ο αντίκτυπος της Βιομηχανικής Επανάστασης έφτασε και στον υπόλοιπο

κόσμο μέσω των εξερευνήσεων στις αποικίες των ευρωπαϊκών δυνάμεων. (Θεοχάρη, 2022).

A. Τα κύρια χαρακτηριστικά της Βιομηχανικής Επανάστασης είναι:

1. Η εκτεταμένη χρήση νέων τεχνικών μέσων που περιορίζαν τη χειρωνακτική εργασία, αυξάνοντας την παραγωγή και μειώνοντας το κόστος των προϊόντων,
2. Η αξιοποίηση νέων μορφών ενέργειας,
3. Η εφαρμογή καινοτομιών στη μεταλλουργία,
4. Η ανάδειξη του εργοστασίου ως του βασικού χώρου παραγωγής, όπου συγκεντρώθηκε η πλειοψηφία των εργατών και, τέλος,
5. Οι υψηλοί ρυθμοί ανάπτυξης.

B. Συνέπειες της πρώτης βιομηχανικής επανάστασης (τόσο θετικές όσο και αρνητικές)

Στη θετική της έκφραση, η πόλη γίνεται πεδίο οικονομικών και επιστημονικών δραστηριοτήτων, υψηλού ρυθμού ανάπτυξης, απασχολεί μεγάλο τμήμα του πληθυσμού που αδυνατούσε ενίοτε να επιβιώσει στην ύπαιθρο και αυξάνει την αγροτική παραγωγή για να βιοπορισθεί ο πληθυσμός της. Στη μέχρι τώρα Ευρώπη της αριστοκρατίας που δεν εργάζεται και των δούλων που υπηρετούν, αναδεικνύεται η ανερχόμενη τάξη των αστών και βιομηχάνων, που δημιουργούν νέα επαγγέλματα, δραστηριοποιούνται επιχειρηματικά και χρηματοδοτούν νέες τεχνολογίες και επιστημονικές καινοτομίες. Στον ζοφερό αντίποδα, η εργατική τάξη (συχνά πρότεροι αγρότες) συσσωρεύεται στις πόλεις για να ζήσει σε άθλιες συνθήκες υγιεινής, δουλεύοντας εξοντωτικά ωράρια για πενιχρές αμοιβές. Τα παιδιά γίνονται άρτιοι εκμεταλλεύσιμοι εργάτες, συχνά σε εργασίες και λειτουργίες όπου απαιτούνταν πιο μικροκαμωμένα χέρια, ενώ οι γυναίκες βρίσκονται επίσης στην πρώτη γραμμή παραγωγής, με ραγδαία αυξανόμενο το φαινόμενο της πορνείας. (Θεοχάρη, 2022)

Το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της πρώτης βιομηχανικής επανάστασης είναι μεγάλο. Οι βιομηχανικές πόλεις του 19ου και 20ου αιώνα γρήγορα μετατράπηκαν περιβαλλοντικά σε μία μάζα καπνού, από την ανεξέλεγκτη καύση ορυκτών καυσίμων, ενώ άφιλτρα κάθε υποπροϊόν βιομηχανικής δραστηριότητας απορρίπτονταν στους διαθέσιμους υδροφόρους ορίζοντες. Η καύση του κάρβουνου

και χάλυβα, που εξορύσσονταν σε αφθονία, γρήγορα οδηγεί σε σοβαρή υποβάθμιση του περιβάλλοντος, με τις πρώτες μαύρες πόλεις να ξεπηδούν στην πρωτοπόρο Μεγάλη Βρετανία. Το έτος 1875, σημειώθηκαν οι πρώτες σοβαρές επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο Λονδίνο, ενώ παρατηρούνται έντονα αναπνευστικά προβλήματα και θνησιμότητα συνδεδεμένη με τη μολυσμένη ατμόσφαιρα. Ο όρος «καπνομίχλη» εμφανίζεται στις εφημερίδες στις αρχές του 20ου αιώνα, ενώ το έτος 1909 αποδίδονται σε αυτήν οι θάνατοι περίπου 1000 ανθρώπων στις εκβιομηχανισμένες πρωτεύουσες της Σκωτίας και της Ιρλανδίας. Ως και τα μέσα του 20ου αιώνα, όπου η χώρα δεν είχε προβεί ακόμα σε μέτρα για την ελεγχόμενη χρήση και καύση του άνθρακα, ομίχλη κάλυπτε ολόκληρη την πόλη του Λονδίνου και ευθυνόταν για τον θάνατο περισσότερων από 4.000 ανθρώπων την εβδομάδα. Πέρα από την ατμοσφαιρική ρύπανση δημιουργείται και το φαινόμενο της «όξινης βροχής», η υδάτινη ρύπανση και ηχορύπανση.

Η πρώτη βιομηχανική επανάσταση λοιπόν ως ραγδαία ενεργειακός, οικονομικός και κοινωνικός μετασχηματισμός, αποτελεί τομή στην ανθρώπινη ιστορία, θέτει παράλληλα όμως και τις βάσεις του φαινομένου που ονομάζουμε σήμερα οικολογική κρίση.

2.2 Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση

Η Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση, γνωστή και ως Τεχνολογική Επανάσταση, ήταν περίοδος ταχείας επιστημονικής ανακάλυψης, τυποποίησης, μαζικής παραγωγής και εκβιομηχάνισης από τα τέλη του 19ου αιώνα έως τις αρχές του 20ού αιώνα. Χρονολογείται γενικά μεταξύ 1870 και 1914 (αρχή του Α' Παγκοσμίου Πολέμου). Η πρόοδος στην τεχνολογία κατασκευής και παραγωγής επέτρεψε την ευρεία υιοθέτηση τεχνολογικών συστημάτων όπως τα τηλεγραφικά και σιδηροδρομικά δίκτυα, η παροχή αερίου και νερού και τα συστήματα αποχέτευσης, τα οποία προηγουμένως είχαν συγκεντρωθεί σε μερικές επιλεγμένες πόλεις. Η τεράστια επέκταση των σιδηροδρομικών και τηλεγραφικών γραμμών μετά το 1870 επέτρεψε μια άνευ προηγουμένου μετακίνηση ανθρώπων και ιδεών, που κορυφώθηκε σε ένα νέο κύμα παγκοσμιοποίησης. Την ίδια χρονική περίοδο εισήχθησαν νέα τεχνολογικά συστήματα, κυρίως η ηλεκτρική ενέργεια και τα τηλέφωνα. Η Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση συνεχίστηκε στον 20ο αιώνα με την

ηλεκτροδότηση των εργοστασίων και τη γραμμή παραγωγής και τελείωσε στην αρχή του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου. Στο σύνολο της χαρακτηρίστηκε από την κατασκευή σιδηροδρομικών γραμμών, μεγάλης κλίμακας παραγωγή σιδήρου και χάλυβα, ευρεία χρήση μηχανημάτων στην κατασκευή, πολύ αυξημένη χρήση ατμού, ευρεία χρήση του τηλεγράφου, χρήση πετρελαίου και έναρξη της ηλεκτροδότησης. Ήταν επίσης η περίοδος κατά την οποία άρχισαν να χρησιμοποιούνται σύγχρονες οργανωτικές μέθοδοι για τη λειτουργία επιχειρήσεων μεγάλης κλίμακας σε τεράστιες περιοχές.

Από κοινωνικοοικονομική πλευρά η δεύτερη βιομηχανική επανάσταση χαρακτηρίζεται από μεγάλη ανάπτυξη. Η περίοδος από το 1870 έως το 1890 είδε τη μεγαλύτερη αύξηση της οικονομικής ανάπτυξης σε τόσο σύντομο χρονικό διάστημα όπως ποτέ στην προηγούμενη ιστορία. Το βιοτικό επίπεδο βελτιώθηκε σημαντικά στις πρόσφατα βιομηχανοποιημένες χώρες καθώς οι τιμές των αγαθών μειώθηκαν δραματικά λόγω των αυξήσεων της παραγωγικότητας. Αυτό προκάλεσε ανεργία και μεγάλες ανατροπές στο εμπόριο και τη βιομηχανία, με πολλούς εργάτες να εκτοπίζονται από μηχανές και πολλά εργοστάσια, πλοία και άλλες μορφές παγίου κεφαλαίου να γίνονται απαρχαιωμένα σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Τεράστιες βελτιώσεις στη δημόσια υγεία και την υγιεινή προέκυψαν από πρωτοβουλίες δημόσιας υγείας, όπως η κατασκευή του αποχετευτικού συστήματος του Λονδίνου τη δεκαετία του 1860 και η ψήφιση νόμων που ρύθμιζαν τα φιλτραρισμένα ύδατα. Αυτό μείωσε σημαντικά τα ποσοστά μόλυνσης και θανάτου από πολλές ασθένειες.

Μέχρι το 1870 το έργο που εκτελούνταν από τις ατμομηχανές ξεπέρασε αυτή που εκτελούνταν από τη δύναμη των ζώων και των ανθρώπων. Τα άλογα και τα μουλάρια παρέμειναν σημαντικά στη γεωργία μέχρι την ανάπτυξη του τρακτέρ με κινητήρα εσωτερικής καύσης κοντά στο τέλος της Δεύτερης Βιομηχανικής Επανάστασης. Οι βελτιώσεις στην απόδοση του ατμού, όπως οι ατμομηχανές τριπλής επέκτασης, επέτρεψαν στα πλοία να μεταφέρουν πολύ περισσότερα φορτία από άνθρακα, με αποτέλεσμα να αυξηθεί σημαντικά ο όγκος του διεθνούς εμπορίου. Η υψηλότερη απόδοση της ατμομηχανής προκάλεσε τον αριθμό των ατμομηχανών να αυξηθεί αρκετές φορές, οδηγώντας σε αύξηση της χρήσης άνθρακα, το φαινόμενο που ονομάζεται παράδοξο Τζέβονς. Μέχρι το 1890 υπήρχε ένα διεθνές τηλεγραφικό δίκτυο που επέτρεπε να γίνονται παραγγελίες από εμπόρους στην Αγγλία ή τις ΗΠΑ σε προμηθευτές στην Ινδία και την Κίνα για τη μεταφορά εμπορευμάτων με αποτελεσματικά νέα ατμόπλοια. Αυτό, συν το άνοιγμα της διώρυγας του Σουέζ,

οδήγησε στην παρακμή των μεγάλων συνοικιών αποθήκευσης στο Λονδίνο και αλλού, και στην εξάλειψη πολλών μεσαζόντων.

Οι περισσότερες αλλαγές κατά την Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση σημειώθηκαν στις ΗΠΑ. Μέσα σε μερικές δεκαετίες οι ΗΠΑ επεκτάθηκαν από τον Ατλαντικό ως τον Ειρηνικό ωκεανό, εκσυγχρονίστηκαν, κατασκεύασαν τεράστιες υποδομές, όπως σιδηροδρομικά δίκτυα και λιμάνια, αξιοποιώντας τους, φαινομενικά ατέλειωτους, φυσικούς πόρους και τις αχανείς εκτάσεις τους. Για τους φτωχούς μετανάστες από την Ευρώπη, που αναζητούσαν τότε μια ευκαιρία για μια καλύτερη νέα ζωή οι αχανείς ΗΠΑ είχαν αποκτήσει μυθικές διαστάσεις ως η «γη των ευκαιριών». Αυτή η μακρινή Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση, αν και συνέβη πριν από 130 χρόνια περίπου, έβαλε τα θεμέλια για τη σημερινή τεχνολογική έκρηξη και για τεχνολογίες όπως είναι το Internet, τα κινητά τηλέφωνα, οι φορητοί υπολογιστές κλπ. που επηρεάζουν καθημερινά τις ζωές δεσεκατομμυρίων ανθρώπων στον πλανήτη μας.

2.3 Τρίτη Βιομηχανική Επανάσταση

Η τρίτη βιομηχανική επανάσταση ξεκίνησε το 1970 από τις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ιαπωνία και άλλαξε οριστικά για μια ακόμη φορά, τόσο τις διαδικασίες της βιομηχανικής παραγωγής, αλλά και την καθημερινότητα όλου του κόσμου. Συνδέεται με το όρο «Κοινωνία της Πληροφορίας». Η εφεύρεση και η χρήση του τρανζίστορ, της λυχνίας και των μικροτσιπ, δημιουργούν απεριόριστες δυνατότητες σε πολλές ηλεκτρονικές εφαρμογές. Η πληροφορική, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, τα ηλεκτρονικά κυκλώματα, οι μηχανές CNC (Computer Numerical Control), τα λογισμικά CAD- CAM και γενικά η νέα ηλεκτρονική εποχή, που σιγά σιγά αρχίζει να γίνεται ψηφιακή, εισβάλλει δυναμικά σε κάθε παραγωγική διαδικασία, επιταχύνοντας ακόμη περισσότερο τον αυτοματισμό της μαζικής παραγωγής. Παράλληλα με την αυτοματοποίηση και την εφεύρεση των πρώτων ρομπότ, η νέα τεχνολογία αρχίζει να κατακτά όλο και περισσότερο το ευρύ κοινό μέσω των εφαρμογών της. Οι προσωπικοί υπολογιστές, οι προηγμένες τηλεπικοινωνίες, η εφεύρεση του internet, τα έξυπνα λογισμικά, οι υπηρεσίες του Web, το ασύρματο ίντερνετ (Wi-Fi), όπως και εκατοντάδες άλλες τεχνολογίες και εφαρμογές, φέρνουν

μια νέα επανάσταση και αλλάζουν για άλλη μια φορά ολόκληρη την ανθρωπότητα (Sharma and Singh, 2020).

Η Τρίτη βιομηχανική επανάσταση βασίζεται σε νέες τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών, καθώς και σε καινοτομίες που επιτρέπουν την ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Κατά συνέπεια, οι δυνατότητες αυτών των δύο στοιχείων να ενεργούν μαζί, προβλέπονται μεγάλες αλλαγές σε διάφορους τομείς. Το ισχυρό δυναμικό για αλλαγή που επιτυγχάνεται μέσω της σύγκλισης των νέων τεχνολογιών επικοινωνίας και ενέργειας έχει σημαντικές επιπτώσεις. Οι πέντε πυλώνες της τρίτης επανάστασης είναι:

- Ο μετασχηματισμός των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- Χρησιμοποίηση των κτηρίων κάθε ηπείρου σε σταθμούς μικροηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Επέκταση υδρογόνου και άλλων τεχνολογιών αποθήκευσης σε κάθε κτήριο, καθώς και σε όλη την υποδομή για αποθήκευση ενέργειας.
- Χρησιμοποίηση του Διαδικτύου για να μετατραπεί το ηλεκτρικό δίκτυο στον κόσμο σε ένα ενεργειακό δίκτυο που λειτουργεί ως σύνδεση στο Διαδίκτυο.
- Μετάβαση από οχήματα ορυκτών καυσίμων σε ηλεκτρικά οχήματα κυψελών καυσίμου και plug in που μπορούν να αγοράζουν και να πωλούν πράσινη ηλεκτρική ενέργεια μέσω ενός διαδραστικού ηπειρωτικού συστήματος έξυπνου δικτύου. (Rifkin, 2012).

3. Τετάρτη Βιομηχανική Επανάσταση

3.1 Τι είναι η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση

Η 4η Βιομηχανική Επανάσταση, γνωστή και ως Industry 4.0., αντιπροσωπεύει μια θεμελιώδη αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο ζούμε, εργαζόμαστε και σχετιζόμαστε μεταξύ μας. Πρόκειται για ένα νέο κεφάλαιο στην ανθρώπινη ανάπτυξη, το οποίο οδηγεί σε μια τεράστια πρόοδο ανάλογη με εκείνη της πρώτης,

δεύτερης και τρίτης βιομηχανικής επανάστασης. Αυτή η πρόοδος είναι η συγχώνευση του ψηφιακού και του φυσικού μας κόσμου με τέτοιους τρόπους που αφήνουν τεράστιες υποσχέσεις αλλά και μεγάλους πιθανούς κινδύνους.

Η 4η Βιομηχανική Επανάσταση συνιστά μια ιδέα, έναν όρο που παρουσιάστηκε για πρώτη φορά από τον καθηγητή Klaus Schwab, τον διάσημο Γερμανό οικονομολόγο και εμπνευστή του Παγκόσμιου Οικονομικού Φόρουμ (World Economic Forum), ο οποίος μέσω του βιβλίου του, «The Fourth Industrial Revolution», δηλώνει ότι η 4η Βιομηχανική Επανάσταση (4.0) μπορεί να αλλάξει ριζικά τον τρόπο που ζούμε, εργαζόμαστε και συσχετιζόμαστε (Schwab, 2016). Επίσης, την ίδια χρονική περίοδο η «Κυριαρχία της 4ης Βιομηχανικής Επανάστασης» αποτελεί βασικό θέμα της ετήσιας συνάντησης του Παγκόσμιου Οικονομικού Φόρουμ στο Νταβός της Ελβετίας (20-23 Ιανουαρίου), ενώ τον Οκτώβριο του 2016, το Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ ανακοίνωσε την έναρξη ενός ειδικού Κέντρου για την Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση στο San Fransisco. Επιπρόσθετα, ο όρος αυτός χρησιμοποιείται τόσο από δημόσιους φορείς (π.χ. κυβερνήσεις), όσο και από ιδιωτικούς (π.χ. Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ), προκειμένου να αναφερθούν στον μετασχηματισμό της παραγωγής αγαθών και υπηρεσιών που προκύπτει από την εφαρμογή ενός νέου κύματος τεχνολογικών καινοτομιών (Caruso, 2018).

Ουσιαστικά, πρόκειται για μια επανάσταση που συνδυάζει την τεχνολογία αυτοματισμού με την τεχνολογία στον κυβερνοχώρο, ενώ κυριαρχούν ο αυξημένος όγκος δεδομένων, η συνδεσιμότητα, η ανάλυση, η επιχειρηματική ευφυΐα, οι νέες μορφές αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπων και μηχανών, η ρομποτική, η τρισδιάστατη εκτύπωση, η ενσωμάτωση μηχανών και συστημάτων, τα έξυπνα δίκτυα, η τεχνητή νοημοσύνη, οι wearable συσκευές, η επαυξημένη πραγματικότητα (augmented reality), η εικονική πραγματικότητα (virtual reality), η απτική τεχνολογία (haptics), η προσομοίωση (simulation), τα αυτόνομα οχήματα, τα κυβερνοφυσικά συστήματα και η προσθετική κατασκευαστική (additive manufacturing) (Irianto, 2017; Liffler & Tschiesner, 2013; Tjandrawinata, 2017).

Η Τέταρτη βιομηχανική επανάσταση ενισχύει αυτό που ονομάστηκε «έξυπνο εργοστάσιο». Μέσα στα «έξυπνα» εργοστάσια, τα κυβερνο - φυσικά συστήματα παρακολουθούν και εποπτεύουν τις φυσικές διαδικασίες, δημιουργούν ένα εικονικό αντίγραφο του φυσικού κόσμου και παίρνουν αποκεντρωμένες αποφάσεις. Τα κυβερνο - φυσικά συστήματα επικοινωνούν και συνεργάζονται με ανθρώπους αλλά και (αυτόνομα) μεταξύ τους σε πραγματικό χρόνο. Η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία

βελτιώνεται με την εισαγωγή μεθόδων αυτοβελτιστοποίησης, αυτοδιάσπασης, αυτοδιάγνωσης, τεχνητής νοημοσύνης και ευφυούς υποστήριξης των εργαζομένων. Φαίνεται όμως πως δεν υπάρχει κάποιο πεπερασμένο περιεχόμενο για την 4IR. Τα όριά της έχουν υπερβεί εκείνα των εργοστασίων.

Ο όρος Τέταρτη βιομηχανική επανάσταση καλύπτει σχηματικά και συνοπτικά τις εξής πλευρές: Τις πρόσφατες τομές σε μια σειρά πεδία της επιστήμης-τεχνολογίας (ρομποτική, τεχνητή νοημοσύνη, νανοτεχνολογία κ.ά.), τις νέες δυνατότητες στη συλλογή, επεξεργασία και αξιοποίηση μεγάλου όγκου συχνά αδόμητων πληροφοριών (big data), τη νέα ποιότητα που απορρέει από τον συνδυασμό αυτών των πεδίων (συνένωση ψηφιακής, φυσικής και βιολογικής σφαίρας), καθώς και τη νέα πραγματικότητα που διαμορφώνει η αξιοποίηση αυτών των τομών στην παραγωγή εμπορευμάτων (η οποία συχνά κατανέμεται σε διάφορες περιοχές της γης ή σε δραστηριότητες εντός κι εκτός του κλασικού χώρου εργασίας), στην κυκλοφορία, στην επικοινωνία (π.χ. ίντερνετ των πραγμάτων/IOT) και σε όλες τις σφαίρες της κοινωνικής ζωής. (Μηνακάκης, 2020).

3.2 Τεχνολογίες παραγωγής

Η 4η βιομηχανική επανάσταση χαρακτηρίζεται από ένα εύρος καινοτόμων τεχνολογιών που ενώνουν τον φυσικό, ψηφιακό και βιολογικό κόσμο, διαμορφώνοντας νέες κοινωνίες και αγορές, μεταλλάσσοντας ακόμα, και την έννοια της ανθρώπινης φύσης. Τα τελευταία 50 χρόνια έχει παρατηρηθεί μείωση των ρυθμών της παγκόσμιας οικονομικής μεγέθυνσης. Η αύξηση της παραγωγής αποτελούσε πάντα το σκοπό και τη δίοδο προς την οικονομική ανάπτυξη. Η Τέταρτη βιομηχανική επανάσταση πρόκειται να καταστήσει δυνατή αυτήν ακριβώς την πρόκληση.

Η ειδοποιός διαφορά από τις προηγούμενες επαναστάσεις είναι ότι η συγκεκριμένη δεν περιορίζεται στην αύξηση της παραγωγής αλλά εστιάζει στην έξυπνη, ποιοτικότερη και πιο εξατομικευμένη παραγωγή. Υπερυπολογιστές, προσθετική κατασκευή (3d printing), drones, νευροτεχνολογία, γενετική επεξεργασία και τεχνητή νοημοσύνη αποτελούν παραδείγματα τεχνολογιών

που σηματοδοτούν την επερχόμενη βιομηχανική επανάσταση. Στοιχεία της δραματικής αλλαγής βρίσκονται παντού γύρω μας και η αλλαγή λαμβάνει χώρα με εντυπωσιακή ταχύτητα. Πυρήνας της Βιομηχανίας 4.0, όπως καλείται η 4η Βιομηχανική Επανάσταση, αποτελεί ο συνδυασμός των υπαρχουσών και νέων τεχνολογιών και η δημιουργία έξυπνων δικτύων τα οποία θα συνεργάζονται μεταξύ τους με σκοπό την παραγωγή σφαιρικών υπηρεσιών. Τα έξυπνα δίκτυα θα μπορούν να συγκεντρώνουν και να αναλύουν τεράστιες ποσότητες δεδομένων, να κάνουν προβλέψεις, ακόμη και να παίρνουν αποφάσεις. Τα ρομπότ μέχρι σήμερα «περιορίζονταν» στο να εκτελούν μια επαναλαμβανόμενη κίνηση. Στην Βιομηχανία 4.0 τα ρομπότ αποκτούν προσωπική υπόσταση. Αποκτούν δικαιοδοσίες όπως ποτέ άλλοτε και έχουν τη δυνατότητα να αποκτούν γνώσεις μέσω της μηχανικής εκμάθησης (machine learning). Ένα λογισμικό, δηλαδή, το οποίο επιτρέπει στο ρομπότ να μαθαίνει από προηγούμενες δραστηριότητες του και να αποφασίζει πότε θα εκτελέσει ποια υπηρεσία.

3.3 Βιομηχανία 4.0 και προϊόντα

Η Βιομηχανία 4.0 επιφέρει ριζικές αλλαγές στη μορφή και τις λειτουργίες των προϊόντων. Τα «ζωντανά» προϊόντα είναι διαρκώς συνδεδεμένα με άλλες συσκευές και με το υπολογιστικό σύννεφο, ενώ συνδέονται και μεταξύ τους. Γίνονται έξυπνα αφού σε αυτά ενσωματώνονται αισθητήρες και ικανότητες επεξεργασίας, μαθαίνουν και εξελίσσονται χάρη στην τεχνητή νοημοσύνη, μπορούν να προσφερθούν ως συνδρομητική υπηρεσία με τον πελάτη να πληρώνει για την χρήση και όχι για την ιδιοκτησία. Το προϊόν μαθαίνει άρα προσφέρει μια καλύτερη, πιο εξατομικευμένη και διαφοροποιημένη υπηρεσία στον καταναλωτή, χρησιμοποιώντας δεδομένα για να βελτιώσει την εμπειρία των πελατών. Η δυνατότητα συλλογής μεγάλου όγκου δεδομένων μέσω των αισθητήρων, σε συνδυασμό με τις δυνατότητες αποθήκευσης του υπολογιστικού νέφους, θα επιτρέψει στα προϊόντα να εκτελούν αυτόματα και σε πραγματικό χρόνο τα analytics, ώστε να επιτυγχάνεται αυτόνομη λήψη αποφάσεων.

3.4 Συνέπειες Βιομηχανίας 4.0 σε επιχειρήσεις και οικονομία

Η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση επηρεάζει διάφορους τομείς της οικονομίας. Μέσω των αυτοματοποιημένων και ρομποτικών συστημάτων στην παραγωγή επιτυγχάνεται η μέγιστη ποιότητα και ταχύτητα στην παραγωγική διαδικασία, μέσω της χρήσης τεχνητής νοημοσύνης και big data η μέγιστη ανάλυση δεδομένων που βελτιώνουν την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων, ενώ η χρήση έξυπνων τρόπων διασύνδεσης δημιουργεί τις συνθήκες εκείνες για απομακρυσμένο management της εφοδιαστικής αλυσίδας, από την παραγωγή, την αποθήκευση, τη διανομή και τη διάθεση των προϊόντων που παράγονται σε ένα εργοστάσιο. Όλα τα παραπάνω συστήνουν το λεγόμενο «smart factory», ένα σύστημα δηλαδή που χρησιμοποιώντας αλγόριθμους και ρομποτικά συστήματα αποτελεί το παρόν και το μέλλον των βιομηχανιών.

Πιο συγκεκριμένα, η 4η Βιομηχανική Επανάσταση δίνει τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να λειτουργήσουν πιο αποδοτικά, εύκολα και γρήγορα. Αν και οι ψηφιακές τεχνολογίες βρίσκονται στο επίκεντρο αυτής, η κινητήριος δύναμη της εξέλιξης δεν είναι η τεχνολογική παράμετρος αυτή καθαυτή. Το πραγματικό disruption προέρχεται από την αξιοποίηση των δεδομένων των επιχειρήσεων και τη δημιουργία αξίας από αυτά. Τα δεδομένα αποτελούν το καύσιμο της νέας εποχής, και η αξιοποίησή τους σε έναν οργανισμό προϋποθέτει οργανωτική ευελιξία, συνεχή ροή πληροφοριών, δεξιότητες, συνεργασία μεταξύ όλων των μερών και διάθεση για αλλαγή. Οι data - driven επιχειρήσεις χρησιμοποιούν εργαλεία ανάλυσης, απολαμβάνοντας έως 35% μείωση χρόνου των εργασιών παραγωγής, έως 25% μείωση αποθεμάτων, έως 3% αύξηση εσόδων. Με ολιστική προσέγγιση, δημιουργούν ένα δυναμικό μοντέλο λειτουργίας, όπου η αυτοματοποιημένη γραμμή παραγωγής αποτελεί μέρος ενός οργανισμού που λειτουργεί βάσει δεδομένων, και όπου ο άνθρωπος βρίσκεται σε συνεχή διάδραση με τεχνολογικά συστήματα. (Ταμπακόπουλος, 2021)

Στον τομέα της παραγωγής, η αξιοποίηση ρομποτικών συστημάτων συνεισφέρει στη δημιουργία αυτόνομων μονάδων, οι οποίες προβαίνουν σε καλύτερη διαχείριση ποιότητας, ταχύτερες διαδικασίες πρωτοτυποποίησης, προληπτική συντήρηση, αυτοματοποιημένη διαχείριση αποθεμάτων και πρώτων υλών, βέλτιστο

προγραμματισμό παραγωγής. Ενδεικτικά οφέλη, αφορούν: 7-12% λιγότερες δαπάνες ελέγχων ποιότητας και φύρας, 30% λιγότερο χρόνο από το σχεδιασμό ως τη μαζική παραγωγή, 60% περισσότερο παραγωγικό χρόνο μηχανημάτων, 5-10% λιγότερες δαπάνες συντήρησης, 10-20% βελτίωση της ροής παραγωγής, 20-30% μεγαλύτερη διαθεσιμότητα πρώτων υλών. Όμως, η ενσωμάτωση έξυπνων τεχνολογικών λύσεων αποτελεί μια πτυχή του μετασχηματισμού, καθώς η ψηφιακή μετάβαση θεμελιώνεται επίσης στη στρατηγική, τις ψηφιακές δεξιότητες και την οργανωτική ευελιξία.

Οι τεχνολογικές εξελίξεις, έχουν εκτός των βιομηχανιών, άμεσες επιπτώσεις και στα logistics των επιχειρήσεων. Οι αυτοματοποιημένες διαδικασίες στα κέντρα αποθήκευσης και διαλογής, εξοικονομούν χώρο, χρόνο και αυξάνουν την ένταση με την οποία ικανοποιούνται οι καταναλωτές. (Ταμπακόπουλος, 2021)

Η εικόνα που θα επικρατήσει στις βιομηχανίες του μέλλοντος θα είναι αρκετά διαφοροποιημένη από την σημερινή. Το μέλλον της βιομηχανίας είναι ψηφιακό και η λέξη κλειδί είναι η «διασυνδεσιμότητα». Τα όρια του φυσικού και του ψηφιακού κόσμου συγχέονται, για να αναδειχθούν τα κυβερνοφυσικά συστήματα. Οι βιομηχανικές επιχειρήσεις θα αποτελούν μια μορφή ψηφιακών κυψελών, όπου όλα τα τμήματα θα διασυνδέονται, ανταλλάσσοντας δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, και όπου οι αποφάσεις στον φυσικό κόσμο θα λαμβάνονται βάσει τεκμηριωμένων και κατάλληλα δομημένων πληροφοριών στο ψηφιακό ισοδύναμο.

4. Τεχνολογίες Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης

Σε αντίθεση με τις τεχνολογικές τάσεις που φέρουν οι προηγούμενες βιομηχανικές επαναστάσεις, αυτές που διέπουν την Τέταρτη βιομηχανική επανάσταση βασίζονται στα συμπληρωματικά χαρακτηριστικά τους, καθώς κανένα από αυτά τα συστήματα δεν λειτουργεί ανεξάρτητα. Αντιθέτως, τα εμπλεκόμενα έξυπνα συστήματα επικοινωνούν και αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους προκειμένου να λαμβάνουν ή να προτείνουν αποφάσεις με ελάχιστη έως καθόλου ανθρώπινη παρέμβαση (Ghobakhloo 2020). Έτσι, η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση αντιπροσωπεύει την επαναστατική εποχή των υπολογιστών, των μηχανών και της ανθρώπινης διασύνδεσης και αλληλεπίδρασης για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, μεγαλύτερη κλίμακα παραγωγής, βιώσιμα περιβαλλοντικά αποτελέσματα και βελτιωμένη ποιότητα ζωής. Αυτό όμως που αποκαλύπτει τις πραγματικές δυνατότητες της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης είναι η καθιερωμένη σύνδεση

και επικοινωνία μεταξύ υπολογιστών και μηχανών που επιτρέπουν τη λήψη αποφάσεων χωρίς καμία ανθρώπινη παρέμβαση (Da Costa et al., 2019). Ως εκ τούτου, το δίκτυο που σχηματίζεται από αυτές τις διασυνδεδεμένες μηχανές και ο παραγόμενος μεγάλος όγκος δεδομένων σηματοδοτεί την πραγματική αξία της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης (Nagy, J., et al. 2018). Το κύριο κριτήριο που την προσδιορίζει είναι η ικανότητα αυτοματοποίησης των διαδικασιών λήψης αποφάσεων και επίλυσης προβλημάτων.

4.1 Το διαδίκτυο των πραγμάτων

Το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT-Internet of the Things) περιγράφει φυσικά αντικείμενα (ή ομάδες τέτοιων αντικειμένων), στα οποία είναι ενσωματωμένοι αισθητήρες, με ικανότητα επεξεργασίας, με λογισμικό και άλλες τεχνολογίες και τα οποία συνδέουν και ανταλλάσσουν δεδομένα με άλλες συσκευές και συστήματα μέσω του Διαδικτύου ή άλλων δικτύων επικοινωνίας. Μπορεί να είναι αλληλένδετες υπολογιστικές συσκευές, μηχανικές και ψηφιακές μηχανές, αντικείμενα, ζώα ή άνθρωποι που διαθέτουν μοναδικά αναγνωριστικά (UIDs) και τη δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων μέσω δικτύου χωρίς να απαιτείται αλληλεπίδραση από άνθρωπο σε άνθρωπο ή από άνθρωπο σε υπολογιστή.

Τα IoT που εφαρμόζονται στους τομείς των έξυπνων πόλεων, των κατοικιών, των μεταφορών, της γεωργίας και των βιομηχανιών 4.0 είναι μόνο ορισμένοι τομείς εφαρμογής των τεχνολογιών IoT. Για να καλύψουν την αυξανόμενη ζήτηση τροφίμων, οι αγρότες και οι εταιρείες τροφίμων στρέφονται στο Διαδίκτυο για αναλύσεις και μεγαλύτερες δυνατότητες παραγωγής. Οι εγκαταστάσεις IoT στον κλάδο της γεωργίας υπολογίζεται να αυξηθεί από 30 εκατομμύρια το 2015 σε 75 εκατομμύρια το 2020, με ένα σύνθετο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης της τάξεως του 20%. Το IoT μετατρέπει τις παραδοσιακές αλυσίδες αξίας γεωργικών τροφίμων σε έξυπνες αλυσίδες αξίας και αποτελεί σημαντικό τομέα εστίασης για τους ερευνητές και τους επαγγελματίες. (ADI, 2021)

4.2 Υπολογιστικό Νέφος

Υπολογιστικό Νέφος (Cloud Computing) ονομάζεται η κατ' αίτηση διαδικτυακή κεντρική διάθεση υπολογιστικών πόρων (όπως δίκτυο, εξυπηρετητές, εφαρμογές και υπηρεσίες) με υψηλή ευελιξία, ελάχιστη προσπάθεια από τον χρήστη και υψηλή αυτοματοποίηση.

Στο Υπολογιστικό Νέφος η αποθήκευση, η επεξεργασία και η χρήση δεδομένων, λογισμικού και υπηρεσιών γίνεται διαδικτυακά, μέσω απομακρυσμένων υπολογιστών σε κεντρικά Datacenter. Υπηρεσίες όπως η κατ' αίτηση παροχή εικονικών μηχανών, το διαδικτυακό ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ή τα κοινωνικά δίκτυα συχνά βασίζονται στην τεχνολογία του Υπολογιστικού Νέφους. Οι χρήστες εξοικονομούν πόρους από την αγορά και συντήρηση λογισμικού, τη συντήρηση ακριβών εξυπηρετητών και εγκαταστάσεων αποθήκευσης δεδομένων. Το SaaS (Software as a Service) αποτελεί μια από τις εκδοχές του Υπολογιστικού Νέφους και αναφέρεται σε Λογισμικό που προσφέρεται διαδικτυακά ως Υπηρεσία στο Νέφος.

Τα τελευταία χρόνια η ζήτηση για υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους διαρκώς αυξάνεται. Η υψηλή ζήτηση υπηρεσιών δημόσιου υπολογιστικού νέφους οφείλεται στο ότι είναι οικονομικά αποδοτικές. Οι τεχνολογίες υπολογιστικής νέφους μπορούν να αποτελέσουν το θεμέλιο για τον ψηφιακό μετασχηματισμό της χρηματοπιστωτικής βιομηχανίας. Η υπολογιστική νέφους επιτρέπει στις τραπεζικές επιχειρήσεις να αξιοποιήσουν νέα επιχειρηματικά μοντέλα, κάνοντας χρήση της τεχνολογικής προόδου για την παροχή νέων και βελτιωμένων υπηρεσιών στους πελάτες, μέσω της βελτίωσης της παραγωγικότητας, της αποδοτικότητας και της ευελιξίας των εσωτερικών επιχειρηματικών διεργασιών. Οι νέες ευκαιρίες για την παροχή υπηρεσιών στους πελάτες, εξυπηρετώντας τις ανάγκες και τις προσδοκίες τους, είναι εξίσου σχετικές με την βελτίωση της ασφάλειας, την μείωση του κόστους και την ευελιξία κατά τη διεξαγωγή των επιχειρηματικών διεργασιών (Ramirez-Reña et al, 2020),. Οι τεχνολογίες υπολογιστικής νέφους έχουν επίσης τη δυνατότητα να ανοίξουν νέες αγορές και να δώσουν την ευκαιρία στους «ώριμους» χρηματοπιστωτικούς θεσμούς να βρουν νέους τρόπους ώστε να ανταγωνιστούν τις νεοεισερχόμενες στην αγορά επιχειρήσεις χρηματοοικονομικής τεχνολογίας (fintech companies) (Najaf, Schinckus et al., 2020)

4.3 Ρομποτική

Η ρομποτική είναι ο κλάδος της επιστήμης του μηχανικού που έχει ως αντικείμενο τη σύλληψη, το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία των ρομπότ. Αποτελεί μια «διεπιστημονική περιοχή» που συνδυάζει τη φυσική, την ηλεκτρολογία, τη μηχανολογία, την πληροφορική, τις τηλεπικοινωνίες, τη θεωρία συστημάτων, τον αυτόματο έλεγχο, την τεχνητή νοημοσύνη, την τεχνολογία των αισθητήριων διατάξεων (δύναμης, αφής, όρασης, κλπ), την εικονική πραγματικότητα, την επεξεργασία σήματος, την υπολογιστική όραση και την τεχνητή ζωή. Είναι μια επιστήμη που μας δημιουργεί πολλές προσδοκίες και εγείρει διάφορα ζητήματα. Το μέλλον βέβαια είναι αυτό που θα φανερώσει το βαθμό εξέλιξής της, αρκεί τη διαχείρισή της να την έχει πάντα ο Άνθρωπος, καθώς οι αποφάσεις ανήκουν (ακόμα τουλάχιστον) σ' αυτόν. Με σαφήνεια, η ρομποτική ορίζεται ως ένας σύγχρονος τεχνολογικός κλάδος της αυτοματοποίησης, που έχει ως αντικείμενο τη μελέτη, το σχεδιασμό και τη λειτουργία των ρομπότ καθώς και την περαιτέρω έρευνα για ανάπτυξη. Για να κατανοήσουμε, όμως, την επιστήμη αυτή χρειάζεται να αναλύσουμε πρώτα την έννοια των ρομπότ.

Σε πολλούς τομείς, όπως στην ιατρική, τα ρομπότ υποκαθιστούν τον άνθρωπο. Αυτό συνέβη διότι οι διαδικασίες εκτελούνται άμεσα χωρίς καθυστέρηση με αποφυγή τυχόν λαθών. Είναι σημαντικό για τις επιχειρήσεις να φέρουν το επιθυμητό αποτέλεσμα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Αν το αναλογιστούμε πολλές φορές υπάρχουν επικίνδυνα υλικά με τα οποία ο άνθρωπος δεν πρέπει να έρθει σε επαφή ενώ ένα μηχάνημα δεν έχει πρόβλημα ως προς αυτό. Έπειτα η ανθρώπινη κούραση μειώνει την παραγωγικότητα και την αποτελεσματικότητα σε αντίθεση με ένα μηχάνημα που δεν emπίπτει σε αυτό (Gualtieri et al. 2020). Τα ρομπότ χαρακτηρίζονται από στοιχεία όπως η ταχύτητα, η συνέπεια, η ακρίβεια και η επαυξημένη παραγωγικότητα. Η είσοδος των ρομπότ στο εργασιακό περιβάλλον αποτελεί αναπόδραστη πραγματικότητα και θα καθορίσει σημαντικά το μέλλον της εργασίας, των βιομηχανιών και της οικονομίας γενικότερα, δημιουργώντας νέες ευκαιρίες.

4.4 Εικονική Πραγματικότητα

Εικονική πραγματικότητα (virtual reality ή VR) ονομάζεται η προσομοίωση ενός πραγματικού ή φανταστικού περιβάλλοντος από έναν υπολογιστή. Η τρέχουσα τεχνολογία VR χρησιμοποιεί συχνά ακουστικά εικονικής πραγματικότητας ή περιβάλλοντα πολλαπλών προβολών, μερικές φορές σε συνδυασμό με φυσικά περιβάλλοντα ή σκηνικά, για τη δημιουργία εικόνων, ήχων και άλλων αισθήσεων που προσομοιώνουν τη φυσική παρουσία ενός χρήστη σε ένα εικονικό ή φανταστικό περιβάλλον. Ένα άτομο που χρησιμοποιεί εξοπλισμό εικονικής πραγματικότητας είναι σε θέση να «κοιτάξει γύρω» τον τεχνητό κόσμο, να κινηθεί γύρω του και να αλληλεπιδράσει με εικονικά χαρακτηριστικά ή αντικείμενα. Το σετ μικροφώνου-ακουστικού είναι τοποθετημένο σε μια οθόνη που έχει τοποθετηθεί σε κεφαλή με μικρή οθόνη στο μπροστινό μέρος των ματιών, αλλά μπορεί να δημιουργηθεί με πολλές μεγάλες οθόνες. Τα συστήματα VR που είναι γνωστό ότι μεταδίδουν κραδασμούς και άλλες αισθήσεις στον χρήστη μέσω ελεγκτή παιχνιδιών ή άλλων συσκευών είναι γνωστά ως απτικά συστήματα. Αυτή η απτική πληροφορία είναι γενικά γνωστή ως ανατροφοδότηση δύναμης σε εφαρμογές ιατρικής, βιντεοπαιχνιδιών και στρατιωτικής εκπαίδευσης. Η εικονική πραγματικότητα χρησιμοποιεί ηλεκτρονικούς υπολογιστές, για να δημιουργήσει και να προσομοιώσει πραγματικά ή μη περιβάλλοντα, από τα οποία ο χρήστης έχει την παραίσθηση ότι περιβάλλεται και στα οποία μπορεί να κινηθεί ελεύθερα, αλληλεπιδρώντας παράλληλα με τα αντικείμενα που περιλαμβάνουν, όπως θα έκανε και στον πραγματικό κόσμο. (Βικιπαίδεια, 2022)

Η εικονική πραγματικότητα έχει βρει εφαρμογή στην προσομοίωση πτήσεων, οδήγησης πλοίων, αυτοκινήτων και διαστημοπλοίων, δίνοντας την δυνατότητα εκπαίδευσης των οδηγών και πιλότων χωρίς να εμπλέκονται σε πραγματικό κίνδυνο. Επίσης, η εικονική πραγματικότητα εφαρμόζεται, μεταξύ άλλων, στην εκπαίδευση, την ιατρική, την ψυχαγωγία (βιντεοπαιχνίδια, θεματικά πάρκα) και το διαδίκτυο (με τον κυβερνοχώρο και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης) (Wohlgenannt et al., 2020). Τα εργαλεία προσομοίωσης κατέχουν υποστηρικτικό ρόλο σε δραστηριότητες που σχετίζονται με την παραγωγή, προωθώντας ένα βιώσιμο περιβάλλον παραγωγής. Σε όλο και πιο ανταγωνιστικά επιχειρηματικά περιβάλλοντα, η προσομοίωση επιτρέπει

την αποτελεσματική διαχείριση της παραγωγικής δραστηριότητας της επιχείρησης, δίνοντάς τη δυνατότητα προσαρμογής της σε πολύπλοκα συστήματα, σχεδιάζοντας τις λειτουργίες παραγωγής βάσει των πληροφοριών και των ακριβών εκτιμήσεων που αφορούν το εκάστοτε παραγωγικό σύστημα χρησιμοποιώντας εικονικά μοντέλα (Beheiry et al., 2019)

4.5 Επαυξημένη Πραγματικότητα

Επαυξημένη πραγματικότητα (augmented reality) είναι η σε πραγματικό χρόνο άμεση ή έμμεση θέαση ενός φυσικού, πραγματικού περιβάλλοντος, του οποίου τα στοιχεία επαυξάνονται από στοιχεία αναπαραγόμενα από συσκευές υπολογιστών, όπως ήχος, βίντεο, γραφικά ή δεδομένα τοποθεσίας. Ο όρος εισήχθη το 1992 από τον Τομ Κάουντελ. Τα τελευταία χρόνια έντονη είναι η εμφάνιση της επαυξημένης πραγματικότητας. Η τεχνολογία Augmented Reality ή αλλιώς επαυξημένη πραγματικότητα ή αλλιώς ενισχυμένη πραγματικότητα είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται στις κινητές συσκευές. Η τεχνολογία Augmented Reality επιτρέπει την ζωντανή προβολή ενός φυσικού περιβάλλοντος του οποίου όμως η πραγματικότητα είναι επαυξημένη με την προβολή πληροφοριών αλλά και εικονικών προσώπων ή χώρων σχεδιασμένων μέσα έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Ο συνδυασμός της κάμερας με το σύστημα GPS ενός κινητού τηλεφώνου επιτρέπουν την προβολή επιπλέον πληροφοριών για ένα γεωγραφικό σημείο, διαμορφώνοντας ένα επαυξημένο πληροφοριακά τελικό αποτέλεσμα. Παρέχονται πληροφορίες που περιλαμβάνουν κείμενα, ήχους και video και αφορούν ειδικά τη γεωγραφική θέση που βρίσκεται ο χρήστης και στοχεύει η κάμερα του. Οι προβολές δεδομένων είναι δυνατές είτε από τις οθόνες κινητών είτε από ειδικά γυαλιά προβολής Augmented Reality. (Βικιπαίδεια, 2022)

Με την βοήθεια της επαυξημένης πραγματικότητας βελτιώνεται η αλληλεπίδραση ανθρώπου - μηχανής, δίνοντας τη δυνατότητα εφαρμογής απομακρυσμένου ελέγχου σε εργασίες συντήρησης και της οπτικής επιθεώρησης του ανθρώπου καθώς μέσω της χρήσης αισθητήρων κίνησης μπορεί να δοθεί ο έλεγχος των κινήσεων των χρηστών για την εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών. Καθώς η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας παρουσιάζει σημαντική εξέλιξη τα τελευταία χρόνια, πληθώρα κλάδων, όπως η ταξιδιωτική βιομηχανία, τα εκπαιδευτικά

ιδρύματα και ο ξενοδοχειακός τομέας, την υιοθετούν και την προσαρμόζουν στα δεδομένα τους. Η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιείται σαν εργαλείο που αυξάνει την ικανοποίηση του πελάτη και φυσικά το κέρδος.

4.6 Τεχνητή Νοημοσύνη

Η τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται στην ικανότητα μιας μηχανής να αναπαράγει τις γνωστικές λειτουργίες ενός ανθρώπου, όπως είναι η μάθηση, ο σχεδιασμός και η δημιουργικότητα. Η τεχνητή νοημοσύνη καθιστά τις μηχανές ικανές να «κατανοούν» το περιβάλλον τους, να επιλύουν προβλήματα και να δρουν προς την επίτευξη ενός συγκεκριμένου στόχου. Ο υπολογιστής λαμβάνει δεδομένα (ήδη έτοιμα ή συλλεγμένα μέσω αισθητήρων, π.χ. κάμερας), τα επεξεργάζεται και ανταποκρίνεται βάσει αυτών.

Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης είναι ικανά να προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους, σε ένα ορισμένο βαθμό, αναλύοντας τις συνέπειες προηγούμενων δράσεων και επιλύοντας προβλήματα με αυτονομία. Οι πρώτες τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης έκαναν την εμφάνισή τους εδώ και περισσότερο από 50 χρόνια. Η εξέλιξη, ωστόσο, των ηλεκτρονικών υπολογιστών, η διάθεση αναρίθμητων δεδομένων και νέων αλγορίθμων επέτρεψαν την ταχύτατη ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης.

Παραδείγματα εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης είναι οι διαδικτυακές αγορές και διαφημίσεις όπου χρησιμοποιείται για την παροχή εξατομικευμένων συστάσεων, για παράδειγμα βάσει προηγούμενων αναζητήσεων και αγορών ή άλλων συμπεριφορών. Η τεχνητή νοημοσύνη παίζει, επίσης, εξαιρετικά σημαντικό ρόλο στον κλάδο του εμπορίου, καθώς χρησιμοποιείται για τη βελτιστοποίηση προϊόντων, τον προγραμματισμό των αποθεμάτων, τον εφοδιαστικό τομέα κλπ..

Η διαδικτυακή αναζήτηση αποτελεί εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης καθώς παρέχει αποτελέσματα βάσει της τεράστιας ποσότητας δεδομένων που εισάγουν οι χρήστες στο διαδίκτυο. Και τα έξυπνα τηλέφωνα (smartphones) χρησιμοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη για την παροχή βελτιστοποιημένων και εξατομικευμένων ρυθμίσεων στους χρήστες τους. Ο εικονικός βοηθός λειτουργεί ως προσωπικός γραμματέας του χρήστη: απαντά σε ερωτήσεις, παρέχει συστάσεις, υπενθυμίζει συναντήσεις. Είναι επίσης ένας ηλεκτρονικός συνομιλητής που προσαρμόζεται στα

ατομικά χαρακτηριστικά ενός συγκεκριμένου ατόμου, λαμβάνοντας υπόψη το περιβάλλον του χρήστη, το εύρος των ενδιαφερόντων του και τις συνήθειες του. Τα λογισμικά αυτόματης μετάφρασης και υποτιτλισμού, που βασίζονται είτε σε γραπτό είτε σε προφορικό λόγο, χρησιμοποιούν τη τεχνητή νοημοσύνη για την παροχή και βελτίωση μεταφράσεων. Οι έξυπνοι θερμοστάτες αναλύουν τη συμπεριφορά μας προκειμένου να αποθηκεύσουν ενέργεια, ενώ οι έξυπνες πόλεις βασίζονται σε ευφυή συστήματα ρύθμισης της κυκλοφορίας για να βελτιώσουν τη συνδεσιμότητα και να μειώσουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση. Παρότι τα αυτόνομα οχήματα δεν αποτελούν ακόμα μέρος της καθημερινότητάς μας, τα αυτοκίνητα απαρτίζονται ήδη από ευφυή συστήματα ασφαλείας που κάνουν χρήση τεχνητής νοημοσύνης. Η ΕΕ, για παράδειγμα, συμμετείχε στη χρηματοδότηση των αυτόματων αισθητήρων VIDAS που εντοπίζουν ενδεχόμενες καταστάσεις κινδύνου και ατυχήματα. Ένα ακόμη παράδειγμα είναι η εκτενής χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην χρήση εφαρμογών του τραπεζικού κλάδου. Η καταχώρηση των προσωπικών δεδομένων των πολιτών και η αξιολόγηση αυτών από εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης που θα αξιολογούν την οικονομική επιφάνεια, την φορολογική κατάσταση και την πιστότητα αυτών ενδεχομένως να εγείρει μία έντονη καχυποψία. (Europe Direct, 2020)

4.7 Αλυσίδα των μπλοκ

Η αλυσίδα εφοδιασμού συνδέεται με περίπλοκες διαδικασίες δημιουργίας και διανομής αγαθών. Ανάλογα με το προϊόν, η αλυσίδα εφοδιασμού μπορεί να περιλαμβάνει πολλαπλές φάσεις, πολλές γεωγραφικές τοποθεσίες, διαφόρους λογαριασμούς και πληρωμές, μεγάλο αριθμό ατόμων, καθώς και μέσων μεταφοράς. Επομένως, η παραγωγή και η διανομή αγαθών ενδέχεται να διαρκεί αρκετούς μήνες. Λόγω της πολυπλοκότητας και της έλλειψης διαφάνειας των παραδοσιακών αλυσίδων εφοδιασμού, αυξάνεται το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη της τεχνολογίας blockchain για την υποστήριξη των διαδικασιών στην αλυσίδα εφοδιασμού, καθιστώντας τις αφ' ενός πιο βιώσιμες και αφ' ετέρου πιο επαληθεύσιμες, καθώς η αλυσίδα blockchain είναι άμεσα προσβάσιμη από χιλιάδες ηλεκτρονικούς υπολογιστές ταυτόχρονα (Hackius et al, 2017)

Η τεχνολογία blockchain συσχετίζεται συχνότερα με μία νέα μορφή συναλλαγών, τα κρυπτονομίσματα (bitcoins), ωστόσο η επέκταση των πιθανών εφαρμογών της είναι σημαντικά μεγαλύτερη. Το blockchain είναι ένα λογιστικό βιβλίο (ledger) με πολλές πιθανές εφαρμογές. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε ανταλλαγή δεδομένων, π.χ. συμβόλαια, παρακολούθηση αποστολών και χρηματοοικονομικές ανταλλαγές (πληρωμές). Κάθε ενέργεια ή συναλλαγή καταγράφεται σε ένα νέο σύνολο συναλλαγών (μπλοκ). Τα μπλοκ προστίθενται στο blockchain σε μία γραμμική, χρονολογική σειρά και κάθε μπλοκ είναι συνδεδεμένο με το αμέσως προηγούμενο, έτσι ώστε η αλυσίδα να μην είναι δυνατόν να μεταβληθεί. Στη συνέχεια, τα δεδομένα κατανέμονται σε πολλούς κόμβους (υπολογιστές) και είναι άμεσα προσβάσιμα από όλους στο διαδίκτυο την ίδια χρονική στιγμή, καθιστώντας το όλο σύστημα διαφανές. Το blockchain δύναται να αυξήσει την αποτελεσματικότητα και τη διαφάνεια της αλυσίδας εφοδιασμού, σε όλα της τα στάδια, από την αποθήκευση έως την παράδοση και την πληρωμή. Τέλος, εκτός από την αυξημένη διαφάνεια και ασφάλεια που επιτυγχάνονται μέσω του blockchain, είναι δυνατή η επιτάχυνση της φυσικής ροής των εμπορευμάτων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η παρακολούθηση αγαθών μέσω blockchain μπορεί να βελτιώσει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων των επιχειρηματιών. Συνοψίζοντας τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας blockchain, αφ' ενός διαθέτει τη δυνατότητα δημιουργίας νέων υπηρεσιών logistics, καθώς και νέων επιχειρηματικών μοντέλων, αφ' ετέρου, ως μια σχετικά νέα τεχνολογία, το blockchain έχει σχεδιαστεί για να επιτυγχάνει αποκέντρωση, λειτουργία Peer-to-Peer σε πραγματικό χρόνο, ανωνυμία, διαφάνεια και ακεραιότητα με ευρέως εφαρμόσιμο τρόπο. Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν προκλήσεις. Ένας από τους περιορισμούς είναι η απόδοσή του. Η επαλήθευση κάθε συναλλαγής απαιτεί την αναγνώριση κάθε κόμβου στο δίκτυο, η οποία θα διαρκέσει ουσιαστικά περισσότερο χρόνο από ότι σε ένα κεντρικό σύστημα (Dobronnik et al, 2018).

4.8 Τρισδιάστατη Εκτύπωση

Η τρισδιάστατη εκτύπωση (3D printing) αναφέρεται ως μια τεχνολογική μέθοδος, η οποία μετατρέπει τα ηλεκτρονικά αρχεία σε στερεά εκτυπωμένα

αντικείμενα. Η αξιοποίηση και εκτεταμένη χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης (3D-printing) με την εκτύπωση αντικειμένων σε τρεις διαστάσεις από ειδικούς εκτυπωτές χρησιμοποιείται ήδη σε πολλούς κλάδους, όπως λόγου χάρη στην αρχιτεκτονική, στην ιατρική, στην αυτοκινητοβιομηχανία κ.α. (Shahrubudin et al., 2019). Μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης έχει γίνει σημαντική εξοικονόμηση κόστους, χρόνου και μείωση δαπάνης των πόρων, με αποτέλεσμα να βελτιστοποιηθεί η παραγωγή σε μεγάλο βαθμό.

Η τρισδιάστατη εκτύπωση είναι μια μέθοδος προσθετικής κατασκευής στην οποία κατασκευάζονται αντικείμενα μέσω της διαδοχικής πρόσθεσης επάλληλων στρώσεων υλικού. Στη τρισδιάστατη εκτύπωση μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι τύποι υλικού, κυρίως κεραμικά και πολυμερή. Σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες και εξοπλισμό προσθετικής κατασκευής, οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές είναι συνήθως ταχύτεροι, φθηνότεροι και ευκολότεροι στη χρήση. Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατασκευή φυσικών μοντέλων και πρωτοτύπων από σχεδιαστές, μηχανικούς και ομάδες ανάπτυξης νέων προϊόντων, έχουν τη δυνατότητα να εκτυπώνουν μέρη και εξαρτήματα από διάφορα υλικά, με διαφορετικές μηχανικές και φυσικές ιδιότητες και συχνά σε μια ενιαία διαδικασία κατασκευής.

Η τεχνολογία των 3D εκτυπωτών βρίσκει επίσης χρήση στους τομείς του κοσμήματος, των υποδημάτων, του βιομηχανικού σχεδιασμού, της αρχιτεκτονικής, της μηχανικής και των κατασκευών (AEC), στην αυτοκινητοβιομηχανία, την αεροδιαστημική, την οδοντιατρική και ιατρική βιομηχανία, την εκπαίδευση, τη χαρτογράφηση πληροφοριακών συστημάτων, σε έργα πολιτικών μηχανικών, και πολλά άλλα.

Ειδικά με τους εκτυπωτές που χρησιμοποιούν πλαστικό μπορούν να κατασκευαστούν εξολκείς λαστίχου ποδηλάτου, κρεμάστρες, καπάκια, εργαλεία για Dremel, κλπ. Με την χρήση πλαστικού και σχεδίων 3D, που βρίσκονται ελεύθερα στο internet, ή που μπορεί κάποιος μόνος του να δημιουργήσει, μπορεί πολύ εύκολα να φτιαχτεί από το πιο μικρό εξάρτημα, έως ολόκληρη κατασκευή κομμάτι-κομμάτι. Επίσης μια ιδιότητα των εκτυπωτών 3D είναι ότι μπορούν να αναπαράγουν τον εαυτό τους αφού μπορούν να εκτυπώσουν τα κομμάτια που τους αποτελούν.

4.9 Βιοτεχνολογία

Η γενετική μηχανική αποτελεί επιστημονικό επίτευγμα των τελευταίων δεκαετιών και εφαρμόζεται ως καινοτομική τεχνολογία μόλις την τελευταία δεκαεπενταετία. Πρόκειται για την πιο σύγχρονη από τις γενετικές παρεμβάσεις τις οποίες επιχείρησε ο άνθρωπος, και έγινε πρώτα σε απλούς μικροοργανισμούς, για την παραγωγή σε αυτούς κυρίως πολύτιμων για τον άνθρωπο πρωτεϊνών (όπως π.χ. η ανθρώπινη ινσουλίνη κ.α.) και τώρα προχωρεί στις εφαρμογές σε πολυπλοκότερους οργανισμούς, όπως φυτά. Βιοτεχνολογία χαρακτηρίζεται η τεχνολογία των βιολογικών διεργασιών με χρήση οργανισμών, κυρίως μικροοργανισμών, μερών και προϊόντων επεξεργασιών τους όπως ένζυμα, δευτερογενείς μεταβολίτες και αντισώματα, για την παραγωγή χρήσιμων ή εμπορικά αξιοποιήσιμων προϊόντων και για την παροχή υπηρεσιών προς όφελος του ανθρώπου. (Τσαυτάρης, 2020)

Ο όρος υποδηλώνει ένα ευρύ φάσμα διαδικασιών, από τη χρήση γαιοσκωλήκων για παραγωγή πρωτεΐνης μέχρι την παραγωγή ανθρώπινων γονιδίων, όπως η ορμόνη ανάπτυξης. Στα βιοτεχνολογικά προϊόντα περιλαμβάνονται φαρμακευτικές πρωτεΐνες, τροφές, απορρυπαντικά, λιπάσματα, φυτοφάρμακα κ.α., ενώ στις υπηρεσίες περιλαμβάνεται ένα πλήθος εφαρμογών, από την επεξεργασία λυμάτων και αποβλήτων ως την ιατρική διάγνωση, ή τα επιτεύγματα της γονιδιακής θεραπείας. Έχει πλήθος εφαρμογών στις επιστήμες υγείας, την γεωπονική επιστήμη, την προστασία του περιβάλλοντος (π.χ. χρήση της στη διαχείριση αποβλήτων), στη γεωργία, στην κτηνοτροφία, την διατροφή του ανθρώπου, τα τρόφιμα και στη βιομηχανία. Από κοινού με τη βιοϊατρική τεχνολογία, η οποία αφορά την ανάπτυξη τεχνολογιών με εφαρμογές στην ιατρική, η βιοτεχνολογία αποκαλείται ορισμένες φορές βιολογική μηχανική.

4.10 Νευροτεχνολογία

Ο τομέας της Νευροτεχνολογίας δείχνει να είναι ένας από τους πιο δυναμικούς και πολλά υποσχόμενους τομείς της τεχνολογίας που αναδύθηκαν στον 21ο αιώνα, καθώς και μια ραγδαία αναπτυσσόμενη αγορά που θα μας απασχολήσει ποικιλοτρόπως στο μέλλον. Ως νευροτεχνολογία ορίζεται κάθε τεχνητό μέσο που

αλληλεπιδρά με τις λειτουργίες του εγκεφάλου. Ερευνητές με τεχνικά και υπολογιστικά εργαλεία μετρούν και αναλύουν χημικά και ηλεκτρικά σήματα του νευρικού συστήματος, για να προσδιορίσουν τις ιδιότητες της νευρικής δραστηριότητας, για να κατανοήσουν την εγκεφαλική λειτουργία, για να διαγνώσουν παθολογικές καταστάσεις ή για να ελέγξουν εξωτερικές συσκευές [νευροπροσθετική (neuroprostheses)] και να διασυνδέσουν μηχανήματα ελέγχου της εγκεφαλικής λειτουργίας.

Η βιομηχανία της νευροτεχνολογίας αναπτύχθηκε και ωρίμασε ως αποτέλεσμα της προόδου σε διάφορους τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας, όπως οι νευροεπιστήμες, η ηλεκτρική διέγερση, τα βιοϋλικά και η μικροηλεκτρονική. Οι πιο αξιοσημείωτες εφαρμογές της νευροτεχνολογίας μέχρι σήμερα ήταν οι νευρικές προθέσεις όπως τα κοχλιακά εμφυτεύματα και τα συστήματα νευροτροποποίησης (Neuromodulation), όπως οι εμφυτευμένοι διεγέρτες για τη θεραπεία του χρόνιου πόνου. (Μιχοπούλου, 2022)

Ειδικοί εκτιμούν πως μια από τις μεγαλύτερες ευκαιρίες ανάπτυξης στην αγορά συσκευών νευροτροποποίησης (μηχανισμός ηλεκτρικής διέγερσης νευρών με τον οποίο το σώμα μας, επαναπρογραμματίζεται, για να λειτουργήσει σωστά) είναι η θεραπεία της παχυσαρκίας. Άλλες νέες και αναδυόμενες εφαρμογές για συσκευές νευροτεχνολογίας είναι η ημικρανία, η κατάθλιψη και οι καρδιαγγειακές διαταραχές όπως η υπέρταση και η στηθάγχη. Παρότι η νευροτεχνολογία χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη μελέτη και τη θεραπεία μιας σειράς διαφορετικών ιατρικών διαταραχών και ασθενειών (όπως τραυματισμό του νωτιαίου μυελού, κώφωση, τύφλωση, εγκεφαλικό επεισόδιο, ακράτεια ούρων, επιληψία, χρόνιο πόνο, νευρολογικές και ψυχιατρικές διαταραχές), τα προϊόντα και οι υπηρεσίες της αναμένεται να γνωρίσουν σημαντική ανάπτυξη στην παγκόσμια αγορά υγειονομικής περίθαλψης, λόγω της συνεχούς αύξησης και ανίχνευσης νευρολογικών διαταραχών και καταστάσεων. (Μιχοπούλου, 2022)

5. Αποτίμηση της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης - Διακύβευμα

5.1 Ευκαιρίες – Καλές Πρακτικές

Μελετητές σε όλο τον κόσμο αναφέρουν ότι η Τέταρτη βιομηχανική επανάσταση θα αλλάξει σημαντικά την ανθρωπότητα μέσα από τις επιδράσεις της σε τομείς όπως η διακυβέρνηση και οι επιχειρήσεις. Όλες οι τεχνολογίες παραγωγής που αναφέραμε παραπάνω θα αλλάξουν ριζικά τον τρόπο ζωής ολόκληρης της ανθρωπότητας. Οι βασικότερες ευκαιρίες και καλές πρακτικές που αναδεικνύονται από την Τέταρτη επανάσταση μπορούν να συνοψιστούν ως εξής :

- Στη μείωση των εμποδίων μεταξύ εφευρετών και αγορών
- Στον πιο ενεργό ρόλο για την τεχνητή νοημοσύνη
- Στην ολοκλήρωση διαφορετικών τεχνικών και τομέων (συγχώνευση τεχνολογιών)
- Στη βελτιωμένη ποιότητα ζωής (ρομποτική)
- Στη διασυνδεδεμένη ζωή (Internet)

Ερευνητές, ο Chris Anderson (2012) προβλέπουν ότι η Τέταρτη βιομηχανική επανάσταση είναι πιθανό να μειώσει τα εμπόδια μεταξύ εφευρετών και αγορών λόγω νέων τεχνολογιών όπως η τρισδιάστατη εκτύπωση για πρωτότυπα. Για παράδειγμα, οι μηχανικοί ιστών χρησιμοποιούν τεχνικές γρήγορης προτυποποίησης για την παραγωγή τρισδιάστατων πορωδών ικριωμάτων. Η τεχνική της 3D εκτύπωσης κατασκευάζει ικριώματα με μια νέα μικρό-και μακρό-αρχιτεκτονική και αυτά με τη σειρά τους βοηθούν στη διαμόρφωση του νέου ιστού καθώς αναγεννιέται. Ο επιχειρηματίας μπορεί να φέρει το προϊόν «στην πραγματικότητα» με τρισδιάστατη εκτύπωση, χωρίς τους παραδοσιακούς χρονικούς περιορισμούς που συχνά συναντώνται με τις παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής πρωτοτύπων. Έτσι, τα τυπικά εμπόδια για την εκκίνηση μιας ιδέας απομακρύνονται από το πεδίο του μάρκετινγκ. Σε ένα άλλο επίπεδο, οι αυξανόμενες τάσεις στην τεχνητή νοημοσύνη δείχνουν σημαντικές οικονομικές ανακατατάξεις στα χρόνια που θα ακολουθήσουν. Τα τεχνητά συστήματα που λύνουν ορθολογικά τα περίπλοκα προβλήματα αποτελούν

απειλή για πολλά είδη απασχόλησης, αλλά προσφέρουν και νέους δρόμους για την οικονομική ανάπτυξη. Μια έκθεση της McKinsey & Company διαπίστωσε ότι οι μισές από τις υπάρχουσες δραστηριότητες εργασίας θα αυτοματοποιηθούν με τις υπάρχουσες τεχνολογίες, επιτρέποντας έτσι στις επιχειρήσεις να εξοικονομήσουν δισεκατομμύρια δολάρια και να δημιουργήσουν νέους τύπους θέσεων εργασίας. Για παράδειγμα, τα αυτοκίνητα χωρίς οδηγό μπορούν να αντικαταστήσουν τους οδηγούς ταξί και την υπηρεσία Uber, και τα αυτόνομα φορτηγά μπορούν να μετασχηματίσουν ριζικά τη ναυτιλία με πολύ λιγότερες θέσεις εργασίας για τους οδηγούς φορτηγών (Xu, David, Kim, 2018).

Η συνεχιζόμενη δημογραφική μείωση του εργασιακά ενεργού πληθυσμού αποτελεί εμπόδιο στην οικονομική μεγέθυνση. Ο αυτοματισμός των μηχανών θα μπορούσε να συντελέσει στην εξισορρόπηση των δημογραφικών τάσεων. Ταυτόχρονα, μεταβάλλεται και η φύση της εργασίας καθώς τα άτομα εκτελούν πλέον δραστηριότητες συμπληρωματικές της εργασίας των μηχανών. Η αντικατάσταση των εργαζομένων από μηχανές οδηγεί σε αύξηση των θέσεων εργασίας υψηλής εξειδίκευσης. Η γραμμή παραγωγής σταδιακά αυτοματοποιείται σχεδόν ολοκληρωτικά και οι εργαζόμενοι της Βιομηχανίας 4.0 θα χρειαστεί να μεγιστοποιήσουν τη δημιουργικότητα τους. Αυτό σημαίνει ότι το σύστημα της εκπαίδευσης θα χρειαστεί σημαντικές μεταρρυθμίσεις προκειμένου να είναι ομαλή η προσαρμογή στην νέα εποχή. (Μακρή, 2020)

Οι καινοτόμες τεχνολογίες θα ενσωματώσουν διάφορους επιστημονικούς και τεχνικούς κλάδους. Οι βασικές συνιστώσες αυτής της διαδικασίας θα διασταυρωθούν σε μια συγχώνευση τεχνολογιών που θα συσκοτίζει τα όρια μεταξύ φυσικής, ψηφιακής και βιολογικής σφαίρας (Schwab 2015). Αυτή η συγχώνευση των τεχνολογιών δεν πρόκειται για έναν απλό συνδυασμό. Πρόκειται για ένα φαινόμενο μεγαλύτερο από μια τεχνολογία με συμπληρωματικό χαρακτήρα, διότι δημιουργεί νέες αγορές και νέες ευκαιρίες ανάπτυξης για κάθε συμμετέχοντα στην καινοτομία. Επιπλέον, ενώνει σταδιακές βελτιώσεις από πολλά (συχνά προηγούμενως χωρισμένα) πεδία για τη δημιουργία ενός προϊόντος.

Η ρομποτική επίσης μπορεί να αλλάξει ριζικά την ανθρώπινη ζωή στο εγγύς μέλλον. Τα ρομπότ είναι αυτοματοποιημένα μηχανοκίνητα μέσα. Μπορούν να μαγειρέψουν τρόφιμα, να παίξουν μουσική, να καταγράφουν τις εκπομπές μας, ακόμη και να οδηγήσουν τα αυτοκίνητά. Συνεπώς, τα ρομπότ έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν την ποιότητα της ανθρώπινης ζωής στο σπίτι, στην εργασία και σε πολλά

άλλα πεδία. Τα προσαρμοσμένα ρομπότ θα δημιουργήσουν νέες θέσεις εργασίας, θα βελτιώσουν την ποιότητα των υπαρχουσών εργασιών και θα δώσουν στους ανθρώπους περισσότερο χρόνο να επικεντρωθούν σε αυτό που θέλουν να κάνουν (Xu, David, Kim, 2018).

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things) είναι μια άλλη σημαντική εξέλιξη, που σχετίζεται με την διαδικτύωση των φυσικών συσκευών. Η τεχνολογία αυτή αναμένεται να προσφέρει προηγμένη συνδεσιμότητα συσκευών, συστημάτων και υπηρεσιών που υπερβαίνει τις επικοινωνίες μηχανής με μηχανή και καλύπτει ποικίλα πρωτόκολλα, τομείς και εφαρμογές (Holler, et al., 2014). Η διασύνδεση αυτών των ενσωματωμένων συσκευών αναμένεται να οδηγήσει σε αυτοματοποίηση σχεδόν σε όλους τους τομείς, επιτρέποντας επίσης την ανάπτυξη προηγμένων εφαρμογών, όπως ένα έξυπνο δίκτυο αλλά και επέκταση σε πιο μεγάλους τομείς, όπως οι έξυπνες πόλεις. Η επανάσταση της συνδεδεμένης ζωής προήλθε χάρη στην πρόοδο του Internet. Το 1969, τα πρώτα δεδομένα μεταδόθηκαν μέσω του Διαδικτύου και συνδέθηκαν δύο υπολογιστές. Τώρα, το Διαδίκτυο συνδέει προσωπικούς υπολογιστές και κινητές συσκευές. Μέχρι το 2010, ο αριθμός των υπολογιστών που ήταν διασυνδεδεμένοι στο Internet είχε ξεπεράσει τον αριθμό των ανθρώπων στη γη (Xu, David, Kim, 2018).

Τα κόστη των μεταφορών και των επικοινωνιών περιορίζονται, οι παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού γίνονται ταχύτερες και αποτελεσματικότερες, με αποτέλεσμα το κόστος του εμπορίου να μειώνεται. Νέες αγορές και προϊόντα υψηλής ποιότητας και χρησιμότητας είναι πλέον διαθέσιμα, έχοντας ως στόχο την βελτίωση της ποιότητας ζωής των καταναλωτών. Επιπλέον, η γενετική και η βιοτεχνολογία δίνουν ώθηση στον τομέα της υγείας ενώ οι νέες τεχνολογίες καθιστούν δυνατή τη βέλτιστη διαχείριση ενέργειας. (Μακρή, 2020)

Οι ψηφιακές υποδομές δίνουν τη δυνατότητα στις κυβερνήσεις να ασκήσουν αποτελεσματικότερο έλεγχο χρησιμοποιώντας τα συστήματα διασταύρωσης. Οι διαδικασίες απλοποιούνται και επιταχύνονται, η γραφειοκρατία ελαχιστοποιείται και η διαφάνεια διασφαλίζει τις κρατικές δραστηριότητες. Οι πολίτες μπορούν περισσότερο από ποτέ να συνεργαστούν με τις κυβερνήσεις και να συντονίσουν τις προσπάθειες τους. Οι διαφορετικοί ρυθμοί υιοθέτησης των νέων τεχνολογιών μεταξύ δημόσιου και ιδιωτικού τομέα ενδέχεται να δημιουργήσουν σοβαρές τριβές και αμφισβήτηση των δημόσιων αρχών. (Μακρή, 2020)

Η Τέταρτη βιομηχανική επανάσταση μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα εισοδήματος, επιτρέποντας στους επιχειρηματίες να υλοποιήσουν πιο εύκολα τις νέες ιδέες τους. Επιπλέον, θα βελτιώσει την ποιότητα ζωής για πολλούς ανθρώπους σε όλο τον κόσμο (Jee, 2017). Οι καταναλωτές είναι πιθανό να αποκομίσουν σημαντικά οφέλη από την Τέταρτη βιομηχανική επανάσταση. Η τεχνολογική καινοτομία θα οδηγήσει επίσης στην αύξηση της προσφοράς, με μακροπρόθεσμα οφέλη στην αποδοτικότητα και την παραγωγικότητα. Το κόστος των μεταφορών και της επικοινωνίας θα μειωθεί, οι παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού θα γίνουν πιο αποτελεσματικές και το κόστος του εμπορίου θα μειωθεί. Σύμφωνα με τους ερευνητές, όλα αυτά θα ανοίξουν νέες αγορές και θα οδηγήσουν στην οικονομική ανάπτυξη (Schwab 2015).

5.2 Προκλήσεις – Εμπόδια

Παράλληλα με τα εμφανή οφέλη από την Τέταρτη βιομηχανική επανάσταση, υπάρχουν και αρκετές βασικές προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Ταυτόχρονα, η επανάσταση αυτή θα μπορούσε να οδηγήσει σε μεγαλύτερη ανισότητα, ιδίως στις δυνατότητές της να διαταράξει τις αγορές εργασίας. Καθώς η αυτοματοποίηση υποκαθιστά το εργατικό δυναμικό σε ολόκληρη την οικονομία, η υποκατάσταση των εργαζομένων με μηχανές μπορεί επιδεινώσει το χάσμα μεταξύ επιστροφής κεφαλαίου και επιστροφής στην εργασία. Ο πλησιέστερος και πολυτιμότερος πόρος σε μια εποχή που οδηγείται από τις ψηφιακές τεχνολογίες δεν θα είναι ούτε η κανονική εργασία ούτε το κοινό κεφάλαιο. Μάλλον, θα είναι αυτοί που μπορούν να δημιουργήσουν νέες ιδέες και καινοτομίες. Στο μέλλον, το ταλέντο, περισσότερο από το κεφάλαιο, θα αποτελέσει τον κρίσιμο παράγοντα παραγωγής. Οι άνθρωποι με ιδέες, όχι με εργαζόμενους ή με επενδυτές, θα είναι ο πιο σπάνιος και πιο πολύτιμος πόρος (Brynjolfsson, McAfee, Spence, 2014).

Πολλές μελέτες προβλέπουν σημαντικές απώλειες θέσεων εργασίας λόγω αυτοματοποίησης. Μελετητές προβλέπουν ότι σχεδόν οι μισοί Αμερικανοί εργαζόμενοι θα αντιμετωπίσουν κινδύνους λόγω αυτοματοποίησης της δουλειάς τους έως το 2030. Ακόμη, μελέτη του McKinsey Global Institute που αφορά το εργατικό δυναμικό 46 χωρών, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι σχεδόν το ήμισυ των δραστηριοτήτων εργασίας σε παγκόσμιο επίπεδο έχουν τη δυνατότητα να

αυτοματοποιηθούν. Το μέγεθος της επίδρασης της 4ης Βιομηχανικής Επανάστασης πάνω στις θέσεις εργασίας φαίνεται να συνδέεται με το επίπεδο δεξιοτήτων των εργαζομένων. Αν μία θέση αυτοματοποιηθεί ή όχι, επαφίεται στο πόσο απλή είναι. Ορισμένες μελέτες προβλέπουν ότι οι θέσεις εργασίας με χαμηλότερες δεξιότητες εργασίας και μεσαίας εξειδίκευσης θα επηρεαστούν ως έναν βαθμό. Οι περισσότερες μελέτες τείνουν να συμφωνούν στο ότι οι εργαζόμενοι με υψηλή ειδικευση θα επηρεαστούν λιγότερο ενισχύοντας το χάσμα των ανισοτήτων. Αυτή η αυξημένη διχοτόμηση μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση των κοινωνικών εντάσεων (Μακρή, 2020). Εκτός από την απειλή της μαζικής εκτόπισης της εργασίας στο πλαίσιο της εξέλιξης της Τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης, υπάρχουν διάφορες προκλήσεις όπως η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο και η αξιολόγηση κινδύνου. Ο όγκος όλων των πληροφοριών καθίσταται διαχειρίσιμος πλέον αποκλειστικά μέσω συστημάτων, γεγονός το οποίο ορισμένες φορές καθιστά τα κρατικά και εταιρικά δεδομένα «ευάλωτα». Υψίστης σημασίας για τη διαφύλαξη των ευαίσθητων πληροφοριών είναι να δοθεί έμφαση από όλους τους φορείς στην διαχείριση των κινδύνων του κυβερνοχώρου και στην προστασία από διαδικτυακές «εισβολές». Ασφαλώς, ο βαθμός προειδοποίησης αυξάνεται όταν οι ζωές μας συνδέονται εκτενώς με διάφορες συσκευές, από τα κινητά τηλέφωνα, τα αυτοκίνητα και τα φωτιστικά μας, μέχρι τις κάμερες ασφαλείας οικιακής χρήσης. Μία από τις μεγαλύτερες τάσεις της σύγχρονης εποχής είναι ότι όλα συνδέονται ανεπιστρεπτί (Xu, David, Kim, 2018). Το φαινόμενο της Τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης φαντάζει ακόμη πιο πολύπλοκο όταν εκτιμήσει κάποιος την μεταβαλλόμενη φύση των απειλών που προκύπτουν για την ασφάλεια, η οποία μπορεί να εκτείνεται από τους εργαζόμενους ενός οργανισμού που συνδέονται μέσω των προσωπικών τους συσκευών μέχρι τα δίκτυα των επιχειρήσεων. Αυτό σημαίνει ότι ο προσδιορισμός για την εξουδετέρωση των ρίσκων και την προστασία από τους κινδύνους πρέπει να αλλάξει επίσης. Ενώ τα δεδομένα μπορούν να χαθούν ή να κλαπούν από το ίδιο το προσωπικό ενός οργανισμού, είτε ακούσια είτε εκ προθέσεως, οι μεγαλύτερες επιθέσεις κατά τα τελευταία χρόνια αφορούν κακόβουλες επιθέσεις εξωτερικής προέλευσης, οι οποίες συγκαταλέγονται στο λεγόμενο hacking (Romney, Steinbart, 2017).

Μια ακόμα πρόκληση που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε είναι η αναδιανομή του πλούτου που θα δημιουργηθεί. Στοιχεία δείχνουν ότι τα οφέλη της επόμενης αλλαγής θα καρπωθούν από μια σχετικά μικρή ελίτ, επιδεινώνοντας την τρέχουσα τάση προς μεγαλύτερα επίπεδα ανισότητας. Αυτό ήταν ένα σημείο που

τόνισε η ελβετική τράπεζα UBS σε μια έκθεση που ξεκίνησε στο Νταβός. Σημειώνει ότι θα υπάρξει «πώλωση του εργατικού δυναμικού, καθώς οι θέσεις χαμηλής ειδίκευσης συνεχίζουν να αυτοματοποιούνται και η τάση αυτή εξαπλώνεται όλο και περισσότερο στις θέσεις εργασίας της μεσαίας τάξης». (Μακρή, 2020)

Τέλος, σε μια εποχή που χαρακτηρίζεται από την τεχνητή νοημοσύνη, την αυτοματοποίηση, τα ρομπότ και την γενετική μηχανική αναδύονται νέες ανησυχίες που συχνά σχετίζονται με ζητήματα ηθικής. Πολλές συζητήσεις έχουν ανακύψει μέσα στο πλαίσιο της γενετικής μηχανικής σχετικά με τη χρήση εργαλείων και ερευνητικών τεχνολογιών. Από τη μία πλευρά, είναι επιθυμητή η πρόληψη γενετικών ασθενειών με γενετική μηχανική. Από την άλλη πλευρά, ποιες κατευθυντήριες γραμμές ή κανονισμούς ή ηθικά όρια πρέπει να θεσπίσει ο άνθρωπος προκειμένου να αποφευχθεί την υπερβολική και ανεξέλεγκτη αξιοποίηση της γενετικής τεχνολογίας κάτω από τον σκοπό να επιτευχθούν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά; Με την τεχνητή νοημοσύνη και την ικανότητα εκμάθησης των μηχανών, τα ρομπότ έχουν γίνει πιο έξυπνα και πιο αυτόνομα, αλλά δεν έχουν ακόμα ένα βασικό χαρακτηριστικό, αυτό της ικανότητας της ηθικής λογικής. Αυτό περιορίζει την ικανότητά τους να λαμβάνουν καλές ή ηθικές αποφάσεις σε περίπλοκες καταστάσεις. Επιπλέον, το πιο κρίσιμο ερώτημα είναι τα ηθικά πρότυπα που πρέπει να κληρονομήσουν τα ρομπότ . Οι ηθικές αξίες διαφέρουν σημαντικά από άτομο σε άτομο, σε χώρες, σε διαφορετικές θρησκείες και σε διαφορετικά ιδεολογικά πλαίσια. Η αβεβαιότητα πάνω στην οποία το ηθικό πλαίσιο οφείλει να στηρίζεται, υπογραμμίζει τη δυσκολία και τους περιορισμούς στην απόδοση ηθικών αξιών σε τεχνητά συστήματα (Xu, David, Kim, 2018).

Με βάση τα παραπάνω μπορούμε εύκολα να συμπεράνουμε ότι οι προκλήσεις που προκύπτουν από την Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση είναι αρκετές και οφείλουμε να τις λάβουμε σοβαρά υπ' όψιν. Η ανισότητα εισοδήματος, η απώλεια θέσεων εργασίας, η ασφάλεια του κυβερνοχώρου και τα ηθικά διλήμματα είναι οι βασικότερες προκλήσεις τις οποίες καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε. Η Τέταρτη βιομηχανική επανάσταση μετασχηματίζει τον κόσμο και τα αποτελέσματα αυτής της αλλαγής στις κοινωνίες και στις οικονομίες έχουν διαφορετικά αποτελέσματα όπως και σε κάθε άλλη βιομηχανική επανάσταση.

6. Συμπεράσματα

Η παραπάνω ανάλυση μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών οι τεχνολογικές εξελίξεις είναι ραγδαίες με αποτέλεσμα να έχει αναπτυχθεί πλήθος εφαρμογών και σύγχρονων λύσεων, οι οποίες επιδρούν σε οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο. Ο κόσμος μας σήμερα βιώνει μία τεχνολογική πρόοδο που αποτελεί ορόσημο και έχει επικρατήσει να αποκαλείται ως «Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση» ή διεθνώς ως «Industry 4.0». Στην καθημερινότητα μας συναντάμε πολλές από αυτές τις καινοτομίες (Internet of Things, Cloud Computing), μερικές εφαρμόζονται ήδη στην βιομηχανική παραγωγή (3D Printing, A.I. Applications) και τέλος ορισμένες βρίσκονται σε ερευνητικό στάδιο με σοβαρές αμφιβολίες εάν θα γίνουν υλοποιήσιμες (πχ. αυτοκίνητα χωρίς οδηγό). Σε κάθε περίπτωση, η πρωτοφανής τεχνολογική αυτή εξέλιξη δημιουργεί νέα δεδομένα με σημαντικές επιπτώσεις τόσο σε ατομικό επίπεδο, όσο και στο διεθνές πολιτικοοικονομικό περιβάλλον.

Κατόπιν των ανωτέρω, προκύπτει ότι έχει ξεκινήσει μια επανάσταση προερχόμενη κυρίως από την πρωτοβουλία του ιδιωτικού τομέα, η οποία έχει ήδη λειτουργικές εφαρμογές με σημαντικές θετικές επιπτώσεις στον παραγωγικό κλάδο και κατ' επέκταση σε διάφορους τομείς του σύγχρονου κόσμου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα επίδρασης της σε τρίτους τομείς αποτελούν εφαρμογές που συμβάλουν στην εξοικονόμηση πόρων και ενέργειας, στην προστασία του περιβάλλοντος μέσω της αυτοματοποίησης και βελτιστοποίησης της παραγωγής, και στην αποδοτικότερη χρήση των πρώτων υλών και του μηχανολογικού εξοπλισμού. Επιπλέον, «έξυπνα προγράμματα» με σημαντική επίδραση σε κλάδους της καθημερινότητας μας έχουν αναπτυχθεί για την διαχείριση του κυκλοφοριακού προβλήματος, της αποκομιδής των σκουπιδιών, του οδοφωτισμού ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, εξειδικευμένων λύσεων στον ιατρικό τομέα κ.α. Οι παραπάνω εφαρμογές έχουν το πλεονέκτημα ότι παρέχουν αυτοματοποιημένες λύσεις, οι οποίες προσαρμόζονται ανάλογα με την κατάσταση, εξαιτίας του ότι βασίζονται σε ταχύτατη επεξεργασία των δεδομένων που καταγράφονται με αξιόπιστες real-time μετρήσεις. Κατά συνέπεια, η αντιμετώπιση του προβλήματος είναι πιο γρήγορη και ευέλικτη, διευκολύνοντας έτσι την ζωή μας. (Φαρμάκης, 2019)

Στον αντίποδα, η αλματώδης πρόοδος της τεχνολογίας έχει και αρνητικές επιπτώσεις, προκαλώντας δικαιολογημένες αντιδράσεις και κριτικές ως προς τα όρια

εφαρμογής. Έτσι παρατηρείται το φαινόμενο, πολυεθνικοί τεχνολογικοί κολοσσοί να έχουν αποκτήσει υπερβολική δύναμη, εκμεταλλεόμενοι τη σχεδόν ολοκληρωτική διείσδυση του internet σε συνδυασμό με την πρόσβαση σε σημαντικό όγκο πληροφοριών που καταγράφεται από αυτό. Ένα ακόμα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο προβληματισμός σχετικά με τη χρήση των πληροφοριών που συλλέγουν κινεζικές εταιρείες από την εγκατάσταση τεχνολογικών δικτύων και υποδομών σε άλλα κράτη. Παρότι η συλλογή γίνεται πρωταρχικά για εμπορικούς σκοπούς, δεν μπορεί να αγνοηθεί το ενδεχόμενο δεσμών των προαναφερόμενων εταιρειών με κρατικούς οργανισμούς της Κίνας και τους ισχυρισμούς δυτικών κυβερνήσεων ότι γίνεται εκμετάλλευση των πληροφοριών αυτών για κατασκοπευτικούς σκοπούς. Τέλος, υπάρχουν σοβαρές ενστάσεις σχετικά με τη διασφάλιση της προστασίας των προσωπικών δεδομένων που συλλέγονται από διάφορες εφαρμογές και την πρόσβαση κρατικών υπηρεσιών ή τρίτων σε αυτά μέσω κενών ασφαλείας.

Σε κρατικό επίπεδο, μεγάλος αριθμός αναπτυσσόμενων και αναπτυσσόμενων κρατών από τις αρχές της δεκαετίας έχουν καταστρώσει και υιοθετήσει εθνικά σχέδια, θέτοντας σε εφαρμογή προγράμματα προσαρμογής και εκμετάλλευσης των νέων τεχνολογικών δυνατοτήτων (πχ Made in China 2025, Γερμανία Industrie 4.0, Ισραήλ, Ινδία). Οι πολιτικές αυτές επικεντρώνονται στην προσαρμογή στα νέα μοντέλα παραγωγής που μειώνουν σημαντικά τον ρόλο της ανθρώπινης εργασίας, την προσέλκυση άμεσων ξένων επενδύσεων, την αναβάθμιση των κρατικών υποδομών, την προσαρμογή της εκπαίδευσης στις απαιτήσεις των νέων θέσεων εργασίας και την μετεκπαίδευση του υπάρχοντος εργατικού δυναμικού σε νέες ειδικότητες. (Φαρμάκης, 2019)

Εν κατακλείδι, η «Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση» δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες και προσφέρει σημαντικές δυνατότητες ανάπτυξης μίας χώρας. Παράλληλα όμως, η λανθασμένη διάγνωση των δυνατοτήτων μιας περιοχής και η εφαρμογή αλόγιστων πολιτικών μπορεί να προκαλέσει προβλήματα, δηλαδή τα αντίθετα αποτελέσματα από τα ευκαταία αποτελώντας κατά τον τρόπο αυτό τροχοπέδη στην αναπτυξιακή πορεία σε εθνικό και διεθνές επίπεδο.

Βιβλιογραφία

- Βικιπαίδεια (2022), *Βιομηχανική Επανάσταση*, [Βιομηχανική επανάσταση - Βικιπαίδεια \(wikipedia.org\)](https://el.wikipedia.org/wiki/Βιομηχανική_επανάσταση)
- Βικιπαίδεια (2022), *Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση*, [Δεύτερη βιομηχανική επανάσταση - Βικιπαίδεια \(wikipedia.org\)](https://el.wikipedia.org/wiki/Δεύτερη_βιομηχανική_επανάσταση)
- Βικιπαίδεια (2022), *Επαυξημένη Πραγματικότητα*, [Επαυξημένη πραγματικότητα - Βικιπαίδεια \(wikipedia.org\)](https://el.wikipedia.org/wiki/Επαυξημένη_πραγματικότητα)
- Βικιπαίδεια (2022), *Εικονική Πραγματικότητα*, [Εικονική πραγματικότητα - Βικιπαίδεια \(wikipedia.org\)](https://el.wikipedia.org/wiki/Εικονική_πραγματικότητα)
- Θεοχάρη (2022), *Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση: Ενεργειακή καινοτομία ή Περιβαλλοντική καταστροφή?*, Sovara.org.gr , [Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση: Ενεργειακή καινοτομία ή Περιβαλλοντική καταστροφή; - Σοβαρά Μετανωμένοι Καταστροφείς του Πλανήτη \(sovara.org\)](https://www.sovara.org.gr/epistimi/epanastasi-energeiakai-epi-1)
- Μακρή , (2020), *Πως η 4^η βιομηχανική επανάσταση επηρεάζει τον κόσμο* , Business Review, [Πως η 4η βιομηχανική επανάσταση επηρεάζει τον κόσμο - Business Review](https://www.businessreview.gr/epistimi/epanastasi-energeiakai-epi-1)
- Μηνακάκης (2020), *Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση : Η αυτοκρατορία αντεπιτίθεται*, [Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση: Η αυτοκρατορία αντεπιτίθεται - Εφημερίδα ΠΡΙΝ \(prin.gr\)](https://www.prin.gr/epistimi/epanastasi-energeiakai-epi-1)
- Μιχοπούλου (2022), *Neurotech: όταν η Επιστήμη «διαβάζει» τον εγκέφαλο*, <https://startupper.gr/slider/80437/neurotech-otan-i-epistimi-dianazei-ton-egkefalo/>
- Στάμκος (2019), *Η Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση*, [Η Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση | RealOraiokastro](https://www.realoraiokastro.gr/epistimi/epanastasi-energeiakai-epi-1)
- Ταμπακόπουλος (2021), *Τι φέρνουν τα ρομπότ στην παραγωγή και η τεχνητή νοημοσύνη σε επιχειρήσεις και οικονομία*, <https://www.liberal.gr/oikonomia/ti-fernouyn-ta-rompot-stin-paragogi-kai-i-tehniti-noimosyni-se-epiheiriseis-kai-oikonomia>
- Τσαυτάρης (2020), *Βιοτεχνολογία: Επιτεύγματα - προοπτικές - προβληματισμοί*, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

- Φαρμάκης (2019), *4η Βιομηχανική Επανάσταση: Τάσεις και Βασικοί Πυλώνες Εθνικής Στρατηγικής*, <https://ekyklos.gr/sb/695-4i-viomixaniki-epanastasi-taseis-kai-vasikoi-pylones-ethnikis-stratigikis.html>
- Ξηρογιάννης, Γ., Αθανασιάδη, Μ., & Νικολαΐδης, Α. (2019). *Βιομηχανία 4.0: Οι Συμπράξεις Και Μια Ολοκληρωμένη Στρατηγική Είναι Τα Κλειδιά Της Επιτυχίας* .
- [ADI \(2021\)](#), *Το διαδίκτυο των πραγμάτων*, [Το διαδίκτυο των πραγμάτων – ADI \(adi-platform.com\)](#)
- Anderson, C. (2012), *Makers: The New Industrial Revolution*. New York: Crown Publishing AVG Technologies, (2015), *The AVG 2015 digital diaries*, προσπελάσιμο στο: <http://now.avg.com/digital-diaries-the-battle-forour-attention-press-kit/>.
- Brynjolfsson, E. McAfee, A. & Spence, M. (2014), *New World Order: Labor, Capital, and Ideas in the Power Law Economy*, <https://www.foreignaffairs.com/articles/united-states/2014-06-04/new-world-order>
- Caruso, L. (2018). *Digital innovation and the fourth industrial revolution: epochal social changes?* *AI & Soc*, 33, 379–392. <https://doi.org/10.1007/s00146-017-0736-1>.
- Dobrovnik, M., Herold, D. M., Fürst, E., & Kummer, S. (2018). *Blockchain for and in Logistics: What to Adopt and Where to Start*. *Logistics*, 2(3), 18
- Europe Direct (2020), *Τι είναι η τεχνητή νοημοσύνη και πώς χρησιμοποιείται;* [Τι είναι η τεχνητή νοημοσύνη και πώς χρησιμοποιείται; | Europe Direct \(duth.gr\)](#)
- Finance First (2020), *Πως η 4η βιομηχανική επανάσταση επηρεάζει τον κόσμο*, Finance Club UOM, [Πως η 4η βιομηχανική επανάσταση επηρεάζει τον κόσμο - Business Review](#)
- Ghobakhloo, M. (2020). *Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability*. *Journal of cleaner production*, 252, 119869
- Hackius, N., & Petersen, M. (2017). *Blockchain in logistics and supply chain: trick or treat?. In Digitalization in Supply Chain Management and Logistics: Smart and Digital Solutions for an Industry 4.0 Environment*. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL), Vol. 23 (pp. 3-18). Berlin: epubli GmbH.

- Holler, J., et al, (2014), *From Machine-to-Machine to the Internet of Things: Introduction to a New Age of Intelligence (1st ed.)*, Amsterdam: Elsevier
- Jee, Y.S. (2017), *Exercise rehabilitation in the fourth industrial revolution*, *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(3), 255-256
- Maxmag.gr (2018), *Βιομηχανική Επανάσταση : Η αρχή μιας νέας εποχής*, [Βιομηχανική επανάσταση: Η Αρχή μιας νέας Εποχής | Ιστορία \(maxmag.gr\)](http://maxmag.gr)
- Nagy, J., Ol'ah, J., Erdei, E., M'at'e, D., & Popp, J. (2018). *The role and impact of Industry 4.0 and the internet of things on the business strategy of the value chain—The case of Hungary*. *Sustainability*, 10, 3491. <https://doi.org/10.3390/su10103491>
- Rifkin J. (2012), *Η Τρίτη βιομηχανική επανάσταση*, Εκδόσεις Πολιτεία
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution: What it means and how to respond*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-resp>
- Schwab, K. (2015). *The Fourth Industrial Revolution: What It Means and How to Respond*, <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>.
- Xu, M. David, J.M. Kim, S.H. (2018), *The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and challenges*, *International Journal of Financial Research*, Vol.9, No. 2, 90-95