



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Διπλωματική Εργασία

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΕΞΥΠΝΗΣ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ
ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΟΣΤΟΥΣ, ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ**

Συγγραφέας/είς

Χρήστος Πενταβίνη

ΑΜ:44248

Επιβλέπων/ουσα:

Μιχαήλ Παπουτσιδάκης - Ελένη Συμεωνάκη

Αθήνα, Οκτώβριος 2023



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

Diploma Thesis

**APPLICATION OF SMART MANUFACTURING TECHNOLOGIES
TO IMPROVE COST EFFICIENCY,
QUALITY ASSURANCE AND MANAGEMENT**

Student name and surname:

Christos Pentavini

Registration Number:

44248

Supervisor name and surname:

Michail Papoutsidakis - Eleni Symeonaki

Athens, October 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΕΞΥΠΝΗΣ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗΣ (Smart Manufacturing)

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΜΙΧΑΗΛ ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ	Καθηγητής	
2	ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΓΚΑΝΕΤΣΟΣ	Καθηγητής	
3	ΕΛΕΝΗ ΣΥΜΕΩΝΑΚΗ	ΕΔΙΠ Α	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Χρήστος Πενταβίνη του Γκακιο, με αριθμό μητρώου 44248 φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

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

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

Ο/Η

Δηλών/ούσα

Χρήστος
Πενταβίνη


ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Βιομηχανοποίηση (Manufacturing) αποτελεί την κύρια διεργασία όλων των μεταποιητικών μονάδων και βιοτεχνιών. Ανεξάρτητα από το μέγεθος της μονάδας, η βιομηχανοποίηση απορροφά ένα μεγάλο μέρος των επιχειρησιακών πόρων και οδηγεί σε σημαντικό βαθμό το κόστος του προϊόντος και κατ' επέκταση την κερδοφορία της επιχείρησης.

Η εφαρμογή της σύγχρονης τεχνολογίας συμβάλλει προς την κατεύθυνση της σημαντικής βελτίωσης της παραγωγικότητας και αποδοτικότητας, του εξορθολογισμού του βιομηχανικού κόστους και της βέλτιστης χρήσης των πόρων περιλαμβανομένου του ανθρώπινου δυναμικού της βιομηχανικής μονάδας.

Οι σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές συνεισφέρουν στη βελτίωση της παραγωγικότητας και της αποδοτικότητας στον τομέα της μεταποίησης που περιλαμβάνουν βιομηχανίες τροφίμων, βιομηχανίες οικιακών προϊόντων, μεταλλουργικές βιομηχανίες, βιομηχανίες δομικών υλικών, βιομηχανίες πλαστικών, φαρμακευτικές βιομηχανίες βιομηχανίες επωνύμων διεθνή προϊόντων.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης, αναφέρονται οι κυριότερες τεχνολογίες που αναδύονται και εφαρμόζονται στις σύγχρονες επιχειρήσεις. Επισημαίνεται ο ρόλος των τεχνολογιών έξυπνης μεταποίησης στην παραγωγικότητα και στην εταιρική κερδοφορία και ανάπτυξη.

Λέξεις κλειδιά: έξυπνη μεταποίηση, 4^η βιομηχανική επανάσταση.

ABSTRACT

Manufacturing is the main process of all manufacturing units and crafts. Regardless of the size of the unit, industrialization absorbs a large part of the business resources and significantly drives the cost of the product and thus the profitability of the enterprise.

The application of modern technology contributes towards the significant improvement of productivity and efficiency, the rationalization of industrial costs and the optimal use of resources including the human resources of the industrial unit.

Modern technological applications contribute to the improvement of productivity and efficiency in the manufacturing sector which include food industries, household industries, metallurgical industries, construction materials industries, plastics industries, Pharmaceutical Industries, International branded industries.

This paper presents the basic characteristics of the 4th Industrial Revolution, refers to the main technologies that are emerging and applied in modern enterprises. The role of smart manufacturing technologies in productivity and corporate profitability and growth is highlighted.

Key words: smart manufacturing, 4th Industrial Revolution.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ
2. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟ ΜΑΝΑΤΖΜΕΝΤ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
3. Η 4^Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ
 - 3.1 ΓΕΝΙΚΑ
 - 3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ
 - 3.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ
 - 3.3.1 ΙοΤ/ΠιοΤ
 - 3.3.2 Big Data
 - 3.3.3 Αυτόνομα ρομπότ
 - 3.3.4 Πρόσθετη Παραγωγή/Υβριδική Παραγωγή
 - 3.3.5 Υπολογιστικό νέφος
 - 3.3.6 Συνδεσιμότητα 5G
 - 3.3.7 Πληροφορική Edge
 - 3.3.8 Προσομοίωση/Ψηφιακή Διπλή
 - 3.3.9 Σχεδιασμός για την Παραγωγή
 - 3.3.10 ΑΙ/Machine Learning
4. ΟΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ-ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ 4^{ΗΣ} ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΙΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ
 - 4.1 ΓΕΝΙΚΑ
 - 4.2 Η ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
 - 4.3 Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ
 - 4.4 ΚΒΑΝΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ
 - 4.5 ΟΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ ΩΣ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΥΠΕΡ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ
 - 4.6 ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (INTERNET OF THINGS)
 - 4.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΝΕΦΟΣ
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη σύγχρονη εποχή ιδιαίτερη σημασία έχει η αποτελεσματική αντιμετώπιση-αξιοποίηση των διοικητικών προκλήσεων, και της συνεισφοράς της τεχνολογίας, των πληροφοριακών συστημάτων στην αντιμετώπιση αυτή. Η ορθή διαχείριση, καταγραφή, ανάλυση και επεξεργασία του μεγάλου όγκου πληροφοριών-δεδομένων διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για τη βιωσιμότητα και την ανάπτυξη των επιχειρήσεων και των οργανισμών. .(Alexander Hamilton Institute, 1994).

Η τεχνολογία συνιστά καθοριστικό παράγοντα της διοικητικής λειτουργίας και της απόδοσης των στελεχών των εταιρειών. Ο ρόλος της τεχνολογίας σχετικά με την επίδραση στην καθημερινή δραστηριότητα των μελών μιας επιχείρησης και στην οργανωτική δομή, έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον των αναλυτών, οι οποίοι έχουν διαμορφώσει ένα πλαίσιο αρχών για την χρήση της τεχνολογίας. (Tampoe M. and H. Macmillan, (2000).

Αναμφίβολα, οι τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών συνιστούν χρήσιμα εργαλεία ανάλυσης και λήψης αποφάσεων, καθώς και βελτίωσης των επιχειρησιακών λειτουργιών. Με τη βοήθεια των ΤΠΕ επιτυγχάνεται η μείωση του λειτουργικού κόστους, η αύξηση της παραγωγικότητας, η αυτοματοποίηση και ο έλεγχος των συναλλαγών. .(Kotler,P., Keller,K. (2006).

Τα συστήματα ΤΠΕ εναρμονίζονται με την οργανωτική κουλτούρα της επιχείρησης, τη λειτουργικότητα, τους στρατηγικούς στόχους και τους υποστηρίζουν. Πληροφοριακά συστήματα χρησιμοποιούνται σε πολλές λειτουργίες της επιχείρησης, όπως η διοίκηση, το μάρκετινγκ, η παραγωγή, οι πωλήσεις, η εξυπηρέτηση πελατών, η εφοδιαστική αλυσίδα, η διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού. (MANAGEMENT STUDY GUIDE, 2013).

Ο τρόπος εργασίας έχει μεταβληθεί στη σύγχρονη επιχείρηση, και προϋποθέτει συνεργασία μεταξύ των στελεχών για την υλοποίηση των επιχειρηματικών στόχων. Τα στελέχη χρειάζονται εργαλεία-εφαρμογές, που βοηθούν στην επικοινωνία τους, ανεξαρτήτως τόπου και χρόνου.(Nickols F., (2003).

Στην παρούσα εργασία συζητούνται θέματα της πρόσφατης τεχνολογικής ανάπτυξης, της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης, όπως το internet of things, smart factories, οι ηλεκτρονικές πλατφόρμες. Παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά και οι δυνατότητες που παρέχονται.

Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στην έννοια της πληροφορίας και των ψηφιακών δεδομένων, σε επίκαιρα ζητήματα ηθικής και αξιοποίησης της πληροφορίας, στους νέους πόρους που θα καθορίσουν το μέλλον της οικονομίας, της κοινωνίας, της τεχνολογίας. Συζητούνται θέματα ανάδυσης νέων μορφών καπιταλισμού, όπως ο γνωστικός, ο ψηφιακός, στο συνεχώς αναπτυσσόμενο ψηφιακό περιβάλλον.(Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph Anthony, Katz Randy, Konwinski Andy, Lee Gunho, Patterson David, Rabkin Ariel, Stoica Ion, Zaharia Matei, (2010).

Κύρια χαρακτηριστικά της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης είναι:

- Το internet of things.
- Τα smart factories.
- Οι επιπτώσεις στην εργασία.
- Ο καπιταλισμός του αυτοματισμού.
- Οι ηλεκτρονικές πλατφόρμες και τα προσωπικά δεδομένα.
- Η νέα οικονομία των free stuff.

Τα τελευταία χρόνια, οι σύγχρονες επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν αυξημένο ανταγωνισμό και πρωτοφανείς αλλαγές στις απαιτήσεις και τις προσδοκίες των καταναλωτών. Οι καλύτερες επιχειρήσεις όμως, αντί να πτοούνται, χρησιμοποιούν τώρα τις πληροφορίες, τα δεδομένα, για να τις βοηθήσουν να αναπτυχθούν και να ευδοκιμήσουν. Η συγκέντρωση και ανάλυση δεδομένων των πελατών βοηθάει τις επιχειρήσεις να εντοπίσουν τάσεις και κινδύνους και να τους διαχειριστούν άμεσα. Η ψηφιακή σύνδεση όλων των μηχανημάτων κατασκευής και των εργασιών σε ένα ενιαίο σύστημα AI, παρέχει πρόσβαση σε παγκόσμια δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από όλα τα τμήματα – από τις γραμμές R&D έως τις γραμμές συναρμολόγησης. Και η δυνατότητα ανάλυσης και απόκτησης σημαντικών πληροφοριών από όλα αυτά τα δεδομένα βάσει cloud βοηθάει τους σύγχρονους κατασκευαστές να ανταπεξέρθουν στον ανταγωνισμό.(Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Το NIST (Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων και Τεχνολογίας) ορίζει την έξυπνη παραγωγή ως: *«πλήρως ολοκληρωμένα, συνεργατικά συστήματα παραγωγής που ανταποκρίνονται σε πραγματικό χρόνο για να ανταποκριθούν στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις και συνθήκες στο εργοστάσιο, στο δίκτυο εφοδιασμού και στις ανάγκες των πελατών»*.

Η έξυπνη παραγωγή βασίζεται στη συνδεσιμότητα του υπολογιστικού νέφους. Είναι ένας συνδυασμός ανθρώπινης δημιουργικότητας, ψηφιακά συνδεδεμένων μηχανών και παγίων,

και συστημάτων AI και analytics. Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης και των έξυπνων εργαλείων βοηθά στην ενίσχυση της προσαρμοστικότητας και επιταχύνει την ικανότητα προσαρμογής των εξόδων με βάση δεδομένα πραγματικού χρόνου και intel. Η προβολή, η ευελιξία και η ανθεκτικότητα της έξυπνης μεταποίησης την καθιστούν ακρογωνιαίο λίθο των αποδοτικότερων μοντέλων εφοδιαστικής αλυσίδας και των συνολικών επιχειρηματικών δραστηριοτήτων. (Πανταζόπουλος, Α., 2004).

Η έξυπνη μεταποίηση (**smart manufacturing**) συνδέεται στενά με την ψηφιοποίηση των γραμμών παραγωγής με την αξιοποίηση τεχνολογιών Industry 4.0, την αυτοματοποίηση και διασύνδεση των αλυσίδων εφοδιασμού, το σχεδιασμό και την παραγωγή έξυπνων προϊόντων και υπηρεσιών, την εφαρμογή τεχνολογιών Έξυπνης Μεταποίησης (Smart Manufacturing) για τη βελτίωση της αποδοτικότητας κόστους, διασφάλιση ποιότητας και διαχείρισης κινδύνων, τις μελέτες σκοπιμότητας και ερευνών αγοράς για την ανάπτυξη νέων έξυπνων προϊόντων/υπηρεσιών. (Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Η έξυπνη μεταποίηση (**smart manufacturing**) συνδέεται με υποδομές δικτύου υψηλής ταχύτητας 5G, εξοπλισμό εργαστηρίων και ποιοτικού ελέγχου, ΤΠΕ & εξοπλισμό λογισμικού, άδειες λογισμικού, υπηρεσίες ασφάλειας ΙΤ, υπηρεσίες σχεδιασμού προϊόντων, πνευματικής ιδιοκτησίας, διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας, κόστη πιστοποίησης, τεχνικές συμβουλευτικές υπηρεσίες για την υλοποίηση νέων υποδομών πληροφορικής και λογισμικών για τον ψηφιακό μετασχηματισμό της επιχείρησης ή για τη διενέργεια ανάλυσης σκοπιμότητας για την ανάπτυξη νέων έξυπνων προϊόντων και υπηρεσιών, συμβουλευτικές υπηρεσίες για την παρακολούθηση του επενδυτικού σχεδίου, εκπαίδευση προσωπικού και εργατικού δυναμικού στις νέες τεχνολογίες του Industry 4.0. (Πανταζόπουλος, Α., 2004).

Η Βιομηχανία 4.0 αναφέρεται στην Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση. Η λέξη “Επανάσταση” χρησιμοποιείται επειδή κάθε Βιομηχανική Επανάσταση έχει τροφοδοτηθεί από κάποιου είδους τεχνολογία ή εφεύρεση που “έφερε επανάσταση” σε ολόκληρο τον βιομηχανικό κόσμο. Η Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση χρησιμοποίησε ατμό, η Δεύτερη, η γραμμή συναρμολόγησης, η Τρίτη καθοδηγήθηκε από την υπολογιστική ισχύ και η Τέταρτη τροφοδοτείται από ψηφιακές τεχνολογίες και συνδεσιμότητα.

Τα `έξυπνα εργοστάσια` διαθέτουν αυτοματισμούς στην παραγωγική διαδικασία, που λειτουργούν με εντολές του ανθρώπινου δυναμικού και λαμβάνοντας δεδομένα. Τα δεδομένα-big data-πληροφορούν σχετικά με τις καταναλωτικές ανάγκες, την

αποδοτικότητα και τη λειτουργικότητα των συστημάτων, με τελικό αποτέλεσμα την εξυπηρέτηση των πελατών, τη βελτιστοποίηση των συστημάτων, τη βελτίωση των προϊόντων και των παρεχόμενων υπηρεσιών. (Πανταζόπουλος, Α., 2004).

Στην 4^η βιομηχανική επανάσταση επιτυγχάνεται η αποτελεσματική κατασκευή διάφορων συσκευών, η ψηφιοποίηση των στοιχείων της παραγωγής, ο ακριβής σχεδιασμός με τη βοήθεια του 3-D printing, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας μέσω των big data. (Πανταζόπουλος, Α., 2004).

Η τεχνητή νοημοσύνη, ο έντονος αυτοματισμός στην παραγωγική διαδικασία έχουν ως απόρροια την αύξηση της ανεργίας. Οι εταιρείες που στηρίζονται στο ψηφιακό περιβάλλον εμφανίζουν αυξημένη παραγωγικότητα, αύξηση εσόδων, χωρίς ωστόσο η οικονομική ανάπτυξη να σχετίζεται με τον αριθμό των εργαζόμενων, με το ανθρώπινο δυναμικό. (Πανταζόπουλος, Α., 2004).

Η κερδοφορία των επιχειρήσεων επιτυγχάνεται με μικρότερο αριθμό εργαζόμενων, συγκριτικά με το παρελθόν. Ολοένα και περισσότεροι εργασιακοί τομείς θα περιορίσουν τις θέσεις εργασίας. Η τεχνητή νοημοσύνη-υπολογιστική ισχύς, λογισμικά- μπορεί να αντικαταστήσει την ανθρώπινη νοημοσύνη, γεγονός που οδηγεί σε ελάττωση των ωρών εργασίας του προσωπικού και θέτει ζήτημα ιδιοκτησίας των τεχνολογικών υποδομών. (Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph Anthony, Katz Randy, Konwinski Andy, Lee Gunho, Patterson David, Rabkin Ariel, Stoica Ion, Zaharia Matei, (2010).

Η σταδιακή ψηφιοποίηση της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης, με την χρήση ρομποτικών συστημάτων στην παραγωγή, περιορίζει τον αριθμό εργασιακών θέσεων σε δουλειές που απαιτούν χαμηλά προσόντα. Το τελικό αποτέλεσμα του τεχνολογικού αυτοματισμού είναι η δημιουργία ενός συστήματος αγοράς, βασισμένου στη μέγιστη παραγωγικότητα και στα δίκτυα προμήθειας, στις εφοδιαστικές αλυσίδες. Σύμφωνα με έρευνα του World Economic Forum προβλέπεται μείωση των εργασιακών θέσεων σε κλάδους όπως η υγεία, η διοίκηση, η διαχείριση ενέργειας, οι χρηματοοικονομικές υπηρεσίες. Διαπιστώνεται πως η ανεργία επηρεάζει περισσότερο ο γυναικείο πληθυσμό, εντείνοντας την εργασιακή ανισότητα ανάμεσα στα δυο φύλα. Ωστόσο, προβλέπεται αύξηση των θέσεων εργασίας στον κλάδο της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών, καθώς και στα μέσα μαζικής ενημέρωσης. (Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph Anthony, Katz Randy, Konwinski Andy, Lee Gunho, Patterson David, Rabkin Ariel, Stoica Ion, Zaharia Matei, (2010).

Οι νέες τεχνολογίες του Industry 4.0. αφορούν τον ψηφιακό μετασχηματισμό και τον αυτοματισμό των γραμμών παραγωγής, την άμεση επικοινωνία μεταξύ συσκευών που χρησιμοποιούν ενσύρματα και ασύρματα κανάλια επικοινωνίας, καθώς και την παραγωγή πρωτοτύπων και εξατομικευμένων προϊόντων που ενσωματώνουν υψηλή τεχνολογία. Τα επενδυτικά σχέδια θα πρέπει να στοχεύουν στη βελτίωση της ανθεκτικότητας της επιχείρησης μέσω της αναβάθμισης των συστημάτων ψηφιακής διαχείρισης και ελέγχου της παραγωγής, στην προμήθεια προηγμένου και ψηφιακά ελεγχόμενου βιομηχανικού εξοπλισμού, στην ψηφιοποίηση των συστημάτων διασύνδεσης σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού και στην παραγωγή συστημάτων και τεχνολογίας που υποστηρίζουν τον ψηφιακό μετασχηματισμό. (Πανταζόπουλος, Α., 2004).

Οι καλύτεροι κατασκευαστές έχουν συχνά εκατομμύρια δολάρια και ώρες επενδυμένα σε μηχανήματα και περιουσιακά στοιχεία που είναι εξαιρετικά εξειδικευμένα και εξειδικευμένα μηχανικά για τη μοναδική παραγωγή των προϊόντων τους. Η ομορφιά της έξυπνης παραγωγής είναι ότι δεν έχει να κάνει με την κατεδάφιση των παραδοσιακών εργοστασίων και την αντικατάστασή τους με κάτι άλλο. Πρόκειται για την αναβάθμιση των υφιστάμενων εργοστασίων βήμα-βήμα και την βελτίωσή τους με εργαλεία και λύσεις κατασκευής της Βιομηχανίας 4.0 για την επίτευξη των στόχων κατασκευής τους πιο αποδοτικά και αποτελεσματικά. (Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Η αυτοματοποιημένη παραγωγή δεν είναι κάτι νέο. Απλώς αναφέρεται σε ρομποτικές συσκευές που προγραμματίζονται με αποκλειστικό σκοπό την εκτέλεση συγκεκριμένης δράσης. Τις περισσότερες φορές, αυτές οι επαναλαμβανόμενες εργασίες συμβαίνουν σε συνεργασία με άλλες μηχανές και ανθρώπους σε ένα περιβάλλον όπως μια γραμμή συναρμολόγησης. Ο αυτοματισμός είναι απαραίτητος για την επίτευξη της ταχύτητας και της ακρίβειας που απαιτούνται για την κατασκευή μεγάλου όγκου. (Πανταζόπουλος, Α., 2004).

Η αυτόνομη παραγωγή είναι βασικά απλώς αυτοματοποιημένη παραγωγή. Χρησιμοποιώντας τεχνολογίες της Βιομηχανίας 4.0 όπως η ΑΙ και η μηχανική μάθηση, ένα έξυπνο σύστημα κατασκευής και τις συσκευές ΙοΤ μέσα σε αυτό, αποτυπώνονται διαφορετικά σύνολα δεδομένων όπως η ανάδραση των καταναλωτών, η προσφορά και η ζήτηση, η δυναμικότητα μηχανής και κάθε άλλη σχετική πληροφορία. Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης μπορούν στη συνέχεια να εφαρμοστούν σε αυτά τα σύνολα δεδομένων για να παρέχουν – και αυτόματα να ενεργοποιούν – πιο αποτελεσματικές και βελτιστοποιημένες ροές εργασίας και διαδικασίες.

Κρίσιμα ζητήματα όπως η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο και η στρατηγική επιχειρηματική ενοποίηση αποτελούν όλα μέρος του τοπίου της Βιομηχανίας 4.0.

Ωστόσο, στη συνέχεια, θα εξετάσουμε απλώς τις πλέον θεμελιώδεις τεχνολογίες που υποστηρίζουν τις πρακτικές έξυπνης μεταποίησης. (Πανταζόπουλος, Α., 2004).

2. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟ ΜΑΝΑΤΖΜΕΝΤ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Στην πράξη η ανάπτυξη στρατηγικών προγραμμάτων περιλαμβάνει τη λήψη πληροφοριών από το περιβάλλον και τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την αποστολή του οργανισμού και σχετικά με στόχους, στρατηγικές και σχέδιο δραστηριοτήτων. (Tampoe M. and H. Macmillan, (2000).

Οι επιχειρήσεις δαπανούν το μεγαλύτερο μέρος των πόρων τους-κεφάλαιο και ανθρώπινο δυναμικό-στην ελάττωση του λειτουργικού κόστους, και αποσκοπούν στην αύξηση της κερδοφορίας. (Tampoe M. and H. Macmillan, (2000).

Η ανάπτυξη λύσεων πληροφορικής τεχνολογίας (**IT**), έχει εξελιχθεί σε επιχειρηματική στρατηγική, και αντιμετωπίζεται από τη διοίκηση ως ένα αναγκαίο κόστος. Η εφαρμογή IT συνεισφέρει στην αποδοτικότητα των επενδύσεων, και στην πραγμάτωση των επιχειρηματικών στόχων. Οι τεχνολογίες αναδιοργάνωσης των επιχειρηματικών διαδικασιών, (**BPR**, business process reengineering), βοηθούν την IT να επιτύχει αύξηση της αποδοτικότητας της επένδυσης (**ROI**). Συστήματα **ERP**, αναπτύχθηκαν και εφαρμόστηκαν, που μέσω της αυτοματοποίησης των διαδικασιών, μείωσαν τα λειτουργικά έξοδα και αύξησαν την απόδοση. (Tampoe M. and H. Macmillan, (2000).

Η ανάπτυξη της τηλεργασίας στις επιχειρήσεις ευνοείται με τη ραγδαία τεχνολογική ανάπτυξη, στα πλαίσια της οποίας δημιουργούνται εργαλεία συνεργασίας (collaboration tools), εργαλεία σχεδιασμού, εκτέλεσης και παρακολούθησης έργων, αναθέσεων εργασιών. Επίσης δημιουργούνται περιβάλλοντα τηλεδιασκέψεων και τηλεσυνεργασίας, καθώς και ειδικευμένα περιβάλλοντα εικονικής υποδομής περιβάλλοντος εργασίας (**VDI**). (MANAGEMENT STUDY GUIDE, 2013).

Αναλυτικότερα, τα τεχνολογικά εργαλεία που προάγουν την αποδοτικότητα και τη συνεργασία των εργαζόμενων και της επιχείρησης είναι τα ακόλουθα:

- Εφαρμογές ενίσχυσης της συνεργασίας.

Πρόκειται για τεχνολογικά εργαλεία που προάγουν τη συνεργασία των στελεχών, διαμέσου της διευκόλυνσης της επικοινωνίας (ανταλλαγή απόψεων, αρχείων, μηνυμάτων), της δημιουργίας βιβλιοθηκών, της διαμόρφωσης της ροής των εργασιών, της λειτουργίας εταιρικών ιστοσελίδων.

- Εφαρμογές σχεδιασμού, εκτέλεσης, εποπτείας έργων.

Οι εφαρμογές αυτές συμβάλλουν στον καλύτερο προγραμματισμό, στη διαχείριση της ροής των έργων (WBS), στη διαχείριση των πόρων, στη διαχείριση του χρόνου, στην κατάρτιση και στον έλεγχο του προϋπολογισμού.

- Εφαρμογές τηλεδιασκέψεων.

Πρόκειται για καινοτόμα τεχνολογικά εργαλεία υποστήριξης των παρουσιάσεων σε πραγματικό χρόνο και on demand, της αλληλεπίδρασης με την χρήση ήχου και εικόνας, της δημιουργίας προγραμμάτων τηλεκπαίδευσης και τηλεκατάρτισης.

- Εφαρμογές προσομοίωσης.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα τεχνολογικής εφαρμογής αποτελεί το *Microsoft teams*, που ενισχύει και υποστηρίζει την ομαδική εργασία στο Microsoft 365. Το teams ενοποιεί τις κλήσεις, τις συσκέψεις, τη συνομιλία, τη συνεργασία σε έγγραφα, τις ροές εργασιών σε μια ενιαία εφαρμογή. Με την εφαρμογή αυτή τα στελέχη υπερβαίνουν τους περιορισμούς αυτόνομων εργαλείων και διαμορφώνουν νέους τρόπους συνεργατικής δουλειάς. Το teams διαθέτει τουλάχιστο 15 εκατομμύρια καθημερινούς χρήστες-στελέχη εταιρειών, σε μια ευρεία εφαρμογή σε 53 γλώσσες. www.microsoft.com).

Η εφαρμογή διαθέτει επιπλέον ειδοποιήσεις προτεραιότητας για τα σημαντικότερα μηνύματα, καθώς και αποδεικτικά ανάγνωσης συνομιλίας. Μέσω της επιλογής των ανακοινώσεων είναι εφικτή η κοινοποίηση σημαντικών ειδήσεων, ο διαμοιρασμός των αποτελεσμάτων μιας διαφημιστικής ενέργειας. Επιτρέπεται η ταυτόχρονη δημοσίευση σε πολλά κανάλια επικοινωνίας. Επιπλέον, παρέχεται η δυνατότητα στα στελέχη να διαχειρίζονται το χρονοδιάγραμμά τους. Μέσω της λειτουργίας της στοχευμένης επικοινωνίας είναι εφικτή η αποστολή μηνυμάτων σε συγκεκριμένους χρήστες. (www.microsoft.com).

Μια άλλη τεχνολογική καινοτομία είναι η *τεχνητή νοημοσύνη (AI)* που συνιστά εργαλείο βελτίωσης της απόδοσης και της αποτελεσματικότητας σε εργασιακά θέματα, η τεχνητή νοημοσύνη διευκολύνει τον αυτοματισμό, τον έλεγχο διαδικασιών, ιδιαίτερα στην περίπτωση των εμπορικών συμβάσεων, όπου διευκολύνει τη δημιουργία, την εκτέλεση και τη διαχείριση των συμβάσεων. Η AI συμβάλλει στη μείωση του χρόνου διαχείρισης των συμβάσεων, στη βελτίωση της ακρίβειας, της ασφάλειας των όρων, στη συνολική βελτίωση της διαδικασίας διαχείρισης. (Nickols F., (2003).

Με τη βοήθεια της ΑΙ είναι δυνατή η αυτοματοποιημένη σύνταξη σύμβασης με τη δημιουργία τυποποιημένου κειμένου συμβολαίου, εξοικονομώντας χρόνο για τα στελέχη. Μπορεί να προτείνει ρήτρες διασφαλίζοντας τις συμβάσεις. Επίσης η ΑΙ μπορεί να βοηθά στην παρακολούθηση των δεικτών απόδοσης των συμβάσεων. Συνολικά η εφαρμογή ΑΙ ενισχύει την παραγωγικότητα, την ακρίβεια, την ορθότητα, την αποτελεσματικότητα των διαδικασιών διαχείρισης συμβολαίων.(Πανταζόπουλος, Α., 2004).

Η πλατφόρμα *papyrus ECM* αποτελεί τεχνολογικό εργαλείο που αυτοματοποιεί τις εργασίες των στελεχών, σχετικά με τη σύνταξη, την εκτέλεση, τη διαχείριση συμβάσεων. Η *papyrus ECM* βοηθά το διαμοιρασμό εγγράφων και τη συνεργασία των στελεχών. (Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Οι τεχνολογικές εφαρμογές *PRISMA WIN* συμβάλλουν στην αυτοματοποίηση διαδικασιών μιας επιχείρησης, στον περιορισμό των περιττών μετακινήσεων των στελεχών, στη βελτίωση της συνεργασίας εντός της επιχείρησης, με την εισαγωγή σύγχρονων πρακτικών επικοινωνίας και ψηφιακής συνεργασίας. Επακόλουθο όλων αυτών είναι η αύξηση της παραγωγικότητας και της αποδοτικότητας του προσωπικού.

3. Η 4^Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

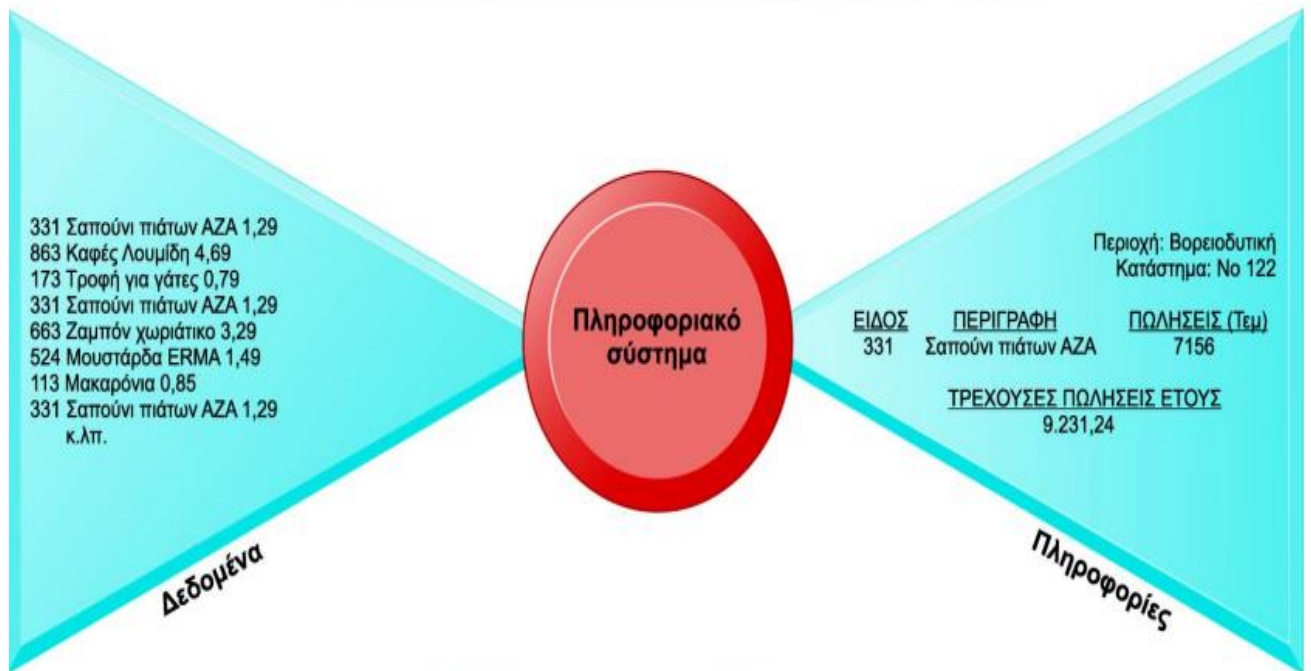
Στη σύγχρονη εποχή επικεντρώνεται το ενδιαφέρον στην απαρχή της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης, που βασίζεται στις τεχνολογικές υποδομές του προηγούμενου αιώνα. Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης, η αύξηση της υπολογιστικής ισχύος, η μαζική αξιοποίηση μεγάλων όγκων πληροφοριών, συνιστούν παραδείγματα της νέας εποχής. (Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph Anthony, Katz Randy, Konwinski Andy, Lee Gunho, Patterson David, Rabkin Ariel, Stoica Ion, Zaharia Matei, (2010).

Ο όρος Industrie 4.0 συνδέεται με την πρωτοβουλία της Γερμανικής Κυβέρνησης το έτος 2011, να εισάγει καινοτόμο τεχνολογία στη βιομηχανική παραγωγή. Η νέα τεχνολογική εποχή σχετίζεται με τη δημιουργία έξυπνων εργοστασίων-smart factories-με χαρακτηριστικά γνωρίσματα τον αυτοματισμό, την ανταλλαγή δεδομένων ηλεκτρονικά, την εργασία με τη συνύπαρξη των μηχανών, του ανθρώπινου δυναμικού, του κεφαλαίου. Το διαδίκτυο των πραγμάτων -internet of things-διευκολύνει τη σύνδεση των ηλεκτρονικών συσκευών μεταξύ τους, την αμοιβαία ανταλλαγή δεδομένων και τη δημιουργία των συστημάτων Cyber Physical Systems.(Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

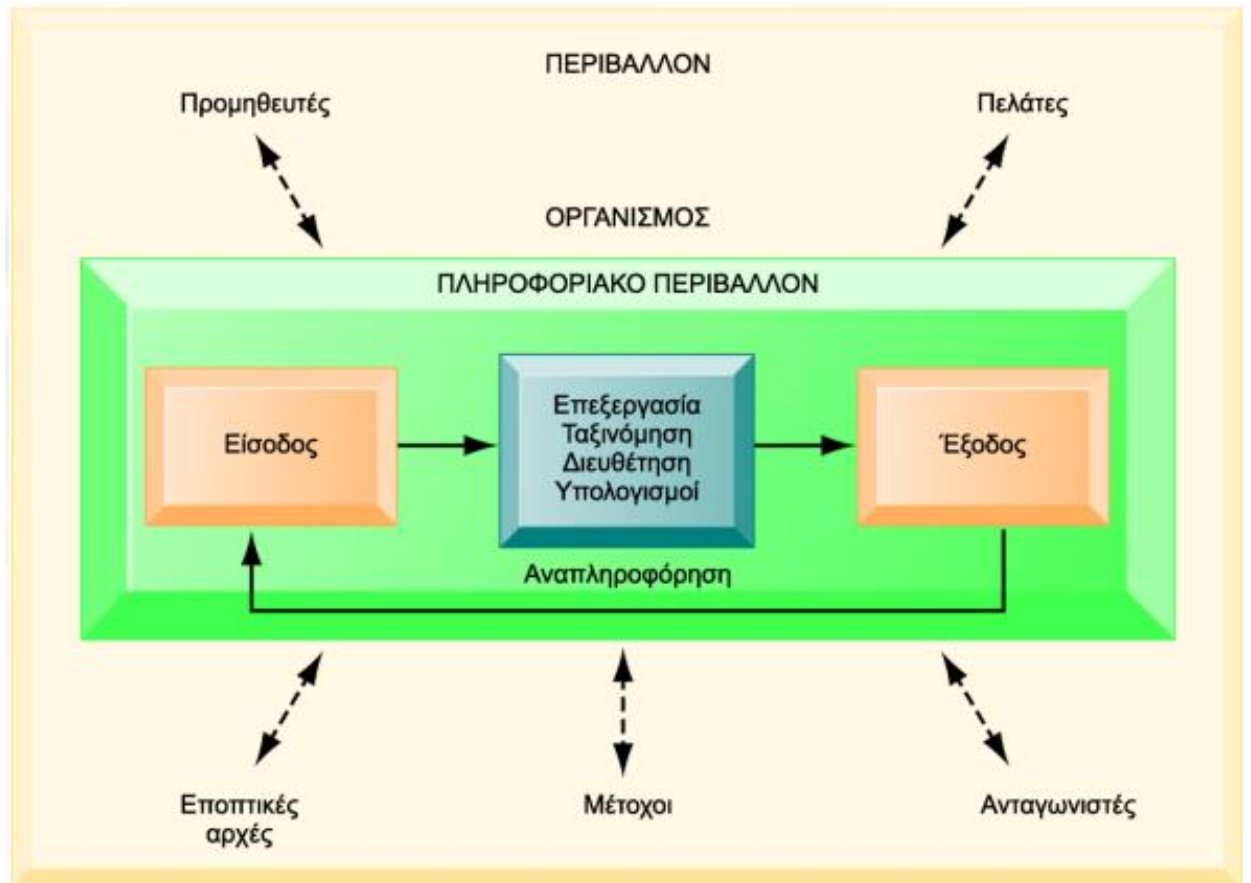
Σε άλλα κράτη-εκτός από τη Γερμανία-έχουν αναπτυχθεί παρόμοιες πρωτοβουλίες-στρατηγικές. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι το Industrial Internet Project στις ΗΠΑ, το Society 5.0 στην Ιαπωνία, το Industrial Strategy στο Ηνωμένο Βασίλειο.

Το διαδίκτυο των πραγμάτων, οι ηλεκτρονικές πλατφόρμες διαμορφώνουν ένα νέο τύπο επιχειρηματικού μοντέλου και επιφέρουν ριζικές μεταβολές στην κοινωνική, πολιτική και οικονομική ζωή. (Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Δεδομένα και πληροφορίες



Τα πρωτογενή δεδομένα από τις ταμειακές μηχανές ενός σούπερ μάρκετ είναι δυνατό να υποστούν επεξεργασία και να οργανωθούν για να δώσουν χρήσιμες πληροφορίες, όπως ο συνολικός αριθμός φιαλών απορρυπαντικού πιάτων που πουλήθηκαν ή τα έσοδα πωλήσεων αυτού του απορρυπαντικού για ένα συγκεκριμένο κατάστημα ή μια περιοχή πωλήσεων.



Δομή και λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων της επιχείρησης

Η 4^η βιομηχανική επανάσταση επιφέρει την αύξηση της βιομηχανικής παραγωγής και τον αυτοματισμό των εργοστασιακών διαδικασιών, και δημιουργεί τα θεμέλια του ψηφιακού καπιταλισμού. Η σύγχρονη τεχνολογία επηρεάζει τον τρόπο λειτουργίας της οικονομίας και της κοινωνίας και συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής τους. Σταδιακά διαμορφώνεται ένα τεχνολογικό οικοσύστημα που λειτουργεί με τα big data, και με τη συνεργασία δημόσιου και ιδιωτικού τομέα. Στο οικοσύστημα αυτό αναδύονται συνεχώς νέες τεχνολογικές εφαρμογές, όπως τα ηλεκτρικά οχήματα, η νανοτεχνολογία, η τρισδιάστατη εκτύπωση. Η ανάπτυξη του διαδικτύου προσφέρει νέες δυνατότητες έκφρασης και προβολής. (Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Αναμφίβολα η 4^η βιομηχανική επανάσταση διακρίνεται για τη μεγάλη ταχύτητα ανάπτυξης και εφαρμογής των νέων τεχνολογιών, την έντονη επίδραση σε ποικίλους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. (Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph

Anthony, Katz Randy, Konwinski Andy, Lee Gunho, Patterson David, Rabkin Ariel, Stoica Ion, Zaharia Matei, (2010).

3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Στην ανθρώπινη ιστορία η ανάπτυξη της τεχνολογίας είχε ως συνέπεια τη μεταβολή στον τρόπο ζωής του ανθρώπου. Ο 18^{ος} αιώνας χαρακτηρίστηκε από τη μηχανοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας. Η γεωργία οδήγησε στο τέλος της νομαδικής ζωής. Η ανακάλυψη του ατμού έκανε την παραγωγή μηχανική και έφερε την 1^η βιομηχανική επανάσταση. Έπειτα, ο ηλεκτρισμός, η μαζική παραγωγή, έφεραν τη 2^η βιομηχανική επανάσταση. Η Τρίτη βιομηχανική επανάσταση σχετίζεται με τη συμβολή της ηλεκτρονικής και της πληροφορικής στην αυτοματοποίηση τα παραγωγής. Η τεχνολογία των πληροφοριών άρχισε να αναπτύσσεται έντονα από το δεύτερο ήμισυ του 20^{ου} αιώνα με αναμφισβήτητες επιπτώσεις σε κάθε πτυχή της ανθρώπινης ζωής (οικονομική, κοινωνική, ηθική) και με σημαντικές ηθικές συνέπειες (απώλεια της ιδιωτικότητας του ατόμου, αποξένωση από τις πνευματικές αξίες, ισοπεδωτική εισαγωγή αλλοτριωτικών προτύπων).

Η 4^η βιομηχανική επανάσταση στηρίζεται στην ψηφιακή τεχνολογία, στους αλγόριθμους, στο διαδίκτυο των πραγμάτων, στα μεγάλα δεδομένα και στη ανάλυσή τους σε πραγματικό χρόνο, στη ρομποτική τεχνολογία, στην τεχνητή νοημοσύνη, στη μοριακή γενετική, στη βιοτεχνολογία, στη νανοτεχνολογία, στην τρισδιάστατη εκτύπωση. Η 4^η βιομηχανική επανάσταση έδωσε ώθηση στις ισχυρότερες πτυχές της ανθρώπινης φύσης: την αντιληπτική ικανότητα, την επινοητικότητα, τη δημιουργικότητα. Έδωσε τη δυνατότητα επεξεργασίας-ανάλυσης μεγάλου όγκου δεδομένων, την εκτέλεση μέγα-υπολογιστικών πράξεων, πολυσύνθετων εντολών, με ταχύτητα. Αυτές οι μεταβολές μπορεί να πυροδοτήσουν μια εργασιακή επανάσταση με τη μεταμόρφωση του συστήματος παραγωγής και διακυβέρνησης, όλης της γνώριμης πολιτικοκοινωνικής τάξης πραγμάτων. Παράλληλα, μπορεί να τροποποιήσουν ριζικά τον τρόπο ζωής, τον τρόπο αντίληψης της προόδου, της ανάπτυξης, της ιδιωτικότητας, της ιδιοκτησίας. Μπορεί να καλλιεργήσουν στην ανθρωπότητα μια νέα συνείδηση κοινού πεπρωμένου, ή να συντρίψουν υπάρξεις, αξίες, επιτεύγματα. (Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Επίσης, χαρακτηριστικό της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης είναι η αλματώδης ανάπτυξη της βιοτεχνολογίας. Η αποκωδικοποίηση του γενετικού κώδικα, η βιοπληροφορική, η γενετική μηχανική, επιφέρουν επαναστατικές αλλαγές σε κλάδους, όπως ιατρική, η

αγροτική παραγωγή, η διατροφή. Μια νέα επιστήμη η βιοηθική αναπτύσσεται με κύριο στόχο να αναλύσει τα κρίσιμα ηθικά διλήμματα που προκύπτουν από την εφαρμογή των νέων τεχνολογιών, όπως ζητήματα ευγονικής, κατοχύρωσης δικαιωμάτων σε γενετικό υλικό, καθώς και διαχείρισης προσωπικών γενετικών δεδομένων.

Επίσης, η ανάπτυξη και εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης έχει ως συνέπεια την εξάλειψη θέσεων χαμηλής ειδίκευσης οδηγώντας σε εργασιακό αδιέξοδο τους εργαζόμενους με χαμηλό επίπεδο δεξιοτήτων στην βιομηχανία, τη μικροηλεκτρονική, τη μεταποίηση, την ενέργεια, το εμπόριο, τις μεταφορές. Ο αυτοματισμός στην χαλυβουργία περιόρισε το ανθρώπινο δυναμικό κατά 75%, στη μεταποίηση κατά 87%. Η ρομποτική εξασφαλίζει αυξημένη παραγωγικότητα, καθώς τα ρομποτικά συστήματα παρέχουν αυτοματοποίηση στο 45% των εργασιών υπαλλήλων γραφείου. (Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Σύμφωνα με έρευνα του Πανεπιστημίου της Οξφόρδης το 47% των επαγγελματιών θα αυτοματοποιηθεί στο άμεσο μέλλον, με αποτέλεσμα την όξυνση των κοινωνικών και των οικονομικών ανισοτήτων, τη διόγκωση της ανεργίας. Τα ρομποτικά συστήματα εκτελούν ότι μέχρι πρόσφατα απαιτούσε χρόνο, κόπο, υψηλή δεξιοτεχνία.

3.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Στο πλαίσιο της οργανωτικής θεωρίας, η οργανωτική τεχνολογία περιλαμβάνει το σύνολο των γνώσεων, τεχνικών, μεθόδων, μέσων, δράσεων, που χρησιμοποιούνται από τις εταιρείες για το μετασχηματισμό των εισροών σε εκροές. Με βάση τον ορισμό αυτό οι τεχνολογικές εφαρμογές ταξινομούνται σε:

- Τεχνολογία μικρής ποσότητας παραγωγής
- Τεχνολογία μαζικής παραγωγής
- Τεχνολογία συνεχόμενης διαδικασίας παραγωγής

Σύμφωνα με ερευνητικές μελέτες φαίνεται ότι δεν υπάρχει σχέση μεταξύ τεχνολογικής πολυπλοκότητας και οργανωτικού μεγέθους. Το εύρος εποπτείας και οι λειτουργίες των στελεχών προσδιορίζονται από την τεχνολογία. Το εύρος εποπτείας σε στρατηγικό οργανωτικό επίπεδο αυξάνεται αναλογικά με την αύξηση της τεχνολογικής πολυπλοκότητας. Η αναλογία διοικητικού προσωπικού προς τεχνικό προσωπικό αυξάνεται παράλληλα με την αύξηση της τεχνολογικής πολυπλοκότητας. Επίσης η αύξηση της

τεχνολογικής πολυπλοκότητας συνεπάγεται μείωση του κόστους παραγωγής.(McGee J., H. Thomas and D. Wilson, (2005).

3.3.1 IoT/IIoT

Το IOT αποτελεί την ύπαρξη ενός τεχνολογικού οικοσυστήματος όπου οι συσκευές είναι διασυνδεδεμένες με το διαδίκτυο, διευκολύνοντας την ανταλλαγή πληροφοριών και την επικοινωνία. Ηλεκτρονικοί αισθητήρες εισάγουν δεδομένα σε διαδικτυακές πλατφόρμες και μεταφέρουν πληροφορίες στη βιομηχανία. (Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Η ιδέα του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things) γεννήθηκε το 2008 και από τότε είναι άμεσα συνδεδεμένη με την τεχνολογία του Υπολογιστικού Νέφους (Cloud Computing). Πολλά περιβάλλοντα ανάπτυξης εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων δίνουν κίνητρα στους δημιουργούς λογισμικού για την ανάπτυξη «έξυπνων» εφαρμογών.(Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Μια ακόμα τεχνολογία, που έχει τη δυναμική να αλλάξει δραστικά την καθημερινότητά μας τα επόμενα χρόνια, είναι το γνωστό πλέον Internet of Things, το διαδίκτυο των πραγμάτων ή των συσκευών. Υπολογίζεται ότι έως το 2050, περισσότερες από 70 δισεκατομμύρια συσκευές θα είναι δικτυωμένες και διασυνδεδεμένες μεταξύ τους.(Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Πρόκειται για ένα σύστημα διασυνδεδεμένων μηχανικών και ψηφιακών συσκευών, με υπολογιστικές ικανότητες, οι οποίες θα έχουν τη δυνατότητα να ανταλλάσσουν πληροφορίες και να επικοινωνούν μεταξύ τους, μέσω του διαδικτύου, χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Οι συσκευές αυτές θα συνεργάζονται και θα εκτελούν κάποιες «έξυπνες» λειτουργίες, ενώ θα μπορούν να εξάγουν συμπεράσματα αντλώντας πληροφορίες από μεγάλες βάσεις δεδομένων.

Στόχος του Internet of Things είναι η βελτίωση της ποιότητας ζωής, συντελώντας σε μια πιο αποδοτική και έξυπνη διαχείριση της καθημερινότητας. Κάθε συσκευή θα έχει έναν μοναδικό αριθμό ταυτοποίησης, δηλαδή μια ηλεκτρονική ταυτότητα. Σχεδόν όλες οι συσκευές που διαθέτουμε και χρησιμοποιούμε καθημερινά θα αποτελούν, στην ουσία, κόμβους του Internet of Things, όπως για παράδειγμα είναι ήδη το κινητό μας τηλέφωνο. .(Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph Anthony, Katz Randy, Konwinski Andy, Lee Gunho, Patterson David, Rabkin Ariel, Stoica Ion, Zaharia Matei, (2010).

Έτσι, θα έχουμε «έξυπνες» συσκευές, σπίτια, αυτοκίνητα και πόλεις, όπου οι περισσότερες λειτουργίες θα γίνονται αυτόματα, με βάση συγκεκριμένο προγραμματισμό ή επιλογές που θα υποδεικνύουμε.

Πέρα από τον εκ των προτέρων προγραμματισμό και τις εξατομικευμένες επιλογές, η τεχνολογία του Internet of Things βασίζεται, σε πολύ μεγάλο βαθμό, σε ανιχνευτές που είναι εγκατεστημένοι στις διασυνδεδεμένες συσκευές, και οι οποίοι συλλέγουν πληροφορίες που αφορούν την κατάσταση των συσκευών αλλά και του περιβάλλοντός τους.

Η αρχική επεξεργασία και η αποθήκευση των πληροφοριών αυτών, μπορεί να γίνεται από τις ίδιες συσκευές, αλλά το μεγαλύτερο μέρος της διαδικασίας αυτής πραγματοποιείται με καταναμημένο τρόπο στο διαδίκτυο ή σε μεγάλες υπολογιστικές υποδομές και κέντρα δεδομένων. Η ολοένα μεγαλύτερη διάδοση και χρήση συσκευών με δυνατότητες διασύνδεσης με το Internet of Things, θα επηρεάσει τα επόμενα χρόνια τον τρόπο ζωής, κάνοντας προσιτές υπηρεσίες υψηλής στάθμης, που μπορεί να αφορούν την υγεία, την εκπαίδευση, την εργασία και την ψυχαγωγία. (Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph Anthony, Katz Randy, Konwinski Andy, Lee Gunho, Patterson David, Rabkin Ariel, Stoica Ion, Zaharia Matei, (2010).

Ωστόσο, οι τεχνολογίες αυτές συνδέονται και με μια σειρά προκλήσεων και κινδύνων που αφορούν θέματα ιδιωτικότητας και ασφάλειας. Τα δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα που συλλέγονται και διακινούνται στο διαδίκτυο από τις συσκευές αυτές,

μπορεί να χρησιμοποιηθούν για σκοπούς που δεν σχετίζονται με τις προθέσεις των χρηστών ή ακόμα και κακόβουλα. Έτσι, για παράδειγμα, εταιρείες κοινωνικής δικτύωσης μπορούν να χρησιμοποιούν δεδομένα που αφήνουμε από τη συμπεριφορά μας στα μέσα αυτά, προκειμένου να εντοπίσουν ανάγκες, ενδιαφέροντα και προτιμήσεις μας.

Τέτοιες πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια για διαφημιστικούς σκοπούς ή ακόμα και για να ελέγξουν, σε κάποιον βαθμό, την ίδια μας τη συμπεριφορά.

Είναι σημαντικό, λοιπόν, να εξασφαλίζεται το απόρρητο και η μη κακόβουλη χρήση του τεράστιου όγκου προσωπικών δεδομένων που θα παράγονται και θα διακινούνται από τις συσκευές-κόμβους που αποτελούν το Internet of Things.

Σε κάθε περίπτωση, οι περισσότεροι τομείς της καθημερινότητάς μας, όπως ο πρωτογενής τομέας, η βιομηχανία, η παραγωγή, η ενέργεια, το περιβάλλον, η πολιτική και οι διεθνείς σχέσεις, πρόκειται να επηρεαστούν από την τεχνολογία αυτή. Το Internet of Things

υπόσχεται να αλλάξει και αυτόν τον ίδιο τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούμε με τις νέες τεχνολογίες. .(Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph Anthony, Katz Randy, Konwinski Andy, Lee Gunho, Patterson David, Rabkin Ariel, Stoica Ion, Zaharia Matei, (2010).

Το Υπολογιστικό Νέφος είναι ένα μοντέλο που επιτρέπει εύκολη, ευέλικτη, κατά απαίτηση «on-demand» και απεριόριστη δικτυακή πρόσβαση σε μια συλλογή παραμετροποιήσιμων υπολογιστικών πόρων (δίκτυο, διακομιστές, αποθήκευση, εφαρμογές και υπηρεσίες), οι οποίοι μπορούν να δεσμευτούν και να απελευθερωθούν γρήγορα με την ελάχιστη δυνατή προσπάθεια και αλληλεπίδραση από το χρήστη.(Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Όταν συσκευές και μηχανές είναι εξοπλισμένες για να στέλνουν και να λαμβάνουν ψηφιακά δεδομένα, αποτελούν ένα δίκτυο IoT. Τα δεδομένα που στάλθηκαν από τις αναφορές συσκευής για την κατάσταση και τη δραστηριότητά της, και τα δεδομένα που στάλθηκαν στους ελέγχους συσκευής και αυτοματοποιούν τις ενέργειες και τις ροές εργασίας της. Ένα βιομηχανικό δίκτυο IoT (IIoT) βρίσκεται στον πυρήνα της έξυπνης παραγωγής, καθώς δεν περιλαμβάνει μόνο τα συνδεδεμένα πάγια, αλλά και τα έξυπνα συστήματα και τις αυτοματοποιημένες διαδικασίες με τις οποίες είναι ενσωματωμένα. .(Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph Anthony, Katz Randy, Konwinski Andy, Lee Gunho, Patterson David, Rabkin Ariel, Stoica Ion, Zaharia Matei, (2010).

3.3.2 Big Data

Αν η ΑΙ και η μηχανική μάθηση τοποθετήσουν το “έξυπνο” στην έξυπνη παραγωγή, τότε το Big Data είναι το καύσιμο. Τα μαζικά δεδομένα δεν αποκαλούνται απλά και μόνο επειδή είναι ογκώδη. Ορίζεται από την ποικιλία και την πολυπλοκότητά του. Τροφοδοτώντας ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης με τεράστια σύνολα πολύπλοκων και ανόμοιων δεδομένων παραγωγής, της δίνετε το πεδίο εφαρμογής που χρειάζεται για να εξάγει όλο και πιο ακριβή συμπεράσματα και να μάθει πιο γρήγορα με την πάροδο του χρόνου. .(Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph Anthony, Katz Randy, Konwinski Andy, Lee Gunho, Patterson David, Rabkin Ariel, Stoica Ion, Zaharia Matei, (2010).

3.3.3 Αυτόνομα ρομπότ

Όπως έχει ήδη συζητηθεί, η ρομποτική δεν είναι κάτι νέο στην παραγωγή. Η δυνατότητα εξωτερικής αυτοματοποίησης των παγίων δεν είναι αυτή που αλλάζει το παιχνίδι, αλλά η δυνατότητα αυτών των συνδεδεμένων με cloud παγίων να χρησιμοποιούν έξυπνες τεχνολογίες για να αυτοαυτοματοποιούνται. Τα έξυπνα εργοστάσια εξαρτώνται από τον αυτόνομο αυτοματισμό για την ευελιξία και την ταχύτητα που χρειάζονται.(Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

3.3.4 Πρόσθετη Παραγωγή/Υβριδική Παραγωγή

Πιο γνωστή ως τρισδιάστατη εκτύπωση, η προσθετική κατασκευή ενισχύει την ανθεκτικότητα και την ευελιξία. Για παράδειγμα, ένα αεριωθούμενο Boeing 747 αποτελείται από πάνω από έξι εκατομμύρια μέρη - όλα αυτά απαιτούν αντικατάσταση σε διαφορετικά προγράμματα. Αντί να προσπαθήσετε να αποθηκεύσετε αυτά τα μέρη, οι εκτυπωτές έξυπνου μετάλλου ή πλαστικού 3D μπορούν να έχουν πρόσβαση στα ημερολόγια συντήρησης και να παράγουν τα μέρη όπως απαιτείται, επιτρέποντας στην εταιρία να κρατήσει ένα "εικονικό απόθεμα".(Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

3.3.5 Υπολογιστικό νέφος

Η συνδεσιμότητα στο υπολογιστικό νέφος και το υπολογιστικό νέφος παρέχουν στους κατασκευαστές κατά παραγγελία διαθεσιμότητα πόρων του συστήματος, όπως δεδομένα IoT, αναλύσεις και αυτοματοποιήσεις διαδικασιών, σε όλα τα ασύρματα κανάλια, όπως Wi-Fi ή 5G. Τα μεγάλα σύννεφα μπορεί να είναι κεντρικά διαχειριζόμενα αλλά κατανεμημένα σε περιφερειακές ή παγκόσμιες τοποθεσίες.(Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

3.3.6 Συνδεσιμότητα 5G

Με το 5G, οι επιχειρήσεις αποκτούν τα πλεονεκτήματα και τα οφέλη της συνδεσιμότητας στο διαδίκτυο στο υπολογιστικό νέφος και τα αυξάνουν με μικρότερη καθυστέρηση, πολύ ταχύτερες ταχύτητες και σχεδόν απεριόριστη ικανότητα κλιμάκωσης.(Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Η σύγχρονη τεχνολογία συμβάλλει στην ανάπτυξη και εφαρμογή του ψηφιακού μάρκετινγκ, αποβλέποντας και διευκολύνοντας την χρήση του διαδικτύου και των άλλων μορφών ψηφιακής επικοινωνίας. Το ψηφιακό μάρκετινγκ στην εποχή του 5 G αφορά το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, τα μηνύματα πολυμέσων, τη δημιουργία ιστοσελίδων και ιστολογίων. (Tsai, Y.T., Wang, S.C., Yan, K.Q., and Chang, C.M. (2017)

Οι συσκευές IOT συμβάλλουν στην ανταλλαγή πληροφοριών μάρκετινγκ, καθώς και στη δημιουργία βάσεων δεδομένων πελατών. Η χρησιμοποίηση των πληροφοριών για τους πελάτες βοηθά στην επίγνωση και στην κατανόηση της καταναλωτικής συμπεριφοράς, και στη διαμόρφωση αποδοτικών στρατηγικών μάρκετινγκ. (Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Στον τομέα της έρευνας και της ανάπτυξης προϊόντων η τεχνολογία 5 G βοηθά τις εταιρείες να καταλάβουν τις επιθυμίες του καταναλωτή και την αγοραστική συμπεριφορά του και συνεπώς βοηθά στην εκτίμηση της ζήτησης και στο σχεδιασμό νέων προϊόντων. (Tsai, Y.T., Wang, S.C., Yan, K.Q., and Chang, C.M. (2017)

Η γνώση του αγοραστικού μοτίβου, των παραγόντων που διαμορφώνουν την αγοραστική συμπεριφορά, των καταναλωτικών αναγκών, βοηθούν στη δημιουργία στοχευμένων διαφημιστικών καμπανιών. Η αξιοποίηση των πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο διευκολύνει την ταχεία απόκριση των επιχειρήσεων στις επιθυμίες των πελατών. (Rathod A. Y., Pandya S., and Doshi N. (2020).

Το εξατομικευμένο μάρκετινγκ είναι εφικτό με την συλλογή δεδομένων από τις συσκευές IOT. Το internet of things συμβάλλει στην επικοινωνία πελατών-εταιρειών σε πραγματικό χρόνο. Η συνδεσιμότητα ενισχύει την ενεργητική εμπλοκή του καταναλωτή στη διαμόρφωση του προϊόντος. Συμβάλλει στην τμηματοποίηση της αγοράς, στην ακριβή στόχευση του κοινού, στη βελτίωση της απόδοσης της τακτικής μάρκετινγκ. (Rathod A. Y., Pandya S., and Doshi N. (2020).

3.3.7 Πληροφορική Edge

Τα σημερινά έξυπνα εργοστάσια έχουν να κάνουν με το να περιστρέφονται γρήγορα και να ανταποκρίνονται γρήγορα σε πραγματικό χρόνο. Χρειάζεται χρόνος για να σταλούν τα δεδομένα που συλλέγονται σε ένα μέρος, σε συστήματα που στεγάζονται σε άλλη φυσική τοποθεσία – και για τα έξυπνα εργοστάσια, αυτός ο χρόνος εκτός λειτουργίας

αντιπροσωπεύει απώλεια. Το Edge computing βοηθάει στη μεταφορά των εγκεφάλων (AI και data analytics) στον χώρο παραγωγής και στην εξάλειψη των καθυστερήσεων στο δίκτυο IoT. (Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

3.3.8 Προσομοίωση/Ψηφιακή Διπλή

Δημιουργείται ένα ψηφιακό δίδυμο ή προσομοίωση που θα είναι ένα πανομοιότυπο εικονικό αντίγραφο μιας μηχανής ή διαδικασίας που υπάρχει στον πραγματικό κόσμο. Επιτρέπει στις ομάδες παραγωγής να δοκιμάσουν νέους τρόπους για να κάνουν πράγματα, και να ωθήσουν τα εικονικά πρωτότυπα στα απόλυτα όριά τους, χωρίς το κόστος και τον κίνδυνο να καταστρέψουν οτιδήποτε στην πραγματική ζωή.

3.3.9 Σχεδιασμός για την Παραγωγή

Δεν πρόκειται τόσο για τεχνολογία όσο για μια διαλειτουργική πρακτική που υπάρχει λόγω της τεχνολογίας. Ο σχεδιασμός για τις αρχές κατασκευής επιτρέπει στους επαγγελματίες της E&D να μαθαίνουν από τα δεδομένα – από όλο το εργοστάσιο και από την πελατειακή βάση. Αυτές οι πληροφορίες στη συνέχεια τους βοηθούν να σχεδιάσουν προϊόντα που ικανοποιούν τις απαιτήσεις των πελατών για ποιότητα και εξατομίκευση, και η δημιουργία σχεδίων είναι επίσης ευκολότερη, πιο ευέλικτη και ταχύτερη στην κατασκευή και παραμετροποίηση.

3.3.10 AI/Machine Learning

Τα πιο περιεκτικά δεδομένα στον κόσμο δεν έχουν νόημα μέχρι να μπορέσετε να τα αξιοποιήσετε και να τα χρησιμοποιήσετε για να διηγηθείτε μια ιστορία. Η AI φέρνει τα δεδομένα παραγωγής στη ζωή με προηγμένα analytics και την εγγενή ικανότητα διαχείρισης και συγχώνευσης ευρέων και ανόμοιων συνόλων δεδομένων. Κατασκευαστές εξοπλισμένοι με όλα αυτά τα δεδομένα μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιούν αλγόριθμους μηχανικής μάθησης για να κάνουν τα συστήματά τους να τους πουν τι πρέπει να γνωρίζουν – σχετικά με το τι συμβαίνει αυτή τη στιγμή και τι προβλέπεται να συμβεί στο μέλλον. (Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

4. ΟΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ-ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ 4^{ΗΣ} ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΙΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Συνοπτικά οι τομείς τεχνολογίας είναι οι ακόλουθοι:

- Τεχνητή νοημοσύνη (artificial intelligence) και ανάλυση/διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων (Big Data) προς όφελος της παραγωγικής διαδικασίας (Artificial intelligence – AI and Big Data Analysis).

Η Τεχνητή Νοημοσύνη και η Επιστήμη Δεδομένων είναι οι δύο κύριες τεχνολογίες του μέλλοντος. Στον πυρήνα της τεχνητής νοημοσύνης AI βρίσκονται τα δεδομένα μεγάλου όγκου (Big Data). Τα δεδομένα συλλαμβάνονται μέσω του δικτύου διασυνδεδεμένων αισθητήρων που επικοινωνούν μέσω τυπικών πρωτοκόλλων (Internet of Things) και αποθηκεύονται στο Cloud. Η ταχύτητα επικοινωνίας μεταξύ των αισθητήρων και άλλων συσκευών IoT (Internet of Things) ορίζεται και επιταχύνεται με την εισαγωγή των δικτύων 5G. Οι επενδύσεις σε τεχνολογίες αιχμής, όπως Blockchain, IoT, AI, 5G για την ενίσχυση της παραγωγικότητας εντάσσονται σε αυτόν τον τεχνολογικό τομέα. (Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

- Τεχνολογίες έξυπνης μεταποίησης (Smart Manufacturing Technologies), όπως Machine to Machine (M2M) learning, Manufacturing Execution Systems (MES), Εποπτικά Συστήματα Ελέγχου και Απόκτησης Δεδομένων (SCADA) κλπ.

Σε αυτό τον τεχνολογικό τομέα περιλαμβάνονται όλες οι τεχνολογίες και οι τάσεις του Industry 4.0 που διαπερνούν τη μεταποιητική βιομηχανία κι επιτρέπουν τη συγχώνευση φυσικών και εικονικών κόσμων μέσω κυβερνοφυσικών συστημάτων (CPS), τα οποία σηματοδοτούν την έλευση της Βιομηχανίας 4.0. Η εφαρμογή των τεχνολογιών της Βιομηχανίας 4.0 επιτρέπει τον ψηφιακό μετασχηματισμό και την αυτοματοποίηση των γραμμών παραγωγής, την άμεση επικοινωνία μεταξύ συσκευών που χρησιμοποιούν οποιοδήποτε κανάλι επικοινωνίας, συμπεριλαμβανομένων ενσύρματων και ασύρματων, καθώς και τη δημιουργία πρωτοτύπων και την παραγωγή προσαρμοσμένων, μεμονωμένων προϊόντων. Τεχνολογίες όπως τα Electronic Components & Systems, Machine to Machine (M2M), Manufacturing Execution Systems (MES), Supervisory Control and Data Acquisitions Systems (SCADA) και Distributed Intelligence δύναται να οδηγήσουν στη

δημιουργία νέων γραμμών παραγωγής με μηχανικό εξοπλισμό και σύγχρονες τεχνολογίες ψηφιακού ελέγχου.(Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

- Ρομποτική, για την αναβάθμιση και αυτοματοποίηση υφιστάμενων γραμμών παραγωγής με μηχανολογικό εξοπλισμό και ψηφιακές τεχνολογίες, όπως αισθητήρες, αυτοματισμοί, ρομποτική εφαρμογή και απομακρυσμένη χρήση εξοπλισμού παραγωγής.

Αυτός ο τεχνολογικός τομέας συνδυάζει AI και Smart Manufacturing Technologies και αφορά στην αναβάθμιση και τον αυτοματισμό των υφιστάμενων γραμμών παραγωγής με μηχανικό εξοπλισμό και ψηφιακές τεχνολογίες, όπως αισθητήρες, αυτοματισμοί, ρομποτικές εφαρμογές και τηλεχειρισμό.(Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Αξιοσημείωτη είναι η περιγραφή της εξελικτικής διαδρομής των τεχνολογιών μαζικής υπολογιστικής πληροφορικής και επικοινωνιών, αλλά και των σύγχρονων τεχνολογικών τάσεων και προβλέψεων. Αναλυτικότερα, θα καταγραφεί η εξέλιξη της τεχνολογίας από το Πλέγμα (Grid) στο Σύννεφο (Cloud), την τεχνολογία που κυριαρχεί, κατά κόρον, σήμερα. Η τεχνολογία του cloud ενσωμάτωσε την ωριμότητα της τεχνολογίας του ιστού, του διαδικτύου και των δικτύων υψηλής ταχύτητας που είναι βασισμένα σε οπτικές ίνες. Στο ακαδημαϊκό περιβάλλον της Ελλάδας, το ΕΔΕΤ (Εθνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας) είναι ένα παράδειγμα εφαρμογής της εξέλιξης των τεχνολογιών του δικτύου και δημόσιων μαζικών υπολογιστικών υποδομών. Η μαζική διαχείριση δεδομένων από υποδομές σύννεφου οδηγεί την τεχνολογία Big Data, η οποία θα επιτρέψει την ανάλυση τεράστιας ποσότητας δεδομένων, και με αυτόν τον τρόπο η τεχνολογία σύννεφου θα επιστρέψει στην κοιτίδα της (τη μαζική υπολογιστική).

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η επόμενη επέκταση του διαδικτύου στην περιοχή της διαχείρισης «πραγμάτων» (π.χ. μέσω αισθητήρων), η οποία θα παίζει καταλυτικό ρόλο στον τρόπο διαχείρισης της λειτουργίας του περιβάλλοντος, και κατά πρώτη περίπτωση στη διαχείριση των λειτουργιών των πόλεων, οι οποίες με αυτόν τον τρόπο θα μετατραπούν σε «έξυπνες πόλεις». Η ανατροπή που θα επέλθει από τη μαζική χρήση του «διαδικτύου των πραγμάτων» (internet of things) θα επεκταθεί στον χώρο της βιομηχανίας με το «βιομηχανικό διαδίκτυο».(Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Παράλληλα βέβαια με την ταχύτατη ανάπτυξη της τεχνολογίας, μεγαλώνουν και οι προκλήσεις που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε. Τα προβλήματα που καλείται η τεχνολογία να λύσει είναι πλέον τεράστια. Σε ολόκληρο τον κόσμο, και ειδικά στην

Ευρώπη, γίνεται μεγάλη συζήτηση τα τελευταία χρόνια για την ανάγκη βιώσιμης ανάπτυξης, δηλαδή για μια ανάπτυξη ισόρροπη που να περιλαμβάνει το σύνολο των ανθρώπινων κοινωνιών και να μην αποβαίνει καταστροφική για το περιβάλλον, για τον πλανήτη. (Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Κάτι τέτοιο είναι απολύτως αναγκαίο, όταν ζούμε σε έναν πεπερασμένο κόσμο, με πεπερασμένους φυσικούς πόρους και δυνατότητες υποστήριξης αναπτυξιακών διαδικασιών. Ακριβώς για τις προκλήσεις αυτές, ο ΟΗΕ καθόρισε το 2015 την περίφημη δέσμη των 17 στόχων για τη βιώσιμη ανάπτυξη, Sustainable Development Goals, με ορίζοντα υλοποίησης έως το 2030.

Βασική, ανάμεσα στους στόχους αυτούς, είναι η εξάλειψη της φτώχειας και της πείνας, όπως και η καθολικά διαθέσιμη ποιοτική εκπαίδευση και ιατροφαρμακευτική περίθαλψη. Όπως όλοι γνωρίζουμε, οι ανισότητες που αφορούν τη διαθεσιμότητα τροφής, ενέργειας, υπηρεσιών υγείας και άλλων αγαθών, ανάμεσα στις ανθρώπινες κοινωνίες και σε διαφορετικές περιοχές του πλανήτη, είναι τεράστιες.

Για παράδειγμα, η διαθεσιμότητα τροφής, αυτό που ονομάζουμε food security, αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση για το μέλλον. Η πρόκληση αυτή σχετίζεται με το αν υπάρχει δυνατότητα παραγωγής τροφίμων, αν υπάρχουν αρκετά αποθέματα τροφής για να εξλειφθεί η πείνα παντού στη γη. Ειδικά όταν οι διαθέσιμοι πόροι είναι πεπερασμένοι.

Παρατηρείται, μάλιστα, έντονη αντίθεση ανάμεσα σε κάποιες περιοχές του κόσμου όπου υπάρχει αφθονία φαγητού, και σε άλλες περιοχές όπου οι άνθρωποι δεν έχουν τροφή και υπάρχει εκτεταμένη πείνα. Αυτό αποτελεί μια σύγχρονη μεγάλη πρόκληση που θα πρέπει να αντιμετωπίσουμε.

Αντίστοιχα μεγάλη πρόκληση αποτελεί εκείνη της επάρκειας και της διαθεσιμότητας ενέργειας, καθώς έχουμε εξελιχθεί σε εξαιρετικά ενεργοβόρες κοινωνίες, ειδικά ο ανεπτυγμένος κόσμος. Η εξάπλωση και η χρήση των προϊόντων της τεχνολογικής ανάπτυξης απαιτεί ολοένα μεγαλύτερες ποσότητες ενέργειας, οι οποίες θα πρέπει, επιπλέον, να εξασφαλιστούν κυρίως από ανανεώσιμες πηγές.

Οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες μας σε ενέργεια καλύπτονται παρ' όλα αυτά, ακόμα, από τα αποθέματα υδρογονανθράκων, με ό,τι αυτό συνεπάγεται για το περιβάλλον.

Όμως η ανάγκη μας να ικανοποιήσουμε την ακόρεστη δίψα για ενέργεια, ειδικά των ανεπτυγμένων κοινωνιών και των μητροπολιτικών περιοχών του πλανήτη, ώστε να συντηρηθεί ο σύγχρονος τρόπος ζωής, απειλεί πλέον το περιβάλλον με ανεπανόρθωτη

καταστροφή. Έτσι, λοιπόν, οι βλάβες που προκαλούμε στο περιβάλλον αποτελούν την τρίτη μεγάλη πρόκληση την οποία καλείται να αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα.

Η κλιματική αλλαγή, η οποία πλέον έχει εξελιχθεί σε κλιματική κρίση, γενικεύεται και, ήδη, πολλές περιοχές του πλανήτη βιώνουν έντονα τις συνέπειες.

Αν δεν λάβουμε έγκαιρα τα κατάλληλα μέτρα και δεν βρούμε πολύ γρήγορα κάποιες λύσεις, μέσα στα επόμενα χρόνια, η καταστροφή, που έχουμε ήδη προκαλέσει και συνεχίζουμε να προκαλούμε στο περιβάλλον, θα μας στοιχειώνει και σίγουρα θα οδηγήσει στην παρακμή και την τελική πτώση του σύγχρονου πολιτισμού.

Μια ακόμα διαφορά, λοιπόν, μεταξύ των προηγούμενων τριών Βιομ. Επαναστάσεων και της 4ης Βιομ. Επανάστασης, έγκειται στο ότι η τελευταία καλείται να επιλύσει πολύ μεγαλύτερης κλίμακας προκλήσεις. Υπάρχει και ένα σημαντικό ποιοτικό στοιχείο στη διαφορά αυτή: οι προκλήσεις πλέον δεν αφορούν απομονωμένες κοινωνίες και δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν με πρωτοβουλίες ενός μόνο ενδιαφερομένου ή εμπλεκόμενου μέλους, ενός stakeholder, για παράδειγμα, ενός μόνο κράτους, όσο ισχυρό κι αν είναι.

Αυτό μπορεί να γίνει μόνο, και πρέπει να γίνει, σε συντονισμό από όλα τα κράτη της γης, από όλες τις κοινωνίες των ανθρώπων. Χρειάζεται οικουμενική προσπάθεια, αφού πρόκειται για προβλήματα που δεν έχουν σύνορα, δηλαδή δεν περιορίζονται σε μια χώρα. Αν μια χώρα μολύνει ή καταστρέφει το περιβάλλον, αυτό αφορά άμεσα ή έμμεσα όλες τις χώρες του πλανήτη.

Η μόλυνση του περιβάλλοντος και η κλιματική αλλαγή είναι οικουμενικά προβλήματα που δεν περιορίζονται από σύνορα, αφορούν όλες τις κοινωνίες και δεν μπορούν να λυθούν σε τοπικό επίπεδο.

Οι προηγούμενες Βιομηχανικές Επαναστάσεις οδήγησαν στον μετασχηματισμό της οικονομίας, αρχικά σε επίπεδο πόλης και στη συνέχεια σε επίπεδο χώρας, κράτους. Τώρα πια όμως μιλάμε για μια ήδη παγκοσμιοποιημένη οικονομία, και οι ουσιαστικές λύσεις δεν μπορούν να προέλθουν από μια απόφαση που θα λάβει μια μεμονωμένη χώρα, όσο ισχυρή και να είναι. Τα προβλήματα που αντιμετωπίζουμε ήδη, ή, πολύ περισσότερο, πρόκειται να αντιμετωπίσουμε στο μέλλον, θα απαιτήσουν τον συντονισμό όλων των δυνάμεων της ανθρωπότητας. . (McGee J., H. Thomas and D. Wilson, (2005).

Οι τεχνολογίες που αποτελούν μέρος του μετασχηματισμού προς την 4η Βιομηχανική Επανάσταση είναι πολλές. Ωστόσο, θα αναφερθώ στις τεχνολογίες που θεωρώ ότι είναι εκείνες που επιφυλάσσουν τις μεγαλύτερες συνέπειες για τα άτομα και τις κοινωνίες, σε

ό,τι αφορά τη δυναμική τους για πρόκληση ριζικών αλλαγών. . (McGee J., H. Thomas and D. Wilson, (2005).

Πρόκειται για τη νανοτεχνολογία, την τεχνητή νοημοσύνη, τη βιοτεχνολογία και τη γενετική μηχανική. Στη λίστα αυτή μπορούμε να συμπεριλάβουμε συναφή καινοτόμα εργαλεία και τεχνολογικές πλατφόρμες που αναπτύσσονται όπως οι κβαντικοί υπολογιστές, το περίφημο Διαδίκτυο των Πραγμάτων ή των Συσκευών -το Internet of Things- και τη γενικευμένης κλίμακας τρισδιάστατη εκτύπωση, το 3D printing. Αυτές είναι κάποιες μόνο από τις τεχνολογίες που σχετίζονται με την 4η Βιομηχανική Επανάσταση. Μπορούν να προκαλέσουν ανατρεπτικές αλλαγές, και ήδη έχουμε αρχίσει να διαπιστώνουμε τη δυναμική τους για κοινωνικό μετασχηματισμό. .(Ferreira, L. (2003).

4.2 Η NANOTEΧΝΟΛΟΓΙΑ

Η πρώτη τέτοια τεχνολογία είναι η νανοτεχνολογία. Με τον όρο αυτό αναφερόμαστε σε μια συστάδα τεχνολογιών που αφορούν το πολύ μικρό, το μικροσκοπικό. Πρόκειται για τεχνολογίες που αφορούν τη διαχείριση των υλικών σε νανοκλίμακα, δηλαδή στην κλίμακα διαστάσεων από 1 έως 100nm. Σε αυτές τις διαστάσεις αναδύονται ασυνήθιστα φυσικά, χημικά και βιολογικά φαινόμενα.(Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Η δυνατότητα να διαμορφώνουμε υλικά και να χειριζόμαστε μόρια σε τέτοια μικροσκοπική κλίμακα, καθιστά πλέον εφικτή την κατασκευή νανομηχανών με συγκεκριμένες επιθυμητές λειτουργίες ή ικανότητες.

4.3 Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

Επόμενη μεγάλη και ευρέως γνωστή τεχνολογία, που έχει συσχετιστεί με την 4η Βιομηχανική Επανάσταση, είναι η τεχνητή νοημοσύνη. Ο όρος «τεχνητή νοημοσύνη» αναφέρεται σε μια συστάδα τεχνολογιών οι οποίες αποτελούν προϊόν διεπιστημονικών προσεγγίσεων που περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών πεδίων. Τελικός στόχος είναι η δημιουργία υπολογιστικών συστημάτων που να έχουν χαρακτηριστικά ευφυούς ανθρώπινης συμπεριφοράς, όπως η μάθηση, η κατανόηση, η επίλυση προβλημάτων, η προσαρμοστικότητα και η ευελιξία, καθώς και η εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.(Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός, προφανώς απαιτείται στενή συνεργασία ανάμεσα σε πολλές και διαφορετικές επιστήμες, όπως η πληροφορική, η βιολογία και ειδικά η νευροβιολογία, η μηχανική, η ψυχολογία, η γλωσσολογία, ακόμα και η φιλοσοφία.

Το πεδίο εφαρμογής των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης είναι τεράστιο και συνεχώς επεκτείνεται σε νέους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Θα αναφερθώ μόνο στο παράδειγμα των αυτόνομων οχημάτων, που πλέον έχουν τελειοποιηθεί αρκετά, ώστε να έχουν πρακτικές δυνατότητες χρήσης στην καθημερινότητά μας.

Ήδη είναι διαθέσιμα αυτόνομα οχήματα που μπορούν να οδηγούν μόνα τους στον δρόμο, ενώ ο οδηγός ασχολείται με άλλα πράγματα ή και εργάζεται, ενώ βρίσκεται καθ' οδόν.

Τα αυτοκίνητα αυτά είναι εξοπλισμένα με πολλούς αισθητήρες και κάμερες, ώστε να μπορούν να αντιλαμβάνονται και να χαρτογραφούν σε πραγματικό χρόνο το περιβάλλον, να αναγνωρίζουν εμπόδια, πεζούς, διαγραμμίσεις, δέντρα κι άλλα κινούμενα αντικείμενα.

Με τον τρόπο αυτό, μπορούν να τα αποφύγουν και να οδηγούν ακολουθώντας μια διαδρομή που θα προγραμματίσουμε για να μας οδηγήσουν από το σημείο Α στο σημείο Β.

Εκτός από αυτοκίνητα, υπάρχουν, και ήδη χρησιμοποιούνται, πολλά είδη αυτόνομων οχημάτων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα στρατιωτικά ιπτάμενα οχήματα, τα drones, που μπορούν να περιπολούν πάνω από περιοχές, να αναγνωρίζουν στόχους, ακόμα και να αποφασίζουν αν θα εμπλακούν.

Στην ουσία, δηλαδή, μπορούμε να εκχωρήσουμε ακόμα και το δικαίωμα της πρωτοβουλίας για επίθεση, ενδεχομένως και κατά ανθρώπινων στόχων, σε συστήματα τεχνητής νοημοσύνης. Η ανάπτυξη των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης επικουρείται από τη μεγάλη πρόοδο που έχει συντελεστεί στον τομέα της μηχανικής μάθησης, της ανάπτυξης δηλαδή αλγορίθμων που δίνουν τη δυνατότητα σε υπολογιστές να μαθαίνουν, μέσα από την επεξεργασία δεδομένων, εξάγοντας συμπεράσματα, χωρίς να έχουν ρητά προγραμματιστεί γι' αυτό. .(Ferreira, L. (2003).

Ειδικά τα τελευταία χρόνια, έχουν αναπτυχθεί υπολογιστικές διαδικασίες και μέθοδοι «βαθιάς μάθησης», όπως λέμε, deep learning, που επιτρέπουν ακόμα και την προσομοίωση της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Με την τεχνολογία βαθιάς μάθησης, γίνεται προσπάθεια να μοντελοποιηθεί ο τρόπος που ο ανθρώπινος εγκέφαλος επεξεργάζεται πληροφορίες που λαμβάνει, χρησιμοποιώντας ανατροφοδοτούμενα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα. .(Ferreira, L. (2003).

Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα απαρτίζονται από απλούς υπολογιστικούς κόμβους, οι οποίοι, ως έναν βαθμό, προσομοιώνουν τους νευρώνες του ανθρώπινου εγκεφάλου. Πρόκειται δηλαδή για μια προσπάθεια να μιμηθούμε τον τρόπο λειτουργίας του ανθρώπινου κεντρικού νευρικού συστήματος. Με την ανάπτυξη μεθόδων βαθιάς μάθησης, έχει ήδη επιτευχθεί επαναστατική πρόοδος στους τομείς αναγνώρισης ομιλίας, της μηχανικής και της υπολογιστικής όρασης, της αναγνώρισης αντικειμένων, της βιοπληροφορικής, του σχεδιασμού φαρμάκων, της μετάφρασης και άλλων διαδικασιών που αφορούν άμεσα την καθημερινότητα. . (McGee J., H. Thomas and D. Wilson, (2005)

Για παράδειγμα, η εξυπηρέτηση πελατών ενός ιατρείου μπορεί να ολοκληρωθεί μέσω της τεχνολογίας αυτής. Άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η αναγνώριση και η ταυτοποίηση αντικειμένων από τον υπολογιστή. . (McGee J., H. Thomas and D. Wilson, (2005)

4.4 ΚΒΑΝΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ

Οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες για υπολογιστική ισχύ στην εποχή μας έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη των κλασικών συστημάτων υπερυπολογιστών, αλλά και μη συμβατικών, καινοτόμων υπολογιστικών διατάξεων, τους κβαντικούς υπολογιστές.

Από την εμφάνισή της, στη δεκαετία του 1960, η τεχνολογία των ηλεκτρονικών υπολογιστών καταγράφει μια θεαματική εξέλιξη, με την ικανότητα της επεξεργαστικής ισχύος να αυξάνεται συνεχώς, ενώ, ταυτόχρονα, το μέγεθος των υπολογιστών συνεχώς περιορίζεται. Η κλασική αυτή τεχνολογία, όμως, πλησιάζει ήδη στα όρια της εξέλιξης που επιτρέπει η σμίκρυνση των φυσικών διαστάσεων των επεξεργαστών. Οι κβαντικοί υπολογιστές ξεπερνούν τους περιορισμούς αυτούς, αξιοποιώντας αρχές της κβαντικής φυσικής. .(Ferreira, L. (2003).

Ενώ στους κλασικούς ψηφιακούς υπολογιστές στοιχειώδης μονάδα πληροφορίας είναι το bit, που μπορεί να πάρει μόνο δύο τιμές, το 0 και το 1, οι κβαντικοί υπολογιστές χρησιμοποιούν τα κβαντικά bits, τα λεγόμενα qubits. Ένα qubit αντιπροσωπεύει την πληροφορία για την κατάσταση ενός συγκεκριμένου κβαντικού συστήματος. Η πληροφορία αυτή μπορεί για παράδειγμα να αφορά τη στροφορμή ενός ηλεκτρονίου ή την πόλωση ενός φωτονίου. Σε αντίθεση με το κλασικό bit, ένα qubit δεν περιορίζεται σε δύο μόνο καταστάσεις, αλλά μπορεί να αντιστοιχεί και στον συνδυασμό τους, την κβαντική υπέρθεση των καταστάσεων που μπορεί να βρίσκεται ταυτόχρονα το κβαντικό σύστημα που υλοποιεί το qubit.

Το γεγονός αυτό επιτρέπει θεωρητικά σε έναν κβαντικό υπολογιστή την κωδικοποίηση, την επεξεργασία και την αποθήκευση πολύ μεγαλύτερων ποσοτήτων πληροφορίας, οδηγώντας κυριολεκτικά σε ένα κβαντικό άλμα αύξησης της επεξεργαστικής ισχύος του υπολογιστή. Η τεχνολογία αυτή, εκτός από πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες επεξεργασίας, υπόσχεται και ασφαλέστερα δίκτυα επικοινωνιών, αξιοποιώντας τεχνικές κβαντικής κρυπτογραφίας, για την ασφαλή διακίνηση πληροφοριών. Τα κβαντικά κανάλια ανταλλαγής πληροφοριών διατρέχουν σχεδόν μηδαμινό κίνδυνο επιθέσεων και υποκλοπών, επιτρέποντας έτσι ασφαλέστερες ηλεκτρονικές συναλλαγές.

Από την άλλη πλευρά, βέβαια, οι κβαντικοί υπολογιστές μπορούν θεωρητικά να παραβιάσουν σχετικά εύκολα κλασικές μεθόδους κρυπτογράφησης που χρησιμοποιούνται ήδη σε ψηφιακούς υπολογιστές και δίκτυα.

Ένα άλλο πεδίο εφαρμογής της τεχνολογίας των κβαντικών υπολογιστών είναι η προσομοίωση μεγάλων και πολύπλοκων δομών ή σύνθετων φυσικών φαινομένων. Η δυνητικά τεράστια επεξεργαστική ισχύς των κβαντικών υπολογιστών μπορεί να επιτρέψει πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια στις εξομοιώσεις δομών και φαινομένων αλλά και την επίλυση προβλημάτων που δεν είναι εφικτό να προσπελαστούν με κλασικές υπολογιστικές μεθόδους. .(Ferreira, L. (2003).

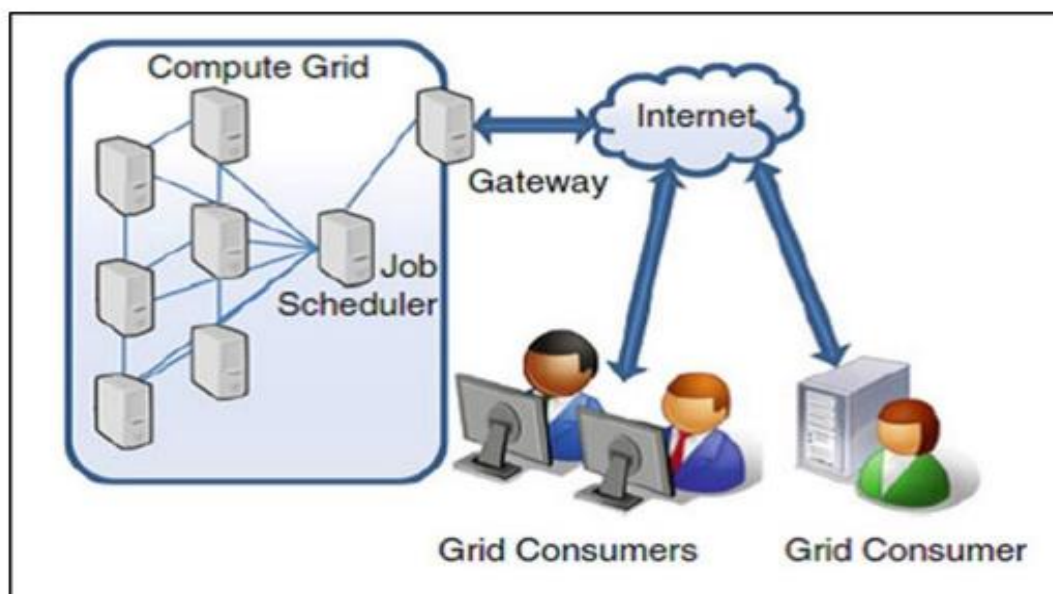
Τέτοιες δυνατότητες είναι εξαιρετικά χρήσιμες για τις επιστήμες της φυσικής, της χημείας, των υλικών, της βιολογίας και της ιατρικής. Κατά συνέπεια, η χρήση εξελιγμένων εργαλείων, όπως οι κβαντικοί υπολογιστές, μπορεί να είναι καταλυτική για τη μετάβαση στη νέα εποχή της 4ης Βιομηχανικής. Επανάστασης.

4.5 ΟΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ ΩΣ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΥΠΕΡ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ

Η μεγάλη ανάπτυξη του ίντερνετ, η τεχνολογική δυνατότητα της εικονοποίησης, η μείωση του κόστους των προσωπικών υπολογιστών (PCs), και η ανάπτυξη του κατάλληλου ενδιάμεσου λογισμικού (middleware) και εφαρμογών έχει δημιουργήσει μια νέα δυναμική στην κλασική έννοια του όρου «υπολογιστικό περιβάλλον». Ο συνδυασμός των παραπάνω δίνει τη δυνατότητα του κατανεμημένου γεωγραφικά διαμοιρασμού πόρων όπως υπολογιστικής ισχύος, αποθηκευτικού χώρου, ψηφιακού περιεχομένου και επιστημονικών οργάνων (π.χ. αισθητήρων, τηλεσκοπίων). Ουσιαστικά, ένας ερευνητής που βρίσκεται συνεχώς συνδεδεμένος στο ίντερνετ, με τη χρήση του κατάλληλου λογισμικού

μπορεί να μοιράζεται την υπολογιστική ισχύ των υπολογιστών του, τον αποθηκευτικό του χώρο, και τους άλλους πόρους του εργαστηρίου του με χιλιάδες άλλους ερευνητές στον κόσμο. Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Ο διαμοιρασμός αυτός μπορεί να γίνει με ομοιόμορφο, ασφαλή και καταναμημένο τρόπο σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι νέες αυτές μέθοδοι, γνωστές ως τεχνολογίες Πλέγματος, αποτελούν σήμερα την τεχνολογία αιχμής σε παγκόσμιο επίπεδο για την ικανοποίηση (μεταξύ άλλων) υψηλών απαιτήσεων σε υπολογιστική ισχύ και χώρους αποθήκευσης δεδομένων. Στη συνέχεια, ο όρος «Πλέγμα (Grid)» θα αναφέρεται σε πλέγμα από ποικίλων ειδών πόρους, και όχι, κατ' ανάγκη, από υπολογιστικούς ή αποθηκευτικούς πόρους (Foster and Kesselman, 1999). Παρ' όλα αυτά, η πιο διαδεδομένη και κοινή χρήση αυτού του όρου είναι για αυτό το συγκεκριμένο είδος πόρων, και σε πολλά σημεία του κειμένου ο όρος «Πλέγμα» θα ταυτίζεται με αυτή την χρήση.



Αρχιτεκτονική Grid

Το Πλέγμα βασίζεται στη διασύνδεση προσωπικών υπολογιστών σε συστοιχίες (cluster computing), και επεκτείνεται γεωγραφικά με εθνικά και διεθνή δίκτυα υπέρ-υψηλών ταχυτήτων. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα συστοιχίας προσωπικών υπολογιστών Macintosh G5 (the Big Mac), που εθεωρείτο ως ο τρίτος πιο ισχυρός υπέρ-υπολογιστής στον κόσμο το 2005. Το Big Mac φτιάχτηκε εύκολα, γρήγορα, με πολύ χαμηλότερο κόστος

από έναν υπέρ-υπολογιστή, ενώ οι δυνατότητες επέκτασής του είναι, θεωρητικά, απεριόριστες. Τα Πλέγματα προκρίνονται, λοιπόν, λόγω του μικρού και κλιμακώσιμου κόστους τους, σε εξειδικευμένες κοινότητες προηγμένων χρηστών με απαιτήσεις μαζικής επεξεργασίας δεδομένων και προσομοίωσης. (BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Το κατανεμημένο αυτό περιβάλλον που επιτρέπει τον διαμοιρασμό και την από κοινού χρήση υπολογιστικών, αποθηκευτικών και άλλων πόρων (π.χ. αισθητήρων), με τη συνδρομή του ενδιάμεσου λογισμικού, ονομάζεται Πλέγμα Υπολογιστικών Συστημάτων ή απλά Πλέγμα (Grid). Η ενοποίηση των δικτύων και του ενδιάμεσου λογισμικού σε μια ενιαία υποδομή, με στόχο την κατανεμημένη αλλά ομογενή πρόσβαση στους πόρους του Πλέγματος, αναφέρεται ως Ηλεκτρονική Υποδομή ή Ηλεκτρονικές Υποδομές (eInfrastructures). Στις ΗΠΑ η αντίστοιχη υποδομή αναφέρεται ως cyber infrastructure. Οι Ηλεκτρονικές Υποδομές που αναπτύσσονται παγκοσμίως θα προσφέρουν στους ερευνητές και την οικονομία μια κοινή αγορά ηλεκτρονικών πόρων, προσβάσιμη όλο το 24ώρο ανεξαρτήτως του τόπου, καθώς και ένα μοναδικό εργαλείο ανάπτυξης συνεργατικών εφαρμογών. Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Η επιστημονική δραστηριότητα σε παγκόσμιο επίπεδο έχει, ήδη, περάσει στη φάση της διεθνοποίησης των προσπαθειών, των μεθόδων, της υποδομής και διαχείρισης της, καθώς και της επεξεργασίας των τελικών αποτελεσμάτων. Σε όλους τους επιστημονικούς τομείς, η διεθνής συνεργασία είναι πλέον το πρότυπο, και η από κοινού χρήση των διαθέσιμων πόρων είναι κοινή πρακτική. Δεν θα μπορούσε άλλωστε να είναι διαφορετικά, λαμβάνοντας υπ' όψη το γεγονός ότι, σε πολλές περιπτώσεις, το κόστος είναι δυσβάστακτο για έναν και μόνο οργανισμό ή χώρα. Σε ένα τέτοιο μοντέλο συνεργασίας, οι επί μέρους εταίροι συνεισφέρουν στη δημιουργία και λειτουργία κοινής υποδομής, η οποία χρησιμοποιείται από όλους με τελικό στόχο την εξαγωγή χρήσιμης γνώσης, τη λύση συγκεκριμένων προβλημάτων και την προώθηση της επιστήμης και της τεχνολογίας προς όφελος ολόκληρης της κοινωνίας. (BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Ο διαμοιρασμός αυτός αφορά όχι μόνο την ανταλλαγή δεδομένων, αλλά, επίσης, την άμεση πρόσβαση σε υπολογιστικές μονάδες, υπηρεσίες, λογισμικό, δεδομένα και άλλους πόρους, όπως αυτό απαιτείται από ένα μεγάλο εύρος συμπράξεων για επίλυση προβλημάτων διαχείρισης κοινών πόρων, τα οποία προκύπτουν στην επιστήμη, τη βιομηχανία και τη δημόσια διοίκηση. Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

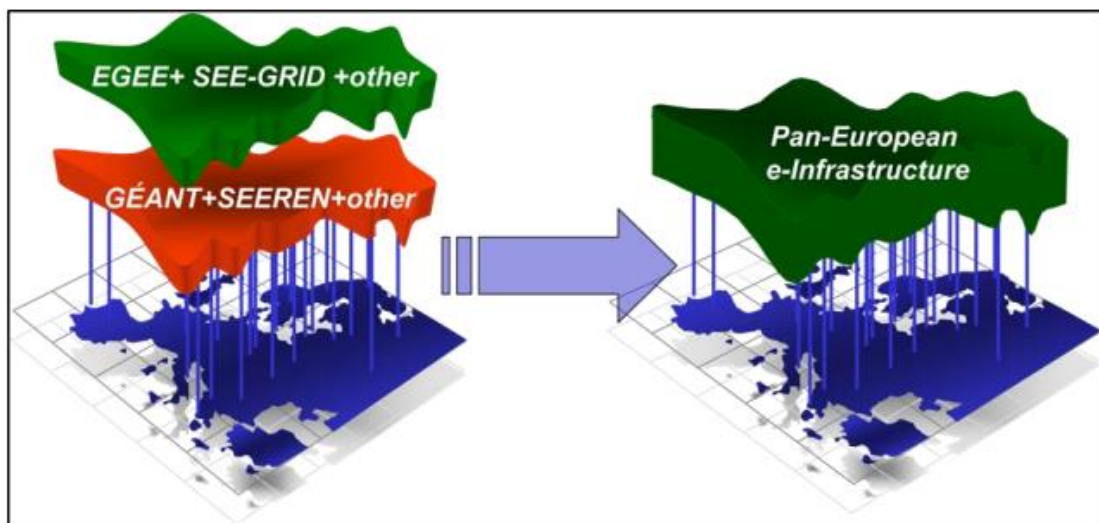
Ο διαμοιρασμός αυτός πρέπει να είναι ελεγχόμενος, με τους παρόχους και τους χρήστες των πόρων να ακολουθούν πρωτόκολλα, τα οποία να καθορίζουν με σαφήνεια τι θα πρέπει να μοιραστεί, ποιος επιτρέπεται να διαμοιράσει, και ποιες είναι οι συνθήκες κάτω από τις οποίες πραγματοποιείται ο διαμοιρασμός αυτός. Από τα παραπάνω, γίνεται φανερό ότι ο όρος Grid - σε ελεύθερη μετάφραση «Πλέγμα υπολογιστικών συστημάτων» - περιλαμβάνει το σύνολο της υποδομής, υλικό και λογισμικό, κατάλληλα διασυνδεδεμένων μέσω δικτύων υψηλών ταχυτήτων, καθώς και των απαραίτητων υπηρεσιών για τη δημιουργία ενός ενιαίου υπέρ-υπολογιστικού περιβάλλοντος, που αν και είναι γεωγραφικά διεσπαρμένο, εμφανίζεται με τρόπο διαφανή σε όλους τους χρήστες του. Αποτελεί ένα ενιαίο σύνολο υπολογιστικών πόρων, μια συμπαγή, αν και κατανεμημένη, υπολογιστική πλατφόρμα. (BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Το Grid διασυνδέει ετερογενή υπολογιστικά περιβάλλοντα, με όμοια ή διαφορετική φιλοσοφία και υπηρεσίες, δημιουργώντας, επιπλέον, νέα σύνολα υπηρεσιών με αυξημένες υπολογιστικές δυνατότητες, και νέους τρόπους αξιοποίησης των ποικίλων πόρων, τους οποίους διαμοιράζει. Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Τα Πλέγματα (Grids) ενοποιούν μέσω ηλεκτρονικών δικτύων υπολογιστικούς, αποθηκευτικούς και άλλους πόρους (π.χ. αισθητήρες), κατανεμημένους σε τοπική, εθνική και διεθνή κλίμακα, κλιμακώνοντας τις δυνατότητες της Κοινωνίας της Πληροφορίας/Γνώσης, όπως, αντίστοιχα, τα πλέγματα ηλεκτρικής ισχύος υπήρξαν καταλυτικοί παράγοντες της Βιομηχανικής Επανάστασης. Τα Πλέγματα διακρίνονται από τα εξής χαρακτηριστικά:

1. Επιτρέπουν τον διαμοιρασμό των πόρων σε πολλαπλούς χρήστες διαφορετικών κοινοτήτων με ετερογενή πεδία εφαρμογών και γεωγραφική κατανομή. Ένα Πλέγμα (Grid) μπορεί να στηρίζεται σε ένα τοπικό δίκτυο (campus LAN), ένα μητροπολιτικό δίκτυο MAN, ένα εθνικής εμβέλειας δίκτυο (WAN) ή και ένα διεθνούς κάλυψης δίκτυο, όπως το Ευρωπαϊκό Ερευνητικό Δίκτυο GEANT και το Αμερικανικό Abilene, ανάλογα με τις απαιτήσεις των εφαρμογών και τις υπάρχουσες δικτυακές υποδομές.
2. 2. Απαιτούν ασφαλή πρόσβαση μέσω ενδιάμεσου λογισμικού (middleware) με παγκόσμια έμφαση στο λογισμικό ανοιχτού κώδικα (π.χ. GLOBUS) (Ferreira, 2003). Τα Grids επεκτείνουν τη φιλοσοφία του ανοιχτού λογισμικού σε ανοιχτά υπολογιστικά συστήματα, με περιορισμούς μόνο όσον αφορά την ασφάλεια και τη διαθεσιμότητα πόρων για την κάλυψη συγκεκριμένων αναγκών.

3. Παρουσιάζουν μεγάλη δυνατότητα κλιμάκωσης, με ιδιαίτερα περιορισμένη αρχική επένδυση. Οι αρχιτεκτονικές Grid μπορεί να αποτελέσουν σημαντικό εργαλείο για την υπέρβαση του ψηφιακού χάσματος στον κόσμο, σε μια ήπειρο, σε μία χώρα (κέντρο – περιφέρεια), σε έναν οργανισμό (campus).
4. Ενοποιούν μέσω δικτύων Internet/Intranet υπολογιστικές, αποθηκευτικές και άλλες ηλεκτρονικές εγκαταστάσεις με ετερογενείς τεχνολογικές υλοποιήσεις, με στόχο την παροχή ολοκληρωμένων Ηλεκτρονικών Υπηρεσιών (eServices). Η ενοποίηση υλοποιείται με χρήση ενός επιπρόσθετου στρώματος ενδιάμεσου λογισμικού (middleware), που αναλαμβάνει τον διαμοιρασμό των πόρων πάνω από το δίκτυο με τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Είναι προφανές ότι τις Ηλεκτρονικές Υποδομές οδηγούν οι Ερευνητικές/Ακαδημαϊκές Κοινότητες, οι οποίες συνεισφέρουν σημαντικά στην προτυποποίηση των σχετικών τεχνολογιών, και μπορούν να συμβάλλουν στην ευρεία διάδοσή τους σε άλλες περιοχές (eBusiness). .(Ferreira, L. (2003).



Ενοποίηση δικτύων και ενδιάμεσου λογισμικού σε μια ενιαία Ηλεκτρονική Υποδομή (eInfrastructure) [Πηγή: European Commission] Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των επί μέρους εφαρμογών, τις ιστορικές ιδιαιτερότητες κοινοτήτων χρηστών και χωρών, και τα εκάστοτε ισχύοντα τεχνικοοικονομικά κριτήρια συνυπάρχουν Grids που διασυνδέουν:

α) Προσωπικούς υπολογιστές, εκμεταλλευόμενα τις μεγάλες σημερινές τους δυνατότητες, ιδιαίτερα όταν αυτοί υπολειτουργούν (σε αυτή την περίπτωση αναφέρονται και ως desktop ή scanverging grids, με πρώτη εφαρμογή το SETI@HOME).

β) Πλήρως παράλληλα υπολογιστικά συστήματα τύπου cluster υπό την προϋπόθεση ότι οι εφαρμογές είναι πρόσφορες, και ότι οι χρήστες έχουν την απαιτούμενη τεχνογνωσία.

γ) Μεγάλα Κέντρα Υπολογιστών, με συστήματα κατανεμημένης μνήμης (distributed memory – Beowulf Clusters) και συμμετρικής πολυεπεξεργασίας (Symmetric Multi-Processing - SMP), τα οποία θα συνυπάρχουν, όσο υπάρχουν εφαρμογές που το απαιτούν και Κέντρα Υπολογιστών που θα παρέχουν υπηρεσίες με τον κατάλληλο εξοπλισμό και υποστήριξη πελατών. (Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Η πρώτη γενιά Grids (1st Generation Grids ή 1G Grids), ουσιαστικά, αποτελείτο από τοπικούς «Μετά-υπολογιστές» (Metacomputers) με βασικές λειτουργίες όπως κατανεμημένο σύστημα αρχείων (“site-wide single sign on”), δηλαδή μοναδικό σημείο όπου ο χρήστης δίνει τα προσωπικά στοιχεία του (π.χ. user name / password), πάνω στις οποίες χτίστηκαν νέες κατανεμημένες εφαρμογές με ειδικά προσαρμοσμένα δικτυακά πρωτόκολλα. (Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018).

Τα συστήματα δεύτερης γενιάς Grids (2G Grids) ξεκίνησαν με προγράμματα όπως το Condor, το IWAY (που αποτέλεσε την αρχή του Globus) και το Legion (που αποτέλεσε την αρχή του Anaki) (Thain et al., 2002), όπου νέες υπηρεσίες ενδιάμεσου λογισμικού και πρωτοκόλλων επικοινωνιών αποτέλεσαν τη βάση για την ανάπτυξη κατανεμημένων εφαρμογών και υπηρεσιών. Τα Grids δεύτερης γενιάς, ουσιαστικά, έδωσαν τα βασικά δομικά στοιχεία, αλλά η χρήση τους απαιτούσε σημαντική προσπάθεια “customization” και διαφόρων εργασιών για να καλυφθούν σημαντικά κενά. Οι ανεξάρτητες αυτές προσπάθειες χρήσης συστημάτων δεύτερης γενιάς που περιείχαν πολλές «κατ’ απαίτηση» επεκτάσεις λογισμικού, κατέστησε τη διαλειτουργικότητα προβληματική. Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. and Hung Byers, A. (2011).

Τα της τρίτης γενιάς Grids (3G Grids), τα οποία βασίζονται στην Αρχιτεκτονική Ανοιχτών Υπηρεσιών Πλέγματος (Open Grid Services Architecture - OGSA) (Ferreira, 2003), όπου μια σειρά από προδιαγραφές κοινών και ανοιχτών διεπαφών υποστηρίζουν τη

διαλειτουργικότητα ανεξάρτητα ανεπτυγμένων υπηρεσιών. Η προδιαγραφή Open Grid Services Infrastructure (OGSI) είναι ο θεμέλιος λίθος της παραπάνω αρχιτεκτονικής. Με την εισαγωγή προτυποποιημένων τεχνικών προδιαγραφών, η τρίτη γενιά Grid θα επιταχύνει τον ανταγωνισμό και την 84 επίτευξη διαλειτουργικότητας, όχι μόνο μεταξύ εφαρμογών και εργαλειοθηκών, αλλά, κυρίως, μεταξύ διαφορετικών υλοποιήσεων βασικών υπηρεσιών του πλέγματος. Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. and Hung Byers, A. (2011).

Ενώ το υπολογιστικό πλέγμα εισήγαγε σε ευρεία μορφή τη χρήση των υπολογιστικών πόρων για βασική καταναλωτική υποδομή χρήσης (utility computing), ορισμένα προβλήματα δυσκόλεψαν την ευρεία αποδοχή από τις επιχειρήσεις.

Πρώτον, κάθε κόμβος έχει μία ad hoc αυτοδιαχείριση των πόρων του (π.χ. των δικτυακών), η οποία μπορεί να επηρεάζει τη συνολική απόδοση. Αυτό συμβαίνει αν ένας κόμβος δεν μπορεί να επεξεργαστεί μια εργασία σε ένα κατάλληλο ποσοστό ή αν ένας κόμβος εγκαταλείψει το πλέγμα πριν μία 87 παρτίδα εργασίας (batch job) ολοκληρωθεί.

Δεύτερον, η σύνδεση πολλών μηχανημάτων διαφορετικού λειτουργικού συστήματος συγκεντρώνει ετερογένειες που δεν μπορούν, ρεαλιστικά, να αποδώσουν βέλτιστα. Έτσι, οι εφαρμογές δικτύου τείνουν να στερούνται τη δυνατότητα μεταφοράς, καθώς είναι γραμμένες έχοντας κατά νου μια συγκεκριμένη υποδομή. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Η τεχνολογία πλέγματος δεν είχε την δυνατότητα αυτοεξυπηρέτησης για την αύξηση ή τη μείωση των αγαθών της κάθε εφαρμογής. Η τεχνολογία πλέγματος έδωσε τη δυνατότητα να αναπτυχθούν:

A) Τεχνολογία εφαρμογών που είναι ανεκτικές στην προσθήκη και αφαίρεση στοιχειωδών υπολογιστικών κόμβων με τη χρήση αφαιρετικών μοντέλων.

B) Κατανεμητές φορτίου (schedulers).

Γ) Αρθρωτό (stackable) και ευέλικτο λογισμικό παροχής (provisioning) υπολογιστικών πόρων.

Από την πλευρά της προτυποποίησης, η τεχνολογία πλέγματος ενστερνίστηκε πλήρως την λογική της SOA αρχιτεκτονικής (Service Oriented Architecture) (Newcomer and Lomow, 2005), η οποία χρησιμοποιεί την αρχή του προσανατολισμού όλων των δομικών στοιχείων του λογισμικού σε υπηρεσίες για να οργανώσει τη συνολική αρχιτεκτονική. Αυτό σημαίνει

ότι έχει επιλεγεί ένα αρχιτεκτονικό μοντέλο που αναγορεύεται ως ένα σύνολο πρότυπων υπηρεσιών. Μια τέτοια προσέγγιση οδηγεί σε τεχνολογικά τυποποιημένες αρχιτεκτονικές για μια επιχείρηση-οργανισμό, προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη διαστρωμάτωση υπηρεσιών που η επιχείρηση απαιτεί. Ωστόσο, ενώ η συνολική αρχιτεκτονική μπορεί να εμφανίζεται ως εξειδικευμένη κατά παραγγελία, οι βασικές υπηρεσίες είναι διακριτές και συχνά επαναχρησιμοποιήσιμες, και, ως εκ τούτου, μπορούν να μοιράζονται ακόμη και μεταξύ διαφορετικών οργανισμών. (BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Για παράδειγμα, η (μη λειτουργική) προδιαγραφή της ταυτοποίησης (authentication) είναι κοινή για τις περισσότερες επιχειρήσεις οργανισμούς ενός ορισμένου μεγέθους, και αποτελεί μια κοινή επιλογή για εξωτερική ανάθεση παροχής υπηρεσιών. Μια υπηρεσία web (web service), σε αντιδιαστολή με μια εφαρμογή web, αναφέρεται σε λογισμικό που παρέχει έναν τυποποιημένο τρόπο ενσωμάτωσης και επικοινωνίας που προσφέρεται από web εφαρμογές, χωρίς να απαιτείται λεπτομερής γνώση του πώς υλοποιούνται οι υπηρεσίες ή ακόμα και μέσω ποιας γλώσσας ή πλατφόρμας υλοποιούνται. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές αρχιτεκτονικές πελάτη-εξυπηρετητή (client server), οι υπηρεσίες web παρέχουν ένα προγραμματιστικό περιβάλλον, το οποίο μπορούν να αξιοποιήσουν άλλα προγράμματα, και όχι ένα φιλικό γραφικό περιβάλλον προς τον χρήστη (GUI) που παρουσιάζεται σε μια εφαρμογή περιήγησης ιστού ή εφαρμογή desktop. (BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η τεχνολογία πλέγματος, ενώ είχε τη δυνατότητα να συγκεντρώνει και να προσφέρει πόρους σε εφαρμογές μεγάλων απαιτήσεων, παρουσίαζε δυσκολίες στη μαζική ανάπτυξη από το ευρύ κοινό των διαχειριστών συστημάτων. Εκείνη την εποχή, εμφανίστηκε από τον Roy Fielding, ο οποίος ήταν ένας από τους συντάκτες του πρωτοκόλλου HTTP, η αρχιτεκτονική REST ως η διδακτορική διατριβή του. Στην ουσία, ο Fielding πρότεινε τη χρήση HTTP για τη μεταξύ υπολογιστών επικοινωνία, και, κατά συνέπεια, το REST είναι βασισμένο στο πρότυπο HTTP. Χρησιμοποιώντας τα δομικά στοιχεία του HTTP, διαιρεί τον χώρο ονομάτων σε ένα σύνολο πόρων, με βάση μοναδικά μοτίβα URI (Uniform Resource Identifier), και χρησιμοποιεί τα τυπικά ρήματα HTTP - GET, POST, PUT, DELETE - για να αντιστοιχήσει λειτουργίες σε αυτούς τους πόρους. Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. and Hung Byers, A. (2011).

Αυτά τα τυπικά ρήματα HTTP αντιστοιχούν στα ρήματα «δημιούργησε», «διάβασε», «ενημέρωσε» και «διέγραψε», τα οποία είναι γνωστά στους προγραμματιστές ως CRUD (Create, Read, Update, Delete). REST (Representational State Transfer), ουσιαστικά,

σημαίνει ότι κάθε μοναδικό αναγνωριστικό πόρου είναι αναπαράσταση κάποιου αντικειμένου. Τα περιεχόμενα αυτού του αντικειμένου μπορούν να βρεθούν χρησιμοποιώντας μια αίτηση HTTP GET, να διαγραφούν χρησιμοποιώντας μια αίτηση HTTP DELETE, ενώ για να τροποποιηθεί το αντικείμενο χρησιμοποιούν είτε μια αίτηση HTTP POST είτε μια αίτηση HTTP PUT). (BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Οι υποκείμενες τεχνολογίες του υπολογιστικού νέφους είναι οι τεχνολογίες πλέγματος και χρησιμοποιούνταν για δεκαετίες. Η εικονικοποίηση, για παράδειγμα, που είναι ίσως η σημαντικότερη τεχνολογική κινητήρια δύναμη πίσω από το υπολογιστικό νέφος, δηλαδή η λογική άντληση εξοπλισμού (hardware) μέσα από ένα στρώμα λογισμικού, ήταν σε χρήση από την εποχή του Mainframe και είναι σχεδόν 40 ετών. Όπως, ακριβώς, οι προμηθευτές διακομιστών και αποθήκευσης χρησιμοποιούσαν διαφορετικούς τύπους εικονικοποίησης για σχεδόν τέσσερις δεκαετίες, έτσι η εικονικοποίηση έχει γίνει εξ'ίσου κοινός τόπος του εταιρικού δικτύου: Θα ήταν σχεδόν αδύνατο να βρεθεί σήμερα ένα LAN που δεν χρησιμοποιεί τη λειτουργικότητα VLAN (Virtual Local Area Network). Το εικονικό δίκτυο (VLAN) είναι ένα δίκτυο υπολογιστών που αποτελείται από εικονικές συνδέσεις. Η τεχνολογία VLAN χρησιμοποιείται για την ομαδοποίηση τερματικών σταθμών, ανεξάρτητα από τη φυσική τους θέση, διευκολύνοντας έτσι τον σχεδιασμό του δικτύου. Αυτό επιτυγχάνεται με τον διαχωρισμό του υπολογιστικού δικτύου σε διακριτά τμήματα, όπου όλοι οι κόμβοι κάθε τμήματος μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω του επιπέδου ζεύξης δεδομένων (data link layer) .

Με τον ίδιο τρόπο που η εικονικοποίηση δικτύου και μνήμης έχει τυποποιηθεί με την πάροδο του χρόνου, έτσι και οι λύσεις εικονικής διαμόρφωσης διακομιστών, όπως αυτές που προσφέρονται από τη Microsoft, VMware, Parallels και Xen, αλλά και οι ιδεατές μηχανές (Virtual Machines - VM) έχουν γίνει τα θεμελιώδη δομικά στοιχεία του υπολογιστικού νέφους.

Τις τελευταίες δεκαετίες, η έννοια του υπολογιστή και ο ρόλος του στα εταιρικά και ακαδημαϊκά περιβάλλοντα έχει αλλάξει πολύ λίγο, ενώ η φυσική υπόσταση του υπολογιστή έχει αλλάξει σημαντικά: Η επεξεργαστική δύναμη υπερδιπλασιάζεται κάθε δύο χρόνια, ενώ το φυσικό αποτύπωμα ενός υπολογιστή μειώθηκε δραματικά. Ριζικά αυξημένη ταχύτητα και απόδοση σημαίνει ότι οι λειτουργίες υπολογισμών και αποθήκευσης μπορούν να εκτελεστούν γρηγορότερα από ποτέ και σε μαζική κλίμακα. Επιπλέον, οι εξελίξεις σε επίπεδο εξοπλισμού και λογισμικού, καθώς και η αυξημένη λειτουργικότητα, προωθούν μια δραματική στροφή προς το υπολογιστικό νέφος με συνέπεια τη δημιουργία και

ανάπτυξη νέων αγορών. Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. and Hung Byers, A. (2011).

4.6 ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (INTERNET OF THINGS)

Η ιδέα του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things) γεννήθηκε το 2008 και από τότε είναι άμεσα συνδεδεμένη με την τεχνολογία του Υπολογιστικού Νέφους (Cloud Computing). Πολλά περιβάλλοντα ανάπτυξης εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων δίνουν κίνητρα στους δημιουργούς λογισμικού για την ανάπτυξη «έξυπνων» εφαρμογών. Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. and Hung Byers, A. (2011).

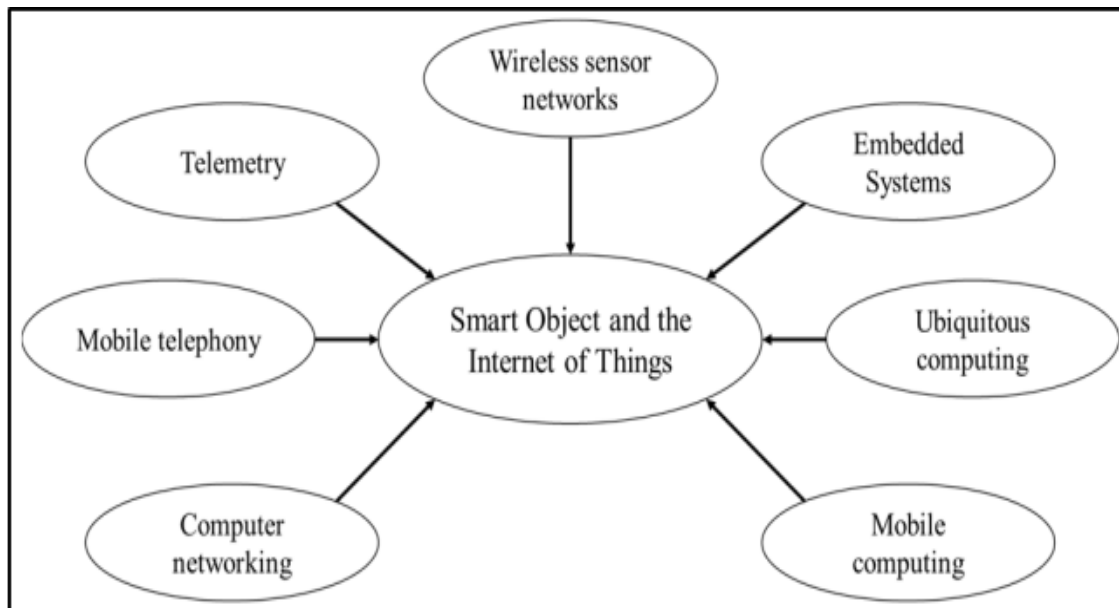
Η αρχική ιδέα για το ίντερνετ παρουσιάστηκε γύρω στο 1973, ενώ αυτό άρχισε να λειτουργεί από το 1983. Η χρήση του απογειώθηκε με την εφαρμογή του παγκόσμιου ιστού (World Wide Web), και η εμπορική αξιοποίηση του ξεκίνησε με το πρόγραμμα πλοήγησης Netscape Navigator και τις αντίστοιχες εφαρμογές servers γύρω στο 1994. Από εκείνη τη στιγμή, μια χιονοστιβάδα από νέο περιεχόμενο και νέες εφαρμογές έχει αναπτυχθεί στο διαδίκτυο, η οποία έχει μεγαλώσει και περιλαμβάνει σχεδόν 3 δισεκατομμύρια ανθρώπους που συνδέονται μέσω επιτραπέζιων υπολογιστών (desktops), φορητών υπολογιστών (laptops) και κινητών τηλεφώνων. Η τάση αυτή πρόκειται να γνωρίσει άλλη μία ακόμα εκρηκτική περίοδο ανάπτυξης, καθώς περισσότερες έξυπνες συσκευές θα γίνουν μέρος του διαδικτύου. Επιπλέον, θα αναπτυχθούν δίκτυα αισθητήρων, τα οποία πληθυσμιακά θα αποτελέσουν το μεγαλύτερο μέρος του διαδικτύου. Οι αισθητήρες εξωτερικά δεν έχουν κάποια εξειδικευμένη μορφή, αλλά θα βρίσκονται μέσα στα περισσότερα πράγματα που μας περιτριγυρίζουν, και υπό αυτή την έννοια θα μιλάμε για ενσωματωμένους αισθητήρες (embedded sensors). (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Οι αισθητήρες σήμερα έχουν διεισδύσει για τα καλά στην καθημερινότητα μας και βρίσκουν εφαρμογή σε πολλά επίπεδα της ζωής μας. Εταιρείες ανά τον κόσμο λόγω των πλεονεκτημάτων τους πειραματίζονται με καινοτόμες και έξυπνες εφαρμογές προάγοντας παράλληλα τις ήδη υπάρχουσες με σκοπό την βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου. Πρόνοια καταστροφών, περιβαλλοντικός έλεγχος, έξυπνα σπίτια, ιατρική, καταγραφή κινήσεων είναι μερικές από τις εφαρμογές που βασίζονται σε αισθητήρες οι οποίοι μέσω των μετρήσεων τους παράγουν αποτέλεσμα που μπορεί να εκμεταλλευτεί ο άνθρωπος. (Taylor, M., Reilly, D. and Wren C. (2020).

<http://www.homeworkmarket.com/sites/default/files/q5/04/07/danainfo.acppwiszgmk2n0u279qu76contentserver.pdf>).

Ένα «έξυπνο αντικείμενο» (“smart object”) είναι ένα αντικείμενο εφοδιασμένο με μια μορφή ενσωματωμένου αισθητήρα ή ενεργοποιητή, έναν μικροσκοπικό μικροεπεξεργαστή, μία συσκευή επικοινωνίας και μία πηγή ενέργειας (βλέπε παραδείγματα στην Εικόνα 3.1). Τα έξυπνα αντικείμενα αλληλεπιδρούν με τον φυσικό κόσμο, ζητώντας πληροφορίες από τον φυσικό κόσμο μέσω των αισθητήρων τους (sensors), και επηρεάζουν τον φυσικό κόσμο μέσω των ενεργοποιητών τους (actuators). Τα έξυπνα αντικείμενα χρησιμοποιούν τους αισθητήρες για την ανίχνευση εύκολα μετρήσιμων φυσικών ιδιοτήτων (π.χ. φως, θερμοκρασία, υγρασία του αέρα), αλλά και περισσότερο σύνθετων ιδιοτήτων (π.χ. ατμοσφαιρική ρύπανση, παρουσία ενός αυτοκινήτου). Τα έξυπνα αντικείμενα επενεργούν στον φυσικό κόσμο χρησιμοποιώντας διαφορετικές μορφές των ενεργοποιητών. Αυτές μπορεί να είναι τόσο απλές, όσο το άναμμα ενός μικρού LED (Light-Emitting Diode) ή τόσο περίπλοκες, όπως η ενεργοποίηση της θερμότητας σε ένα συγκεκριμένο τμήμα ενός κτιρίου. Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. and Hung Byers, A. (2011).

Ο μικροεπεξεργαστής επιτρέπει στο έξυπνο αντικείμενο να επεξεργάζεται-μετατρέπει τα δεδομένα που συλλαμβάνονται από τους αισθητήρες (με περιορισμένη ταχύτητα και με περιορισμένη πολυπλοκότητα), ενώ η συσκευή επικοινωνίας επιτρέπει την αποστολή των μετρήσεων του αισθητήρα προς τον έξω κόσμο, καθώς και τη λήψη δεδομένων από άλλα έξυπνα αντικείμενα. Η πηγή ενέργειας παρέχει την ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για να λειτουργήσει το έξυπνο αντικείμενο. Τα έξυπνα αντικείμενα αντιπροσωπεύουν ένα ενδιάμεσο επίπεδο τεχνολογίας μεταξύ της πληροφορικής και των επικοινωνιών/δικτύων τηλεφωνίας, και δανείζονται ιδέες και λύσεις και από τα δύο. (Taylor, M., Reilly, D. and Wren C. (2020).



Περιοχές τεχνολογικής γνώσης που συνεισφέρουν στην τεχνολογία των έξυπνων αντικειμένων

Αναφορικά με το επίπεδο επικοινωνίας, η δικτύωση των νέων αντικειμένων μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους:

- α) Με τον παραδοσιακό ενσύρματο τρόπο, όπως οι σταθεροί υπολογιστές,
- β) με χρήση ασύρματης κινητής τηλεφωνίας (mobile telephony), και
- γ) με χρήση νέας ασύρματης τεχνολογίας, η οποία θα επιτρέπει σε μια συσκευή να επικοινωνεί με το διαδίκτυο μέσω της χρήσης μιας τυπικής μικρής μπαταρίας.

Αυτή η απαίτηση/δυνατότητα επικοινωνίας είναι μια ριζικά διαφορετική μορφή επικοινωνίας, κατά την οποία τον περισσότερο χρόνο η συσκευή είναι εκτός δικτύου, και ενεργοποιείται μόνο κατά τον ελάχιστο απαραίτητο χρόνο. Είναι αντιληπτό ότι ένας τέτοιος τρόπος επικοινωνίας δεν απευθύνεται σε ανθρώπους, αλλά σε μηχανές, και γι' αυτό ο νέος τρόπος επικοινωνίας αναφέρεται ως M2M (Machine to Machine communication). Ο νέος τρόπος επικοινωνίας χρειάζεται μια στοίβα νέων πρωτοκόλλων. (Ferreira, L. (2003).

Πολλές φορές στο παρελθόν, σε νεοεμφανιζόμενα περιβάλλοντα εφαρμογών, τίθεται το θέμα της επιλογής των επικοινωνιών. Σε παλαιότερα χρόνια, αυτό το θέμα ήταν αντικείμενο μεγάλων βιομηχανικών αντιπαραθέσεων, οι οποίες μπορεί να είχαν υποστηρικτές μέχρι και κράτη. Η νέα απαίτηση για τη διασύνδεση των έξυπνων

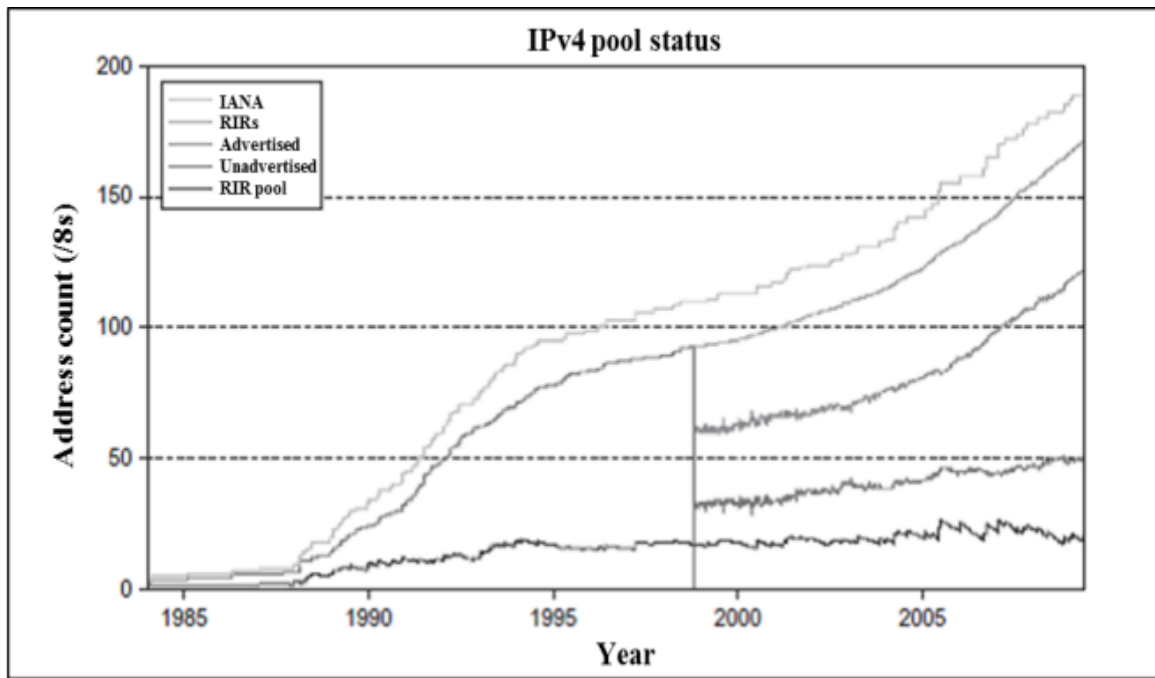
αντικειμένων είναι η προσβασιμότητά τους μέσω του διαδικτύου. Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. and Hung Byers, A. (2011).

Αυτή η απαίτηση εκφράστηκε με τον νέο όρο “Internet of Things” (IoT). Ευτυχώς, στην εποχή μας, το διαδίκτυο μας έχει δώσει ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας (το IP), το οποίο έχει μια εξελισσόμενη και ευέλικτη αρχιτεκτονική. Η ευέλικτη αρχιτεκτονική προήλθε από την ανάγκη το δίκτυο να εξυπηρετεί διαφορετικές τεχνολογίες μετάδοσης (π.χ. ασύρματες και ενσύρματες), χωρίς να δημιουργεί προβλήματα η μία στην άλλη. Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. and Hung Byers, A. (2011).

Η εξελισσόμενη αρχιτεκτονική έχει εκφραστεί με τρεις ριζοσπαστικές δυνατότητες:

- α) Η αξιοπιστία της μεταφοράς να μην επηρεάζει τις επιδόσεις της μετάδοσης,
- β) η αξιοπιστία της επικοινωνίας δύο αυθαίρετων άκρων ρυθμίζεται μοναδικά από αυτά, και
- γ) κάθε εφαρμογή να μπορεί να ορίζει το δικό της πρωτόκολλο επικοινωνίας. Η πρώτη δυνατότητα έγινε εφικτή με την υιοθέτηση της αρχής της επίθεσης (layering), η δεύτερη δυνατότητα που είναι και η πιο ριζοσπαστική, αφαιρεί τον κεντρικό έλεγχο μετάδοσης αφήνοντας στα εκάστοτε άκρα να ρυθμίσουν τις ανάγκες/δυνατότητες τους, και, πρακτικά, την αξιοπιστία τους. Η τρίτη δυνατότητα επιτρέπει τη δημιουργία νέων εφαρμογών χωρίς την ύπαρξη κεντρικού ελέγχου, παρά μόνο για τις λειτουργικές ανάγκες του δικτύου (δηλ. ταχύτητα/όγκος δεδομένων). Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. and Hung Byers, A. (2011).

Για τα δίκτυα των έξυπνων αντικειμένων υπήρχε αρκετή σκέψη κατά πόσο το υφιστάμενο δίκτυο μπορούσε να καλύψει τις ανάγκες των νέων απαιτήσεων, και, ειδικότερα, τον μεγάλο αριθμό συσκευών. Οι διαθέσιμες διευθύνσεις IP μειώνονταν με μεγάλο ρυθμό. Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. and Hung Byers, A. (2011).



Κατανάλωση διευθύνσεων IP με τον χρόνο

Η λύση του NAT (Network Address Translation), που εφαρμόζεται κατά κόρον στα οικιακά δίκτυα, ενδείκνυται αρκετά όταν τα δίκτυα είναι σχετικά μικρά, αλλά παρουσιάζει προβλήματα διαχείρισης. Οι ανάγκες στο διαδίκτυο των αντικειμένων είναι, όμως, πολύ μεγαλύτερες. Για παράδειγμα, τα ακραία δίκτυα δεν είναι πλέον απλοϊκά δίκτυα μερικών κόμβων, αλλά πολύπλοκα ασύρματα/ενσύρματα δίκτυα πολλών χιλιάδων κόμβων. Οι ανάγκες δρομολόγησης είναι πλέον διαφορετικές, δεδομένου ότι ο αριθμός τους μπορεί να είναι μεγάλος και ότι οι υφιστάμενοι μηχανισμοί (προώθησης/μετάδοσης/ασφάλειας) δεν μπορούν να λειτουργήσουν, εξ' αιτίας περιορισμών ενέργειας και υπολογιστικών δυνατοτήτων. (BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Οι κόμβοι χρειάζεται να επικοινωνούν μέσω κάποιας τρίτης οντότητας (π.χ. Access Point - AP). Με αυτόν τον τρόπο, οι κόμβοι μπορούν να επικοινωνούν, ακόμη και εάν μερικοί βγουν εκτός δικτύου. Δεδομένου ότι η ασύρματη διασύνδεση των κόμβων δεν είναι υποχρέωση του νέου πρωτοκόλλου διαδικτύου, εμφανίστηκαν διάφορες τεχνολογικές λύσεις (π.χ. RFID, zigbee). (Taylor, M., Reilly, D. and Wren C. (2020).

Το IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) προχώρησε στην πρόταση μια νέας τεχνολογίας (IEEE 802.15.4), η οποία παρέχει:

α) βελτιωμένα χαρακτηριστικά μετάδοσης με μικρές απαιτήσεις ενέργειας,

β) δυνατότητα αυτοοργάνωσης της δρομολόγησης,

γ) διασύνδεση με τον νέο πρωτόκολλο IPv6 χωρίς ενδιάμεσες οντότητες (π.χ. NAT), χρησιμοποιώντας ένα ενδιάμεσο Layer.

Το IoT είναι, ακόμη, μια ανώριμη αγορά και αυτό φαίνεται από την πλημμυρίδα λύσεων που δεν μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Ετικέτες αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας (RFID) μαζί με πολλές τεχνολογίες επικοινωνίας που έχουν σχεδιαστεί για διαφορετικούς σκοπούς (π.χ. ZigBee, NFC, Bluetooth, ANT, DASH7, EnOcean), δεν επικοινωνούν μεταξύ τους. Το IPv6 έχει επεκτείνει σε μεγάλο βαθμό τον χώρο διευθύνσεων σε σύγκριση με το IPv4, και καθιστά εφικτό να δοθεί σε κάθε συσκευή μια δική της διεύθυνση IP. (Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph Anthony, Katz Randy, Konwinski Andy, Lee Gunho, Patterson David, Rabkin Ariel, Stoica Ion, Zaharia Matei, (2010).

Σημαντική προσπάθεια έχει γίνει για την υποστήριξη IP σε όλα τα στρώματα, όπως, για παράδειγμα, τα πρωτόκολλα 6LoWPAN και RPL για ασύρματα (mesh) δίκτυα, το πρωτόκολλο CoAP για ελαφριά ανταλλαγή μηνυμάτων με γέφυρες για HTTP, και το MQTT ως ένα ελαφρύ pub-sub πρωτόκολλο. Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. and Hung Byers, A. (2011).

Η διαταραχή που θα προκληθεί από το IoT στο βιομηχανικό ίντερνετ είναι πολύ πιθανό ότι θα είναι συγκρίσιμη με τις προηγούμενες βιομηχανικές επαναστάσεις (ατμός, ηλεκτρική ενέργεια, ηλεκτρονικός υπολογιστής). Πράγματι, η General Electric προβλέπει επιπλέον ανάπτυξη σε παγκόσμιο επίπεδο, λόγω του IoT, 10 έως 15 τρις. δολάρια ΗΠΑ κατά τα επόμενα 15 χρόνια. Αυτό θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από το εάν η βιομηχανία θα είναι σε θέση να αξιοποιήσει κατάλληλα τη νέα τεχνολογία του Διαδικτύου. (BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Ως εκ τούτου, απαιτείται να βοηθηθούν οι βιομηχανικές επιχειρήσεις με τα κατάλληλα εργαλεία, για τη βελτίωση της απόδοσης των βιομηχανικών διαδικασιών τους. Το Βιομηχανικό Διαδίκτυο όχι μόνο θα αυξήσει την παραγωγικότητα στη βιομηχανία και τις επιχειρήσεις. Με την προσαρμογή του μοντέλου του στις αστικές περιοχές, θα επηρεάσει και τις δημόσιες υπηρεσίες με την εμφάνιση και την εδραίωση των «ευφών πόλεων». Η καθημερινή ζωή των εργαζομένων, καταναλωτών και πολιτών θα επωφεληθεί από τις πιο εξατομικευμένες και αποτελεσματικές υπηρεσίες τελικών χρηστών.(Taylor, M., Reilly, D. and Wren C. (2020).

Το Βιομηχανικό Διαδίκτυο δεν θα συμβεί από μόνο του. Απαιτεί συντονισμένη και εντατική έρευνα και προσπάθεια, στην οποία να συμμετέχουν τα κύρια ενδιαφερόμενα μέρη. Πρέπει να αντιμετωπιστούν περαιτέρω τεχνολογικά ζητήματα, όπως η ανάγκη για περισσότερη επικοινωνία με καλύτερη ενεργειακή απόδοση, και η συμφόρηση του Βιομηχανικού Διαδικτύου μέσω της ανάπτυξης δεκάδων δισεκατομμυρίων νέων κόμβων (αισθητήρων και έξυπνων αντικειμένων). Επιπλέον, θα πρέπει να βρεθούν βιώσιμες απαντήσεις για το επαναλαμβανόμενο ζήτημα της ασφάλειας των πληροφοριών και της προστασίας της ιδιωτικής ζωής στο νέο αυτό πλαίσιο. Η πτυχή της ασφάλειας των εργασιών όσον αφορά τα αυτόνομα μηχανήματα, τα προβλήματα των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας των δεδομένων, καθώς και η εξεύρεση και υιοθέτηση οι κατάλληλων και δίκαιων επιχειρηματικών μοντέλων, αποτελούν, επίσης, σοβαρές ανησυχίες. (Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph Anthony, Katz Randy, Konwinski Andy, Lee Gunho, Patterson David, Rabkin Ariel, Stoica Ion, Zaharia Matei, (2010).

4.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΝΕΦΟΣ

Η ανακάλυψη και ανάπτυξη του Διαδικτύου οδήγησε στην ενοποίηση όλων των επιμέρους τηλεπικοινωνιακών δικτύων σε ένα ευρύτερο υπέρ-δίκτυο βασισμένο σε τεχνική μεταγωγής πακέτου με χρήση της σουίτας πρωτοκόλλων TCP/IP για τη μεταφορά κάθε μορφής πληροφορίας. Άμεσο αποτέλεσμα είναι ο απλός χρήστης να έχει πρόσβαση σε κάθε είδους υπηρεσία και πληροφορία μέσω των διαδικτυακών λειτουργιών του παγκοσμίου Ιστού (WWW) καθώς και των πληροφοριακών συστημάτων βασισμένων στο Διαδίκτυο (Internet). Παράλληλα με την παραπάνω εξέλιξη, μια νέα επανάσταση έλαβε μέρος στον τρόπο χρήσης των υπολογιστικών συστημάτων από το ευρύ κοινό μέσω της εξάπλωσης της αρχιτεκτονικής του mobile computing. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Το αποτέλεσμα που επέφερε, είναι διάδοση έξυπνων μικροσυσκευών κινητών τηλεφώνων ή υπολογιστών ταμπλέτας τα οποία είναι ουσιαστικά φορητοί υπολογιστές τσέπης με ποικίλες δυνατότητες σύνδεσης προς το Διαδίκτυο. Οι τεχνικές απαιτήσεις που επέφεραν οι αρχιτεκτονικές του mobile computing αλλά και οι ανάγκες μείωσης κόστους της υλικοτεχνικής υποδομής πληροφοριακών συστημάτων των επιχειρήσεων οδήγησαν σε μια νέα τεχνολογική επανάσταση, την επανάσταση του Υπολογιστικού Νέφους ή Cloud Computing. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Η αρχιτεκτονική του Υπολογιστικού Νέφους, εμπλουτίζοντας την παλιά και δοκιμασμένη αρχιτεκτονική των κεντρικών υπέρ-υπολογιστών (mainframe computing), δημιουργεί νέες καινοτόμες υπηρεσίες, οι οποίες εκμεταλλεύομενες τη δυναμική ανάπτυξη του Διαδικτύου αλλάζουν τον τρόπο με τον οποίο οι χρήστες αλληλεπιδρούσαν με τις διάφορες υπηρεσίες του έως τώρα. Επιπλέον οι μεγάλοι Τηλεπικοινωνιακοί Οργανισμοί, ωθούμενοι από τις εξελίξεις που δημιουργεί το Υπολογιστικό Νέφος, στην προσπάθεια τους να διεισδύσουν οικονομικά σε αυτήν τη νέα αγορά, μετεξελίσσονται από απλούς παρόχους τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών μεταφοράς δεδομένων και πρόσβασης στο Διαδίκτυο, σε παρόχους πολυμεσικού περιεχομένου και υπηρεσιών πληροφοριακών συστημάτων με χρήση τεχνολογιών Υπολογιστικού Νέφους.(BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Με την αύξηση της χρήσης Διαδικτύου, τον πολλαπλασιασμό των κινητών συσκευών, και την ανάγκη για την αποδοτικότητα ενέργειας και επεξεργασίας, το πεδίο είναι ανοιχτό για ένα διαφορετικό μοντέλο υπολογισμού, την ιδέα του υπολογισμού ως σύστημα κοινής ωφελείας. Αυτή την ιδέα έρχεται να υλοποιήσει το υπολογιστικό νέφος. Αν και δεν υπάρχει κάποιος στενός ορισμός για την έννοια του υπολογιστικού νέφους, η ιδέα της ολότητας πληροφορικής ως υπηρεσία είναι η βάση για τον ορισμό του υπολογιστικού νέφους. Το συνονθύλευμα των σημερινών τεχνολογιών της επιστήμης της πληροφορικής έρχεται να προσφερθεί ως υπηρεσία υπολογιστικής ισχύος, αποθήκευσης, διαχείρισης εφαρμογών, ψυχαγωγίας, κοινωνικής δικτύωσης και πάσης υπολογιστικής φύσεως παροχή μέσα από το νέφος. (<http://www.homeworkmarket.com/sites/default/files/q5/04/07/danainfo.acppw.iszgmk2n0u279qu76contentsserver.pdf>).

Ως αποτέλεσμα της ποικιλομορφίας του διαδικτύου και των εμπλεκόμενων τεχνολογιών και συσκευών, η έρευνα του υπολογιστικού νέφους συναντά σημαντικά εμπόδια όπως η αδυναμία εγκαθίδρυσης ισχυρών προτύπων καθοδόν προς τη διαλειτουργικότητα μεταξύ συστημάτων, Επιπλέον το βάρος της έρευνας πρόσφατα έχει επικεντρωθεί στα συστήματα κινητού υπολογιστικού νέφους τα οποία είναι η επέκταση του υπολογιστικού νέφους για την ενσωμάτωση κινητών υπολογιστικών συσκευών. Σημαντικό ζήτημα στην ίδια κατεύθυνση είναι και η μελέτη της σύστασης συμβολαίων και συμβάσεων επιπέδου υπηρεσίας μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών στην αρχιτεκτονική του υπολογιστικού νέφους. Ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στα υπάρχοντα και υπό έρευνα πρότυπα υπολογιστικού νέφους προς την κατεύθυνση της διαλειτουργικότητας και της ποιότητας υπηρεσίας. Ίσως το σημαντικότερο τομέα έρευνας του υπολογιστικού νέφους αποτελούν

τα συστήματα κινητού υπολογιστικού νέφους για τα οποία γίνεται εκτενής μελέτη. Τέλος παρουσιάζεται ως επίλογος μία σύνοψη της επικρατούσας κατάστασης και των προσδοκιών για την πολλά υποσχόμενη ανάπτυξη των συστημάτων υπολογιστικού νέφους. (Bitar Nabil, (2013).

Το Υπολογιστικό Νέφος είναι ένα μοντέλο που επιτρέπει εύκολη, ευέλικτη, κατά απαίτηση «on-demand» και απεριόριστη δικτυακή πρόσβαση σε μια συλλογή παραμετροποιήσιμων υπολογιστικών πόρων (δίκτυο, διακομιστές, αποθήκευση, εφαρμογές και υπηρεσίες), οι οποίοι μπορούν να δεσμευτούν και να απελευθερωθούν γρήγορα με την ελάχιστη δυνατή προσπάθεια και αλληλεπίδραση από το χρήστη. Αυτό το μοντέλο αποτελείται από τρία μοντέλα παροχής υπηρεσιών και τέσσερα μοντέλα ανάπτυξης. Τα μοντέλα παροχής υπηρεσιών που προσφέρει το Υπολογιστικό Νέφος είναι το λογισμικό ως υπηρεσία (SaaS), πλατφόρμα ως υπηρεσία (PaaS) και υποδομή ως υπηρεσία (IaaS). Επίσης, τα τέσσερα μοντέλα ανάπτυξης που χαρακτηρίζουν μια υποδομή Υπολογιστικού Νέφους είναι το δημόσιο Νέφος (Public Cloud), ιδιωτικό Νέφος (Private Cloud), υβριδικό Νέφος (Hybrid Cloud), κοινοτικό Νέφος (Community Cloud). (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Μερικά από **τα πλεονεκτήματα** που προσφέρει σε σχέση με προγενέστερες τεχνολογίες είναι:

- Χαμηλό κόστος υποδομής και συντήρησης, δεν χρειάζεται οι καταναλωτές να αγοράσουν υποδομή για την φιλοξενία των εφαρμογών τους στο Νέφος. Το κόστος περιλαμβάνει μόνο τις συσκευές για την πρόσβαση στο Νέφος μέσω του διαδικτύου. Επίσης, δεν είναι αναγκαία η πρόσληψη εξειδικευμένου προσωπικού για την συντήρηση και την αναβάθμιση του λογισμικού που χρησιμοποιεί η επιχείρηση.
- Ευελιξία, καθώς οι καταναλωτές μπορούν να έχουν πρόσβαση στο Υπολογιστικό Νέφος από οπουδήποτε και αν βρίσκονται οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Η μόνη προϋπόθεση είναι η κατοχή μιας συσκευής με δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο.
- Ελαστικότητα, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να διαχειρίζεται τους πόρους που του παρέχει το Νέφος σύμφωνα με τις ανάγκες του. Μπορούν να αυξάνουν την υπολογιστική ισχύ (αποθηκευτικός χώρος, μνήμη) αν απαιτηθεί από την εφαρμογή που χρησιμοποιούν.

Μετά από μελέτες που έχουν γίνει έχει αποδειχθεί ότι είναι μια λύση πολύ συμφέρουσα για την ανάπτυξη εφαρμογών, χρήση υπηρεσιών, αξιοποίηση υπολογιστικών πόρων και όχι μόνο, σε σχέση με τις τεχνολογίες που μέχρι τώρα γνωρίζαμε. Η απομακρυσμένη

διαχείριση δεδομένων, η εύκολη πρόσβαση και τα οικονομικά οφέλη που αυτό προσφέρει (μειωμένο κόστος υλικού και εξοπλισμού) είναι μερικοί από τους λόγους που το Νέφος προσελκύει το ενδιαφέρον μεγάλων εταιρειών αλλά και καταναλωτών. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

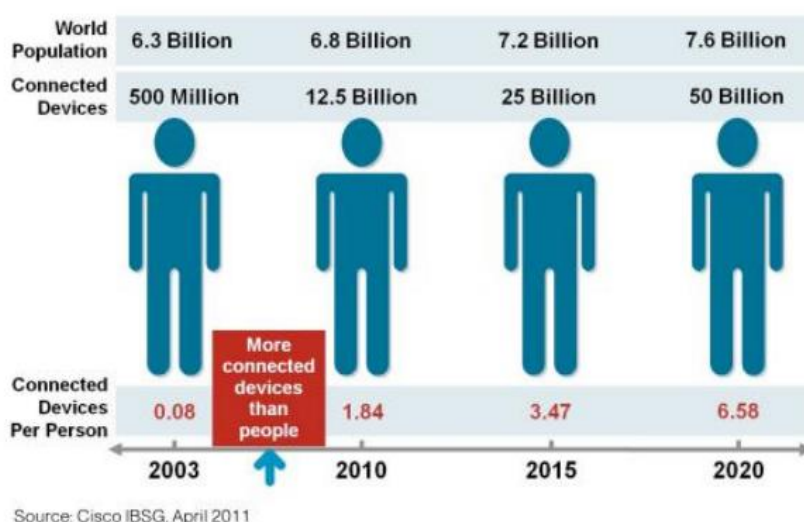
Οι υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους έχουν γίνει ζωτικό εργαλείο για την πλειοψηφία των οργανισμών. Είναι μια τάση που έχει επιταχυνθεί τα τελευταία χρόνια, με τις υπηρεσίες που βασίζονται σε cloud όπως το Zoom, το Microsoft 365 και το Google Workspace και πολλές άλλες να γίνονται τα εργαλεία συνεργασίας και παραγωγικότητας για την σύνολο των εργαζομένων που εργάζονται εξ αποστάσεως. (. BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Στο άμεσο παρελθόν, η πλειοψηφία των εργαζομένων που συνδέονταν με το εταιρικό δίκτυο το έκαναν από τον τόπο εργασίας τους, και έτσι είχαν πρόσβαση στους λογαριασμούς τους, τα αρχεία και τους διακομιστές της εταιρείας τους τις εγκαταστάσεις του οργανισμού, που προστατεύονταν από τείχη προστασίας (firewalls) και άλλα εργαλεία ασφαλείας. Η εκτεταμένη, όμως, χρήση εφαρμογών cloud σήμαινε μια δραματική αλλαγή, με την πλειοψηφία των εταιριών να αυξάνει σε μεγάλο βαθμό το πλήθος των ευαίσθητων δεδομένων που είναι αποθηκευμένα στο σύννεφο, με τους χρήστες να έχουν πρόσβαση σε εταιρικές εφαρμογές, έγγραφα και υπηρεσίες από οπουδήποτε, έχοντας μετακινηθεί σε ένα μοντέλο απομακρυσμένης εργασίας, λόγω και της πανδημίας. Όταν το μεγαλύτερο μέρος των εργαζομένων εργάζεται από απόσταση και χρησιμοποιεί ένα μείγμα προσωπικών και επαγγελματικών συσκευών, η «επιφάνεια επίθεσης» ενός οργανισμού εξαπλώνεται ακόμη περισσότερο, δίνοντας στους κυβερνοεγκληματίες ακόμα περισσότερες ευκαιρίες.

Η υπολογιστική νέφος είναι η παροχή υπολογιστικών υπηρεσιών κατ 'απαίτηση - από εφαρμογές έως αποθηκευτική και επεξεργαστική ισχύ-συνήθως μέσω διαδικτύου και επί πληρωμή. Αντί να κατέχουν τη δική τους υπολογιστική υποδομή ή κέντρα δεδομένων, οι οργανισμοί μπορούν να νοικιάσουν πρόσβαση σε οτιδήποτε, από εφαρμογές έως αποθήκευση από έναν πάροχο υπηρεσιών cloud. Ένα όφελος από τη χρήση υπηρεσιών cloud computing είναι ότι οι οργανισμοί μπορούν να αποφύγουν το αρχικό κόστος και την πολυπλοκότητα της ιδιοκτησίας και συντήρησης της δικής τους υποδομής πληροφορικής, και αντίθετα να πληρώσουν απλώς για αυτό που χρησιμοποιούν, όταν το χρησιμοποιούν. Με τη σειρά τους, οι πάροχοι υπηρεσιών νέφους μπορούν να επωφεληθούν από σημαντικές οικονομίες κλίμακας παρέχοντας τις ίδιες υπηρεσίες σε ένα ευρύ φάσμα πελατών. Οι υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα επιλογών, από

την βασική αποθήκευση, την δικτύωση και την επεξεργαστική ισχύ έως την επεξεργασία φυσικής γλώσσας και την τεχνητή νοημοσύνη, καθώς και τυπικές εφαρμογές γραφείου. Σχεδόν κάθε υπηρεσία που δεν απαιτεί φυσική πρόσβαση στο υλικό του υπολογιστή, μπορεί τώρα να παραδοθεί μέσω υπολογιστικού νέφους. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Η υπολογιστική νέφος ως όρος υπήρχε από τις αρχές της δεκαετίας του 2000, αλλά η έννοια του ως υπηρεσία υπήρχε ήδη από τη δεκαετία του 1960, όταν γραφεία υπολογιστών θα επέτρεπαν στις εταιρείες να νοικιάζουν χρόνο σε ένα mainframe, αντί να χρειάζεται να αγοράσουν ένα μόνοι τους. Αυτές οι υπηρεσίες «διαμοιρασμού χρόνου» ξεπεράστηκαν σε μεγάλο βαθμό από την άνοδο του Η / Υ που κατέστησε την ιδιοκτησία ενός υπολογιστή πολύ πιο προσιτή, και στη συνέχεια από την άνοδο των εταιρικών κέντρων δεδομένων όπου οι εταιρείες θα αποθηκεύουν τεράστιο όγκο δεδομένων. Αλλά η έννοια της ενοικίασης πρόσβασης στην υπολογιστική ισχύ επανήλθε στην επιφάνεια ξανά - στους παρόχους υπηρεσιών εφαρμογών, στον υπολογισμό βοηθητικών υπηρεσιών και στον υπολογιστικό δίκτυο στα τέλη της δεκαετίας του 1990 και στις αρχές της δεκαετίας του 2000. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).



(σχήμα 1: αναλογία διασυνδεδεμένων συσκευών/πληθυσμός γης-παρουσιάζεται η ραγδαία ανάπτυξη της έννοιας του Διαδικτύου των Πραγμάτων και πως αυτή σχετίζεται με τον πληθυσμό της γης και τον αριθμό των συσκευών που συνδέονται στο διαδίκτυο. Όπως βλέπουμε, μέχρι το τέλος του 2015 θα υπάρχουν συνολικά 25 δισεκατομμύρια συσκευές

του Διαδικτύου των Πραγμάτων και ο αντίστοιχος πληθυσμός της γης θα είναι 7.2 δισεκατομμύρια άνθρωποι. Επομένως, θα αντιστοιχούν 3.47 συνδεδεμένες συσκευές σε κάθε άνθρωπο μέχρι το τέλος του 2015. Εύκολα γίνεται αντιληπτό ότι ο όγκος της πληροφορίας που παράγουν όλες αυτές οι συσκευές είναι τεράστιος, οπότε πρέπει να βρεθούν ευέλικτες και αποτελεσματικές τεχνολογίες στην διαχείριση όλων αυτών των δεδομένων. Το συγκεκριμένο πρόβλημα λύνει η τεχνολογία του Υπολογιστικού Νέφους).(BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Βασικά Χαρακτηριστικά Υπολογιστικού Νέφους

Infrastructure-as-a-Service: Η υπολογιστική νέφος μπορεί να αναλυθεί σε τρία μοντέλα. Η υποδομή ως υπηρεσία (IaaS) αναφέρεται στα θεμελιώδη δομικά στοιχεία του υπολογιστή που μπορούν να ενοικιαστούν: φυσικοί ή εικονικοί διακομιστές, αποθήκευση και δικτύωση. Αυτό είναι ελκυστικό για οργανισμούς που θέλουν να δημιουργήσουν εφαρμογές από την αρχή και θέλουν να ελέγξουν σχεδόν όλα τα ίδια τα στοιχεία, αλλά απαιτεί να έχουν τις τεχνικές δεξιότητες για να μπορούν να ενορχηστρώσουν υπηρεσίες σε αυτό το επίπεδο.(BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Platform-as-a-Service: Η πλατφόρμα ως υπηρεσία (PaaS) είναι το επόμενο επίπεδο καθώς και ο υποκείμενος αποθηκευτικός χώρος, η δικτύωση και οι εικονικοί διακομιστές θα περιλαμβάνουν επίσης τα εργαλεία και το λογισμικό που χρειάζονται οι προγραμματιστές για να δημιουργήσουν εφαρμογές: middleware, διαχείριση βάσεων δεδομένων, λειτουργικά συστήματα και εργαλεία ανάπτυξης. (BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Software-as-a-Service: Το Software-as-a-Service (SaaS) είναι η παράδοση εφαρμογών-ως-υπηρεσία, πιθανώς η έκδοση του cloud computing που έχουν συνηθίσει οι περισσότεροι σε καθημερινή βάση. Το υποκείμενο υλικό και το λειτουργικό σύστημα δεν έχουν σημασία για τον τελικό χρήστη, ο οποίος θα έχει πρόσβαση στην υπηρεσία μέσω προγράμματος περιήγησης ή εφαρμογής. αγοράζεται συχνά ανά κάθισμα ή ανά χρήστη(. BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Μερικοί άνθρωποι πιστεύουν λανθασμένα ότι η αποθήκευση πληροφοριών στο νέφος αφαιρεί τον κίνδυνο παραβίασης δεδομένων. Υπάρχει ένας πυρήνας αλήθειας σε αυτό, επειδή οι πάροχοι υπηρεσιών νέφους φροντίζουν να εξασφαλίσουν τον τρόπο με τον οποίο οι οργανισμοί αποκτούν πρόσβαση και χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες αυτές. Οι πληροφορίες που αποθηκεύονται στο νέφος εξακολουθούν να αποθηκεύονται σε φυσική τοποθεσία-διακομιστή τρίτου μέρους σε αντίθεση με τους διακομιστές που είναι στον

έλεγχο του οργανισμού - και αν είναι προσβάσιμες σε αυτόν, τότε δυνητικά είναι προσβάσιμες από κακόβουλους χρήστες ή κυβερνοεγκληματίες.

Η μόνη διαφορά είναι ότι τώρα ο οργανισμός μοιράζεται την ευθύνη για την ασφάλειά του με τον πάροχο υπηρεσιών νέφους. Αυτό σημαίνει γενικά ότι το τρίτο μέρος θα αναλάβει την ευθύνη για τη φυσική ασφάλεια των διακομιστών του και τη γενική συντήρησή του, ενώ οι οργανισμοί πρέπει να προστατεύουν τον τρόπο πρόσβασης στις πληροφορίες στο τέλος του. Δυστυχώς για όσους πιστεύουν ότι η αποθήκευση στο νέφος διευκολύνει την προστασία δεδομένων, η πλειοψηφία των περιστατικών σχετίζονται με τον οργανισμό. Η πρόσφατη ιστορία, καταδεικνύει ότι οι περισσότερες από τις παραβιάσεις ασφαλείας προκαλούνται από ανθρώπους και κακή χρήση των αντίστοιχων εργαλείων και σπάνια προκαλούνται από αποτυχία των εργαλείων αυτών. (BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Πράγματι, μια μελέτη της Gartner διαπίστωσε ότι το 95% των παραβιάσεων του Cloud είναι το αποτέλεσμα λανθασμένων διαμορφώσεων. Το πιο συνηθισμένο από αυτά τα σφάλματα είναι οι εργαζόμενοι που ανεβάζουν μια βάση δεδομένων στο Cloud αλλά δεν καταφέρνουν να δημιουργήσουν προστασία με κωδικό πρόσβασης. Αυτό σημαίνει ότι όποιος αποκτήσει πρόσβαση στη θέση της βάσης δεδομένων έχει πρόσβαση σε αυτήν. Επιπρόσθετα, η άνοδος της εξ αποστάσεως εργασίας έχει φέρει αμέτρητους κινδύνους όπως αυτός, για τους οποίους μπορείτε να μάθετε περισσότερα στο δωρεάν infographic μας. Τα παραπάνω, έφεραν την ανάγκη για νέα εργαλεία ασφαλείας, που θα προσδώσουν την απαιτούμενη ασφάλεια στο cloud. Η ασφάλεια στο cloud ορίζεται ως ένα σύνολο πολιτικών, διαδικασιών μέτρων προστασίας και τεχνολογικών εργαλείων που στοχεύει κυρίως στην προστασία εφαρμογών και συστημάτων που βασίζονται σε σύννεφο. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Ασφάλεια Υπολογιστικού Νέφους

Σχεδόν κάθε οργανισμός έχει υιοθετήσει το cloud computing σε διάφορους. Ωστόσο, με αυτήν την υιοθέτηση του cloud έρχεται η ανάγκη να διασφαλιστεί ότι η στρατηγική ασφάλειας του cloud του οργανισμού είναι ικανή να προστατεύσει από τις κορυφαίες απειλές για την ασφάλεια του cloud. Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. and Hung Byers, A. (2011).

Οι κυριότερες απειλές, αναφέρονται στην συνέχεια.

• **Λάθος διαμόρφωση**

Οι λανθασμένες διαμορφώσεις των ρυθμίσεων ασφαλείας στο cloud είναι η κύρια αιτία παραβίασης δεδομένων cloud. Οι στρατηγικές διαχείρισης στάσης ασφάλειας στο cloud πολλών οργανισμών είναι ανεπαρκείς για την προστασία της υποδομής τους που βασίζεται στο cloud. Πολλοί παράγοντες συμβάλλουν σε αυτό. Η υποδομή cloud έχει σχεδιαστεί για εύκολη χρήση και για εύκολη κοινή χρήση δεδομένων, καθιστώντας δύσκολο για τους οργανισμούς να διασφαλίσουν ότι τα δεδομένα είναι προσβάσιμα μόνο από εξουσιοδοτημένα μέρη. Επίσης, οι οργανισμοί που χρησιμοποιούν υποδομή που βασίζεται σε σύννεφο δεν έχουν επίσης πλήρη προβολή και έλεγχο της υποδομής τους, πράγμα που σημαίνει ότι πρέπει να βασίζονται σε ελέγχους ασφαλείας που παρέχονται από τον πάροχο υπηρεσιών cloud για να διαμορφώσουν και να εξασφαλίσουν την ανάπτυξη των cloud τους. Δεδομένου ότι πολλοί οργανισμοί δεν είναι εξοικειωμένοι με την ασφάλεια της υποδομής cloud και συχνά έχουν αναπτύξεις πολλαπλών cloud-ο καθένας με διαφορετικό φάσμα ελέγχων ασφαλείας που παρέχονται από τους προμηθευτές-είναι εύκολο για μια εσφαλμένη διαμόρφωση ή επίβλεψη ασφαλείας να αφήσει τους πόρους που βασίζονται στο cloud ενός οργανισμού να εκτίθενται σε επιτιθέμενους. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

• **Μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση**

Σε αντίθεση με την εσωτερική υποδομή ενός οργανισμού, οι εφαρμογές τους που βασίζονται στο cloud είναι εκτός της περιμέτρου του δικτύου και είναι άμεσα προσβάσιμες από το δημόσιο Διαδίκτυο. Ενώ αυτό είναι ένα πλεονέκτημα για την προσβασιμότητα αυτής της υποδομής στους εργαζόμενους και τους πελάτες, διευκολύνει επίσης έναν εισβολέα να αποκτήσει μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στους πόρους που βασίζονται στο σύννεφο ενός οργανισμού. Η ακατάλληλα διαμορφωμένη ασφάλεια ή τα διαπιστευμένα διαπιστευτήρια μπορούν να επιτρέψουν σε έναν εισβολέα να αποκτήσει άμεση πρόσβαση, ενδεχομένως χωρίς τη γνώση ενός οργανισμού. Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. and Hung Byers, A. (2011).

• **Μη ασφαλείς διεπαφές/API**

Οι πάροχοι υπηρεσιών νέφους συχνά παρέχουν έναν αριθμό διεπαφών προγραμματισμού εφαρμογών (API) και διεπαφών για τους πελάτες τους. Σε γενικές γραμμές, αυτές οι διεπαφές είναι καλά τεκμηριωμένες σε μια προσπάθεια να καταστούν εύχρηστες για τους

πελάτες του πάροχου. Ωστόσο, αυτό δημιουργεί πιθανά προβλήματα εάν ένας πελάτης δεν έχει εξασφαλίσει σωστά τις διεπαφές για την υποδομή του που βασίζεται στο cloud. Η τεκμηρίωση που έχει σχεδιαστεί για τον πελάτη μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί από έναν εγκληματία στον κυβερνοχώρο για τον εντοπισμό και την εκμετάλλευση πιθανών μεθόδων πρόσβασης και διείσδυσης ευαίσθητων δεδομένων από το περιβάλλον cloud ενός οργανισμού. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

- **Παραβίαση λογαριασμών**

Πολλοί άνθρωποι έχουν εξαιρετικά αδύναμη ασφάλεια κωδικού πρόσβασης, συμπεριλαμβανομένης της επαναχρησιμοποίησης κωδικών πρόσβασης και της χρήσης αδύναμων κωδικών πρόσβασης. Αυτό το πρόβλημα επιτείνει τον αντίκτυπο των επιθέσεων ηλεκτρονικού ψαρέματος και των παραβιάσεων δεδομένων, καθώς επιτρέπει τη χρήση ενός κλεμμένου κωδικού πρόσβασης σε πολλούς διαφορετικούς λογαριασμούς. Η «απαγωγή» (hi-jacking) λογαριασμών είναι ένα από τα πιο σοβαρά ζητήματα ασφάλειας στο σύννεφο, καθώς οι οργανισμοί εξαρτώνται όλο και περισσότερο από υποδομές που βασίζονται σε cloud και εφαρμογές για βασικές επιχειρηματικές λειτουργίες. Ένας εισβολέας με τα διαπιστευτήρια ενός υπαλλήλου μπορεί να έχει πρόσβαση σε ευαίσθητα δεδομένα ή λειτουργικότητα και τα διαπιστευμένα στοιχεία των πελατών παρέχουν τον πλήρη έλεγχο του διαδικτυακού τους λογαριασμού. Επιπλέον, στο cloud, οι οργανισμοί συχνά στερούνται της ικανότητας να εντοπίζουν και να ανταποκρίνονται σε αυτές τις απειλές τόσο αποτελεσματικά όσο και για τις υποδομές εσωτερικού χώρου. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

- **Έλλειψη ορατότητας**

Οι πόροι που βασίζονται στο cloud ενός οργανισμού βρίσκονται εκτός του εταιρικού δικτύου και λειτουργούν σε υποδομές που δεν κατέχει η εταιρεία. Ως αποτέλεσμα, πολλά παραδοσιακά εργαλεία για την επίτευξη της ορατότητας του δικτύου δεν είναι αποτελεσματικά για περιβάλλοντα cloud και ορισμένοι οργανισμοί στερούνται εργαλείων ασφαλείας που εστιάζουν στο cloud. Αυτό μπορεί να περιορίσει την ικανότητα ενός οργανισμού να παρακολουθεί τους πόρους που βασίζονται στο cloud και να τους προστατεύει από επιθέσεις. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

- **Εξωτερική κοινή χρήση δεδομένων**

Το cloud έχει σχεδιαστεί για να διευκολύνει την κοινή χρήση δεδομένων.

Πολλές υποδομές νέφους παρέχουν την επιλογή διαμοιρασμού και πρόσβασης σε κοινόχρηστους πόρους. Αυτά τα περιβάλλοντα είναι προσβάσιμα απευθείας από το δημόσιο Διαδίκτυο και περιλαμβάνουν τη δυνατότητα εύκολης κοινής χρήσης δεδομένων με άλλα μέρη μέσω απευθείας προσκλήσεων μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή με κοινή χρήση δημόσιου συνδέσμου προς τα δεδομένα.

Ενώ αυτή η εύκολη κοινή χρήση δεδομένων είναι ένα πλεοέκτημα, μπορεί επίσης να είναι ένα σημαντικό ζήτημα ασφάλειας στο cloud. Η χρήση κοινής χρήσης βάσει συνδέσμων μια δημοφιλής επιλογή, καθώς είναι ευκολότερη από την ρητή πρόσκληση κάθε συνεργάτη-καθιστά δύσκολο τον έλεγχο της πρόσβασης στον κοινόχρηστο πόρο και δημιουργεί σοβαρές ανησυχίες σχετικά με την απώλεια ή τη διαρροή δεδομένων. Ο κοινόχρηστος σύνδεσμος μπορεί να προωθηθεί σε κάποιον άλλο, να κλαπεί ως μέρος μιας κυβερνοεπίθεσης ή να μαντέψει έναν εγκληματία στον κυβερνοχώρο, παρέχοντας μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στον κοινόχρηστο πόρο. Επιπλέον, η κοινή χρήση βάσει συνδέσμων καθιστά αδύνατη την ανάκληση της πρόσβασης μόνο σε έναν μόνο παραλήπτη του κοινόχρηστου συνδέσμου. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

- **Κακόβουλοι Insiders**

Οι απειλές από το εσωτερικό είναι ένα σημαντικό ζήτημα ασφάλειας για κάθε οργανισμό. Ένας κακόβουλος εσωτερικός χρήστης έχει ήδη εξουσιοδοτήσει πρόσβαση στο δίκτυο ενός οργανισμού και σε ορισμένους από τους ευαίσθητους πόρους που περιέχει. Στο σύννεφο, η ανίχνευση ενός κακόβουλου εσωτερικού είναι ακόμη πιο δύσκολη. Με τις εφαρμογές cloud, οι εταιρείες δεν έχουν τον έλεγχο της υποκείμενης υποδομής τους, καθιστώντας πολλές παραδοσιακές λύσεις ασφαλείας λιγότερο αποτελεσματικές. Αυτό, μαζί με το γεγονός ότι η υποδομή που βασίζεται στο cloud είναι άμεσα προσβάσιμη από το δημόσιο Διαδίκτυο και συχνά υποφέρει από εσφαλμένες διαμορφώσεις ασφαλείας, καθιστά ακόμη πιο δύσκολο τον εντοπισμό κακόβουλων εσωτερικών πληροφοριών. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

- **Κυβερνοεπιθέσεις**

Το ηλεκτρονικό έγκλημα είναι μια επιχείρηση και οι εγκληματίες στον κυβερνοχώρο επιλέγουν τους στόχους τους με βάση την αναμενόμενη κερδοφορία των επιθέσεών τους. Η υποδομή που βασίζεται στο σύννεφο είναι άμεσα προσβάσιμη από το δημόσιο Διαδίκτυο, είναι συχνά ακατάλληλα ασφαλής και περιέχει πολλά ευαίσθητα και πολύτιμα δεδομένα. Επιπλέον, το cloud χρησιμοποιείται από πολλές διαφορετικές εταιρείες, πράγμα

που σημαίνει ότι μια επιτυχημένη επίθεση μπορεί να επαναληφθεί πολλές φορές με μεγάλη πιθανότητα επιτυχίας. Ως αποτέλεσμα, οι εφαρμογές cloud των οργανισμών αποτελούν κοινό στόχο κυβερνοεπιθέσεων. (Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph Anthony, Katz Randy, Konwinski Andy, Lee Gunho, Patterson David, Rabkin Ariel, Stoica Ion, Zaharia Matei, (2010).

- **Επίθεση άρνησης υπηρεσίας (Denial of Service Attack)**

Το cloud είναι απαραίτητο για την ικανότητα πολλών οργανισμών να κάνουν επιχειρήσεις. Χρησιμοποιούν το cloud για την αποθήκευση δεδομένων κρίσιμης σημασίας για την επιχείρηση και για την εκτέλεση σημαντικών εσωτερικών εφαρμογών και εφαρμογών που αντιμετωπίζουν τον πελάτη. Αυτό σημαίνει ότι μια επιτυχημένη επίθεση Denial of Service (DoS) κατά της υποδομής cloud είναι πιθανό να έχει σημαντικό αντίκτυπο σε διάφορες εταιρείες. Ως αποτέλεσμα, οι επιθέσεις DoS όπου ο εισβολέας απαιτεί λύτρα για να σταματήσει την επίθεση αποτελούν σημαντική απειλή για τους πόρους που βασίζονται στο cloud ενός οργανισμού. (Manjika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. and Hung Byers, A. (2011).

- **Απόρρητο/Απόρρητο δεδομένων**

Το απόρρητο και η εμπιστευτικότητα των δεδομένων αποτελούν σημαντικό μέλημα για πολλούς οργανισμούς. Οι κανονισμοί προστασίας δεδομένων, όπως ο Γενικός Κανονισμός της ΕΕ για την Προστασία Δεδομένων (GDPR), ο νόμος για τη φορητότητα και την προσβασιμότητα της ασφάλισης υγείας (HIPAA), το Πρότυπο ασφάλειας δεδομένων της βιομηχανίας καρτών πληρωμής (PCI DSS) και πολλοί ακόμη επιβάλλουν την προστασία των δεδομένων των πελατών και επιβάλλουν αυστηρές κυρώσεις για αστοχίες ασφαλείας. Επιπλέον, οι οργανισμοί διαθέτουν μεγάλο αριθμό εσωτερικών δεδομένων που είναι απαραίτητα για τη διατήρηση του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Η τοποθέτηση αυτών των δεδομένων στο cloud έχει τα πλεονεκτήματά του, αλλά έχει επίσης δημιουργήσει σημαντικές ανησυχίες για την ασφάλεια στο 66% των οργανισμών. Πολλοί οργανισμοί έχουν υιοθετήσει το cloud computing αλλά δεν έχουν τη γνώση για να διασφαλίσουν ότι αυτοί και οι υπάλληλοί τους το χρησιμοποιούν με ασφάλεια. Ως αποτέλεσμα, τα ευαίσθητα δεδομένα κινδυνεύουν να εκτεθούν - όπως αποδεικνύεται από έναν τεράστιο αριθμό παραβιάσεων δεδομένων cloud. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

- **Νομική και Κανονιστική Συμμόρφωση**

Οι κανονισμοί προστασίας δεδομένων όπως το PCI DSS και το HIPAA απαιτούν από τους οργανισμούς να αποδείξουν ότι περιορίζουν την πρόσβαση στις προστατευόμενες πληροφορίες (δεδομένα πιστωτικών καρτών, αρχεία ασθενών υγειονομικής περίθαλψης κ.λπ.). Αυτό θα μπορούσε να απαιτήσει τη δημιουργία ενός φυσικώς ή λογικά απομονωμένου μέρους του δικτύου του οργανισμού, το οποίο είναι προσβάσιμο μόνο από υπαλλήλους με νόμιμη ανάγκη πρόσβασης σε αυτά τα δεδομένα. Όταν μεταφέρονται δεδομένα που προστατεύονται από αυτούς και παρόμοιους κανονισμούς στο cloud, η επίτευξη και η επίδειξη κανονιστικής συμμόρφωσης μπορεί να είναι πιο δύσκολη. Με την ανάπτυξη cloud, οι οργανισμοί έχουν ορατότητα και έλεγχο μόνο σε ορισμένα επίπεδα της υποδομής τους. Ως αποτέλεσμα, η νομική και κανονιστική συμμόρφωση θεωρείται σημαντικό πρόβλημα ασφάλειας στο cloud. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

- **Κυριαρχία δεδομένων/Αποθήκευση/Έλεγχος**

Οι περισσότεροι πάροχοι υπηρεσιών νέφους διαθέτουν έναν αριθμό γεωγραφικά κατακευκμένων κέντρων δεδομένων. Αυτό συμβάλλει στη βελτίωση της προσβασιμότητας και της απόδοσης πόρων που βασίζονται στο cloud και διευκολύνει την διασφάλιση ότι είναι σε θέση να διατηρούν συμφωνίες επιπέδου υπηρεσιών ενάντια σε γεγονότα που διαταράσσουν τις επιχειρήσεις, όπως φυσικές καταστροφές, διακοπές ρεύματος. Οι οργανισμοί που αποθηκεύουν τα δεδομένα τους στο cloud συχνά δεν έχουν ιδέα πού αποθηκεύονται τα δεδομένα τους μέσα από μια σειρά κέντρων δεδομένων των παρόχων. Αυτό δημιουργεί σημαντικές ανησυχίες σχετικά με την κυριαρχία δεδομένων, την κατοικία και τον έλεγχο δεδομένων για το 37% των οργανισμών. (BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Με τους κανονισμούς προστασίας δεδομένων όπως ο GDPR που περιορίζει την αποστολή δεδομένων των πολιτών της ΕΕ, η χρήση μιας πλατφόρμας cloud με κέντρα δεδομένων εκτός των εγκεκριμένων περιοχών θα μπορούσε να θέσει έναν οργανισμό σε κατάσταση μη συμμόρφωσης με τους κανονισμούς. Επιπλέον, διαφορετικές δικαιοδοσίες έχουν διαφορετικούς νόμους σχετικά με την πρόσβαση σε δεδομένα για την επιβολή του νόμου και την εθνική ασφάλεια, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει το απόρρητο και την ασφάλεια των δεδομένων των πελατών ενός οργανισμού. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Προκειμένου για την πρόληψη των απειλών για την ασφάλεια του υπολογιστικού νέφους και των δεδομένων οι οργανισμοί πρέπει να επικεντρωθούν σε τέσσερα σημεία:

- α. Οι οργανισμοί αποκομίζουν πολλά οφέλη από το cloud computing.
- β. Ωστόσο, αυτό συμβαίνει με ορισμένα τρωτά σημεία.
- γ. Οι κυβερνοεγκληματίες προσπαθούν πάντα να εκμεταλλευτούν αυτά τα τρωτά σημεία.
- δ. Όταν τα καταφέρουν, το αποτέλεσμα μπορεί να είναι από ενοχλητικό έως ενοχλητικό έως καταστροφικό.

Η ασφάλεια χωρίζεται σε δύο στοιχεία:

- Ασφάλεια "του σύννεφου"
- Ασφάλεια «μέσα» στο σύννεφο

Στην πρώτη περίπτωση, οι πάροχοι υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους είναι υπεύθυνοι για αυτό, έχοντας την ευθύνη να διασφαλίσουν ότι η υποδομή τους είναι απαλλαγμένη από ευπάθειες. Είναι επίσης υπεύθυνοι για τη φυσική ασφάλεια της υπηρεσίας και διασφαλίζουν ότι αποτρέπεται η μη εξουσιοδοτημένη φυσική πρόσβαση στο υλικό ή το λογισμικό, καθώς και η αντιμετώπιση καταστροφών και συμβάντων. Στην δεύτερη περίπτωση, η ασφάλεια «μέσα» στο σύννεφο, είναι ευθύνη του οργανισμού. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Για προφανείς λόγους, η δημιουργία μιας πολιτικής ασφάλειας στο υπολογιστικό νέφος είναι μια εξαιρετικά περίπλοκη επιχείρηση, στην οποία πρέπει να συμμετέχει η ανώτερη ηγεσία, οι υπεύθυνοι πληροφορικής και ασφάλειας και ίσως ακόμη και εξωτερικός συνεργάτης ώστε να δημιουργηθεί μια ολοκληρωμένη πολιτική που προστατεύει πραγματικά τον οργανισμό από κινδύνους. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Ορισμένα από τα βασικά στοιχεία της πολιτικής αυτής, θα πρέπει να είναι η ύπαρξη:

- έγκρισης από την ανώτερη ηγεσία για την ανάπτυξη πολιτικής ασφάλειας στο cloud.
- σχεδίου έργου και στόχους για το έργο.
- ομάδας με τα κατάλληλα άτομα για τη σύνταξη της πολιτικής.
- συνεργασίας με τη διοίκηση κατά τη σύνταξη της πολιτικής ώστε να καλύπτονται όλα τα σημαντικά ζητήματα.

- συμμετοχή της νομικής ομάδας και του τμήματος ανθρώπινου δυναμικού κατά τη διάρκεια της διαδικασίας συγγραφής
- εσωτερική αναθεώρηση
- υποβολή την πολιτική στην ανώτερη ηγεσία για έγκρισή τους και διανομής της πολιτικής στους υπαλλήλους.
- διαδικασίας αναθεώρησης πολιτικής επανεξέτασης.
- ετήσιων αναθεωρήσεων της πολιτικής.

Επίσης η πολιτική, πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Τύποι δεδομένων που μπορούν και δεν μπορούν να μετακινηθούν στο cloud
- Πώς αντιμετωπίζουν οι ομάδες τους κινδύνους για κάθε τύπο δεδομένων
- Ποιος παίρνει αποφάσεις σχετικά με τη μεταφορά του φόρτου εργασίας στο cloud
- Ποιος έχει εξουσιοδότηση για πρόσβαση. (Σμυρνάκη Ε. 2016).

Τέλος, **η πολιτική ασφάλειας** πρέπει να αναφέρεται επαρκώς στους παρακάτω στόχους:

- Περιορισμός και προστασία των επιφανειών προσβολή (attack surface)
- Επικέντρωση στα πιο κρίσιμα / ευαίσθητα δεδομένα.
- Ενσωμάτωση την αρχής «πρώτα την ασφάλεια» στη συνολική στρατηγική.
- Παροχή εκπαίδευσης στον οργανισμό.
- Προστατεύστε από ατυχήματα, λάθη και κακή συμπεριφορά των εργαζομένων.
- Ενημέρωση για τις τελευταίες προκλήσεις ασφαλείας

Οι υπηρεσίες νέφους παρέχουν μια σειρά πλεονεκτημάτων στους οργανισμούς. Ωστόσο, έρχονται επίσης με τις δικές του απειλές και ανησυχίες για την ασφάλεια. Η υποδομή που βασίζεται στο cloud είναι πολύ διαφορετική από ένα κέντρο δεδομένων εσωτερικής εγκατάστασης και τα παραδοσιακά εργαλεία και στρατηγικές ασφαλείας δεν είναι πάντα σε θέση να την εξασφαλίσουν αποτελεσματικά. (Bitar Nabil, (2013).

Η εύρεση της σωστής προσέγγισης για την ασφάλεια στο cloud είναι δύσκολη - περιλαμβάνει την εξέταση των απαιτήσεων, των στόχων και των προϋπολογισμών του οργανισμού. Ορισμένες λύσεις ασφαλείας cloud είναι πολύ στοχευμένες και απόλυτα

αποδοτικές. Ωστόσο, αυτό μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα με την πάροδο του χρόνου με ομάδες IT που εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες με περιορισμένη λειτουργικότητα και κατακερματισμένα δεδομένα που τροφοδοτούνται σε πολλαπλές κονσόλες. Σύμφωνα με την Oracle και την KPMG, το 78% των οργανισμών χρησιμοποιούν σήμερα περισσότερα από 50 προϊόντα ασφαλείας. Όταν οι ομάδες είναι απασχολημένες με μη αυτόματο συσχετισμό δεδομένων, η ανίχνευση των απειλών δεν είναι εφικτή. (BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Ο οργανισμός πρέπει να επικεντρωθεί στον αυτοματισμό αφού βελτιώνει τη συνέπεια και την ταχύτητα μειώνοντας παράλληλα την προσπάθεια. Κινήσεις όπως το DevOps και το GitOps βρίσκονται ήδη σε αυτήν την πορεία, καθιστώντας την αυτοματοποίηση υποχρεωτική για να διατηρηθεί η ασφάλεια. Οι οργανισμοί πρέπει να αναζητούν προμηθευτές / συνεργάτες ευθυγραμμισμένους με τους στρατηγικούς στόχους, και που προσφέρουν κάτι περισσότερο από μία μόνο δυνατότητα, καθώς η τάση της εποχής είναι η εκτέλεση περισσότερων δράσεων με λιγότερους πόρους. (BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).

Τα εργαλεία και οι μηχανισμοί ασφάλειας θα πρέπει να προσφέρουν μια ολιστική λύση στην ασφάλεια του cloud και να ενσωματώνονται στο υπάρχον οικοσύστημα του οργανισμού. Αυτό θα επιτρέψει στις αρμόδιες ομάδες να επικεντρωθούν στην παρακολούθηση και ανίχνευση περιστατικών ασφάλειας, και να ανταποκρίνονται με επιτυχία και ταχύτητα σε αυτά. Η σχέση με τον προμηθευτή υπηρεσιών νέφους είναι επίσης μια εξαιρετικά σημαντική λύση, λαμβάνοντας υπόψη τομείς όπως η ιδιοκτησία δεδομένων, η πρόσβαση και η διαγραφή. Η σχέση αυτή πρέπει να είναι μια εταιρική σχέση, όχι μια ενιαία αλληλεπίδραση πωλήσεων. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

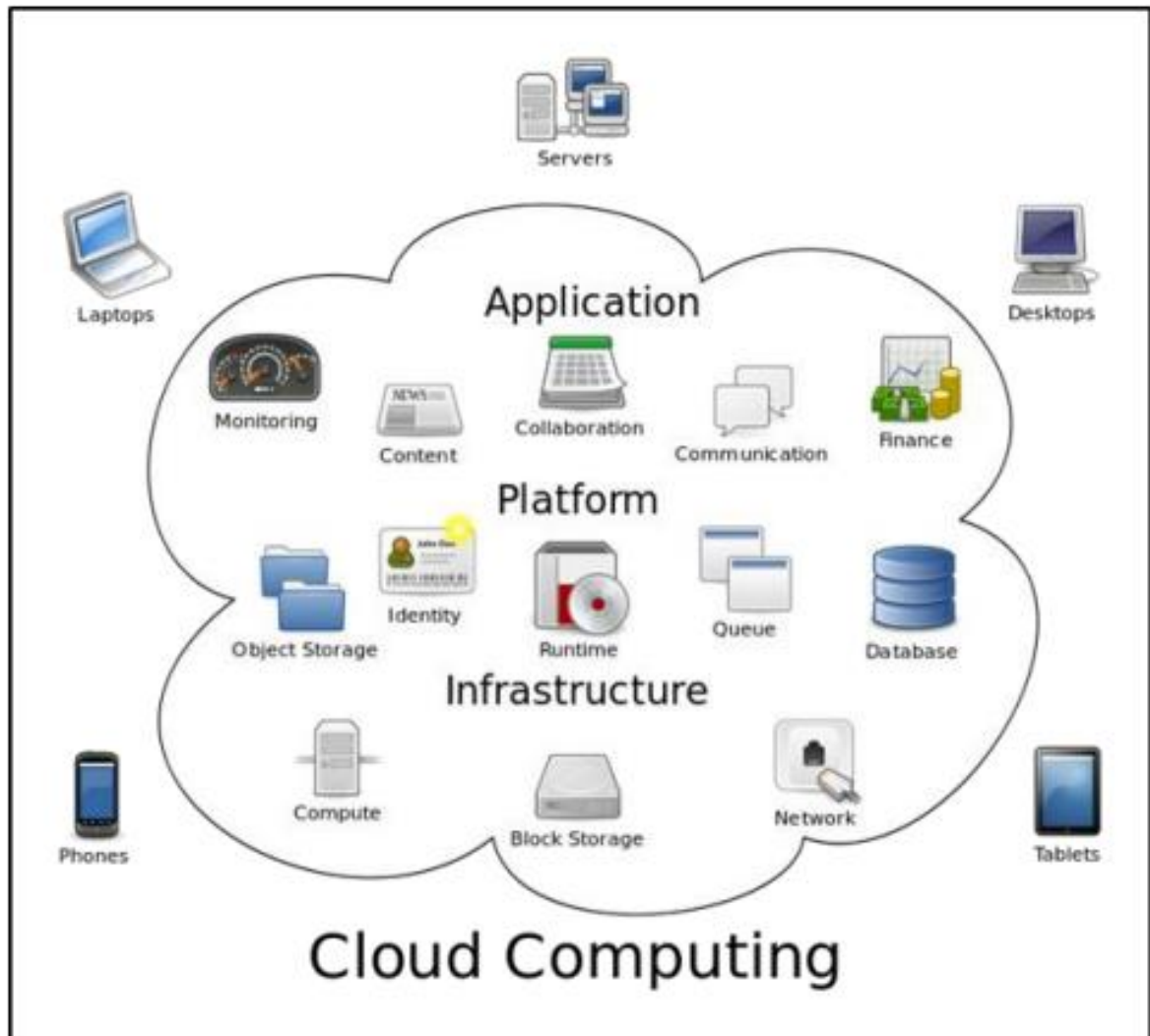
Είναι σημαντικό να υπάρχει προετοιμασία για τις καταστροφικότερες επιθέσεις ασφαλείας στο cloud, επειδή με τον τρόπο αυτό, θα είναι εφικτή η άμυνα στην μεγάλη πλειοψηφία των απειλών. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Είναι λογικό, λοιπόν, να θεωρηθεί ότι αυτό που είναι πραγματικά νέο σχετικά με το υπολογιστικό νέφος είναι η χρήση καινοτόμων και αλληλένδετων τεχνολογιών για την επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων. Πέρα από το εύρος των λύσεων που διατίθενται σήμερα, τη λειτουργικότητα και τη δυνατότητα κλιμάκωσης των νέων και αναδυομένων πλατφορμών στον τομέα του υπολογιστικού νέφους, είναι βέβαιο πως υπάρχουν πολλαπλές

δυνατότητες για μελλοντική ανάπτυξη λύσεων μέσα και από το υπολογιστικό νέφος. Το ανεκμετάλλευτο δυναμικό του υπολογιστικού νέφους και η αποδοχή του από τους χρήστες, μπορεί να δημιουργήσουν οφέλη για ανεπτυγμένες και υπό ανάπτυξη οικονομίες. (Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph Anthony, Katz Randy, Konwinski Andy, Lee Gunho, Patterson David, Rabkin Ariel, Stoica Ion, Zaharia Matei, (2010).

Το υπολογιστικό νέφος (Cloud Computing) (Hill et al., 2013) είναι ένας όρος που αναφέρεται σε ένα υπολογιστικό μοντέλο, όπου ένα πρόγραμμα ή εφαρμογή εκτελείται σε έναν δικτυακά συνδεδεμένο διακομιστή (server), και όχι σε μια τοπική υπολογιστική συσκευή. Χρησιμοποιεί τεχνολογίες, υπηρεσίες και εφαρμογές διαθέσιμες στο διαδίκτυο (Internet), και τις μετατρέπει σε έναν ωφέλιμο τρόπο αυτοεξυπηρέτησης (Williams, 2012). Η χρήση της λέξης «νέφος» αναφέρεται σε δύο διακριτές έννοιες:

- Αφαίρεση (Abstraction): Το υπολογιστικό νέφος αφαιρεί τις λεπτομέρειες της εφαρμογής του συστήματος από χρήστες και προγραμματιστές. Οι εφαρμογές εκτελούνται σε φυσικά συστήματα, για τα οποία οι χρήστες δεν γνωρίζουν λεπτομέρειες σχετικά με τα τεχνικά χαρακτηριστικά και την τοποθεσία τους. Τα δεδομένα αποθηκεύονται σε θέσεις που είναι άγνωστες, η διαχείριση των συστημάτων ανατίθεται σε άλλους, και η πρόσβαση από τους χρήστες είναι δυνατή από παντού.
- Εικονικοποίηση (Virtualization): Το υπολογιστικό νέφος εικονικοποιεί τα συστήματα μέσω της συγκέντρωσης και της κοινής χρήσης πόρων. Τα συστήματα και η αποθήκευση μπορούν να παρέχονται κατ' απαίτηση από μια κεντρική υποδομή, οι δαπάνες εκτιμώνται βάσει της χρήσης και οι πόροι μπορούν να κλιμακώνονται, χωρίς να διακόπτουν τη λειτουργία των εφαρμογών. . BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013).



Απεικόνιση δομής υπολογιστικού νέφους

Οι τερματικοί σταθμοί, οι οποίοι μπορεί να είναι διακομιστές (servers), προσωπικοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές ή κινητά τηλέφωνα με δυνατότητα πρόσβασης στο δίκτυο, μπορούν να χρησιμοποιούν τις εφαρμογές, τις πλατφόρμες, αλλά και την υποδομή του υπολογιστικού νέφους από τις απομακρυσμένες θέσεις τους. Το υπολογιστικό νέφος είναι, επί της ουσίας, η υιοθέτηση μιας πλατφόρμας για τεχνολογίες πληροφορικής, δικτύωσης και αποθήκευσης, σχεδιασμένη να παρέχει ταχεία εισαγωγή στην αγορά και δραστική μείωση κόστους. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Το υπολογιστικό νέφος δεν αποτελείται από μία μόνο τεχνολογία, ούτε από μία μοναδική αρχιτεκτονική. Αν και έχει πραγματοποιηθεί εκθετική πρόοδος στην πληροφορική, τη δικτύωση και την αποθήκευση τα τελευταία χρόνια, μόλις πρόσφατα, αυτές οι εξελίξεις, σε συνδυασμό με την οικονομική ύφεση, έφτασαν σε ένα σημείο καμπής και δημιούργησαν μια μεγάλη μεταστροφή προς την υιοθέτηση του υπολογιστικού νέφους. Έχοντας

αποκτήσει μια βασική κατανόηση της τεχνολογίας πίσω από το υπολογιστικό νέφος, είναι σκόπιμο να προχωρήσουμε με μια βαθύτερη διερεύνηση του τι σημαίνει υπολογιστικό νέφος στην καθημερινή ζωή. Για να γίνει αυτό, θα εξετάσουμε τον ορισμό του από το Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων και Τεχνολογίας (National Institute of Standards and Technology - NIST) των ΗΠΑ.

Ο ορισμός του υπολογιστικού νέφους κατά το NIST43 είναι ο ακόλουθος: Το υπολογιστικό νέφος είναι ένα μοντέλο για την ενεργοποίηση εύκολης, κατ' απαίτηση πρόσβασης μέσω δικτύου, σε ένα κοινόχρηστο χώρο συγκέντρωσης διαμορφώσιμων υπολογιστικών πόρων (π.χ. δίκτυα, διακομιστές, χώρος αποθήκευσης, εφαρμογές και υπηρεσίες), που μπορεί να δοθεί και να ανακληθεί με ελάχιστη προσπάθεια διαχείρισης ή παρέμβασης από τον πάροχο (Williams, 2012). Βάσει αυτού του ορισμού, ο οποίος θεωρείται πρότυπο ορισμού για το υπολογιστικό νέφος, μπορούμε να κάνουμε τις εξής παρατηρήσεις. Πρώτον, το υπολογιστικό νέφος είναι ένα υπόδειγμα χρήσης και όχι μια τεχνολογία. Υπάρχουν πολλές διαφοροποιήσεις του υπολογιστικού νέφους, καθεμία με τα δικά της διακριτικά γνωρίσματα και πλεονεκτήματα. Χρησιμοποιώντας τον ορισμό αυτό, το υπολογιστικό νέφος περιγράφεται ως ένας γενικός όρος, όπου τονίζονται οι ομοιότητες και οι διαφορές σε κάθε μοντέλο ανάπτυξης, αποφεύγοντας να γίνει περιοριστικός σχετικά με ειδικές τεχνολογίες που απαιτούνται για την εφαρμογή ή υποστήριξη μιας πλατφόρμας. Δεύτερον, μπορούμε να δούμε ότι το υπολογιστικό νέφος βασίζεται σε έναν χώρο συγκέντρωσης πόρων δικτύου, υπολογιστών, αποθήκευσης δεδομένων και εφαρμογών. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Η ανάλυση του συνολικού κόστους ιδιοκτησίας (Total Cost of Ownership - TCO) ξεκινάει με τη μέτρηση του κόστους καθενός από τα στοιχεία που είναι απαραίτητα για την παροχή μιας υπηρεσίας. Σε αναλογία με το γεγονός πως το συνολικό κόστος ιδιοκτησίας ενός αυτοκινήτου περιλαμβάνει το κόστος του καυσίμου και της συντήρησης, το συνολικό κόστος ιδιοκτησίας μιας λύσης πληροφορικής περιλαμβάνει το κόστος των αδειών χρήσης λογισμικού, αναβαθμίσεων και επεκτάσεων, καθώς και την κατανάλωση ενέργειας. Σε σύγκριση με το συνολικό κόστος ιδιοκτησίας μιας παραδοσιακής υπολογιστικής υποδομής και εφαρμογών (δηλαδή του μοντέλου παλαιού τύπου ή μη υπολογιστικού νέφους), μπορεί να ποσοτικοποιηθεί με ακρίβεια η αξία του υπολογιστικού νέφους ως λύση σε κάθε στάδιο της εφαρμογής. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Τέλος, θεωρείται ότι τα θεμελιώδη οφέλη του υπολογιστικού νέφους είναι:

α) Η ταχύτητα παροχής πόρων,

β) η ευκολία χρήσης, καθώς και

γ) ο μικρός χρόνος εισαγωγής στην αγορά και η μείωση των επιχειρησιακών δαπανών. Οι μειώσεις των επιχειρησιακών δαπανών που σχετίζονται με το κόστος παροχής, δηλαδή τα έξοδα που σχετίζονται με κινήσεις, προσθήκες και αλλαγές απαραίτητες για την παροχή και υποστήριξη υπολογιστικών λύσεων, σε συνδυασμό με τη μείωση του χρόνου υλοποίησης μιας πλατφόρμας, είναι τα κύρια οφέλη του υπολογιστικού νέφους. Οι μειώσεις των επιχειρησιακών δαπανών αποτελούν ένα μέτρο της μείωσης των εν εξελίξει εξόδων, ενώ η μείωση του χρόνου υλοποίησης είναι ένα μέτρο του πόσο γρήγορα μπορεί να παράγουμε τα οφέλη που συνδέονται με την εφαρμογή μιας λύσης. Οι μετρήσεις που χρησιμοποιούνται για να προσδιορίσουν ποσοτικά τα συναφή οφέλη από την χρήση τεχνολογιών υπολογιστικού νέφους είναι, ουσιαστικά, οι ίδιες είτε πρόκειται για μια εφαρμογή που αποφέρει έσοδα, όπως στην περίπτωση ενός παρόχου που παρακολουθεί την απόδοση του δικτύου, είτε για μια σημαντική πλατφόρμα, η οποία υποστηρίζει, έστω, εισπράξεις. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

Τα χαρακτηριστικά του υπολογιστικού νέφους

Ο ορισμός του NIST επισημαίνει, επίσης, τα πέντε βασικά χαρακτηριστικά του υπολογιστικού νέφους:

- ευρεία δικτυακή πρόσβαση,
- κατ' απαίτηση αυτοεξυπηρέτηση,
- συγκέντρωση πόρων,
- μετρήσιμη υπηρεσία,
- ταχεία ελαστικότητα.

Καθένα από αυτά τα χαρακτηριστικά εξετάζεται παρακάτω ξεχωριστά, δίνοντας έμφαση στα οικονομικά οφέλη τα οποία επιφέρουν. (Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Ορισμένες επιχειρήσεις έχουν ήδη διανύσει πολύ δρόμο προς τον ψηφιακό μετασχηματισμό, ενσωματώνοντας ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών της Βιομηχανίας 4.0 στις δραστηριότητές τους. Άλλες μόλις αρχίζουν με το ταξίδι τους ή αναρωτιούνται από πού πρέπει να ξεκινήσουν. . (McGee J., H. Thomas and D. Wilson, (2005)

Οι διαταραχές της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι αναπόφευκτες. Όταν όμως οι διαδικασίες παραγωγής σας χρησιμοποιούν έξυπνα analytics, θα έχετε την ευκαιρία να ενημερωθείτε και να είστε έτοιμοι με σενάρια διαχείρισης απρόβλεπτων περιστατικών. . (McGee J., H. Thomas and D. Wilson, (2005).

Τα καλά νέα είναι ότι οι έξυπνες λύσεις κατασκευής δεν χρειάζεται να εφαρμοστούν αμέσως. Οι πιο επιτυχημένοι βιομηχανικοί μετασχηματισμοί ξεκινούν με την καλή επικοινωνία και την κατάρρευση των σιλό. Επικοινωνώντας με το προσωπικό, μπορείτε να μάθετε πού βρίσκονται τα λειτουργικά δυνατά και αδύναμα σημεία σας.

Πολλές σύγχρονες και επιτυχημένες επιχειρήσεις εξακολουθούν να επιβιώνουν γιατί πολλά χρόνια προσφέρουν το σωστό προϊόν στο σωστό χρόνο. Πολλές κρίσιμες αποφάσεις του παρελθόντος έχουν ληφθεί χωρίς τη βάση της στρατηγικής σκέψης και του προγραμματισμού. .(Kotler,P., Keller,K. (2006).

Ωστόσο, οι σύγχρονοι μάνατζερ ολοένα περισσότερο αναγνωρίζουν ότι σοφία και διαίσθηση μόνο δεν επαρκούν για να οδηγήσουν τα πεπρωμένα μεγάλων οργανισμών στο σύγχρονο, δυναμικό και μεταβλητό περιβάλλον. Οι σύγχρονοι μάνατζερ στρέφονται στο στρατηγικό προγραμματισμό, καθώς αντιμετωπίζουν την αβεβαιότητα, την αστάθεια, το συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον, τον αυξανόμενο πληθωρισμό, τον ανταγωνισμό, τα μεταβαλλόμενα χαρακτηριστικά μάρκετινγκ και πληθυσμού. .(Kotler,P., Keller,K. (2006).

Η νέα τεχνολογική εποχή των αλλαγών έχει χαρακτηριστεί από την ευρεία εφαρμογή της επιστημονικής σκέψης σε κάθε δραστηριότητα. Ο στρατηγικός σχεδιασμός-προγραμματισμός περιλαμβάνει στάδια που επιτελούνται προκειμένου να εγκριθούν πόροι για δραστηριότητες , οι οποίες καθορίζουν τη σχέση του οργανισμού με το περιβάλλον. Επιπλέον, ο στρατηγικός προγραμματισμός στρέφει την προσοχή σε όλο τον οργανισμό, σε όλη την επιχείρηση. Βασίζεται στις εισροές από μια ποικιλία λειτουργικών περιοχών,

κατευθύνει τις λειτουργικές δραστηριότητες σε όλη την επιχείρηση, και συμβάλλει στην απόδοση-κερδοφορία της εταιρείας. .(Kotler,P., Keller,K. (2006).

Στην πράξη η ανάπτυξη στρατηγικών προγραμμάτων περιλαμβάνει τη λήψη πληροφοριών από το περιβάλλον και τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την αποστολή του οργανισμού και σχετικά με στόχους, στρατηγικές και σχέδιο δραστηριοτήτων. . (McGee J., H. Thomas and D. Wilson, (2005)

Συμπερασματικά, η τεχνολογία με τις εφαρμογές της προσδιορίζει σε ένα βαθμό τον οργανωτικό σχεδιασμό των εταιρειών. Ο σχεδιασμός της εταιρικής διάρθρωσης, ανεξάρτητα του αντικείμενου των δραστηριοτήτων της, επηρεάζεται από την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι αποτελεί τον αποκλειστικό όρο, που ερμηνεύει και δικαιολογεί τη δομική λειτουργία της επιχείρησης. (Tampoe M. and H. Macmillan, (2000).

Έρευνες θεωρητικού χαρακτήρα αλλά και εφαρμοσμένες έχουν αναδείξει τη σημασία που διαδραματίζει το μέγεθος μιας οργάνωσης κατά τη διεργασία του οργανωτικού σχεδιασμού. (McGee J., H. Thomas and D. Wilson, (2005)

BIBΛIOΓPAΦIA

1. Sensor Data Collector Service Documentation <http://catalogue.fi-star.eu/enablers/sensor-data-collection-service>
2. A view of Cloud Computing by Michael Armbrust, Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D. Joseph, Randy Katz, Andy Konwinski, Gunho Lee, David Patterson, Ariel Rabkin, Ion Stoica, Matei Zaharia <http://cacm.acm.org/magazines/2010/4/81493-a-view-of-cloudcomputing/fulltext>
3. The NIST Definition of Cloud by Peter Mell, Timothy Grance <http://faculty.winthrop.edu/domanm/csci411/Handouts/NIST.pdf>
4. Cloud Computing, A Practical Approach by Toby Velte, Anthony Velte, Robert Elsenpeter <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1594816>
5. Cloud Computing Security Risk Assessment by Daniele Catteddu, Giles Hogben <http://www.enisa.europa.eu/activities/riskmanagement/files/deliverables/cloud-computing-risk-assessment>
6. Addressing cloud computing security issues by Dimitrios Zissis, Dimitrios Lekkas <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X10002554>
7. OpenStack: Toward an Open-Source Solution for Cloud Computing, by Omar SEFRAOUI, Mohammed AISSAOUI, Mohsine ELEULDJ <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.245.229&rep=rep1&type=pdf>
8. Service-oriented architecture by Perrey R., Lycett M. http://ieeexplore.ieee.org/xpl/abstractAuthors.jsp?tp=&arnumber=1210138&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D1210138
9. Internet of Things, by Feng Xia, Laurence T. Yang, Lizhe Wang, Alexey Vinel <http://www.homeworkmarket.com/sites/default/files/q5/04/07/danainfo.acppwiszgmk2n0u279qu76contentsserver.pdf>
10. Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph Anthony, Katz Randy, Konwinski Andy, Lee Gunho, Patterson David, Rabkin Ariel, Stoica Ion, Zaharia Matei, (2010). A View of Cloud Computing. Communications of the ACM, CACM Homepage archive. v. 53(4). pp. 50-58
11. Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015). Using Cloud Computing to Improve NetworkOperations and Management, Information Technology: Towards New Smart World (NSITNSW), 2015 5th National Symposium on. pp. 1-6.

12. BitarNabil, GringeriSteven, XiaTiejun, (2013). Technologies and Protocols forData Center and Cloud Networking, IEEE Communications Magazine. v. 51(9). pp. 24-31.
13. Bitar Nabil, (2013). Multi-Tenant Data Center and Cloud Networking Evolution, Optical Fiber Communication Conference and Exposition and the National Fiber Optic Engineers Conference (OFC/NFOEC), 2013. pp. 1-3.
14. M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith, A. D. Joseph, R. Katz, A. Konwinski, G. Lee, D. Patterson, A. Rabkin, I. Stoica and M. Zaharia, Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing, UC Berkeley Reliable Adaptive Distributed Systems Laboratory, 2009. Διαθέσιμο από το διαδικτυακό τόπο: <https://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/EECS-2009-28.pdf>
15. Σμυρνάκη Ε. 2016. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΝΕΦΟΣ (Cloud) ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ-ΓΕΝΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ. 679/2016, ProJustitia Τόμος 2
16. Ferreira, L. (2003). Introduction to grid computing with Globus. San Jose, California: IBM Corp., International Technical Support Organization.
17. Foster, I. and Kesselman, C. (1999). The grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- 18.Foster, I., Kesselman, C. and Tuecke, S. (2001). The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations. International Journal of High Performance Computing Applications, 15(3), pp.200- 222. <http://hpc.sagepub.com/content/15/3/200>
19. Global Grid Forum (2003). Grid Connections. Fall Issue, <https://www.ogf.org/>
20. Hill, R., Hirsch, L., Lake, P. and Moshiri, S. (2013). Guide to Cloud Computing: Principles and Practice. Computer Communications and Networks, London: Springer-Verlag.
21. Kavis, M, (2014). Architecting the Cloud: Design Decisions for Cloud Computing Service Models (SaaS, PaaS, and IaaS). New Jersey: Willey CIO series.
- 23 Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. and Hung Byers, A. (2011). Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. Washington, DC: McKinsey Global Institute.
- 24.Newcomer, E. and Lomow, G. (2005). Understanding SOA with Web services. Upper Saddle River, New Jersey: Addison-Wesley.
25. Thain, D., Tannenbaum, T. and Linvy, M. (2002). Condor and the Grid. New Jersey: John Wiley & Sons. <http://research.cs.wisc.edu/htcondor/doc/condorgrid.pdf>

26. Williams, B. (2012). The economics of cloud computing. An overview for decision makers. Indianapolis, Indiana: Cisco Press
27. Sensor Data Collector Service Documentation <http://catalogue.fi-star.eu/enablers/sensor-data-collection-service>
28. Internet of Things, by Feng Xia, Laurence T. Yang, Lizhe Wang, Alexey Vinel <http://www.homeworkmarket.com/sites/default/files/q5/04/07/danainfo.acppwiszgmk2n0u279qu76contentserver.pdf>
29. Armbrust Michael, Fox Armando, Griffith Rean, Joseph Anthony, Katz Randy, Konwinski Andy, Lee Gunho, Patterson David, Rabkin Ariel, Stoica Ion, Zaharia Matei, (2010). A View of Cloud Computing. Communications of the ACM, CACM Homepage archive. v. 53(4). pp. 50-58
30. Khan Shakir, Al-Mogren Ahmad, AlAjmi Mohamed, (2015). Using Cloud Computing to Improve Network Operations and Management, Information Technology: Towards New Smart World (NSITNSW), 2015 5th National Symposium on. pp. 1-6.
31. Taylor, M., Reilly, D. and Wren C. (2020). Internet of things support for marketing activities. Journal of Strategic Marketing, 28(2), 149-160
32. Tsai, Y.T., Wang, S.C., Yan, K.Q., and Chang, C.M. (2017) Precise Positioning of Marketing and Behavior Intentions of Location-Based Mobile Commerce in the Internet of Things. Symmetry, 2017, 9(8), 139
33. Rykowski, J., Chojnacki, T., and Strykowski, S. (2018). In-Store Proximity Marketing by Means of IoT Devices. 19th Working Conference on Virtual Enterprises (PRO-VE), Sep 2018, Cardiff, United Kingdom. 164-174
34. Seo, J., and Choi, J. (2018). Customized Mobile Marketing Platform Design Utilizing IoT based Beacon Sensor Devices. International Journal of Grid and Distributed Computing, 11, 57-68
35. Rathod A. Y., Pandya S., and Doshi N. (2020). IoT and Modern Marketing: Its Social Implications. 22nd International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT), 407-413
36. Vlachopoulou, M., Manthou, V., 2005, Supply chain and relationship management systems supporting the responsive enterprise. An empirical approach. *International Journal of Services and Operation Management*, vol.1, Interscience Enterprises Ltd.
37. MANAGEMENT STUDY GUIDE, 2013, Operational CRM, www.managementstudyguide.com

38. Tampoe M. and H. Macmillan, (2000), «Strategic Management», New York: Oxford University Pres Inc.
39. Nickols F., (2003) “Strategy: Definitions and Meaning”, Unpublished manuscript, http://www.nickols.us/strategy_definition.htm
40. McGee J., H. Thomas and D. Wilson, (2005), «Strategy: Analysis and Practice», London and Boston: McGraw Hill,.
41. Alexander Hamilton Institute, 1994, Διοίκηση έργου, Project Management, Κριτήριον, Αθήνα.
42. Πανταζόπουλος, Α., 2004, CRM και εταιρική κουλτούρα, www.crm2day.gr
43. Ivancevich, Matteson, 2002, Organization Behavior and Management, McGraw Hill
44. www.microsoft.com