



Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Ψηφιακός Πολιτισμός, Έξυπνες Πόλεις, IoT και Προηγμένες Ψηφιακές
Τεχνολογίες»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	Διαδίκτυο των Πραγμάτων & Βιώσιμο Εργασιακό Περιβάλλον Internet of Things & Sustainable Working Environment
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Αικατερίνη Κάπαρη
Πατρώνυμο	Σπυρίδων Σταύρος
Αριθμός Μητρώου	ΨΠΟΛ/19019
Επιβλέπων	Δημήτριος Δ. Βέργαδος, Καθηγητής

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

(υπογραφή)

(υπογραφή)

(υπογραφή)

Δημήτριος Δ. Βέργαδος
Καθηγητής

Επαμεινώνδας Τσίγκας
Διδάσκων ΠΜΣ

Εμμανουήλ Σκόνδρας
Διδάσκων ΠΜΣ

Ευχαριστίες

Για την ευκαιρία που μου προσέφερε να εκπονήσω την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, αλλά και την βοήθεια και καθοδήγηση σε κάθε στάδιο της εργασίας μου, ευχαριστώ τον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Δημήτριο Δ. Βέργαδο.

Ευχαριστώ τους κ.κ. Τσίγκα και Σκόνδρα, οι οποίοι αφιέρωσαν μέρος από τον χρόνο τους για να αξιολογήσουν αυτή την εργασία.

Ευχαριστώ την οικογένειά μου και τις φιλικές μου επαφές, για όλη την καλή και φωτεινή επίδραση στη ζωή μου!

*Αφιερώνεται σ' εσένα,
που γνωρίζω, είμαι ευγνώμων από πάντα!*

Περίληψη

Σκοπός της μεταπτυχιακής διατριβής είναι να αναδείξει τη διασύνδεση που υπάρχει μεταξύ Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence – AI) και πιο συγκεκριμένα, μέσω του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things – IoT) και των νέων ψηφιακών τεχνολογιών με το σύγχρονο εργασιακό περιβάλλον με κριτήριο τις ενδεδειγμένες βιώσιμες πρακτικές για την ευημερία των εργαζομένων.

Θεματική περιοχή: Τεχνητή Νοημοσύνη (TN), Βιωσιμότητα, Ανθρώπινο Δυναμικό

Λέξεις κλειδιά: IoT, SDG, Ικανοποίηση Εργαζομένων

Abstract

The aim of the master's thesis is to highlight the interconnection that exists between Artificial Intelligence (AI) and more specifically through the Internet of Things (IoT) and new digital technologies with the modern working environment based on appropriate sustainable practices for the well-being of employees.

Subject area: Artificial Intelligence (AI), Sustainability, Human Resources

Keywords: IoT, SDG, Employee Satisfaction

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	3
Περίληψη	5
Abstract	5
Περιεχόμενα	6
Πίνακας Εικόνων	7
Συντομογραφίες	8
Εισαγωγή	9
1. Τεχνητή Νοημοσύνη και Νέες Διαδικτυακές Τεχνολογίες	10
2. Internet of Things (IoT)	14
2.1. Μοντέλα Συνδεσιμότητας και Επίπεδα Αρχιτεκτονικής	15
2.2. Ενδεικτικοί τομείς χρήσης του IoT	17
3. Έξυπνο βιοτικό επίπεδο ζωής	22
3.1. Ατζέντα 2030 και Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης	24
3.2. Έξυπνη Πόλη – Smart City	30
3.2.1. Ενδεικτικές εφαρμογές AI και ESG σε μια Έξυπνη Πόλη	33
3.3. Έξυπνα Δίκτυα – Smart Grids	35
3.4. Έξυπνο Σπίτι – Smart Home	37
4. How IoT can benefit companies?	39
5. Industry 4.0 and beyond	42
6. Κατηγοριοποίηση Εργασίας και Επαγγελματών	47
7. Ανθρώπινο Δυναμικό / Δεξιότητες / Κουλτούρα	50
7.1. Στρατηγική Διαχείριση Ανθρώπινου Δυναμικού	50
7.2. Επιμόρφωση και Εξειδίκευση Εργαζομένων	52
7.3. Βέλτιστες Εργασιακές Πρακτικές και Εργασιακή Κουλτούρα	54
8. Διερεύνηση Ικανοποίησης Εργαζομένων	56
9. Ασφάλεια Πληροφοριών και Νομικές Εξελίξεις	70
Συμπεράσματα	77
Μελλοντική Έρευνα	78
Βιβλιογραφία	79
Ιστοσελίδες	85
Παράρτημα	87

Πίνακας Εικόνων

Figure 1: Elements of AI.....	10
Figure 2: What is the Internet of Things (IoT)?.....	14
Figure 3: Paving the Path to a Sustainable Future	22
Figure 4: The 5 Ps of Sustainable Development	23
Figure 5: The UN 17 Sustainable Development Goals.....	25
Figure 6: Real GDP per capita income in the EU (2023)	27
Figure 7: Real GDP per capita income in Greece (2023)	28
Figure 8: Gross Domestic Expenditure on R&D in the EU (2022).....	28
Figure 9: Gross Domestic Expenditure on R&D in Greece (2022).....	29
Figure 10: Smart Cities Infrastructures and Systems.....	30
Figure 11: ESG concept as Environmental Social Governance.....	32
Figure 12: The plan for the smart city in Elliniko Attica	34
Figure 13: Smart grid & Energy management system.....	35
Figure 14: Smart home & automations	37
Figure 15: Industrial Revolution	42
Figure 16: Industry 4.0 & technology trends	43
Figure 17: Highlights of Industry 5.0.....	44
Figure 18: Digital Economy and Society Index (2022).....	45
Figure 19: Descriptive statistics measures for numerical variables	56
Figure 20: Histograms of numeric variables	57
Figure 21: Histograms of categorical variables	58
Figure 22: Heat map for numerical variable correlations	59
Figure 23: Histograms of numerical variables against employee turnover	60
Figure 24: Metrograms of categorical variables against employee turnover	61
Figure 25: Dropout rates and χ^2 test statistic results for the categorical variables.....	62
Figure 26: Dropout rates and statistical t-test results for numerical variables	63
Figure 27: Classification report of Random Forest Model	64
Figure 28: Confusion Matrix of the Random Forest model over the evaluation set	65
Figure 29: Classification report of Logistic Regression model	66
Figure 30: Confusion Matrix of the Logistic Regression model over the evaluation set	66
Figure 31: Significance of variables according to the Logistic Regression model	68

Συντομογραφίες

ΑΔΜΗΕ	Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
AI	Artificial Intelligence
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΛΣΤΑΤ	Ελληνική Στατιστική Αρχή
ESCO	European Skills, Competences, Qualifications and Occupations
ESG	Environment, Social, Government
ICT	Information and Communications Technology
IERC	International Energy Research Centre
IoT	Internet of Things
ISCO-08	International Standard Classification of Occupations 2008
KPIs	Key Performance Indicators
MIMO	Multiple-Input and Multiple-Output
MIT	Massachusetts Institute of Technology
ML	Machine Learning
OHE	Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών
ΟΟΣΑ	Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης
RFID	Radio Frequency Identification
SDG	Sustainable Development Goal
ΣΕΒ	Σύνδεσμος Επιχειρήσεων και Βιομηχανιών
TN	Τεχνητή Νοημοσύνη
ΤΠΕ	Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών
UNESCO	United Nations Educational Scientific and Cultural Organization

Εισαγωγή

Σε έναν ολοένα και πιο ψηφιακό κόσμο, χώρες, οργανισμοί, επιχειρήσεις και άτομα αποθηκεύουν τεράστιες ποσότητες δεδομένων, ευαίσθητων και μη, στο διαδίκτυο. Οι πληροφορίες αυτές, με τη σειρά τους και με τη βοήθεια της Τεχνητής Νοημοσύνης, μας επιτρέπουν να αντλήσουμε νέα συμπεράσματα, βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής του σύγχρονου ανθρώπου.

Το Internet of Things έχει επιφέρει αλλαγές, σε πολύ μεγάλο βαθμό, προσθέτοντας ευελιξία στην καθημερινή ζωή. Οι απεριόριστες δυνατότητές του δημιουργούν ένα παγκόσμιο διασυνδεδεμένο δίκτυο επικοινωνίας, το οποίο είναι βασισμένο στο Internet, το Cloud Computing, τη Machine to Machine επικοινωνία κ.λπ. και απορρέει στη διευκόλυνση των ανθρώπινων επιλογών.

Καθώς το IoT εξελίσσεται, συνεχίζει να διαμορφώνει τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν οι κοινωνίες. Μεγάλες ποσότητες δεδομένων μεταφέρονται μέσα από το διαδίκτυο και καταλήγουν σε συστήματα ή συσκευές, όπου μπορούν να προγραμματιστούν και να ελεγχθούν. Το IoT είναι μια μεταμορφωτική και κινητήρια δύναμη που διαμορφώνει τις μελλοντικές τεχνολογικές εξελίξεις των επιχειρήσεων. Η παρακολούθηση των εξελίξεων της Τεχνητής Νοημοσύνης με το IoT είναι ζωτικής σημασίας για τις επιχειρήσεις που αναζητούν γνώσεις βάσει δεδομένων. Στην εργασία θα αναλυθούν τα οφέλη και οι προκλήσεις που σχετίζονται με την χρήση TN, νέων τεχνολογιών και IoT στον χώρο της εργασίας και θα γίνει αλγοριθμική μοντελοποίηση για τη διερεύνηση της ικανοποίησης 1470 ανθρώπων που εργάζονται σε εταιρικό περιβάλλον.

Το IoT έχει πολυάριθμες εφαρμογές σε σχεδόν κάθε τομέα, από τη γεωργία μέχρι την εξερεύνηση του διαστήματος και η επιρροή του στην απλοποίηση της καθημερινής ζωής είναι αναμφισβήτητη. Συγκεκριμένο παράδειγμα για την καλύτερη κατανόηση της σύνδεσης IoT με το βιώσιμο εργασιακό περιβάλλον είναι η χρήση έξυπνων κτιρίων ή έξυπνων γραφείων που βασίζονται σε IoT τεχνολογίες. Με τη χρήση αισθητήρων και συνδεδεμένων συσκευών, μπορούν να παρακολουθούνται οι ενεργειακές καταναλώσεις, η χρήση πόρων και οι συνθήκες εργασίας σε πραγματικό χρόνο και άρα να επιτευχθεί μια πιο αποδοτική και βιώσιμη εργασιακή πραγματικότητα.

Η ενημέρωση για τις τελευταίες τάσεις και καινοτομίες είναι απαραίτητη τόσο για ιδιώτες όσο και για επιχειρήσεις. Ο αντίκτυπος Τεχνητής Νοημοσύνης, νέων τεχνολογιών και IoT γίνεται αισθητός σε διάφορους τομείς της κοινωνίας και έχει βαθιά οικονομική και περιβαλλοντολογική σημασία.

1. Τεχνητή Νοημοσύνη και Νέες Διαδικτυακές Τεχνολογίες

Η χρήση νέων τεχνολογιών και συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης σε όλους τους τομείς (π.χ. υγεία, εκπαίδευση, γεωργία, μεταφορές, μάρκετινγκ) και η ψηφιοποίηση της οικονομίας είναι πλέον η νέα πραγματικότητα.

Ο όρος «Τεχνητή Νοημοσύνη» (Artificial Intelligence – AI) είναι ένας όρος «ομπρέλα», που περιλαμβάνει πολλές τεχνολογίες. Είναι ο τομέας της έρευνας που επιδιώκει να κάνει τους υπολογιστές να εκτελούν διαδικασίες, οι οποίες όταν γίνονται από ανθρώπους θεωρούνται διανοητικά ευφυείς.

Αρχικά, πως ορίζουμε τη Νοημοσύνη, θα πρέπει να είναι το πρώτο ερώτημα για να μπορέσουμε να ορίσουμε και την Τεχνητή Νοημοσύνη. Η Νοημοσύνη αντικατοπτρίζει την ικανότητα της πρόσληψης, κατανόησης και εφαρμογής γνώσης, αλλά και προσαρμογής σε νέες συνθήκες. Στις γνωστικές αυτές ικανότητες προσδιορίζονται και οι ιδιότητες της αντίληψης, της μάθησης και της συλλογιστικής. Επομένως, αυτές είναι οι ιδιότητες που ψάχνουμε να βρούμε σε ένα σύστημα για να δούμε εάν εντάσσεται στη σφαίρα της Τεχνητής Νοημοσύνης ή αν είναι απλώς κάποιο υπολογιστικό σύστημα.

Ένας ορισμός για το τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι: η επιστήμη, η οποία ασχολείται με τη σχεδίαση και δημιουργία «νοημόνων» συστημάτων/μηχανών/προγραμμάτων/εργαλείων, που προσομοιάζουν τις γνωστικές ικανότητες της νοημοσύνης, προκειμένου να φέρουν εις πέρας πολύπλοκες εργασίες στο επίπεδο που θα τις διεκπεραίωνε ένας άνθρωπος. Άρα, που μαθαίνουν, σκέφτονται και δρουν σαν άνθρωποι, αντιλαμβανόμενοι την πραγματικότητα, βγάζοντας κάποια συμπεράσματα ή κάνοντας κάποιες πράξεις [1].

Η ικανότητα ενός συστήματος ή μιας μηχανής να ανταποκρίνεται με αυτονομία στις ανθρώπινες δεξιότητες και λειτουργίες, όπως είναι η μάθηση, η κατανόηση, η εφευρετικότητα κ.λπ. ορίζουν την Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) [1], [2].

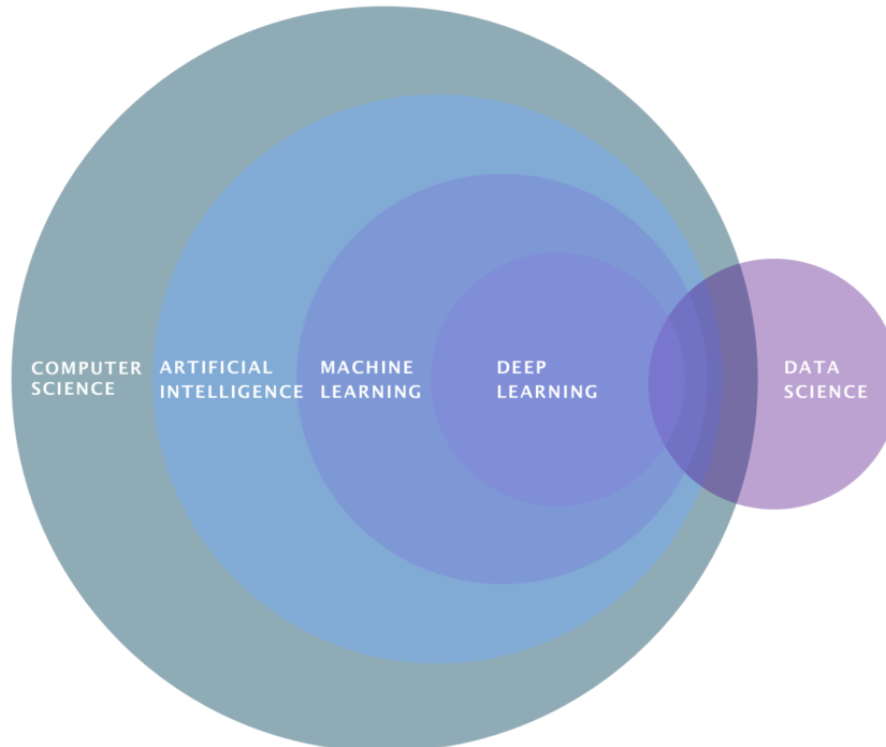


Figure 1: Elements of AI (Πηγή: Medium, <https://medium.com/@kumarisimran606/basics-of-ai-august-15-2020-dfa7e10be6d9>).

Η «Ρομποτική» (Robotics) είναι από τις πρώτες τεχνολογίες που είναι συνυφασμένη με την Τεχνητή Νοημοσύνη. Ωστόσο, η Ρομποτική δεν είναι απαραίτητο ότι περιλαμβάνει Τεχνητή Νοημοσύνη. Αν τυχόν αυτό που έχει κατασκευαστεί, το ρομπότ, που δεν είναι απαραίτητο να είναι ανθρωπόμορφο, δεν κάνει κάποιες από τις έξυπνες δραστηριότητες, δεν είναι απαραίτητο ότι έχει Τεχνητή Νοημοσύνη. Μπορεί να είναι απλώς μια μηχανή που κάνει κάποιες ντετερμινιστικές πράξεις [8], [9], [10].

Ένας άλλος όρος είναι η «Μηχανική Μάθηση» (Machine Learning), η διαδικασία της εμφύτευσης γνώσης μέσα σε ένα σύστημα, εργαλείο κ.λπ. Το σύστημα της ΤΝ, που βασίζεται στη Μηχανική Μάθηση, είναι σε θέση να λάβει μια αυτόνομη απόφαση, με βάση τα μοντέλα που μαθαίνει, η οποία δεν είναι απαραίτητα προβλέψιμη ή ευρέως κατανοητή από τον άνθρωπο [3].

Η Μηχανική Μάθηση είναι μια πτυχή της Τεχνητής Νοημοσύνης. Η Μηχανική Μάθηση, σε αντίθεση με την Τεχνητή Νοημοσύνη, η οποία χρησιμοποιεί την μέθοδο κανόνων εφαρμογής, συνεπάγεται την κατάρτιση αλγορίθμων επεξεργασίας δεδομένων, οι οποίοι μπορούν να πραγματοποιούν σειρά ενεργειών χωρίς σαφείς εντολές.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη, ιδιαίτερα η Μηχανική Μάθηση, βασίζεται σε δεδομένα. Τα δεδομένα και η ποιότητα αυτών είναι ιδιαίτερος σημαντικός. Οι συνεχείς ροές δεδομένων από συσκευές IoT γίνονται πολύτιμες εισροές στους αλγόριθμους Μηχανικής Μάθησης. Ο συνδυασμός ΤΝ και IoT δημιουργεί ένα βέλτιστο περιβάλλον για προηγμένες εφαρμογές Μηχανικής Μάθησης και τους επιτρέπει να μαθαίνουν και να προσαρμόζονται αποτελεσματικά. Η Μηχανική Μάθηση αποδεικνύεται πολύτιμη σε τομείς όπως το μάρκετινγκ, η ιατρική ακριβείας και τα αυτόνομα αυτοκίνητα [4].

Η «Βαθιά Μάθηση» (Deep Learning) είναι μια υποκατηγορία της Μηχανικής Μάθησης, που βασίζεται στο να συνδυάζει πολλές πληροφορίες που προέχονται από πολλούς παράγοντες, πηγές πληροφορίας και εφαρμόζει Νευρωνικά Δίκτυα (Neural Networks)¹. Η Βαθιά Μάθηση λειτουργεί με επίπεδα τεχνητών «νευρώνων», με κάθε επίπεδο να είναι υπεύθυνο για την εκτέλεση μιας συγκεκριμένης εργασίας. Αυτό που διαφοροποιεί τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, σε σχέση με τους νευρώνες του ανθρώπινου εγκεφάλου, είναι ότι στον ανθρώπινο εγκέφαλο υπάρχουν πάνω από 100 δισεκατομμύρια νευρώνες, οι οποίοι δημιουργούν μεταξύ τους τρισεκατομμύρια συνάψεις. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα αντιπροσωπεύουν ένα μικρό κλάσμα του εύρους αυτής της κλίμακας [5].

Η «Στατιστική» (Statistics) είναι κάτι που προσομοιάζει αρκετά την Τεχνητή Νοημοσύνη και είναι αμφιλεγόμενο το κατά πόσο κάποιες μέθοδοι Στατιστικής μπορεί να εντάσσονται μέσα στην Τεχνητή Νοημοσύνη. Αλλά πολλές φορές και η ίδια η Στατιστική έχει δώσει μεθόδους για να κάνουμε προβλέψεις, όπως θα μπορούσε να κάνει και ένας άνθρωπος.

Η «Μηχανική Όραση» (Computer Vision) είναι η ικανότητα εξαγωγής γνώσης και πληροφορίας μέσα από εικόνες ή βίντεο. Αναπαράγει αλγοριθμικά την αίσθηση της όρασης σε ρομπότ, κάμερες επιτήρησης κ.λπ., τα οποία εξερευνούν την οπτική αντίληψη ανθρώπων και ζώων υπό το πρίσμα των φυσιολογικών διαδικασιών [6].

Η «Επεξεργασία/Κατανόηση Φυσικής Γλώσσας» (Natural Language Processing) είναι η αντίληψη που μπορούμε να έχουμε μέσα από κείμενα είτε σε μορφή εγγράφου είτε μπορεί να είναι και κάποια ομιλία. Η κατανόηση και παραγωγή των λέξεων από τις μηχανές, με τον τρόπο που τις χρησιμοποιεί ο ανθρώπινος εγκέφαλος, είναι μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις σήμερα, καθώς η τεχνολογία αναπτύσσεται έντονα προς την κατεύθυνση της αυτόνομης «σκέψης» και «συνείδησης» (Artificial Consciousness – AC)².

Η «Εξόρυξη Γνώσης» (Data Mining) είναι μέσα από μεγάλο όγκο δεδομένων, να μπορέσουμε να πάρουμε πληροφορία, η οποία να είναι αξιοποιήσιμη. Πολλά δεδομένα συγκεντρώνονται και εισάγονται σε αποθήκες δεδομένων (π.χ. εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης). Αυτά τα δεδομένα συλλέγονται και αποθηκεύονται με τρομερή συχνότητα και έχουν

¹ Τα Νευρωνικά Δίκτυα είναι ένας τύπος αλγόριθμου, που μαθαίνει τους υπολογιστές να επεξεργάζονται δεδομένα με τρόπο εμπνευσμένο από τη δομή και τη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου.

² Μετά από ένα στάδιο ανάπτυξης, μια μηχανή, (σ.σ. ένα βαθύ νευρωνικό δίκτυο), μπορεί να έχει την ικανότητα επίγνωσης της ύπαρξής της.

πολύπλοκες σχέσεις μεταξύ τους που δύσκολα ανιχνεύονται [7]. Ο εντοπισμός των κρυμμένων σχέσεων (Γνώση) μπορεί να βοηθήσει στην παροχή καλύτερων και εξατομικευμένων υπηρεσιών, στη διατύπωση και κατηγοριοποίηση υποθέσεων, στην οπτικοποίηση της πληροφορίας κ.λπ.

Τα «Ψηφιακά Δίδυμα» (Digital Twins) είναι εικονικά μοντέλα οποιουδήποτε αντικειμένου ή συστήματος, από μικροσκοπικά στοιχεία έως πόλεις ή ακόμα και τον ανθρώπινο εγκέφαλο. Χρησιμοποιούνται για την επιτάχυνση της έρευνας και των δοκιμών επιτρέποντας ταυτόχρονα, εξαιρετικά γρήγορα πειράματα, μειώνοντας δραστικά το κόστος και τον χρόνο [11]. Η τεχνολογία IoT ενισχύει τον ρεαλισμό αυτών των μοντέλων διασφαλίζοντας ότι βασίζονται σε ακριβή δεδομένα του πραγματικού κόσμου [12]. Για παράδειγμα, ένα ψηφιακό δίδυμο μιας πόλης μπορεί να συλλάβει δεδομένα, σε πραγματικό χρόνο, σχετικά με τις κινήσεις ανθρώπων και οχημάτων, μέσω καμερών και αισθητήρων στο δρόμο, για να βελτιστοποιήσει τον αστικό σχεδιασμό των υποδομών [13].

Η συνεχής ανάπτυξη των δικτύων 5G καθιστά το Edge Computing βιώσιμο για πολλές νέες εφαρμογές, ενώ η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης θα κάνει τις συσκευές πιο έξυπνες και αυτόνομες. Τα αυτόνομα οχήματα χρησιμεύουν ως εξαιρετικό παράδειγμα συσκευών Edge, καθώς ερμηνεύουν δεδομένα από κάμερες για να εντοπίσουν κινδύνους στο δρόμο, χωρίς να χρειάζεται να τα στείλουν στο Cloud και να περιμένουν να σταλούν πληροφορίες [14]. Καθώς αυξάνεται ο όγκος των δεδομένων, αυξάνεται και η ανάγκη εξαγωγής πληροφοριών όσο το δυνατόν γρηγορότερα, ώστε να μπορεί να αναληφθεί δράση πιο γρήγορα και να μειωθεί το κόστος μετάδοσης ακατέργαστων δεδομένων στο Cloud. Επομένως, ένα μοντέλο Τεχνητής Νοημοσύνης έχει εκπαιδευτεί μέσα από δεδομένα και μπορεί να βγάλει, δίνοντάς του ένα ξένο δεδομένο, ένα δεδομένο που δεν υπάρχει στο σύνολο της εκπαίδευσής του και να δώσει ένα αποτέλεσμα.

Ενδεικτικές εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης

Με την Τεχνητή Νοημοσύνη μπορούμε:

1. Να επεξεργαστούμε μεγάλους όγκους πληροφορίας, κάτι που δεν ήταν δυνατό νωρίτερα με άλλες μεθόδους και με τη Στατιστική. Όποτε, πλέον μπορούμε να υποστηρίξουμε σε μεγάλο βαθμό και τις αποφάσεις.
2. Να αυτοματοποιήσουμε εργασίες ρουτίνας, οι οποίες είναι κουραστικές και επαναλαμβανόμενες.
3. Να έχουμε καλύτερη εμπειρία στην εξυπηρέτηση, όταν για παράδειγμα, επισκεπτόμαστε ένα website, μέσω των ψηφιακών βοηθών (chatbot). Η επικοινωνία με τους πολίτες διευκολύνεται και η αλληλεπίδραση με έναν πελάτη/χρήστη είναι πιο εξατομικευμένη και σε πραγματικό χρόνο.
4. Να διεξάγουμε τεκμηριωμένες κλινικά θεραπείες σπάνιων ασθενειών (Ιατρική ακριβείας) κ.λπ.

Οφέλη από την ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης

1. Αύξηση σε μεγάλο βαθμό της αποδοτικότητας των εργαζομένων αλλά και της παραγωγικότητας μιας επιχείρησης.
2. Ανάθεση εργασιών μεγαλύτερης αξίας στο ανθρώπινο δυναμικό.
3. Μείωση λαθών και κατ' επέκταση αύξηση της αξιοπιστίας.
4. Μείωση λειτουργικού κόστους.

Προβληματισμοί που προκύπτουν από την εφαρμογή Τεχνητής Νοημοσύνης

1. Απουσία διαφάνειας στη λήψη και υποστήριξη των αποφάσεων. Όταν μια απόφαση κρίνεται λανθασμένη, είναι περίπλοκο να διερευνηθούν η πορεία και τα κίνητρα αυτής.
2. Αδυναμία καταλογισμού ευθύνης. Ένα σύστημα TN, ενδεχομένως, μέσα από μια απόφαση, να προσβάλει τα ανθρώπινα δικαιώματα ή να υποπέσει σε παραπτώματα.
3. Παραβίαση ιδιωτικής ζωής. Υπάρχει διαθέσιμη πληθώρα δεδομένων υγείας, ταυτοποίησης, επικοινωνίας, προτιμήσεων, αγορών, πληρωμών κ.λπ., τα οποία μπορούν να γίνουν προϊόν εκμετάλλευσης από διάφορες εταιρείες.
4. Εξάπλωση κακόβουλου Hacking. Η TN δημιουργεί αυτοματοποιημένα πολλαπλές IP διευθύνσεις, τις οποίες χρησιμοποιούν οι hackers, ώστε να μην μπορούν να ιχνηλατηθούν στο διαδίκτυο.
5. Χειραγώγηση. Μέσα από διαφημίσεις, οι χρήστες έρχονται σε επαφή με προτάσεις περιεχομένου που ήδη συμβαδίζουν με τις κοινωνικές, πολιτικές, οικονομικές κ.λπ. αντιλήψεις τους (π.χ. προεκλογικές καμπάνιες).
6. Εφαρμογή διακρίσεων και προκαταλήψεων. Ένα σύστημα TN εάν τροφοδοτηθεί με δεδομένα προκατειλημμένου περιεχομένου, έχει σοβαρές πιθανότητες να λάβει αποφάσεις με τις ίδιες προκατειλημμένες αντιλήψεις.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει θετικό πρόσημο, όταν επαυξάνει την ανθρώπινη δημιουργικότητα και αποδοτικότητα σε εργασίες που απαιτούν γνωστικές ικανότητες (ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, μάθηση, μνημόνευση, επαγωγή, διάδραση κ.λπ.). Η Τεχνητή Νοημοσύνη δεν μαθαίνει μόνη της, αλλά βασίζεται σε αυτά που της μαθαίνουν οι άνθρωποι. Είναι σημαντικό και θα είναι πάντα σημαντικό να υπάρχει ο ανθρώπινος παράγοντας. Οι άνθρωποι επιλέγουμε τα δεδομένα που τροφοδοτούμε στη μηχανή και άρα, εμείς θα πρέπει να αξιολογούμε τη μηχανή γύρω από την αποτελεσματικότητα και την επίδοση της.

2. Internet of Things (IoT)

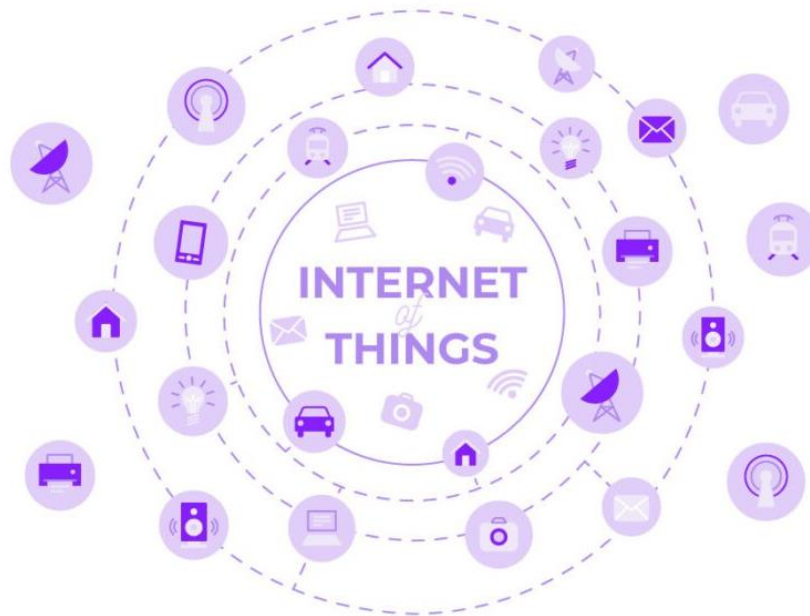


Figure 2: What is the Internet of Things (IoT)? (Πηγή: LinkedIn, <https://www.linkedin.com/pulse/what-internet-things-iot-definition-examples-piesoft-us/>).

Με τον όρο «Internet of Things (IoT)» αναφερόμαστε σε έξυπνες συσκευές με αισθητήρες, που αλληλοεπιδρούν με το περιβάλλον και ανταλλάσσουν αυτόματα δεδομένα και πληροφορίες με άλλα αντικείμενα μέσω διαδικτύου ή άλλων δικτύων³. Αυτός ο διασυνδεδεμένος ιστός των έξυπνων συσκευών έχει ενισχύσει την αποτελεσματικότητα και την ευκολία των χρηστών σε διάφορες εφαρμογές [15].

Πιο αναλυτικά, το IoT αξιοποιεί μεταξύ άλλων την τεχνολογία επικοινωνίας «Machine to Machine (M2M)». Η M2M αρχιτεκτονική δίνει χώρο σε ασύρματες και ενσύρματες ευρυζωνικές συνδέσεις μεταξύ των συσκευών, ελαχιστοποιώντας την ανθρώπινη παρέμβαση και παρέχει υψηλές υπηρεσίες επικοινωνίας για την ικανοποίηση καταναλωτών και βιομηχανιών [16].

Για το IoT έκανε λόγο, το 1999, ο Kevin Ashton, ένας από τους ιδρυτές του Auto-ID Center στο MIT⁴. Ο Ashton παρουσίασε μια νέα πρόταση στην εταιρεία Procter & Gamble (P&G), όπου εργαζόταν, σχετικά με τον τρόπο σύνδεσης και ταυτοποίησης αντικείμενων με το διαδίκτυο μέσω ραδιοσυχνοτήτων της ετικέτας RFID, που χρησιμοποιούνταν από εταιρίες εφοδιαστικής αλυσίδας, προκειμένου να μετρούν και να παρακολουθούν τα εμπορεύματά τους, χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση.

Η θεωρία του Ashton ισχυριζόταν ότι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές και κατ' επέκταση το Internet είναι πλήρως εξαρτώμενα από την ανθρώπινη πληροφορία και πράγματι, τα περισσότερα, αν όχι όλα από τα διαθέσιμα δεδομένα του διαδικτύου, είναι πληροφορίες οι οποίες δημιουργήθηκαν και συλλέχτηκαν από ανθρώπους, πληκτρολογώντας, καταγράφοντας, απεικονίζοντας ή σαρώνοντας κάποιο QR code [17].

Σύμφωνα με το IERC, το IoT είναι «μια δυναμική παγκόσμια υποδομή δικτύου με δυνατότητες αυτό-διαμόρφωσης, βασισμένη σε πρότυπα και διαλειτουργικά πρωτόκολλα επικοινωνίας, φυσικά και εικονικά «πράγματα», που έχουν ταυτότητα και χαρακτηριστικά και

³ Η ικανότητα πληροφοριακών συστημάτων να «επικοινωνούν» μεταξύ τους, ανταλλάσσοντας δεδομένα ονομάζεται διαλειτουργικότητα.

⁴ Βλ. σχετικό link: https://en.wikipedia.org/wiki/Auto-ID_Labs

είναι ικανά να χρησιμοποιούν ευφυείς διεπαφές, ενσωματωμένα σε ένα δίκτυο πληροφοριών». Κάθε αντικείμενο έχει μία μοναδική ταυτότητα και είναι πλήρως προσβάσιμο από το διαδίκτυο με τη θέση και την κατάστασή του να είναι ανά πάσα στιγμή γνωστές. Το IoT μπορεί να είναι η νέα έκδοση της ICT.

Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των δεδομένων που συγκεντρώνονται, διαφοροποιείται και η ανάλυση που είναι εφικτή να γίνει, όπως και ο βαθμός αξιοποίησής τους. Πιο αναλυτικά, υπάρχουν δεδομένα συνεχούς ροής, όπως οι ειδοποιήσεις μηνυμάτων, υψηλής έντασης, ημιδομημένα και ακαθόριστα, όπως τα video και οι εικόνες.

Για την ανάλυση των δεδομένων με το λιγότερο κόστος, οι Haight και Park [18], προτείνουν τέσσερα στάδια ανάλυσης:

1ο: Τοποθέτηση αισθητήρων στις συσκευές, οι οποίοι θα είναι προγραμματισμένοι με τέτοιο τρόπο, ώστε να συλλέγουν και να στέλνουν τα δεδομένα που απαιτούνται, σε μία βάση δεδομένων, κλιμακωτά.

2ο: Περιγραφική ανάλυση και επεξεργασία δεδομένων άμεσα, χωρίς καθυστερήσεις.

3ο: Προγνωστική ανάλυση. Εξαγωγή αποτελεσμάτων, μέσω αλγορίθμων ML, με απώτερο σκοπό την πρόβλεψη και τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών σε πραγματικό χρόνο.

4ο: Αυτοματισμός. Συγκεκριμένες προτάσεις βάσει δεδομένων ζωντανής ροής για αυτόματη έναρξη μιας διαδικασίας.

Τα παραπάνω συνεργάζονται για να επιτρέψουν την απρόσκοπτη ενοποίηση συσκευών, την επεξεργασία δεδομένων και τον μετασχηματισμό εφαρμογών στο οικοσύστημα του IoT.

2.1. Μοντέλα Συνδεσιμότητας και Επίπεδα Αρχιτεκτονικής

- ***Device-To-Device Communication Model***

Το μοντέλο συνδεσιμότητας Device-To-Device απευθύνεται σε δύο ή και περισσότερες συσκευές, οι οποίες συνδέονται και επικοινωνούν άμεσα αναμεταξύ τους με πολλούς τύπους δικτύων.

Ως επί το πλείστον χρησιμοποιούν τα εξής πρωτόκολλα: Bluetooth, Z-Wave και ZigBee. Για να είναι εφικτή η επικοινωνία μεταξύ των συσκευών, θα πρέπει οι κατασκευαστές τους να έχουν επιλέξει ίδιο πρωτόκολλο.

Ένα παράδειγμα είναι οι συσκευές οικιακού αυτοματισμού, οι οποίες δεν μεταδίδουν μεγάλα πακέτα πληροφοριών.

- ***Device-To-Cloud Communication Model***

Το μοντέλο συνδεσιμότητας Device-To-Cloud συνδέεται άμεσα με μία διαδικτυακή υπηρεσία Cloud και στις περισσότερες περιπτώσεις έχουν τον ίδιο προμηθευτή. Η ανταλλαγή πληροφοριών και ο έλεγχος κυκλοφορίας των μηνυμάτων πραγματοποιείται ιδανικά. Το μοντέλο αυτό ενδείκνυται για χρήση έξυπνων συσκευών, όπως η τηλεόραση. Είναι λειτουργικό για τον χρήστη καθώς μπορεί να ελέγχει τις συσκευές με ενσύρματο αλλά και ασύρματο τρόπο.

- **Device-To-Gateway Communication Model**

Το μοντέλο συνδεσιμότητας Device-To-Gateway συνδέεται στο Cloud με τη βοήθεια μιας ενδιάμεσης συσκευής, στην οποία υπάρχει το λογισμικό που μεταφράζει τα δεδομένα και τα πρωτόκολλα. Συνδέει τις συσκευές IoT στο Cloud και παρέχει ασφάλεια. Ένα τέτοιο μοντέλο συνδεσιμότητας είναι το έξυπνο ρολόι (smartwatch), το οποίο χρησιμοποιεί συχνά ως ενδιάμεση συσκευή το smartphone.

- **Back-End Data-Sharing Communication Model**

Το μοντέλο συνδεσιμότητας Back-End Data-Sharing αποτελεί επέκταση του μοντέλου Device-To-Cloud. Για τη σύνδεση της IoT συσκευής στο Cloud απαιτείται η σύνδεση μιας άλλης συσκευής (π.χ. smartphone), στην οποία τρέχει το λογισμικό της εφαρμογής και τα δεδομένα που συλλέγονται από αισθητήρες μπορούν να αξιοποιηθούν από χρήστες ή εξουσιοδοτημένα τρίτα μέρη.

Το Internet of Things αποτελείται κατά κύριο λόγο από τέσσερα **Επίπεδα Αρχιτεκτονικής** [19]:

- **Επίπεδο Αντίληψης (Perception Layer):** Αυτό το επίπεδο αποτελείται από αισθητήρες δεδομένων όπως είναι το RFID, το barcode, η κάμερα, το GPS, τα M2M τερματικά και διάφορους άλλους αισθητήρες. Τα περισσότερα παρέχουν την αποθήκευση πληροφοριών, τη συλλογή δεδομένων, την επικοινωνία και τον έλεγχο. Έτσι, οι κύριες λειτουργίες του επιπέδου αντίληψης είναι η ταυτοποίηση των αντικειμένων και η συλλογή – επεξεργασία των δεδομένων, μέσω αισθητήρων.

- **Επίπεδο Δικτύου (Network Layer):** Μέσω του επιπέδου δικτύου, οι πληροφορίες, οι οποίες συλλέγονται από το προηγούμενο επίπεδο, μεταδίδονται σε κάποιο σύστημα επεξεργασίας δεδομένων, όπως είναι το Internet, το Mobile Network ή κάποιο άλλο αξιόπιστο δίκτυο. Αυτό το επίπεδο, έχει την ικανότητα της λειτουργίας δικτύου και παράλληλα συμβάλει στη λειτουργία πληροφοριών.

- **Ενδιάμεσο Λογισμικό (Middleware Layer):** Ένα από τα σημαντικότερα επίπεδα, το οποίο αποτελείται από ένα σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών, το οποίο εκτελεί αυτόματες ενέργειες. Το επίπεδο αυτό είναι προσανατολισμένο στις υπηρεσίες. Έτσι, αυτό το επίπεδο είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση πληροφοριών, για τον έλεγχο (φιλτράρισμα) των δεδομένων, για τον έλεγχο πρόσβασης καθώς και για τον μοναδικό ηλεκτρονικό κωδικό προϊόντος (Electronic Product Code – EPC)⁵. Επίσης, σε αυτό το επίπεδο υπάρχει ένα στρώμα Software, αναπτυγμένο ανάμεσα στα τεχνολογικά επίπεδα και τα επίπεδα εφαρμογών. Το Middleware, τα τελευταία χρόνια, τείνει να αυξάνει την σημαντικότητά του, γιατί αποσκοπεί στην απλοποίηση της ανάπτυξης νέων υπηρεσιών και στην ενσωμάτωση υφιστάμενων τεχνολογιών σε νέες τεχνολογίες.

- **Επίπεδο Εφαρμογών (Application Layer):** Σε αυτό το επίπεδο πραγματοποιούνται πολλές από τις εφαρμογές του Internet of Things, που βασίζονται στις ανάγκες του χρήστη και σχετίζονται με τις μετακινήσεις (Smart Transportation), τον τομέα της υγείας (Smart Hospital), το περιβάλλον (Smart Environment) και της κατοικίας (Smart Home). Επίσης, είναι υπεύθυνο για

⁵ Ο ηλεκτρονικός κωδικός προϊόντων EPC είναι ένας αύξων αριθμός, ο οποίος περιέχεται σε μια RFID ετικέτα και προσδιορίζει ένα συγκεκριμένο αντικείμενο.

πολλές εφαρμογές, μέσω της αναπτυσσόμενης τεχνολογίας RFID, ενώ η ανταλλαγή πληροφοριών και η ασφάλεια των πληροφοριών είναι το κεντρικό του χαρακτηριστικό.

2.2. Ενδεικτικοί τομείς χρήσης του IoT

Ασφάλεια και Απόρρητο – Security and Privacy

Όσο περισσότερες συσκευές είναι συνδεδεμένες σε ένα δίκτυο, τόσο περισσότεροι τρόποι υπάρχουν για να εισέλθουν κρυφά οι εισβολείς.

Καθώς οι επιθέσεις στον κυβερνοχώρο αναμένεται να αποτελέσουν αυξανόμενη απειλή, η ασφάλεια των συσκευών, ιδιαίτερα σε μια εποχή απομακρυσμένου και κατακευματισμένου εργατικού δυναμικού, θα είναι μια βασική πρόκληση [26], [27].

Η διατήρηση της εμπιστοσύνης των χρηστών είναι βασική προτεραιότητα για τις επιχειρήσεις, πράγμα που σημαίνει ότι η ασφάλεια και το απόρρητο πρέπει να βρίσκονται στην κορυφή της ατζέντας κατά τη δημιουργία δικτύων έξυπνων συσκευών και συνδεδεμένης τεχνολογίας.

Υγειονομική Περίθαλψη – Healthcare

Η υγειονομική περίθαλψη αντιπροσωπεύει μία από τις πιο σημαντικές κοινωνικές και οικονομικές προκλήσεις που αντιμετωπίζει κάθε χώρα, με τους διαχειριστές της, κλινικούς ιατρούς, ερευνητές και άλλους επαγγελματίες υγείας να δέχονται αυξανόμενες πιέσεις για να προσαρμοστούν στις προσδοκίες της νέας ψηφιακής εποχής.

Οι τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της επικοινωνίας και τα ενσωματωμένα συστήματα επιτρέπουν το σχεδιασμό και την ανάπτυξη συστημάτων απομακρυσμένης επικοινωνίας με χαμηλή κατανάλωση ρεύματος και υψηλή υπολογιστική απόδοση. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι ουσιώδη για την ανάπτυξη συστημάτων παρακολούθησης της υγείας. Η απομακρυσμένη παρακολούθηση ή τηλεϊατρική βοηθά τους ιατρούς να παρακολουθήσουν την πρόοδο των ασθενών. Με αυτόν τον τρόπο οι ασθενείς διατηρούν την ποιότητα των ιατρικών υπηρεσιών με χαμηλότερο κόστος.

Η έξυπνη υγεία μπορεί να ωφελήσει τους πολίτες, τους ασθενείς, τους επαγγελματίες υγείας και περίθαλψης, αλλά και τους οργανισμούς υγείας και τις δημόσιες αρχές. Η ηλεκτρονική υγεία παρέχει εξατομικευμένη πολιτοκεντρική υγειονομική περίθαλψη, η οποία είναι πιο στοχευμένη και αποτελεσματική με τις εκάστοτε ανάγκες.

Στον τομέα της υγείας, οι συσκευές IoT μπορούν να παρακολουθούν εξ αποστάσεως τους ασθενείς καθώς και να βοηθούν τους γιατρούς να κάνουν διαγνώσεις, να συλλέγουν δεδομένα για ερευνητικούς σκοπούς και στην ανάπτυξη νέων θεραπειών. Καθώς η κοινωνία προσαρμόζεται στην αλλαγή, λύσεις όπως τα εικονικά νοσοκομεία, όπου οι ασθενείς παραμένουν στο σπίτι αλλά παρακολουθούνται ηλεκτρονικά από μια κεντρική τοποθεσία, θα είναι ζωτικής σημασίας για την υγεία και ευεξία όλων [20].

Συγκοινωνία και Αυτόνομα Οχήματα – Transportation and Autonomous Vehicles

Ο αριθμός των οχημάτων που προστίθενται στους δρόμους αυξάνεται με ταχύ ρυθμό, ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες. Ωστόσο, η χωρητικότητα της οδικής υποδομής δεν συμβαδίζει με την αύξηση της κυκλοφορίας λόγω διαφόρων παραγόντων, όπως η έλλειψη χώρου για την κατασκευή νέων δρόμων, οι περιορισμοί κόστους κλπ. Έτσι, η κυκλοφοριακή συμφόρηση συναντάται πιο συχνά στις αστικές περιοχές, αυξάνοντας σημαντικά τον χρόνο μετακίνησης των επιβατών, επηρεάζοντας την ποιότητα της ανθρώπινης ζωής, συμβάλλοντας στην ψυχολογική πίεση κ.ά. Δεδομένου ότι τα οχήματα κινούνται με χαμηλότερες ταχύτητες και σταματούν πιο συχνά, η κατανάλωση καυσίμων αυξάνεται σημαντικά, γεγονός που έχει δυσμενείς οικονομικές και περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις, όπως η αύξηση της φθοράς των ελαστικών των οχημάτων και της υποδομής του οδοστρώματος κ.ά. Ως παράδειγμα, τα συστήματα αυτόματης οδήγησης της Tesla βελτιώνονται συνεχώς αυτόματα. Οι αισθητήρες συλλέγουν και κοινοποιούν δεδομένα σχετικά με τη φθορά στον ιδιοκτήτη του αυτοκινήτου ή στο συνεργείο.

Νέες ευφυείς λύσεις αναπτύσσονται για περισσότερο αποδοτική χρήση της υπάρχουσας οδικής υποδομής και μείωση του χρόνου μετακίνησης. Η διαχείριση της κυκλοφορίας με αισθητήρες (σε φωτεινούς σηματοδότες, οι οποίοι μπορούν να ανιχνεύσουν διαφορετικά επίπεδα φωτός στον ουρανό και να προσαρμόσουν τη φωτεινότητα των σημάτων, διασφαλίζοντας ότι είναι πάντα ορατά στους οδηγούς), με κάμερες, ακόμη και μέσω εφαρμογών κυκλοφορίας για smartphones, μεταδίδει δεδομένα που χρησιμοποιούνται για την αποφυγή κυκλοφοριακής συμφόρησης και την ομαλή μετακίνηση [23]. Τα αυτόνομα οχήματα χρησιμοποιούν μια σειρά από συνδεδεμένες συσκευές, για την ασφαλή πλοήγηση στους δρόμους, σε κάθε είδους κυκλοφορία και καιρικές συνθήκες.

Συνδέσεις IoT υπάρχουν και σε συμβατικά οχήματα, με τους κατασκευαστές να εγκαθιστούν συνδεδεμένες συσκευές για την παρακολούθηση της απόδοσης και τη διαχείριση των ηλεκτρονικών συστημάτων.

Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας – Supply Chain Management

Οι εταιρείες χρησιμοποιούν αισθητήρες, τηλεματική, GPS και αναλυτικά στοιχεία για να δουν πού βρίσκονται τα οχήματά τους ανά πάσα στιγμή, να εκτιμήσουν πότε θα φτάσουν στον προορισμό τους και αν οι εξωτερικές συνθήκες δικαιολογούν την ενημέρωση των διαδρομών ή τις αναμενόμενες ώρες άφιξης [21].

Λιανικό Εμπόριο – Retail

Το IoT έχει υιοθετηθεί ευρέως στο λιανικό εμπόριο, όπου λαμβάνει τη μορφή συστημάτων απογραφής, αυτοματοποιημένων ταμείων, ψηφιακών πληρωμών κ.ά. Ήδη, οι λιανοπωλητές αναγνωρίζουν όλο και περισσότερο τις έξυπνες συσκευές ως απαραίτητες για την κατανόηση και τη βελτίωση των εμπειριών των πελατών τους.

Σε γενικές γραμμές, οι δαπάνες για το IoT στο λιανικό εμπόριο αναμένεται να αυξηθούν από 28,14 δισεκατομμύρια δολάρια σε 177,9 δισεκατομμύρια δολάρια έως το 2031 [24].

Βιομηχανία – Industry

Οι επιχειρήσεις διαχειρίζονται και αντιμετωπίζουν προβλήματα με πιο γρήγορους και ποιοτικούς ρυθμούς, μέσα από τη συλλογή δεδομένων, εξοικονομώντας χρόνο και οικονομικούς πόρους. Γνωστό και ως Industrial Internet of Things (IIoT), σε μια βιομηχανία, οι αισθητήρες μας πληροφορούν για την κατάσταση των μηχανημάτων, τις περιβαλλοντικές συνθήκες του

εργασιακού χώρου, την καταλληλότητα των προϊόντων, την ασφάλεια και υγιεινή των εργαζομένων κ.ά. [22].

Γεωργία – Farming

Ο τομέας της γεωργίας έχει παρουσιάσει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και αναμένεται να συνεχίσει να εξελίσσεται και στο μέλλον.

Η αλόγιστη χρήση αγροχημικών και φυτοφαρμάκων έχει οδηγήσει σε αδιέξοδο. Έτσι, παρατηρείται μια στροφή σε πιο βιώσιμες αναγεννητικές, αγροοικολογικές πρακτικές, οι οποίες αναδεικνύονται από κινήματα, μικρούς παραγωγούς, και από τη βιομηχανία με επίκεντρο τη δημιουργία πράσινων υποδομών, βιομηχανικής μορφής, αστικές φάρμες στις πόλεις, καθώς έχουν καλύτερο κλιματικό αποτύπωμα και φέρνουν την παραγωγή των τροφίμων, πιο κοντά στον καταναλωτή. Με την ΤΝ και τις νέες τεχνολογίες έχουμε πρόσβαση σε πληροφορίες για θέματα όπως για την παρακολούθηση της σοδιάς, του αγρού, του εδάφους, των ζώων, των φυτών, των καιρικών συνθηκών κ.λπ., αλλά και για τις διατροφικές συνήθειες του πληθυσμού.

Χαρακτηριστικά, ως λύσεις της αποτελεσματικής γεωργικής διαχείρισης, τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη, drones, παρακολουθούν τους αγρούς, καταγράφουν αδυναμίες ή προσβολές των φυτών ή λύνουν θέματα λίπανσης και θρέψης, εξετάζουν την υγρασία του εδάφους, του αέρα και δίνουν real time αποτελέσματα [30]. Από τη μία φαίνεται ότι ο ρόλος του καλλιεργητή, του γεωπόνου, των ανθρώπων που εργάζονται στη γεωργία, υποβαθμίζεται, αλλά, από την άλλη, τους δίνει χρόνο να κάνουν άλλα πιο χρήσιμα, όπως να επέμβουν πιο φιλικά προς το περιβάλλον με τα δεδομένα που συλλέγουν και ως επακόλουθο να βελτιώνονται οι καθημερινές εργασίες στα αγροκτήματα [29].

Βιωσιμότητα και Κυκλική Οικονομία – Sustainability and Circular Economy

Οι συνδεδεμένες συσκευές IoT μπορούν να συλλέγουν δεδομένα που υποδεικνύουν την υγεία και την ποιότητα του αέρα, του νερού και του εδάφους, καθώς και της αλιείας, των δασών και άλλων φυσικών βιοτόπων. Μπορούν επίσης να συλλέγουν καιρικά και άλλα περιβαλλοντικά δεδομένα.

Η μετάβαση προς τη βιωσιμότητα και την επαναχρησιμοποίηση πρέπει να αποτελεί προτεραιότητα για όλους μας [25]. Οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για την παρακολούθηση της απόδοσης θερμότητας και της χρήσης ενέργειας σε κτίρια. Αισθητήρες IoT μπορούν να βοηθήσουν, εκτός των άλλων, στον προσδιορισμό του κατά πόσον τα προϊόντα απορρίπτονται ή επαναχρησιμοποιούνται με βιώσιμο τρόπο, όπου είναι δυνατόν, παρακολουθώντας τα απόβλητα και τις υποδομές ανακύκλωσης ή τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα, δίνοντας έμφαση στην κυκλοφοριακή ροή μεγάλων αστικών κέντρων.

Ως εκ τούτου, το IoT παρέχει τη δυνατότητα όχι μόνο πρόσβασης σε περισσότερα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο σχετικά με το περιβάλλον σε οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή και τόπο, αλλά επιτρέπει επίσης σε επιχειρήσεις, οργανισμούς κ.λπ. σε διάφορους κλάδους να χρησιμοποιούν αυτά τα δεδομένα για να συγκεντρώσουν χρήσιμες πληροφορίες. Τέτοιες πληροφορίες μπορούν να βοηθήσουν τις κρατικές υπηρεσίες να παρακολουθούν καλύτερα, ακόμη και να προβλέπουν φυσικές καταστροφές, όπως ανεμοστρόβιλοι, καθώς και να διαχειρίζονται και να προστατεύουν καλύτερα τους πληθυσμούς της γης και της άγριας ζωής. Οι εταιρείες μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτά τα δεδομένα για να περιορίσουν καλύτερα το αποτύπωμά τους σε άνθρακα, να τεκμηριώσουν αποτελεσματικά τη συμμόρφωση με τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς κ.ά.

Αναφέρουμε κάποια από τα **πλεονεκτήματα** της τεχνολογίας Internet of Things:

1. Εξοικονόμηση κόστους. Οι συσκευές λειτουργούν με βέλτιστα κριτήρια απόδοσης και άρα, η ενέργεια εξοικονομείται. Τα προειδοποιητικά μηνύματα πιθανών δυσλειτουργιών που λαμβάνει ο χρήστης συμβάλλουν στη μείωση του κόστους των εξόδων.
2. Ταχύτερη ανταλλαγή δεδομένων. Η επικοινωνία, μέσω των IoT εφαρμογών, διευκολύνεται και βελτιώνεται η απόδοση των ηλεκτρονικών συσκευών.
3. Αυξημένη παραγωγικότητα. Η αυτόματη διεκπεραίωση καθημερινών εργασιών και ο ακριβής έλεγχός τους, χωρίς την φυσική ανθρώπινη παρουσία, επιδιώκει ταχύτερα και παραγωγικότερα αποτελέσματα.
4. Προγνωστική συντήρηση. Οι αισθητήρες συλλέγουν, αποθηκεύουν και μεταδίδουν δεδομένα σχετικά με την απόδοση, τα οποία όταν αναλυθούν μπορούν να εντοπίσουν τις ανάγκες συντήρησης και τα πιθανά προβλήματα προτού απαιτηθούν, επιτρέποντας στους ιδιοκτήτες να λαμβάνουν προληπτικά μέτρα αποφεύγοντας έτσι την υποβάθμιση της απόδοσης και τυχόν βλάβες του εξοπλισμού.
5. Εξοικονόμηση χρόνου. Ο χρόνος που εξοικονομείται είναι πολύ σημαντικός για τους ανθρώπους, καθώς μειώνεται η χειρωνακτική εργασία και ως αποτέλεσμα διαμορφώνεται αλλιώς το βιοτικό επίπεδο, βελτιώνεται και η υγιεινή και ασφάλεια στους χώρους εργασίας.
6. Παρακολούθηση και Εποπτεία. Ο έλεγχος των δεδομένων γίνεται πιο εύκολα και από οπουδήποτε μέσω ενός δικτύου που συνδέει χρήστη και συσκευή. Ο χρήστης έχει πρόσβαση σε πληροφορίες με ακρίβεια και μπορεί να παρακολουθεί όλη την εικόνα των αντικειμένων του ενδιαφέροντος του.

Αναφέρουμε κάποια από τα **μειονεκτήματα** της τεχνολογίας Internet of Things:

1. Ενέργεια. Η αποθήκευση των πληροφοριών που παράγονται από τις έξυπνες συσκευές αυξάνουν τις ενεργειακές απαιτήσεις του IoT.
2. Ασφάλεια και Απόρρητο. Είναι σαφές ότι με τη χρήση της IoT τεχνολογίας διακυβεύονται συχνά θέματα ασφάλειας και διαρροής προσωπικών δεδομένων – παραβίασης ιδιωτικών πληροφοριών, τα οποία επηρεάζουν τις επιχειρήσεις και την κοινωνία γενικότερα⁶. Επιπλέον, παράνομοι εισβολείς (hackers) μπορεί να επιχειρήσουν να αποκτήσουν πρόσβαση σε ευαίσθητα δεδομένα που μεταδίδονται μέσω διαδικτύου.
3. Πολυπλοκότητα. Σύνθετο δίκτυο διασυνδεδεμένων συσκευών, του οποίου η διαχείριση μπορεί να είναι αρκετά δύσκολη. Σε ενδεχόμενο βλάβης ενός και μόνο δικτύου μπορεί να προκληθεί δυσλειτουργία στη συσκευή και πιθανώς, να καταρρεύσει συνολικά το σύστημα.
4. Συμβατότητα. Δεν υπάρχουν συγκεκριμένες προδιαγραφές για τον τρόπο λειτουργίας και παρακολούθησης των συσκευών μέσω αισθητήρων.
5. Μείωση θέσεων εργασίας. Η αυτοματοποίηση διαφόρων λειτουργιών προσανατολίζει τη σκέψη προς την υποκατάσταση του ανθρώπινου παράγοντα από τις μηχανές και μακροπρόθεσμα στην εξάλειψη συγκεκριμένων επαγγελμαμάτων.

⁶ Βλ. σχετικό link: <https://www.techtarget.com/iotagenda/tip/Top-advantages-and-disadvantages-of-IoT-in-business>

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) αποτελεί πρόκληση για τις επιχειρήσεις, την οικονομία και την κοινωνία. Η χρήση του IoT αυξήθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, λόγω της αυξανόμενης διεξόδου των έξυπνων αναλυτικών στοιχείων και της απομακρυσμένης παρακολούθησης.

Ο δημόσιος τομέας και οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας χρησιμοποιούν επίσης το IoT για να φέρουν αποδοτικότητα και ανθεκτικότητα στα ενεργειακά τους δίκτυα. Επίσης, οι συνδεδεμένες συσκευές επιτρέπουν πλέον την αμφίδρομη επικοινωνία σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού ενέργειας, βελτιώνοντας έτσι την ικανότητα των επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας να την μετακινούν και να τη διαχειρίζονται.

Σημαντικές τεχνολογίες όπως το 5G⁷, το Blockchain⁸, η Τεχνητή Νοημοσύνη, το Cloud Computing και άλλες, πρόκειται να διαδραματίσουν καίριο ρόλο στη βελτίωση της παγκόσμιας συνδεσιμότητας και του Διαδικτύου των Πραγμάτων [28]. Οι τεχνολογίες αυτές εξελίσσονται και αλλάζουν συνεχώς. Η Τεχνητή Νοημοσύνη και το IoT δεν είναι ανεξάρτητες μεμονωμένες τεχνολογίες. Καθώς οι νέες τεχνολογίες καθιστούν εφικτές τις λύσεις Internet of Things (IoT), οι μελλοντικές τάσεις του IoT θα αναπτύσσονται παγκοσμίως.

Η αναφορά του IoT Analytics, «State of IoT – Spring 2023»⁹, τον Μάιο του 2023, προέβλεπε ότι έως το 2025, η ανάπτυξη των συσκευών IoT θα μπορούσε να αυξηθεί σε 27 δισεκατομμύρια συνδεδεμένες συσκευές IoT. Μια τάση που θα επιτρέψει αυτή την ανάπτυξη είναι η αυξημένη αντικατάσταση των ασύρματων δικτύων επικοινωνιών 2G/3G με δίκτυα 4G/5G. Αυτό θα αυξήσει ιδιαίτερα τη συνδεσιμότητα στις αστικές περιοχές και μακροπρόθεσμα θα εξαπλωθεί και στις αγροτικές, οι οποίες θα εξακολουθούν να εξαρτώνται από δίκτυα χαμηλότερης απόδοσης.

Όλο και περισσότερο, η τεχνολογία IoT συνδυάζει καινοτομίες (π.χ. Data Mining και 3D Printing) και συγκλίνει με συστήματα και συσκευές ικανές να λαμβάνουν αποφάσεις και να απαντούν σε ερωτήσεις χρησιμοποιώντας AI και Machine Learning. Η ανάπτυξη πρωτοκόλλων, που θα επιτρέπουν στις έξυπνες συσκευές να εκτελούν τα καθήκοντά τους και να μοιράζονται δεδομένα με ασφάλεια θα αποτελέσει προτεραιότητα για τις βιομηχανίες, τις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς τα επόμενα χρόνια (Artificial Intelligence of Things - AIoT)¹⁰. Ουσιαστικά, το IoT βελτιώνει την ανάλυση και τη διαχείριση των πληροφοριών και ανοίγει το δρόμο στην εγκατάσταση έξυπνων αυτοματισμών. Το IoT είναι τεχνολογία με πολλές προεκτάσεις τόσο για την κοινωνία όσο και για τις επιχειρήσεις καθώς μεταμορφώνει τον τρόπο που ζούμε, εργαζόμαστε και αλληλοεπιδρούμε με το περιβάλλον.

⁷ Η πιο πρόσφατη προσέγγιση του δικτύου κινητής τηλεφωνίας. Χαρακτηρίζεται από ταχύτερη μεταφορά δεδομένων σε σχέση με τα προηγούμενα δίκτυα. Μέχρι στιγμής εφαρμόζεται σε περιοχές με υψηλότερη πυκνότητα συνδέσεων και παρέχει καλύτερη κάλυψη. Μαζική πολλαπλή είσοδος μαζική πολλαπλή έξοδος (MIMO), η οποία περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό κεραιών και πολύπλοκο λογισμικό επικοινωνίας.

⁸ Σειρά από καταχωρήσεις που αφορούν συναλλαγές σε ιδιωτικό ή δημόσιο λογιστικό κατάλογο – κατάστιχο (ledger). Οι συναλλαγές μέσα από τη μορφή των καταχωρήσεων συγκροτούν ομάδες. Η κάθε νέα ομάδα συναλλαγών (block) συνδέεται με τις προηγούμενες και δημιουργούν όλες μαζί blockchain.

⁹ Βλ. σχετικό link: <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/>

¹⁰ Το AIoT είναι η διαδικασία λήψης αποφάσεων με τη βοήθεια τεχνολογιών AI, ML, DL, NLP κ.ά. σε συνδυασμό με συνδεδεμένους αισθητήρες, δεδομένα συστήματος ή δεδομένα που προκύπτουν από IoT προϊόντα.

3. Έξυπνο βιοτικό επίπεδο ζωής

Ως «βιοτικό» επίπεδο θεωρούμε την υλική, πνευματική και πολιτιστική στάθμη της ζωής των κατοίκων μιας χώρας, αλλά και το γενικότερο επίπεδο ποιότητας και ευημερίας της ανθρωπότητας. Ορισμένα από τα πιο σημαντικά κριτήρια, που συμβάλλουν στην εννοιολογική προσέγγιση του βιοτικού επιπέδου, είναι:

1. Η κατανομή του εθνικού εισοδήματος αλλά και η προσπάθεια των πολιτών για την απόκτηση αυτού του εισοδήματος.
2. Οι κοινωνικές παροχές (δωρεάν εκπαίδευση, ιατροφαρμακευτική περίθαλψη, κοινωνική ασφάλιση κ.λπ.).
3. Ο πολιτισμός (θέατρα, μουσική, εκθέσεις κ.λπ.).
4. Διάφοροι άλλοι παράγοντες, όπως είναι η ισότητα στις ευκαιρίες, ο σεβασμός των δικαιωμάτων, η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος κ.λπ.



Figure 3: Paving the Path to a Sustainable Future (Πηγή: NEARTH LAB, <https://www.nearthlab.com/post-blog/esg/>).

Η λογική της αειφορίας, της βιωσιμότητας είναι η μέγιστη ωφέλεια αγαθών από το περιβάλλον, χωρίς να διακόπτεται η παραγωγή αυτών των αγαθών στο μέλλον. Με βάση την αρχή της αειφόρου ανάπτυξης, για παράδειγμα, η εκμετάλλευση ενός δάσους γίνεται με τρόπο που να μην καταστρέφεται το δάσος, αλλά να μένει ζωντανό και για τις γενιές που ακολουθούν.

Η ιδέα της Αειφόρου Ανάπτυξης είναι το αποτέλεσμα του προβληματισμού σχετικά με το οικολογικό πρόβλημα, το οποίο είχε αρχίσει να εκδηλώνεται έντονα από τις αρχές της δεκαετίας του 1970.

Η ραγδαία αύξηση της τιμής του πετρελαίου, λόγω της τεχνητής μείωσης της παραγωγής του από τις πετρελαιοπαραγωγικές χώρες, ήταν η αιτία να αναπτυχθούν ανησυχίες, σχετικά με το μέλλον που επιφυλάσσει στην ανθρωπότητα, η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων.

Παράμετρος της Αειφόρου Ανάπτυξης είναι οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Πρόκειται για πηγές ενέργειας που προέρχονται από φυσικούς πόρους, οι οποίοι δεν εξαντλούνται και ανανεώνονται διαρκώς. Τέτοιοι πόροι είναι το φως του ήλιου (ηλιακή ενέργεια), ο άνεμος (αιολική ενέργεια), το νερό (υδροηλεκτρική ενέργεια) κ.λπ. Οι συγκεκριμένες μορφές ενέργειας δεν αφήνουν απόβλητα και δεν απαιτούν εξόρυξη ή καύση, παρεμβάσεις δηλαδή που ενδεχομένως να προκαλέσουν ανεπανόρθωτες καταστροφές στο περιβάλλον.

Στη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη στο Ρίο ντε Τζανέιρο της Βραζιλίας, το 1992, τέθηκε πρώτη φορά το ζήτημα της μέτρησης της βιωσιμότητας και αποφασίστηκε η δημιουργία δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης. Ο ρόλος των δεικτών στη μέτρηση της βιώσιμης ανάπτυξης είναι ιδιαίτερα σημαντικός καθώς οι δείκτες βοηθούν στην απλοποίηση και στην καλύτερη κατανόηση επιστημονικών και στατιστικών δεδομένων. Οι δείκτες ομαδοποιούνται σε θεματικές ενότητες, οι οποίες καλύπτουν τις τρεις διαστάσεις της βιωσιμότητας (Οικονομική Ανάπτυξη, Κοινωνική Ευημερία, Περιβαλλοντική Προστασία).

Οι δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης εξελίσσονται και εφαρμόζονται και στα κράτη μέλη της ΕΕ. Το 1996, η Επιτροπή για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη του ΟΗΕ ανακοίνωσε προσχέδιο βιώσιμης ανάπτυξης για κάθε χώρα.

Έτσι, η «αιφόρος ανάπτυξη» άρχισε να χρησιμοποιείται ως όρος και σε κείμενα διεθνών οργανισμών¹¹. Το 1997 υπογράφηκε η Συνθήκη του Άμστερνταμ, η οποία ρύθμιζε μεταξύ άλλων θεμάτων της ΕΕ την «αρμονική ισόρροπη και αιφόρο ανάπτυξη των οικονομικών δραστηριοτήτων». Με αυτή την αναφορά, η αιφόρος ανάπτυξη έπαψε να θεωρείται αποκλειστικά έννοια της οικολογίας και αναγνωρίστηκε ως έννοια της οικονομίας και της πολιτικής.

Η Βιώσιμη Ανάπτυξη είναι μία συνεχής πορεία αλλαγής και προσαρμογής με στόχο την ικανοποίηση των αναγκών, μέσα από την ισόρροπη επιδίωξη και των πέντε πυλώνων για την βελτίωση της κοινωνικής συνοχής: 1. People, 2. Peace, 3. Prosperity, 4. Planet, 5. Partnership.



Figure 4: The 5 Ps of Sustainable Development (Πηγή: SDG MILESTONES, <https://sites.aub.edu.lb/sdgmilestones/>).

Καθώς η ανθρωπότητα συνεχίζει να αστικοποιείται, με την πρόβλεψη ότι έως το 2030 αναμένεται οι μεγαλουπόλεις (megacities)¹² να φτάσουν τον αριθμό 41¹³, βιώσιμες αναπτυξιακές προκλήσεις θα υπάρχουν όλο και περισσότερο στις πόλεις, ιδίως στις χώρες με χαμηλά και μεσαία εισοδήματα, στις οποίες ο ρυθμός αστικοποίησης είναι ταχύτερος [38]. Η ανθρωπότητα είναι αντιμέτωπη με ολόένα πιο σφοδρά και απρόβλεπτα καιρικά φαινόμενα, λόγω της αλλαγής θερμοκρασιών και καιρικών φαινομένων που παρατηρείται εδώ και δεκαετίες. Οι ανθρωπίνες δραστηριότητες έχουν προκαλέσει κατά κύριο λόγο αυτή την αλλαγή, με πρώτη στη λίστα τη χρήση ορυκτών καυσίμων.

¹¹ Το 1987, ο όρος εμφανίστηκε για πρώτη φορά σε κείμενο του ΟΗΕ. Το κείμενο είχε τίτλο: «Το κοινό μας μέλλον».

¹² Πολύ μεγάλες πόλεις με πληθυσμό άνω των 10.000.000 ανθρώπων.

¹³ Βλ. σχετικό link: <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/five-things-to-know-about-megacities-180958937/#:~:text=There%20could%20be%2041%20megacities%20by%202030%20in,by%202014%20that%20number%20had%20spiked%20to%2028>

Κάποιες από τις επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης είναι: υψηλές θερμοκρασίες, εντατικοποίηση δασικών πυρκαγιών, πλημμυρικών φαινομένων και της ξηρασίας, αύξηση της στάθμης της θάλασσας, οξείδωση των ωκεανών, απώλεια βιοποικιλότητας, μείωση διαθέσιμης τροφής κ.λπ. [31].

3.1. Ατζέντα 2030 και Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης

Πριν από μια δεκαετία περίπου και συγκεκριμένα το φθινόπωρο του 2015, η 70^η Γενική Συνέλευση του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών στη Νέα Υόρκη, έλαβε την απόφαση με θέμα: «Μετασχηματίζοντας τον Κόσμο μας: Η Ατζέντα 2030 για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη» με 17 Στόχους, 169 Υποστόχους και 231 Δείκτες για την παρακολούθηση των επιμέρους στόχων¹⁴. Οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης είναι:

1. Μηδενική Φτώχεια (No Poverty)
2. Μηδενική Πείνα (Zero Hunger)
3. Καλή Υγεία και Ευημερία (Good Health and Well-Being)
4. Ποιοτική Εκπαίδευση (Quality Education)
5. Ισότητα των Φύλων (Gender Equality)
6. Καθαρό Νερό και Αποχέτευση (Clean Water and Sanitation)
7. Φτηνή και Καθαρή Ενέργεια (Affordable and Clean Energy)
8. Αξιοπρεπής Εργασία και Οικονομική Ανάπτυξη (Decent Work and Economic Growth)
9. Βιομηχανία, Καινοτομία και Υποδομές (Industry, Innovation and Infrastructure)
10. Λιγότερες Ανισότητες (Reduced Inequalities)
11. Βιώσιμες Πόλεις και Κοινότητες (Sustainable Cities and Communities)
12. Υπεύθυνη Κατανάλωση και Παραγωγή (Responsible Consumption and Production)
13. Δράση για το Κλίμα (Climate Action)
14. Ζωή στο Νερό (Life Below Water)
15. Ζωή στη Στεριά (Life on Land)
16. Ειρήνη, Δικαιοσύνη και Ισχυροί Θεσμοί (Peace, Justice and Strong Institutions)
17. Συνεργασία για τους Στόχους (Partnerships for the Goals)

Τα κράτη μέλη του ΟΗΕ θα πρέπει να προωθούν αυτούς τους παγκόσμιους στόχους, σε όλες τις χώρες και σε όλες τις περιοχές του κόσμου, με χρονοδιάγραμμα υλοποίησης έως το 2030, έχοντας στο επίκεντρο τη βιωσιμότητα και συγκεκριμένα το περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία¹⁵.

¹⁴ Βλ. σχετικό link: <https://eur-lex.europa.eu/EL/legal-content/glossary/sustainable-development-goals.html>

¹⁵ Βλ. σχετικό link: <https://sdgs.un.org/>



Figure 5: The UN 17 Sustainable Development Goals (Πηγή: CREATIVE CARBON, <https://creativecarbon.com/un-sustainable-development-goals/>).

Με την υπογραφή της Ατζέντας 2030, η διεθνής κοινότητα δεσμεύτηκε να αντιμετωπίσει παγκόσμιες προκλήσεις, όπως η εξάλειψη της φτώχειας, η εύρεση βιώσιμων αναπτυξιακών λύσεων χωρίς αποκλεισμούς και η διασφάλιση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων για όλους.

Οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους παρουσιάζοντας μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για όλους τους τομείς της ζωής [32]. Η προσέγγισή τους καλύπτει πεδία, όπως η αντιμετώπιση της φτώχειας και του κοινωνικού αποκλεισμού (1 SDG), η εξασφάλιση ολοκληρωμένης πρόσβασης σε υψηλής ποιότητας υπηρεσίες υγείας (3 SDG), εκπαίδευσης (4 SDG)¹⁶, η προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και της ενεργειακής αποδοτικότητας (7 SDG), η προστασία και βιώσιμη διαχείριση των θαλασσών (14 SDG) κ.λπ. Επίσης, περιλαμβάνει οριζόντιους στόχους, όπως η κατασκευή ανθεκτικών υποδομών, η υποστήριξη της καινοτομίας, η βιώσιμη χρήση των θαλάσσιων πόρων, η προστασία των χερσαίων οικοσυστημάτων, η διασφάλιση καθαρού νερού, προσιτής και καθαρής ενέργειας, βιώσιμων προτύπων κατανάλωσης και παραγωγής κ.λπ. [33].

Όσον αφορά τον περιβαλλοντικό τομέα και τον Στόχο ως προς τη Δράση για το Κλίμα (13 SDG), οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αυξάνονται ανησυχητικά καθώς εκτιμάται ότι εντός της επόμενης δεκαετίας, οι παγκόσμιες θερμοκρασίες θα υπερβούν το όριο του 1,5 °C πάνω από το βιομηχανικό επίπεδο.

Η εφαρμογή των Στόχων για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη ενισχύει την υιοθέτηση πολιτικών, την ανάληψη δράσεων, την υλοποίηση προγραμμάτων και την κινητοποίηση πόρων σε διεθνές και εθνικό επίπεδο [34]. Αρχικά, οι κυβερνήσεις έχουν τον πρώτο ρόλο για την παρακολούθηση της προόδου εφαρμογής των Στόχων σε εθνικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο. Επίσης, ο ιδιωτικός τομέας και οι επιχειρήσεις συμβάλλουν καθοριστικά σε πολλούς περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς και οικονομικούς αγώνες που ανατροφοδοτούν τους Στόχους και αυτό παίζει ρόλο στη διαμόρφωση του τρόπου λειτουργίας τους.

Για τις επιχειρήσεις, η βιωσιμότητα εστιάζει στην εναρμόνιση με την προστασία του περιβάλλοντος, την κοινωνική δικαιοσύνη και την κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη με απώτερο στόχο τη βελτίωση της απόδοσης [36].

¹⁶ Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία του ΟΗΕ, προβλέπεται ότι έως το 2030, περίπου 84 εκατομμύρια παιδιά παγκοσμίως θα παραμείνουν εκτός σχολείου, ενώ τουλάχιστον 300 εκατομμύρια παιδιά και νέοι που παρακολουθούν μαθήματα, θα εγκαταλείψουν το σχολείο χωρίς να έχουν δυνατότητα να διαβάσουν ή να γράψουν.

Στην ακαδημαϊκή μελέτη των Thijssens και Waal (2020) καταγράφεται ότι οι εταιρείες δεν έχουν συνεπή προσέγγιση για την καθιέρωση των προτεραιοτήτων τους για τους Στόχους της Βιώσιμης Ανάπτυξης. Επίσης, οι Στόχοι δεν τροποποιούν ιδιαίτερα τις εταιρικές προσεγγίσεις για τη βιωσιμότητα. Η δέσμευση στους Στόχους δεν βελτιώνει ουσιαστικά τις στρατηγικές για την εταιρική βιωσιμότητα. Η αναφορά στους Στόχους είναι περιορισμένη σε χαμηλά επίπεδα, παρά την αυξημένη συνειδητοποίηση των εταιρειών σχετικά με το ζήτημα των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης. Σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές, μια συνθήκη αμοιβαίου κέρδους (win-win situation) για τις εταιρείες, σε σχέση με την υλοποίηση των Στόχων για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, όπως η ειρήνη και η δικαιοσύνη, η καταπάτηση της φτώχειας κ.λπ. δεν είναι ξεκάθαρη, καθώς δεν ποσοτικοποιούνται και δεν περνούν ελέγχους, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα είδος σύγχυσης γύρω από τους Στόχους [35].

Σύμφωνα με την έκθεση του ΟΗΕ με τίτλο “Climate Change 2023: Synthesis Report”, η οποία δημοσιεύθηκε το 2023, σχετικά με την εφαρμογή των Στόχων, καταγράφεται ότι για τους περισσότερους από τους μισούς Στόχους, η πρόοδος χαρακτηρίζεται ως ασθενής, αν όχι ανεπαρκής. Και αυτή η διαπίστωση είναι αληθής καθώς η προσπάθεια για την υλοποίηση των Στόχων έχει παρεμποδιστεί από ακραία καιρικά φαινόμενα, οικολογικές καταστροφές, ένοπλες συγκρούσεις, οικονομική ύφεση κ.λπ. Αναφορικά με τη χρηματοδότηση για την υλοποίηση των Στόχων και των Υποστόχων, η Ατζέντα 2030 παρείχε ένα παγκόσμιο πλαίσιο για τη χρηματοδότηση της Βιώσιμης Ανάπτυξης με ένα ολοκληρωμένο σύνολο από δράσεις και μέτρα.

Όλα δείχνουν ότι, έως το 2030, 575 εκατομμύρια άνθρωποι θα βρίσκονται σε επίπεδα ακραίας φτώχειας, ενώ μόνο το 1/3 των χωρών θα μειώσει τα εθνικά επίπεδα φτώχειας περίπου στο μισό. Παγκοσμίως έχει παρατηρηθεί αύξηση των επιπέδων πείνας, ενώ οι τιμές των καταναλωτικών αγαθών παραμένουν υψηλές στις περισσότερες χώρες σε σχέση με το παρελθόν, με ιδιαίτερη αναφορά στην χρονική περίοδο 2015-2019 [37].

Ο Γενικός Γραμματέας του ΟΗΕ, António Guterres, σε συνέντευξη Τύπου, τον Φεβρουάριο του 2023, αναφέρθηκε σε «δραματικές αποτυχίες μέχρι τώρα όσον αφορά την υλοποίηση των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης και ότι θα χρειαστούν εντατικές προσπάθειες για να επιστρέψουμε στον δρόμο για την υλοποίησή τους».

Η επίτευξη των Στόχων σε προκαθορισμένο χρονικό πλαίσιο και η αντιμετώπιση των παραπάνω ζητημάτων συνεπάγονται την υπέρβαση ισχυρών προκλήσεων σε σχέση με τον σχεδιασμό πολιτικής ολιστικής προσέγγισης, τη διαχείριση των πόρων, την αξιοποίηση των συνεργασιών και των συμβιβασμών μεταξύ των Στόχων με επίκεντρο τα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά ζητήματα.

Ο ρόλος της ΕΕ στην εφαρμογή των 17 Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει ένα πλαίσιο από αυστηρά πρότυπα για την περιβαλλοντική πολιτική, την ανάπτυξη της πράσινης οικονομίας, την προστασία της φύσης, τη διασφάλιση της υγείας και της ποιότητας ζωής των κατοίκων της. Οι προτεραιότητες για τη βιώσιμη ανάπτυξη έχουν συμπεριληφθεί στα βασικά θέματα της ΕΕ, αλλά και σε τομεακές πολιτικές και πρωτοβουλίες.

Ως προς την εφαρμογή των Στόχων για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, η ΕΕ έχει αναλάβει ένα εκτενές πρόγραμμα ενεργειών για την υλοποίηση των Στόχων. Πιο συγκεκριμένα, η Επιτροπή Von der Leyen έχει εστιάσει στους Στόχους μέσα από σημαντικά κείμενα και ουσιαστικά επιτεύγματα, όπως οι Πολιτικές Κατευθύνσεις της Προέδρου, οι Επιστολές προς τους Επιτρόπους για τον καθορισμό της αποστολής τους, τα Προγράμματα Εργασίας της Επιτροπής, η Αναθεώρηση του Ευρωπαϊκού Εξαμήνου και η ενεργή συμμετοχή των Στόχων στην πρωτοβουλία για τη «Βελτίωση της Νομοθεσίας». Η Eurostat, επίσης, μετράει την πρόοδο ως προς την επίτευξη ή όχι των Στόχων και εκδίδει ετήσιες αναφορές με τα αποτελέσματα των ερευνών. Σε επίπεδο ΕΕ, για τη μέτρηση των επιτευγμάτων των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης αναπτύχθηκε ένα σύνολο δεικτών υπό την ηγεσία της Eurostat. Σκοπός των δεικτών είναι η παρακολούθηση της προόδου των 17 Στόχων και πιο συγκεκριμένα των 169 Υποστόχων τους, ορμώμενοι και από τους δείκτες της στρατηγικής για την «Ευρώπη 2020».

Αναλυτικότερα, για το 2023, το πραγματικό ΑΕΠ σε κατά κεφαλήν εισόδημα, ανακαλύπτουμε ότι ήταν 28.930€ στην ΕΕ και 19.150€ στην Ελλάδα:

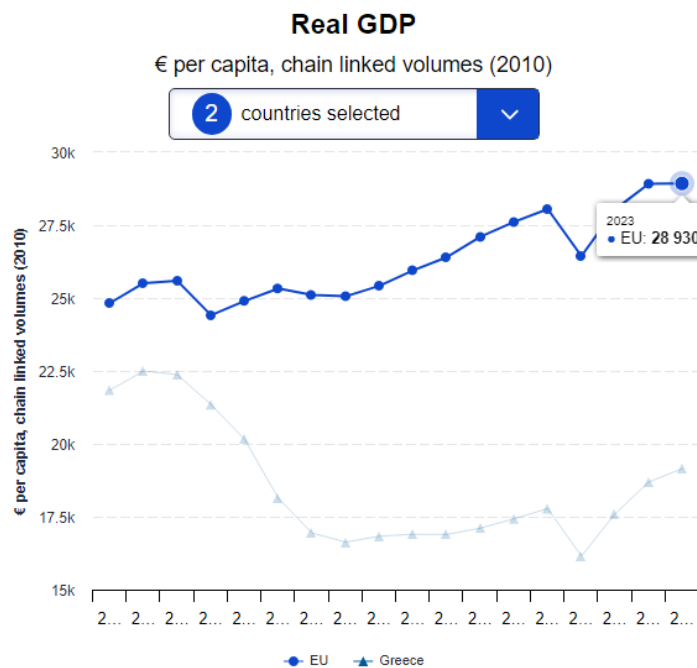


Figure 6: Real GDP per capita income in the EU (2023) (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, <https://www.statistics.gr/el/sdq8>).

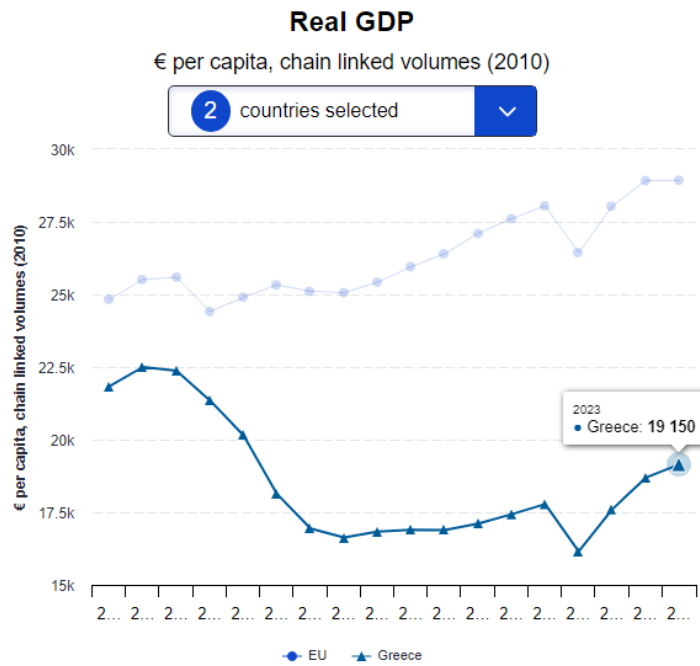


Figure 7: Real GDP per capita income in Greece (2023) (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, <https://www.statistics.gr/el/sdg8>).

Ενώ, για το 2022, οι Ακαθάριστες Εγχώριες Δαπάνες για Έρευνα και Καινοτομία άγγιξαν το 2,24% του ΑΕΠ στην ΕΕ και το 1,48% του ΑΕΠ στην Ελλάδα, αντίστοιχα:

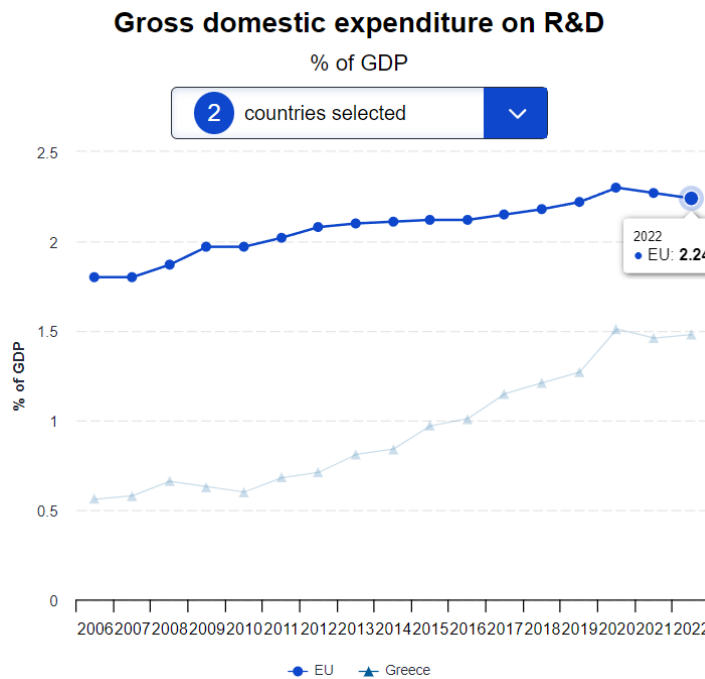


Figure 8: Gross Domestic Expenditure on R&D in the EU (2022) (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, <https://www.statistics.gr/el/sdg9>).

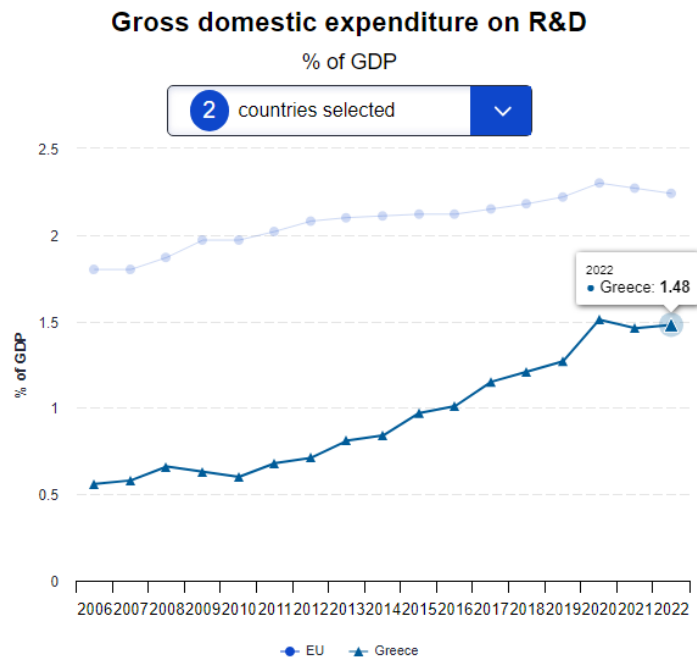


Figure 9: Gross Domestic Expenditure on R&D in Greece (2022) (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, <https://www.statistics.gr/el/sdg9>).

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφέρουμε την πρωτοβουλία της νέας Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας (European Green Deal), η οποία έχει καθορίσει ένα πλαίσιο από προγράμματα υλοποίησης των Στόχων από όλα τα κράτη-μέλη για μια πράσινη και βιώσιμη ανάκαμψη από την πανδημία COVID-19.

Μια ολοκληρωμένη στρατηγική με χρονοδιαγράμματα, πολιτικό πλαίσιο, χρηματοδοτικές και νομοθετικές ρυθμίσεις για την επίτευξη των Στόχων από την ΕΕ, έως το 2030, είναι το διακύβευμα προς όφελος της ευημερίας της ανθρωπότητας και του πλανήτη. Επομένως, η εξέλιξη των πόλεων και η εναρμόνισή τους με τον ψηφιακό μετασχηματισμό ορίζεται ως επιτακτική για την καλύτερη διαχείριση της ευρείας ανά τον κόσμο πληθυσμιακής ανάπτυξης.

3.2. Έξυπνη Πόλη – Smart City



Figure 10: Smart Cities Infrastructures and Systems (Πηγή: ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ, https://www.ktpae.gr/erga/%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%AD%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%BD%CF%89%CE%BD-%CF%80%CF%8C%CE%BB%CE%B5%CF%89/.))

Οι πόλεις κατέχουν τον πρώτο λόγο στον τεχνολογικό μετασχηματισμό μιας και ενσωματώνουν πολλές και διαφορετικές λειτουργίες. Η μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, η κυκλική οικονομία και η ευμάρεια των ανθρώπων είναι βασικοί της πυλώνες. Η καινοτομία στον αστικό σχεδιασμό συνδέεται, φυσικά, άρρηκτα και με την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.

Το μείζον πρόβλημα της αστικής κινητικότητας είναι η προστασία του περιβάλλοντος, καθώς η ατμοσφαιρική ρύπανση και η εξοικονόμηση ενέργειας είναι παράγοντες που δημιούργησαν τις «πράσινες» πόλεις. Οι πόλεις έχουν τεράστιο αντίκτυπο στη δημιουργία ενός πιο βιώσιμου και συμπεριληπτικού μέλλοντος, το οποίο τέμνει διαφορετικά πεδία, όπως η μεταφορά¹⁷, η ενέργεια, το δομημένο περιβάλλον συνολικά [46]. Ήδη, στα άμεσα σχέδια των κυβερνήσεων υπάρχουν περισσότερες από 26 πόλεις παγκοσμίως, που θα μετατραπούν σε έξυπνες πόλεις έως το 2025, περισσότερο από το 50% των οποίων βρίσκονται στην Ευρώπη και την Βόρεια Αμερική [39].

Οι Waer και Deakin, στην ερευνητική τους δημοσίευση με τίτλο “From Intelligent to Smart Cities” [40], κάνουν λόγο για τα στάδια εξέλιξης που καθιστούν μια πόλη έξυπνη και αυτά είναι:

1. Σχεδιασμός smart ready κτιρίων και υποδομών με τέτοιο τρόπο που ανά πάσα στιγμή στο μέλλον θα μπορούν να χρησιμοποιούν τη διαθέσιμη τεχνολογία και θα είναι «ώριμα» να εκσυγχρονιστούν τεχνολογικά.
2. Σχεδιασμός του οικοσυστήματος των λύσεων των εφαρμογών, ούτως ώστε να παρέχονται εξατομικευμένες υπηρεσίες.
3. Καλές πρακτικές που συνδέουν τους χρήστες με τις νέες τεχνολογίες, τις εφαρμογές και τις λύσεις, ώστε να προωθείται η καινοτομία και να ενισχύεται η γνώση.

¹⁷ Στην Ελλάδα αντιστοιχούν 550 αυτοκίνητα ανά 1.000 κατοίκους ή περίπου μισό αυτοκίνητο ανά άτομο (Πηγή: Eurostat, 2021).

Μια έξυπνη πόλη έχει στόχο μια πιο ευαίσθητη και διαδραστική διοίκηση, ασφαλέστερους δημόσιους χώρους και την κάλυψη των αναγκών όλων των πληθυσμιακών της ομάδων. Η έξυπνη πόλη δεν θα είναι απλά ενεργειακά φιλική, αλλά θα παρέχει ποιοτικότερες συνθήκες ζωής στους πολίτες της, οι οποίοι είναι ενεργά μέλη της πόλης και των λειτουργιών της. Οι άνθρωποι θα ευδοκimoύν, θα ζουν πιο κοντά στη φύση και πιο έξυπνα εντός του αστικού ιστού.

Η ανάπτυξη του IoT θα έχει βασικό αντίκτυπο στην ανάπτυξη έξυπνων πόλεων και οικισμών, συμβάλλοντας στην προώθηση της αποδοτικότητας και στην παροχή πλούσιων νέων υπηρεσιών, συλλέγοντας δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, όπου ταυτόχρονα θα αξιολογούνται και θα έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη αξιοποίηση των πόρων αλλά και την ενίσχυση της λήψης αποφάσεων της διοίκησης [42].

Η τεχνολογία αυτή είναι το κλειδί στην εξέλιξη βοηθώντας τους φορείς να παρακολουθούν με προηγμένα συστήματα και ενσωματωμένους αισθητήρες το σύνολο των υποδομών μιας πόλης, συμπεριλαμβανομένων των οδών, των γεφυρών, των σηράγγων, των σιδηροδρόμων / μετρό, των αεροδρομίων, των θαλάσσιων λιμένων, των τηλεπικοινωνιών, των δικτύων για την ύδρευση και την ηλεκτρική ενέργεια, και των κτιρίων [43]. Οι μέχρι πρότινος υποδομές και υπηρεσίες θα είναι πιο αποδοτικές με τη χρήση σύγχρονων ψηφιακών τεχνολογιών και τηλεπικοινωνιών προς όφελος των κατοίκων, των επισκεπτών, αλλά και των επιχειρήσεων. Η χρήση της TN κάνει εφικτή τη δυνατότητα συλλογής δεδομένων και ως αποτέλεσμα, η ανάλυση αυτών των δεδομένων εμφολωρεί σε κάθε πτυχή της ζωής.

Με την βοήθεια ειδικών αισθητήρων υπάρχει η δυνατότητα παρακολούθησης των διαθέσιμων θέσεων στάθμευσης στην πόλη (**Smart Parking**). Επιπλέον, καθίσταται εφικτή η παρακολούθηση των δονήσεων και η κατάσταση των υλικών των κτιρίων, των γεφυρών και των ιστορικών μνημείων (**Structural Health**), η παρακολούθηση της ηχορύπανσης σε πραγματικό χρόνο στις περιοχές που υπάρχουν καταστήματα εστίασης και στις κεντρικές ζώνες της πόλης (**Noise Urban Maps**), ο εντοπισμός κινητών τηλεφώνων και οποιασδήποτε άλλης συσκευής που χρησιμοποιεί Wi-Fi ή Bluetooth διασύνδεση (**Smartphone Detection**), η επιχειρησιακή παρακολούθηση του ηλεκτρικού δικτύου, η παρακολούθηση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, με σκοπό την βελτιστοποίηση των διαδρομών πεζοπορίας και οδήγησης (**Traffic Congestion**), ο προσαρμοστικός συγχρονισμός στους φωτεινούς σηματοδότες, οι οποίοι θα ελαχιστοποιούν τη συμφόρηση και θα βελτιστοποιούν τη ροή σύμφωνα με τις καιρικές συνθήκες (**Smart Lighting**), η ανίχνευση του επιπέδου των απορριμμάτων στους κάδους, βελτιώνοντας τις διαδρομές συλλογής απορριμμάτων (**Waste Management**), η δημιουργία έξυπνων αυτοκινητόδρομων με προειδοποιητικά μηνύματα για τις κλιματολογικές συνθήκες και τα απρόβλεπτα γεγονότα, όπως ατυχήματα σε πραγματικό χρόνο (**Smart Roads**), η ανίχνευση πυρκαγιάς, πλημμύρας, σωματιδίων στην ποιότητα του αέρα, είναι ορισμένες από τις δυνατότητες ενός έξυπνου αστικού περιβάλλοντος [41], [47].

Το όραμα για τις έξυπνες πόλεις είναι ότι τα συστήματα και οι υποδομές θα έχουν την δυνατότητα να παρακολουθούν την κατάσταση τους, να κάνουν αυτοδιάγνωση και επισκευή, όταν αυτό απαιτείται [48]. Το φυσικό περιβάλλον, ο αέρας και το νερό θα παρακολουθούνται χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση με σκοπό την βέλτιστη ποιότητα, δημιουργώντας έτσι ένα καλύτερο περιβάλλον διαβίωσης και εργασίας που θα είναι καθαρό, αποτελεσματικό και ασφαλές και θα προσφέρει πλεονεκτήματα στο πλαίσιο της αποτελεσματικότερης χρήσης όλων των πόρων.

Λαμβάνοντας κατά νου τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές προκλήσεις, η ευθύνη μας να φροντίζουμε τον πλανήτη που μας φιλοξενεί είναι μεγαλύτερη από ποτέ. Οι στόχοι των επιχειρήσεων για το Περιβάλλον, την Κοινωνία και την Εταιρική Διακυβέρνηση αποτελούν το ESG. Πρόκειται για ένα πλαίσιο με υπεύθυνες πρακτικές, το οποίο συνυπολογίζει τον αντίκτυπο μιας πόλης στο περιβάλλον και την ευημερία των πολιτών της [44], [45].

Η TN και το ESG συνεργάζονται για το μέλλον των έξυπνων πόλεων. Με την ενσωμάτωση των κριτηρίων ESG, οι λύσεις, που βασίζονται στην TN σχεδιάζονται ώστε να δίνουν προτεραιότητα στη βιωσιμότητα και το κοινωνικό καλό.

Πιο αναλυτικά, η TN μπορεί να βοηθήσει τις πόλεις να γίνουν πιο βιώσιμες και φιλικές προς το περιβάλλον βελτιστοποιώντας τη χρήση ενέργειας, τη διαχείριση απορριμμάτων, τις μεταφορές κ.ά. Η TN μπορεί να ενισχύσει την κοινωνική ισότητα και διαφάνεια, παρέχοντας εξατομικευμένες δημόσιες υπηρεσίες, αυτοματοποιώντας τα διοικητικά καθήκοντα και επιτρέποντας μεγαλύτερη συμμετοχή των πολιτών [31]. Η TN και οι παράγοντες ESG διαθέτουν απεριόριστες δυνατότητες για τη δημιουργία ακμάζων, βιώσιμων πόλεων¹⁸.

Οι πολιτικές για το ESG οδηγούν τις επενδυτικές αποφάσεις, την επιχειρηματική στρατηγική και τα κίνητρα των εργαζομένων. Οι επιχειρήσεις θα πρέπει να εντάξουν τα σύγχρονα τεχνολογικά εργαλεία στην καθημερινότητά τους. Η τεχνογνωσία και η ηγεσία του ανθρώπινου δυναμικού αναμφίβολα είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχία των επιχειρήσεων στο ESG.



Figure 11: ESG concept as Environmental Social Governance (Πηγή: LinkedIn, https://www.linkedin.com/posts/atmoz-ab_cfo-carbonmanagement-sustainability-activity-7197116093063139328-wRNo/).

¹⁸ Βλ. σχετικό link: <https://sensgreen.com/iot-sustainability-6-key-insights/>

3.2.1. Ενδεικτικές εφαρμογές AI και ESG σε μια Έξυπνη Πόλη

- **Διαχείριση ενέργειας**

Οι αλγόριθμοι TN βελτιστοποιούν τη χρήση ενέργειας των κτιρίων, την απόδοση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας και την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

- **Διαχείριση αποβλήτων**

Τα συστήματα παρακολούθησης δρομολόγησης και ανακύκλωσης απορριμμάτων που λειτουργούν με TN μειώνουν τον αριθμό των αποβλήτων.

- **Μεταφορά**

Η TN ελέγχει τα σήματα κυκλοφορίας, προβλέπει τη συμφόρηση και συντονίζει τα αυτόνομα / ηλεκτρικά οχήματα για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

- **Υπηρεσίες για τους πολίτες**

Οι εικονικοί βοηθοί, τα chatbots AI, βελτιώνουν την πρόσβαση στις ιστοσελίδες δημόσιων υπηρεσιών.

- **Διακυβέρνηση**

Η TN αυτοματοποιεί τις διοικητικές εργασίες, αναλύει δεδομένα πολιτών και επιτρέπει τη συμμετοχική λήψη αποφάσεων.

Ακολουθούν μερικά παραδείγματα έξυπνων πόλεων σε παγκόσμιο επίπεδο αναφορικά με τον τρόπο που αξιοποιούν TN και τις αρχές ESG για την προώθηση βιώσιμης αστικής ανάπτυξης:

1. Στη Νορβηγία και συγκεκριμένα στο Όσλο, πρωτοστάτησε η χρήση TN για να υποστηρίξει τον στόχο του να γίνει η πρώτη θετική για το κλίμα πόλη στον κόσμο έως το 2030. Η πόλη αξιοποιεί την TN για την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο των εκπομπών, της κατανάλωσης ενέργειας, της διαχείρισης απορριμμάτων και για την ενημέρωση των πολιτικών αποφάσεων. Στο Όσλο χρησιμοποιούνται επίσης ψηφιακά δίδυμα για τη βελτιστοποίηση των αστικών υποδομών και των υπηρεσιών.
2. Στην Ισπανία και συγκεκριμένα στη Βαρκελώνη, τα κυριότερα έργα περιλαμβάνουν μια πλατφόρμα με TN για τη διαχείριση της αστικής κινητικότητας, τη διανομή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την περιβαλλοντική παρακολούθηση. Η πόλη χρησιμοποιεί επίσης TN και αναλύσεις δεδομένων για να ενισχύσει τη συμμετοχή των πολιτών, να βελτιώσει την παροχή δημόσιων υπηρεσιών και να προωθήσει την κοινωνική ισότητα.
3. Στην Ολλανδία και συγκεκριμένα στο Άμστερνταμ, έχει υιοθετηθεί η προσέγγιση «Κυκλικής Πόλης», η οποία συνδυάζει TN, νέες ψηφιακές τεχνολογίες και τους στόχους ESG για τη διαχείριση απορριμμάτων, την ενεργειακή απόδοση και τη βελτιστοποίηση της γεωργίας με γνώμονα τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της πόλης.
4. Στη Σιγκαπούρη, οι πρακτικές που ακολουθούνται περιλαμβάνουν τη διαχείριση της κυκλοφορίας με χρήση TN, την προγνωστική συντήρηση της υποδομής, την παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών σε εικονικό επίπεδο, περιβαλλοντικές μετρήσεις για τη

βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας και νερού και την ενίσχυση του αστικού σχεδιασμού με βάση τους δείκτες ESG.

5. Στην Αυστραλία και συγκεκριμένα στη Μελβούρνη, τα κύρια έργα της ενισχύουν τον αστικό σχεδιασμό με χρήση TN για την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα και της αστικής θερμότητας σε πραγματικό χρόνο με τη συμμετοχή των πολιτών και την ένταξή τους στο πλάνο της (Future Melbourne 2026) και την παροχή δίκαιων δημόσιων υπηρεσιών [49].

Λίγο πριν κλείσει αυτή η ενότητα, αξίζει να αναφέρουμε το project “The Ellinikon”¹⁹, στην περιοχή Ελληνικό της Αττικής. Ήδη, έχει ξεκινήσει η εκ νέου αστική ανάπτυξη με τη δημιουργία μιας έξυπνης πόλης με τεχνολογίες αιχμής, όπως το IoT, που θα μετατρέψουν όλα τα κτίρια που θα δημιουργηθούν, σε πράσινα και θα έχουν καλύτερη αντοχή στην κλιματική αλλαγή. Ο ρόλος των δικτύων τελευταίας γενιάς, 5G και οπτικών ινών, θα είναι εξίσου σημαντικός, γιατί θα προσφέρουν απρόσκοπτη συνδεσιμότητα υψηλών ταχυτήτων.

Μέχρι στιγμής, έχει παραδοθεί εντός χρονοδιαγράμματος το πρώτο κτίριο, το Κέντρο Φροντίδας ΑμεΑ, το οποίο καλύπτει τις ανάγκες 4 σωματείων και αποτελεί πρότυπο σε Ευρωπαϊκό επίπεδο εξαιτίας της κατασκευής του. Η σχεδίαση του Riviera Tower αναμένεται να ολοκληρωθεί εντός του 2026. Θα είναι ο πρώτος πράσινος οικιστικός ουρανοξύστης της χώρας. Εντός της έκτασης του Μητροπολιτικού Πάρκου του Ελληνικού δημιουργείται μια σύγχρονη γειτονιά, η “Little Athens”, η οποία θα περιλαμβάνει περίπου 1.115 κατοικίες και 115 καταστήματα εστιασμένα στις ανάγκες της καθημερινής ζωής των πολιτών που θα μένουν, θα εργάζονται ή θα επισκέπτονται το μέρος.

Στο πλαίσιο του project “Smart Ellinikon” σχεδιάζεται μια νέα εφαρμογή στο κινητό, όπου τα μέλη της κοινότητας του Ελληνικού θα μπορούν να παρακολουθούν την κατανάλωση ενέργειας που κάνουν, την επίδραση της ανθρώπινης δραστηριότητάς τους στο περιβάλλον ή αλλιώς το οικολογικό τους ίχνος, τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν κάθε μέρα και ώρα στο Ελληνικό κ.ά. και μέσα από αυτή την εφαρμογή θα μπορούν ακόμα να ψηφίζουν σε διάφορα δημοψηφίσματα, τα οποία θα οργανώνονται για θέματα καθημερινότητας ή για θέματα βιωσιμότητας.

Όλα τα παραπάνω θα ενθαρρύνουν τους πολίτες, τους κατοίκους και τους επισκέπτες στην εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και στη διαμόρφωση μιας ευρύτερης και έξυπνης περιβαλλοντικής συνείδησης.



Figure 12: The plan for the smart city in Elliniko Attica (Πηγή: TO BHMA, <https://www.tovima.gr/2022/12/26/finance/elliniko-se-poio-stadio-tha-vriskontai-ta-erga-se-ena-xrono/>).

¹⁹ Βλ. σχετικό link: <https://theellinikon.com.gr/>

3.3. Έξυπνα Δίκτυα – Smart Grids



Figure 13: Smart grid & Energy management system (Πηγή: ResearchGate, https://www.researchgate.net/figure/Smart-City-Integrated-system-Smart-grid-Energy-management-Source_fig1_343702357).

Τα Έξυπνα Δίκτυα διανομής ενέργειας είναι σήμερα στο επίκεντρο του σχεδιασμού όλων των σύγχρονων εταιρειών διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς αποτελεί αδιαμφισβήτητο γεγονός ότι η ενεργειακή μετάβαση στην αγορά του μέλλοντος, που θα συνδυάζει την επίτευξη περιβαλλοντικών προδιαγραφών, με υψηλού επιπέδου υπηρεσίες σε χαμηλό κόστος, μπορεί να υλοποιηθεί μόνο μέσα από αυτά. Ήδη, πολλές χώρες προσπαθούν να αναπτύξουν πιο ασφαλή και βιώσιμα πράσινα ενεργειακά συστήματα, τα οποία θα βοηθήσουν στην μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και στη βελτίωση της κλιματικής αλλαγής [53].

Η επανάσταση στην ευρωπαϊκή ενεργειακή αγορά έχει ξεκινήσει με τις εταιρείες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας να μετατρέπονται από απλούς διαχειριστές δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας σε διαχειριστές πολύπλοκων έξυπνων συστημάτων και μεγάλου όγκου πληροφοριών. Το Smart Grid είναι μια από τις πιο σημαντικές εφαρμογές του IoT, αφού με τη χρήση έξυπνων συσκευών δικτύου και την ψηφιοποίηση του υπάρχοντος δικτύου προκύπτουν νέα επιχειρησιακά μοντέλα [52].

Τα τελευταία χρόνια, η ενεργειακή ζήτηση έχει αυξηθεί, με αποτέλεσμα να στρέφεται το ενδιαφέρον σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Ο μελλοντικός ενεργειακός εφοδιασμός δεν θα βασίζεται μόνο στους ορυκτούς πόρους, αλλά στον συνδυασμό αυτών με τους ανανεώσιμους, μέσα από την ενσωμάτωση ευέλικτων και ευφυών συστημάτων ελέγχου, δημιουργώντας ένα έξυπνο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο θα υποστηρίζει την αμφίδρομη ροή ηλεκτρικής ενέργειας και πληροφοριών, σε αντίθεση με το παραδοσιακό ηλεκτρικό δίκτυο, όπου η ροή ηλεκτρικής ενέργειας είναι μονόδρομη.

Τα πρώτα δίκτυα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας ήταν τοπικά δίκτυα χαμηλής τάσης συνεχούς ρεύματος, τα οποία εξελίχθηκαν σε τριφασικά δίκτυα υψηλής τάσης εναλλασσόμενου ρεύματος και στη συνέχεια, στα σημερινά διασυνδεδεμένα δίκτυα διαφόρων επιπέδων τάσης με πολύπλοκα χαρακτηριστικά [51]. Η εξέλιξη αυτή προήλθε από την αναγκαιότητα να καλυφθούν οι σύγχρονες ανάγκες τόσο των καταναλωτών όσο και των βιομηχανιών.

Ο ηλεκτρισμός παράγεται από το εργοστάσιο παραγωγής, μετακινείται από το δίκτυο μετάδοσης και καταλήγει στους καταναλωτές. Σε ένα έξυπνο δίκτυο, το ηλεκτρικό ρεύμα θα μπορεί να επανέλθει στο δίκτυο από τους καταναλωτές, οι οποίοι θα παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από τα σπίτια τους μέσω φωτοβολταϊκών πάνελ ή από τα ηλεκτρικά τους οχήματα, όταν η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας είναι υψηλή [50].

Αυτή τη στιγμή, όλα τα συστήματα εποπτείας, ελέγχου και διαχείρισης των δικτύων βασίζονται σε τεχνολογίες πληροφορίας και απαιτούν διαχείριση μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων. Όσον αφορά τη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας, θα πρέπει το δίκτυο να γίνει ακόμα πιο έξυπνο, να υπάρχουν οι έξυπνοι μετρητές, όπου με κατάλληλη διαχείριση δεδομένων, θα πρέπει η επιχείρηση που διανέμει την ηλεκτρική ενέργεια και οι καταναλωτές να γνωρίζουν ανά πάσα στιγμή της ημέρας ποιες είναι οι ενεργειακές ανάγκες και οι καταναλώσεις τους.

Ως προς αυτό τον σκοπό, την αύξηση της ενημέρωσης και της συμμετοχής των πολιτών στην ενεργειακή μετάβαση, ο ΑΔΜΗΕ έχει δημιουργήσει την εφαρμογή “Iprto Analytics”²⁰, στην οποία οι πολίτες μπορούν να δουν σε πραγματικό χρόνο τα βασικά μεγέθη του συστήματος μεταφοράς ενέργειας, τη ζήτηση και την τιμή της Ευρωπαϊκής αγοράς, την ενέργεια που ανταλλάζουμε με τις γειτονικές χώρες κ.ά.

²⁰ Βλ. σχετικό link: <https://www.admie.gr/en/mobile-app>

3.4. Έξυπνο Σπίτι – Smart Home

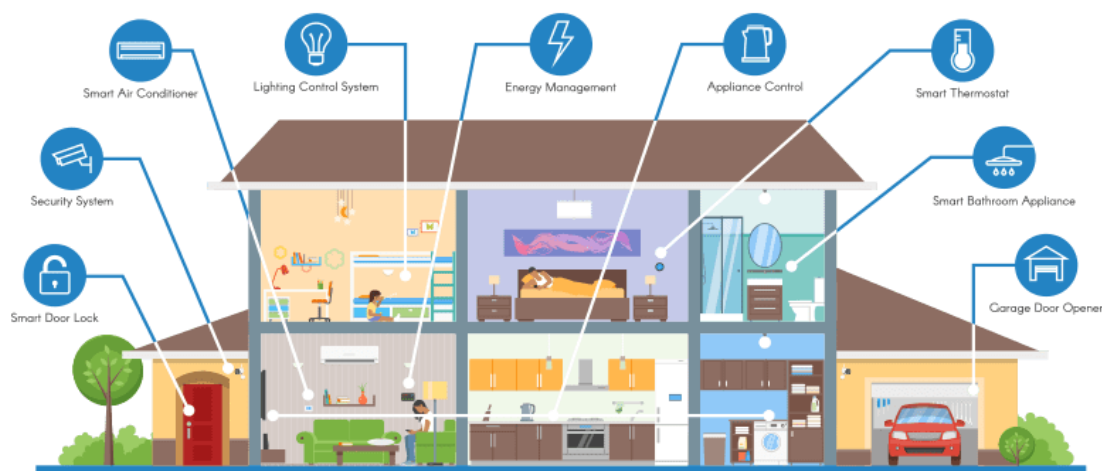


Figure 14: Smart home & automations (Πηγή: alliot, <https://www.alliot.gr/smart-home-afomatismo/>).

Οι αναμενόμενες τάσεις για ένα έξυπνο σπίτι σχετίζονται με τις συνθήκες, οι οποίες εκδηλώνονται στην κοινωνία και στο περιβάλλον γύρω μας και διαμορφώνονται και από την κλιματική κρίση και από τα είδη των φαινομένων, στα οποία θα πρέπει οι κατοικίες να θωρακιστούν.

Καθώς μετράμε το αποτύπωμα της ανθρώπινης δραστηριότητας στο περιβάλλον και προσπαθούμε να το περιορίσουμε, μαθαίνουμε για τα πράσινα κτίρια, στο αποτύπωμα δηλαδή ολόκληρου του κύκλου ζωής ενός κτιρίου στο περιβάλλον. Είναι πολύ σημαντικό το χτίσιμο των σπιτιών να προκαλεί την ελάχιστη δυνατή ζημιά στο περιβάλλον. Τα υλικά δόμησης να είναι φιλικά προς το περιβάλλον και να υπακούουν στις αρχές της Κυκλικής Οικονομίας.

Το σπίτι του μέλλοντος είναι πολλά περισσότερα από όσα γνωρίζουμε ή / και φανταζόμαστε σήμερα. Ένας έξυπνος, συμβιωτικός οργανισμός, που θα ακούει τις ανάγκες μας και θα ανταποκρίνεται αυτόματα σε αυτές [54]. Το wellbeing των κατοίκων που μένουν ή / και χρησιμοποιούν το σπίτι ως χώρο εργασίας είναι ψηλά στο κάδρο των κατασκευών. Η πιστοποίηση LEED²¹, για ένα βιώσιμο κτίριο, διακρίνεται από βασικά στοιχεία, όπως η εξοικονόμηση ενέργειας, η ορθή χρήση νερού και η βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των κατοίκων.

Το σπίτι είναι ο χώρος μέσα στον οποίο περνάμε τις πιο προσωπικές μας στιγμές. Ο βασικός σκοπός που υπηρετεί ένα σπίτι δεν έχει αλλάξει από τότε που ο άνθρωπος αναζήτησε στέγη για προστασία από τα καιρικά φαινόμενα και τα άγρια ζώα. Ένας από τους λόγους δημιουργίας του έξυπνου σπιτιού είναι να διευκολύνει την καθημερινή ζωή αυξάνοντας την άνεση των κατοίκων. Αυτό επιτυγχάνεται με δύο τρόπους. Ο πρώτος είναι να συνδυάσει την ανθρώπινη δραστηριότητα στον χώρο με την αυτοματοποίηση των συσκευών δημιουργώντας ένα άνετο οικιακό περιβάλλον. Το έξυπνο σπίτι θα μπορεί δηλαδή να διακρίνει την τοποθεσία, την ταυτότητα, τη δραστηριότητα και τον χρόνο, με αποτέλεσμα να μάθει τη συμπεριφορά των χρηστών, να εντοπίσει τη θέση και την ταυτότητα τους αυτοματοποιώντας υπηρεσίες, οι οποίες θα βελτιώσουν την άνεση του χρήστη στον χώρο. Και ο δεύτερος είναι η απομακρυσμένη διαχείριση των συσκευών, όπου επιτρέπεται στον χρήστη να αποκτά πρόσβαση, να παρακολουθεί και να ελέγχει από απόσταση το περιβάλλον του σπιτιού του μέσω του διαδικτύου.

²¹ Βλ. σχετικό link: <https://www.usgbc.org/leed>

Ο κατάλογος των έξυπνων συσκευών εξοικονόμησης ενέργειας είναι εκτεταμένος και περιλαμβάνει αυτοματοποιημένους χρονοπρογραμματιστές που διακόπτουν τη λειτουργία κατά τη διάρκεια της νύχτας, αισθητήρες που ενεργοποιούν τα φώτα όταν οι άνθρωποι εισέρχονται σε ένα δωμάτιο και τα απενεργοποιούν όταν εξέρχονται από αυτό. Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι το έξυπνο σπίτι είναι πιθανό να περιέχει 15 έως 30 συνδεδεμένες συσκευές και αισθητήρες, όλα συνδεδεμένα μέσω οικιακού δικτύου και συνδεδεμένα με τα συστήματα υποστήριξης των παρόχων υπηρεσιών και του διαδικτύου [55]. Οι συνδεδεμένες συσκευές θα κυμαίνονται από συνήθεις οικιακές συσκευές μέχρι ηλιακούς συλλέκτες και τέλος, υποδομή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, που καταναλώνουν και παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Υπάρχουν, ακόμα, έξυπνα συστήματα που παρακολουθούν και διαχειρίζονται το πώς και πότε καταναλώνεται ενέργεια. Ένας έξυπνος θερμοσίφωνα, για παράδειγμα, μπορεί να ειδοποιήσει τον ιδιοκτήτη του σπιτιού για διαρροές και να ελέγξει τα συστήματα τροφοδοσίας και νερού για να αποφευχθούν τυχόν δαπανηρές επισκευές [57].

Η επεκτασιμότητα του IoT έχει ως αποτέλεσμα πολλά οφέλη για την ενεργειακή απόδοση, την πράσινη διαχείριση των σπιτιών και των πόλεων και γενικότερα την οικολογία, ενώ ταυτόχρονα υπόσχεται πράσινα, βιώσιμα κτίρια, όπου θα έχει κανείς τη δυνατότητα να παρατηρεί τις συνολικές λειτουργίες του κτιρίου και να λαμβάνει τα δεδομένα, που είναι απαραίτητα για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητάς του και τη μείωση του κόστους [56], [57]. Από την άποψη αυτή, το αυξανόμενο κόστος ενέργειας, με τη μορφή ολοένα και υψηλότερων λογαριασμών κοινής ωφέλειας, είναι προφανώς σημαντικό μειονέκτημα, εφόσον η χρήση περισσότερης ενέργειας, από ό, τι πραγματικά απαιτείται, είναι προβληματική τόσο για την οικονομία των χρηστών όσο και για το περιβάλλον.

Το Smart Home θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από έναν πολύ καλό *δείκτη ευφυούς ετοιμότητας*²², να χρησιμοποιεί δηλαδή τις νέες τεχνολογίες, προκειμένου να προσαρμόζει τη λειτουργία του σύμφωνα με τις ανάγκες και τα συνεχώς μεταβαλλόμενα σήματα που δέχεται από το εξωτερικό περιβάλλον και την αλληλεπίδρασή του με αυτό και τους χρήστες. Μπορεί να προτείνει πότε είναι βέλτιστο για τον ιδιοκτήτη, τον ένοικο να χρησιμοποιήσει ορισμένες ηλεκτρικές συσκευές (π.χ. έξυπνη σκούπα) και να προτείνει τρόπους με τους οποίους μπορεί να βελτιωθεί και να γίνει πιο υγιεινή η ζωή μέσα στο σπίτι.

²² Βλ. σχετικό link: <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12365-Smart-buildings-smart-readiness-indicator-arrangements-for-rollout-of-scheme- en>

4. How IoT can benefit companies?

Το IoT βρίσκεται ψηλά στην ερευνητική ατζέντα των επιχειρήσεων και αυτό γιατί έχει δημιουργήσει νέες πηγές πληροφοριών, νέες ανάγκες, νέες εφαρμογές, νέες θέσεις εργασίας, νέα επιχειρηματικά μοντέλα και ευκαιρίες, νέες υπηρεσίες και νέα προϊόντα. Το IoT γίνεται ολοένα και πιο σημαντικός παράγοντας βελτιωμένης απόδοσης στο χώρο εργασίας. Τα οφέλη του «Wearable IoT» δεν περιορίζονται σε μεμονωμένη ανθρώπινη αποδοτικότητα και ευεξία, αλλά έχουν επεκτείνει τις διαστάσεις τους για να βελτιώσουν την οργανωτική αποτελεσματικότητα και ευεξία στο χώρο εργασίας [73].

Καθώς το IoT συνεχίζει να αναπτύσσεται στο πεδίο εφαρμογής του, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε τις ευκαιρίες και τις προκλήσεις που σχετίζονται με την είσοδό του στο σύγχρονο εργασιακό περιβάλλον [74].

Πλεονεκτήματα:

1. Χρήση σύγχρονης προηγμένης τεχνολογίας. Οι εταιρείες εκμεταλλεύονται το IoT για να καλύψουν όλο το φάσμα των αναγκών.
2. Χαμηλότερο λειτουργικό κόστος. Ένας στόλος συσκευών IoT μπορεί να είναι οικονομικά αποδοτικός, επειδή βοηθά τις επιχειρήσεις να βελτιστοποιήσουν τις ροές εργασίας τους και να μειώσουν το λειτουργικό κόστος παρέχοντας πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο.
3. Αυξημένη παραγωγικότητα και ασφάλεια στο εργασιακό περιβάλλον. Οι συσκευές IoT μπορούν να διαχειρίζονται, να παρακολουθούν και να ειδοποιούν το προσωπικό για αλλαγές στις διαδικασίες ή την παραγωγικότητα, βοηθώντας τους να λαμβάνουν πιο έξυπνες αποφάσεις σχετικά με την εργασία.
4. Σπουδαίες επιχειρηματικές πληροφορίες. Οι συσκευές IoT βοηθούν τους οργανισμούς να συλλέγουν δεδομένα, για να εντοπίσουν πληροφορίες σχετικά με την επιχείρησή τους. Για παράδειγμα, οι εταιρείες Logistics χρησιμοποιώντας συσκευές IoT, μπορούν να κάνουν πιο αποτελεσματική τη χρήση των οχημάτων, ευθυγραμμίζοντας τις τοποθεσίες παράδοσης με τα χρονοδιαγράμματα που θέτουν.
5. Καλύτερες εμπειρίες καταναλωτών. Οι συσκευές IoT μπορούν να βοηθήσουν τις επιχειρήσεις να συλλέγουν, να παρακολουθούν και να αναλύουν δεδομένα, που έχουν για τους πελάτες (δημογραφικά και συμπεριφορικά χαρακτηριστικά), συμβάλλοντας στη δημιουργία μιας ανώτερης εμπειρίας πελατών, που τους προσελκύει πιο βαθιά (στοχευμένες ενέργειες marketing) και αυξάνει την πίστη και την προτίμησή τους.

Μειονεκτήματα:

1. Ασφάλεια και απόρρητο δεδομένων. Οι συσκευές IoT πρέπει να προστατεύονται από επιθέσεις λογισμικού που βασίζονται στο διαδίκτυο, από φυσικές παραβιάσεις κ.λπ. Ανησυχία προκαλεί και το ζήτημα του απορρήτου των πληροφοριών και αυτό γιατί οι συσκευές IoT χρησιμοποιούνται σε πιο ευαίσθητους κλάδους, όπως η υγεία και η οικονομία.
2. Κρυφή τεχνολογία. Αν και μπορεί να φαίνεται ότι οι συσκευές IoT εκτελούν απλές εργασίες, στην πραγματικότητα εμπλέκεται πολύπλοκη τεχνολογία.
3. Προκλήσεις διαχείρισης της εξέλιξης του IoT. Οι εταιρείες τείνουν να θεωρούν το IoT μόνο ως τεχνολογία και δεν συνειδητοποιούν τις επιπτώσεις που έχει στις επιχειρηματικές διαδικασίες. Αυτό σημαίνει ότι, συχνά, αφήνουν την υλοποίηση και τη συντήρησή

αποκλειστικά σε ομάδες IT χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τυχόν νομικά, βιομηχανικά ή εσωτερικά θέματα που, ενδεχομένως, ανακύπτουν.

4. Συνδεσιμότητα και εξαρτήσεις ενέργειας. Πολλές συσκευές IoT εξαρτώνται από συνεχή τροφοδοσία ή σύνδεση στο διαδίκτυο για να λειτουργούν χωρίς προβλήματα.
5. Προκλήσεις διαλειτουργικότητας. Προς το παρόν δεν υπάρχει συναίνεση σχετικά με τα πρωτόκολλα και τα πρότυπα IoT.

Καθώς επεκτεινόταν η χρήση του όρου «βιώσιμη ανάπτυξη», παραδοσιακοί δείκτες (όπως το ΑΕΠ) δεν μπορούσαν να ανταποκριθούν στην ανάγκη να συνεκτιμηθούν στη μέτρηση της ευημερίας, περιβαλλοντικές & κοινωνικές παράμετροι, πέρα από τις οικονομικές.

Από τους 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης, πιο συγκεκριμένα, για τον Στόχο 8, οι ειδικοί δηλώνουν ότι «προάγουμε τη διαρκή, βιώσιμη και χωρίς αποκλεισμούς οικονομική ανάπτυξη και την πλήρη απασχόληση και αξιοπρεπή εργασία για όλους». Η βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη προϋποθέτει ότι οι κοινωνίες θα δημιουργήσουν τις συνθήκες εκείνες, οι οποίες θα επιτρέψουν στους ανθρώπους να έχουν ποιοτικές θέσεις εργασίας και οι οποίες θα τονώσουν την οικονομία, χωρίς, ωστόσο να βλάπτουν το περιβάλλον. Οι ευκαιρίες απασχόλησης και οι αξιοπρεπείς συνθήκες εργασίας είναι επίσης απαραίτητες για όλες τις ηλικίες του εργασιακά ενεργού πληθυσμού.

Προκύπτει, από τη βάση δεδομένων της Eurostat (πηγή ΕΛΣΤΑΤ & Ελληνικό Στατιστικό Σύστημα) για την επίτευξη του επιμέρους Στόχου 8.1 για τη «Διατήρηση της κατά κεφαλήν οικονομικής ανάπτυξης με βάση τις εθνικές περιστάσεις, ιδίως σε λιγότερο αναπτυγμένες χώρες, διατήρηση τουλάχιστον 7% του ΑΕΠ ετησίως», ότι, για τον δείκτη 8.1.1, ο οποίος αφορά τον «Ετήσιο ρυθμό αύξησης του πραγματικού κατά κεφαλήν ΑΕΠ», για το 2023, το ποσοστό ανήλθε σε 2,5% για την Ελλάδα.

Για την επίτευξη του επιμέρους Στόχου 8.5 «Έως το 2030, επίτευξη πλήρους και παραγωγικής απασχόλησης και αξιοπρεπών θέσεων εργασίας για όλες τις γυναίκες και τους άνδρες, συμπεριλαμβανομένων των νέων ανθρώπων και ατόμων με αναπηρίες, καθώς και εξασφάλιση ίσης αμοιβής για εργασία ίσης αξίας», σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ, προκύπτει ότι για τον δείκτη 8.5.1, ο οποίος αφορά τις «μέσες ωριαίες αμοιβές γυναικών και ανδρών μισθωτών, κατά επάγγελμα και ηλικία», το 2018, υπερτερούσαν οι άρρενες σε όλα τα επαγγέλματα: Διευθυντικά και Διοικητικά στελέχη (Α: 22,3%, Θ: 19,0%), Επαγγελματίες (Α: 14,3%, Θ: 12,2%), Τεχνικοί (Α: 10,7%, Θ: 8,1%), Υπάλληλοι γραφείου (Α: 9,0%, Θ: 8,1%), Παροχή υπηρεσιών και Πωλητές (Α: 6,4%, Θ: 5,7%), Ειδικευμένοι τεχνίτες (Α: 8,1%, Θ: 5,9%), Χειριστές μηχανημάτων (Α: 7,6%, Θ: 5,7%) και Ανειδίκευτοι εργάτες (Α: 5,9%, Θ: 5,3%). Αξιοσημείωτο είναι ότι για τον ίδιο επιμέρους Στόχο 8.5, όμως, για τον δείκτη 8.5.2, ο οποίος αφορά το «ποσοστό ανεργίας, κατά φύλο και ηλικία», το 2023, σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ, συνολικά για τις ηλικίες 15-74 ανήλθε σε 11,1% και συγκεκριμένα για τους άνδρες 15-74, το ποσοστό ανεργίας ήταν 8,5% ενώ για τις γυναίκες από 15-74, το ποσοστό άγγιξε το 14,3%.

Για τον επιμέρους Στόχο «Αξιοπρεπής εργασία και οικονομική ανάπτυξη», σύμφωνα με την Eurostat και την Labor Force Survey (LFS), για την επίτευξη του δείκτη με κωδικό `sdg_08_20`, που αφορά τους «Νέους 15-29 ετών, εκτός εργασίας, εκπαίδευσης και κατάρτισης, με βάση το φύλο», προκύπτει ότι, για το 2023, το ποσοστό για τις γυναίκες ανήλθε στο 17,4% και για τους άνδρες το ποσοστό έφτασε στο 14,8%. Για τον ίδιο επιμέρους Στόχο, όμως, για την επίτευξη του δείκτη `sdg_08_40`, που αφορά το «ποσοστό μακροχρόνια ανέργων, κατά φύλο», για το 2023, αυτό διαμορφώθηκε: 8,7% για τον γυναικείο πληθυσμό και 4,2% για τον ανδρικό πληθυσμό. Η επίτευξη του δείκτη `sdg_05_40`, που αφορά τον «μη ενεργό πληθυσμό από 20-64 λόγω ευθυνών για φροντίδα τρίτων, κατά φύλο», το 2023, το ποσοστό ήταν 1,7% για τις γυναίκες και 0,3% για τους άνδρες.

Η τεχνολογία βοηθά τις εταιρίες να παρακολουθούν σε πραγματικό χρόνο τις εργασίες στο εσωτερικό τους, να βελτιώνουν λειτουργίες, να προλαβαίνουν ή να διορθώνουν προβλήματα, να θέτουν στόχους και να ελέγχουν την επίτευξή τους. Βοηθά, όμως, και την εφοδιαστική αλυσίδα²³, τελευταίος κρίκος της οποίας είναι η στιγμή που καταλήγει ένα προϊόν στα χέρια μας. Η αλυσίδα γίνεται πιο ανθεκτική, πιο αποτελεσματική και πιο ευέλικτη. Σε μια ιδιαίτερα διεθνοποιημένη εφοδιαστική αλυσίδα, η ύπαρξη δεδομένων και η κατάλληλη στιγμή αποτελούν ορισμένα πολύ σημαντικά στοιχεία. Οι νέες τεχνολογίες διασφαλίζουν την ομαλή λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως και την έγκαιρη λήψη αποφάσεων. Οι νέες τεχνολογίες δίνουν τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να έχουν ολοκληρωμένη πληροφόρηση για το τι συμβαίνει σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας και βοηθούν στη δημιουργία διαφορετικών σεναρίων απόκρισης συναρτήσει των συνθηκών [75], [76].

Ο κόσμος των επιχειρήσεων ανακαλύπτει ότι η ΤΝ θα μετασχηματίσει την εργασία και την παραγωγή αγαθών και προϊόντων. Οι νέες διαδικτυακές τεχνολογίες αποτελούν μέρος της σύγχρονης επιχειρηματικής δράσης και της καθημερινής ζωής των εργαζομένων. Η Τεχνητή Νοημοσύνη διευκολύνει τη λειτουργία των επιχειρήσεων, σε σχέση με την εκτέλεση καθηκόντων που σχετίζονται με τη λήψη και υποστήριξη αποφάσεων, τον σχεδιασμό προϊόντων, τις προβλέψεις και τη βελτιστοποίηση αξιοποίησης πόρων, την επικοινωνία κ.λπ. Οι επιχειρήσεις αλλάζουν τρόπο σκέψης και στρέφουν το βλέμμα στην βελτίωση του εργασιακού περιβάλλοντος, όχι μόνο μέσα από τις οικονομικές απολαβές, αλλά και με την παροχή και χρήση νέων τεχνολογικών συστημάτων στην καθημερινή εργασία των εργαζομένων [77].

²³ Η αλληλουχία διαδικασιών που συνδέονται με την παραγωγή και τη διανομή ενός αγαθού.

5. Industry 4.0 and beyond

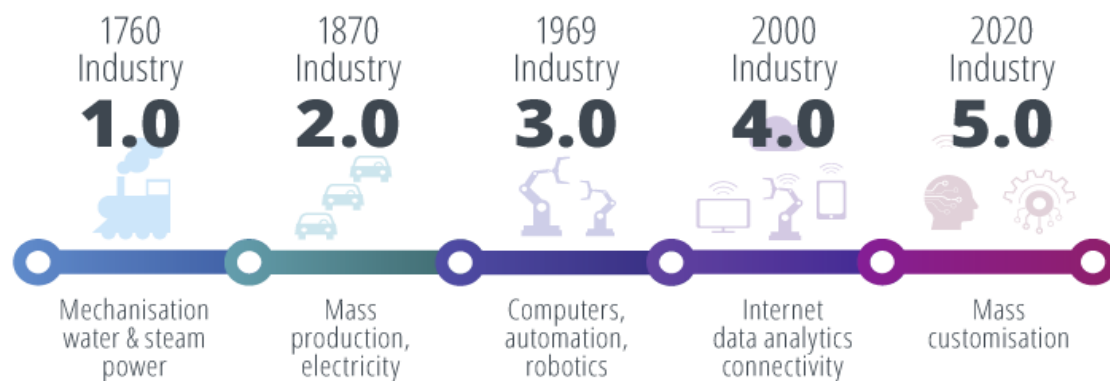


Figure 15: Industrial Revolution (Πηγή: PlatformE, <https://www.platforme.com/post/industry-5-0-how-the-mass-customization-era-can-be-the-solution-for-overproduction>).

Δεν θα ήταν υπερβολή να πούμε ότι η εκβιομηχάνιση που ξεκίνησε στα τέλη του 18^{ου} αιώνα χωρίζει την ιστορία της ανθρωπότητας σε δύο διακριτές φάσεις. Η χρήση νέων τεχνικών μέσων και εφαρμογών, η αξιοποίηση νέων πηγών ενέργειας, η καινοτομία και ο κεντρικός ρόλος του εργοστασίου στην παραγωγική διαδικασία είναι κάποιες μόνο από τις αλλαγές που έφεραν ανακατατάξεις σε κάθε πτυχή της ανθρώπινης δραστηριότητας, κοινωνική, οικονομική, γεωπολιτική. Η βιομηχανική επανάσταση δεν ήταν απλώς μια αντικατάσταση των ανθρώπων από μηχανήματα, αλλά μια απελευθέρωση των ανθρώπων, έτσι ώστε να βρεθούν πιο κοντά στην φύση τους, να πάψουν δηλαδή, να λειτουργούν ως μηχανήματα.

Από τη βιομηχανική επανάσταση μέχρι σήμερα, έχουμε περάσει από διαφορετικά στάδια προόδου και τεχνολογικής εξέλιξης. Την πρώτη βιομηχανική επανάσταση ακολουθεί στα μέσα του 19^{ου} αιώνα η δεύτερη. Μια περίοδος ταχείας επιστημονικής ανακάλυψης, που τροφοδοτείται από την ηλεκτρική ενέργεια και τις νέες πηγές ορυκτών καυσίμων. Η τρίτη βιομηχανική επανάσταση ξεκινά περίπου έναν αιώνα αργότερα, με την πυρηνική ενέργεια, την έλευση των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, την πληροφορική και εν τέλει του διαδικτύου. Και τώρα, με την έλευση των αλγορίθμων και των δεδομένων μεγάλης κλίμακας (Big Data), της Τεχνητής Νοημοσύνης και της αυτοματοποίησης, του Cloud Computing και του IoT, βρισκόμαστε σε μια νέα εποχή, τη λεγόμενη "Industry 4.0".

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η βιομηχανική παραγωγή έχει αρχίσει να δίνει τη σκυτάλη στις ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις. Το πρώτο χαρακτηριστικό της εν λόγω τάσης είναι ο αυτοματισμός της παραγωγικής διαδικασίας, ενώ η άμεση πληροφόρηση και η επικοινωνία σε διάφορα επίπεδα αποτελεί το βασικό και ιδιαίτερα ουσιαστικό γνώρισμά της [58]. Ο όρος "Industry 4.0" αναφέρεται στο πιο πρόσφατο στάδιο εξέλιξης της τεχνολογίας και των μέσων που χρησιμοποιούνται εντός μίας επιχείρησης ή ενός οργανισμού, στο πλαίσιο της εφαρμογής προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών στη βιομηχανία και τη μεταποίηση. Αποτέλεσμα αυτών είναι η ανάπτυξη της βιομηχανίας σε συνδυασμό με ένα περιβάλλον διασυνδεδεμένο, ψηφιακό και ευφυές. Η μετάβαση κάθε λειτουργίας ενός εργοστασίου στον ψηφιακό κόσμο δεν είναι απλή υπόθεση. Η άντληση και αξιοποίηση δεδομένων, οι αυτοματισμοί και η ένταξη της Ρομποτικής απαιτούν καινοτόμες λύσεις. Με τις νέες τεχνολογίες, μια αυτοματοποιημένη βιομηχανία έχει τη δυνατότητα να αντλήσει σημαντικό όγκο ιστορικών δεδομένων, να τα επεξεργαστεί και να τα οπτικοποιήσει, να εστιάσει σε λάθη, τα οποία ενδεχομένως στο παρελθόν να μην έβλεπε με τόση ανάλυση και να προβλέψει και να βελτιώσει την παραγωγική διαδικασία της [59].

Ουσιαστικά, η 4^η βιομηχανική επανάσταση σημαίνει έξυπνο εργοστάσιο. Έξυπνα μηχανήματα, γραμμές παραγωγής, συστήματα και άνθρωποι διασυνδέονται σε πραγματικό χρόνο, ανταλλάσσοντας δεδομένα για διάφορους τομείς του κύκλου ζωής ενός προϊόντος, όπως το επίπεδο αποθέματος, τις ανάγκες ζήτησης, τις δυσλειτουργίες σε κάποιο μηχανήμα.

Σε ότι αφορά την παραγωγή, νέες τεχνολογίες, όπως το Blockchain, μπορούν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να βοηθήσουν τις βιομηχανικές λύσεις²⁴ και άρα, να καλύπτονται άμεσα οι ανάγκες του τελικού καταναλωτή [59]. Απώτερος στόχος είναι η δημιουργία ενός δικτύου επικοινωνίας, το οποίο ξεκινά από τον καταναλωτή και καταλήγει στους προμηθευτές των εργοστασίων. Έτσι, το δίκτυο που δημιουργείται, τόσο εντός όσο και εκτός της παραγωγικής μονάδας, οργανώνεται με τον ίδιο τρόπο, όπως ένα κοινωνικό δίκτυο [60].

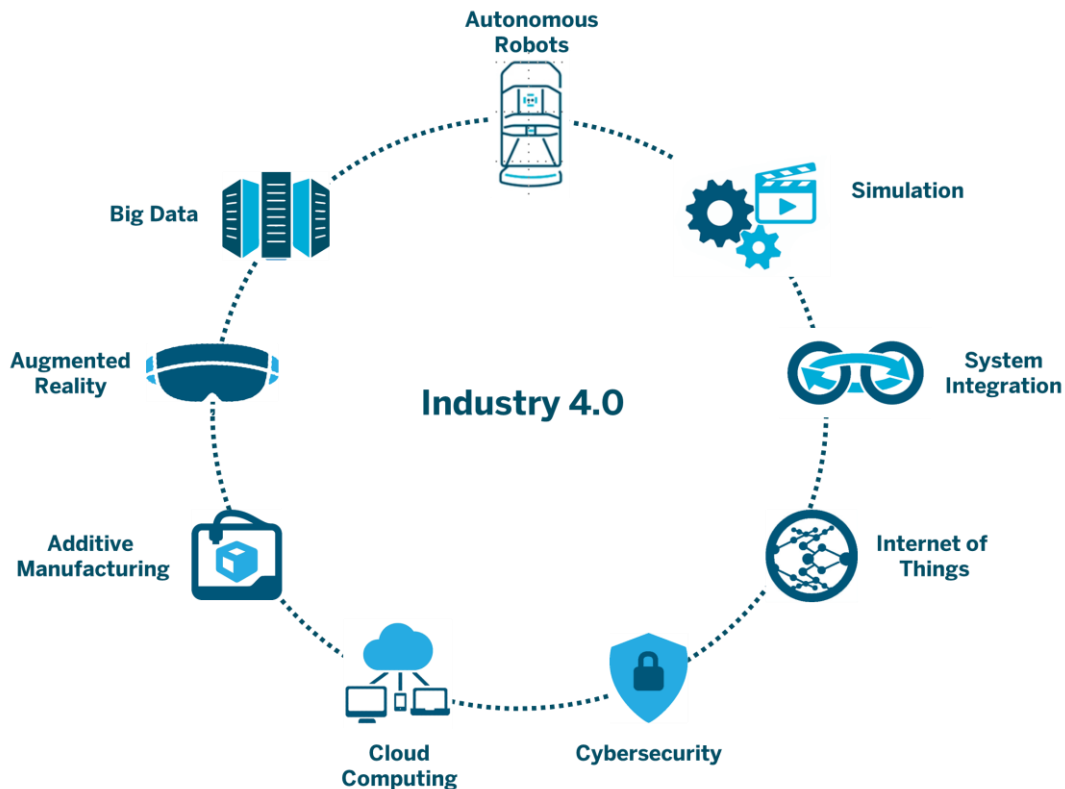


Figure 16: Industry 4.0 & technology trends (Πηγή: ResearchGate, https://www.researchgate.net/figure/Industry-40-and-enabling-technologies-Source-wwwaethoncom_fig1_331397914).

Τα Ψηφιακά Δίδυμα (Digital Twins) ενσωματώνουν μια σειρά από τεχνολογίες του Industry 4.0. Πρόκειται για μια ψηφιακή αναπαράσταση ενός φυσικού αντικειμένου, ατόμου ή διαδικασίας (π.χ. εργοστασίου, μηχανήματος, εργαζομένου), που ενσωματώνεται σε μια ψηφιακή έκδοση του περιβάλλοντός του. Τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να βοηθήσουν έναν οργανισμό να προσομοιώσει πραγματικές καταστάσεις και τα αποτελέσματά τους, επιτρέποντάς του τελικά να λάβει καλύτερες αποφάσεις. Στην περίπτωση μιας παραγωγικής μονάδας, μια ψηφιακή αναπαράσταση του εργοστασίου αποτυπώνει όλες τις διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα μέσα σε αυτό, υπάρχει μια συνεχής ροή δεδομένων, ενώ με τη βοήθεια του IoT αλλά και της Ρομποτικής ελέγχεται ακόμα και εξ αποστάσεως σε ολοένα και πιο έντονο βαθμό [61].

Το IoT είναι φορέας τεράστιων αλλαγών που αναδιαμορφώνουν τις βιομηχανίες και επαναπροσδιορίζουν τις επιχειρηματικές στρατηγικές, γιατί διευκολύνει τα λογισμικά να φτάσουν στο μέγιστο των δυνατοτήτων τους. Μέσω του Industrial IoT (IIoT) και των data analytics, οι βιομηχανίες έχουν τη δυνατότητα να ελέγχουν και να αναλύουν την απόδοση από απόσταση και να συλλέγουν τα απαραίτητα δεδομένα. Επίσης, με την αξιοποίηση των big data,

²⁴ Η υιοθέτηση προηγμένης τεχνολογίας για την αποτελεσματικότερη λειτουργία των διαδικασιών μιας βιομηχανίας.

διασυνδεδεμένων ψηφιακών συστημάτων καθώς και της ΤΝ οι επιχειρήσεις οδηγούνται στην εφαρμογή καινοτόμων μεθόδων και λύσεων για την ίδια την παραγωγική διαδικασία [62], [63]. Η Βιομηχανία 4.0 σηματοδοτεί τη νέα βιομηχανική επανάσταση, η οποία συνδυάζει προηγμένες τεχνικές παραγωγής και λειτουργίας με έξυπνες ψηφιακές τεχνολογίες για τη δημιουργία μιας ψηφιακής επιχείρησης, που θα είναι διασυνδεδεμένη και θα μπορεί να επικοινωνήσει, να αναλύσει δεδομένα, προκειμένου να επιφέρει επιπρόσθετη αξία, να αυξήσει την αποδοτικότητα σε όλα τα επίπεδα και να μειώσει περιττά κόστη, διαφυλάσσοντας τους ενεργειακούς πόρους. Οι τεχνολογικές εξελίξεις και οι βιομηχανικοί αυτοματισμοί μπορούν να βελτιώσουν την ευημερία των ανθρώπων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από κοινού με τους ανθρώπους, προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα σύνθετα προβλήματα του πλανήτη [59], [64].

Η αύξηση της παραγωγικότητας και τα θετικά οικονομικά αποτελέσματα έχουν μεγάλη σημασία για τις επιχειρήσεις. Μπορεί να είναι έξυπνο ένα εργοστάσιο αν δεν είναι παράλληλα πράσινο; Αν δεν μεριμνά, δηλαδή, η επιχείρηση για τον περιορισμό του αντικτύπου της στο φυσικό περιβάλλον; Η 4^η βιομηχανική επανάσταση και η πράσινη μετάβαση στον κόσμο των επιχειρήσεων και της εργασίας δημιουργεί ευκαιρίες και προκλήσεις σε μια εποχή αλληπάλληλων ανατροπών και γενικευμένης αβεβαιότητας. Ένα μεγάλο στοίχημα για τις βιομηχανίες είναι η βελτίωση της παραγωγικότητας, να υπάρχουν δηλαδή ευέλικτες και παραγωγικές μονάδες [65]. Ένα άλλο στοίχημα είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και η μείωση του αποτυπώματος του διοξειδίου του άνθρακα [66].

Η σκέψη για τη Βιομηχανία 5.0 ανέκυψε από τις συζητήσεις σε δύο εικονικά εργαστήρια της Γενικής Διεύθυνσης Έρευνας και Καινοτομίας (RTD) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, στα οποία συμμετείχαν επιστήμονες και ειδικοί ερευνητικών και τεχνολογικών οργανισμών και ως συμπέρασμα όλων αυτών, προέκυψε η συγγραφή και δημοσίευση της έκθεσης με τίτλο: “Industry 5.0 Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry”, τον Ιανουάριο του 2021 [64], [67]. Σύμφωνα με το έγγραφο, η Βιομηχανία 5.0 ενδιαφέρεται για πιο κοινωνικούς στόχους, πέρα από τις εργασιακές θέσεις και την ανάπτυξη, επιδιώκει να γίνει «ένας ανθεκτικός πάροχος ευημερίας, κάνοντας την παραγωγή να σέβεται τα όρια του πλανήτη και θέτοντας την ευημερία του βιομηχανικού καλλιτέχνη στο επίκεντρο της παραγωγικής διαδικασίας». Ουσιαστικά, το Industry 5.0 είναι ένα μοντέλο επιχειρηματικής προοπτικής, το οποίο βασίζεται στη συν-εργασία ανθρώπου και μηχανής και θέτει στο επίκεντρο τον άνθρωπο, την ανθεκτικότητα και τη βιωσιμότητα.

Η νέα εκδοχή της βιομηχανικής επανάστασης αναπτύσσει μια προσέγγιση με έμφαση τα ανθρώπινα δικαιώματα, όπως η ιδιωτικότητα, η αυτονομία και η ανθρώπινη αξιοπρέπεια. Υπογραμμίζει τον τρόπο με τον οποίο η τεχνολογία θα προσαρμόζεται στις ανάγκες των πολιτών και των εργαζομένων εξασφαλίζοντας καλύτερη ποιότητα ζωής.

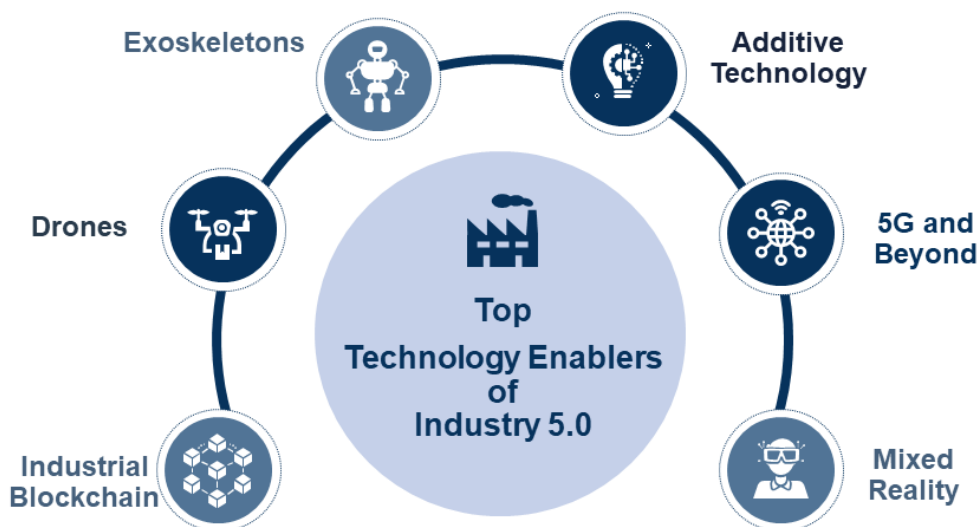


Figure 17: Highlights of Industry 5.0 (Πηγή: ESE, <https://www.eseco.co.th/industry-5/>).

Η μελέτη ψηφιακής και τεχνολογικής ωριμότητας που πραγματοποίησε το Παρατηρητήριο του ΣΕΒ για τον ψηφιακό μετασχηματισμό το 2022, επισήμανε ότι οι ελληνικές επιχειρήσεις ψηφιοποιήθηκαν 5 φορές ταχύτερα από το μέσο όρο της ΕΕ κατά την περίοδο 2019-2022 καθώς ο ρυθμός μεταβολής της ψηφιακής ωριμότητάς τους διαμορφώθηκε σε 9,2% έναντι 1,9% στην ΕΕ [69]. Σύμφωνα με την Έρευνα του Παρατηρητηρίου Ψηφιακού Μετασχηματισμού του ΣΕΒ, για τον ψηφιακό μετασχηματισμό των ελληνικών επιχειρήσεων, τον Ιούνιο του 2023, το 11,5% εκ των 183 ερωτηθέντων στελεχών ελληνικών επιχειρήσεων έχουν αναπτύξει στρατηγική αξιοποίησης εφαρμογών IoT, με στόχο τον εκσυγχρονισμό και την ενίσχυση των ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων τους στο άμεσο μέλλον [68].

Σύμφωνα με την πιο πρόσφατη έκδοση του δείκτη Ψηφιακής Οικονομίας και Κοινωνίας DESI^{25,26}, για το 2022, η Ελλάδα βρίσκεται στην θέση 25 μεταξύ των 27 κρατών μελών της ΕΕ.

ΔΕΙΚΤΗΣ DESI 2022	Ελλάδα		ΕΕ
	κατάταξη	βαθμολογία	βαθμολογία
	25	38,9	52,3

Κατάταξη του δείκτη ψηφιακής οικονομίας και κοινωνίας (DESI) 2022.

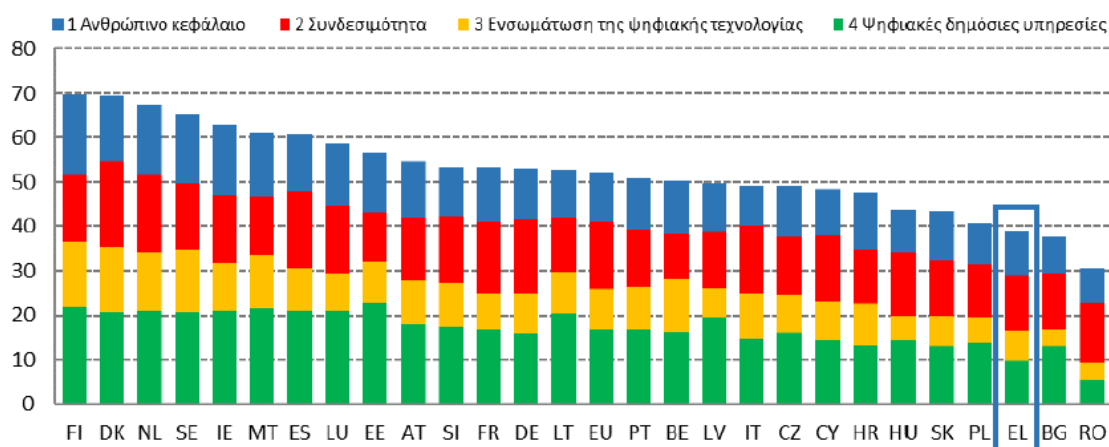


Figure 18: Digital Economy and Society Index (2022) (Πηγή: *διανεοσις*, https://www.dianeosis.org/wp-content/uploads/2015/06/DESI_2022_Greece_el_efyTi4djg1dKZSrf8LNzeXUE_88749.pdf).

Τόσο ο ψηφιακός όσο και ο πράσινος μετασχηματισμός²⁷ ενός εργοστασίου βασίζονται στην άντληση δεδομένων και στην αποτελεσματική διαχείρισή τους. Αυτό που διαφοροποιεί τα δεδομένα, αυτή τη στιγμή, είναι ότι, όχι μόνο οι ψηφιακοί βοηθοί (Amazon Alexa, Apple Siri κ.ά.), αλλά και πολύ πιο ευφυείς εφαρμογές (Chat-GPT²⁸) έχουν μπει στην καθημερινότητα είτε καταναλωτών είτε επαγγελματιών.

Από τους 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης, οι ειδικοί ισχυρίζονται ότι μέσω του Στόχου 9 «οικοδομούμε ανθεκτικές υποδομές, προάγουμε την ανοιχτή και βιώσιμη βιομηχανοποίηση και ενθαρρύνουμε την καινοτομία». Η βιώσιμη βιομηχανική ανάπτυξη αποτελεί κύρια πηγή εισοδήματος, επιτρέποντας την αύξηση του βιοτικού επιπέδου για όλους τους ανθρώπους, ενώ

²⁵ Δείκτης που παρακολουθεί την πρόοδο που σημειώνεται στα κράτη-μέλη της ΕΕ στον ψηφιακό τομέα.

²⁶ Βλ. σχετικό link: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/el/policies/desi-greece>

²⁷ Η ελαχιστοποίηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος μέσω της βιώσιμης χρήσης των φυσικών πόρων.

²⁸ Εφαρμογή Τεχνητής Νοημοσύνης, η οποία παράγει γραπτό λόγο που μοιάζει με τον ανθρώπινο.

παρέχει τεχνολογικές λύσεις για την περιβαλλοντικά ορθή βιομηχανοποίηση. Η τεχνολογική πρόοδος είναι η βάση για την υλοποίηση των περιβαλλοντικών στόχων (π.χ. αύξηση πόρων, αποδοτικότητα ενέργειας κ.ά.).

Για τον επιμέρους Στόχο 9.1 για τη «Δημιουργία ποιοτικών, αξιόπιστων, βιώσιμων και ανθεκτικών υποδομών, συμπεριλαμβανομένων των περιφερειακών και διασυνοριακών υποδομών, για τη στήριξη της οικονομικής ανάπτυξης και της ανθρώπινης ευημερίας, εστιάζοντας στην προσιτή και ισότιμη πρόσβαση σε αυτές για όλους», η επίτευξη του δείκτη 9.1.2 για «τους επιβάτες και τον όγκο των εμπορευματικών μεταφορών, κατά μέσο μεταφοράς», το 2022, εξελίχθηκε ως εξής:

- Στις **αεροπορικές** μεταφορές: 116,8 τόνοι & 57,9 εκατ. επιβάτες
- Στις **θαλάσσιες** μεταφορές: 170,7 τόνοι & 70,1 εκατ. επιβάτες
- **Οδικώς**: μεταφέρθηκαν 290,1 χιλιάδες τόνοι εμπορευμάτων, ωστόσο, ο αριθμός των επιβατών που μεταφέρθηκαν οδικώς δεν είναι διαθέσιμος.
- Στις **σιδηροδρομικές** μεταφορές: 15,4 εκατ. επιβάτες, ωστόσο, τα στοιχεία για τη μεταφορά των εμπορευμάτων είναι διαθέσιμα αλλά έχουν χαρακτηριστεί ως απόρρητα.

Για τον επιμέρους Στόχο 9.2 «Προαγωγή της χωρίς αποκλεισμούς και βιώσιμης βιομηχανοποίησης και ουσιαστική αύξηση, έως το 2030, του ποσοστού της απασχόλησης στον βιομηχανικό κλάδο και του ΑΕΠ, σε συνάρτηση με τις εθνικές περιστάσεις, καθώς και διπλασιασμό του ποσοστού απασχόλησης στον βιομηχανικό κλάδο, στις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες», η επίτευξη του δείκτη 9.2.2 «Απασχόληση στον βιομηχανικό κλάδο/μεταποίηση ως αναλογία της συνολικής απασχόλησης», σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ, για το 2022, το ποσοστό ανήλθε σε 7,9% για την Ελλάδα.

Για τον επιμέρους Στόχο 9.3 «Αύξηση της πρόσβασης των μικρής κλίμακας βιομηχανικών και άλλων επιχειρήσεων, ιδίως των αναπτυσσόμενων χωρών, σε χρηματοπιστωτικές υπηρεσίες, με παροχή προσιτών πιστώσεων και ενσωμάτωσή τους στις αλυσίδες αξίας και στις αγορές», η επίτευξη του δείκτη 9.3.1 «Αναλογία επιχειρήσεων μικρού μεγέθους στη συνολική προστιθέμενη αξία του κλάδου», για το 2021, το ποσοστό ήταν 49,4% για την Ελλάδα.

Για τον επιμέρους Στόχο 9.4 «Έως το 2030, αναβάθμιση υποδομών και μετασκευή βιομηχανιών προκειμένου αυτές να καταστούν βιώσιμες, αυξάνοντας την αποδοτική χρήση των πόρων και ενθαρρύνοντας περισσότερο καθαρές και περιβαλλοντικά ορθές τεχνολογίες και βιομηχανικές μεθόδους, παγκοσμίως», η επίτευξη του δείκτη 9.4.1 «Εκπομπές CO₂ ανά μονάδα προστιθέμενης αξίας», για το 2022, το ποσοστό ήταν 57.587.410 τόνοι.

Για τον επιμέρους Στόχο με θέμα «Βιομηχανία, Καινοτομία & Υποδομές», ο δείκτης *sdg_09_30*, που αφορά το «Προσωπικό στην έρευνα και την ανάπτυξη - % του ενεργού πληθυσμού», σύμφωνα με τη βάση δεδομένων της Eurostat (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ & Ελληνικό Στατιστικό Σύστημα), για το 2022, ήταν 1,5% και για τον ίδιο επιμέρους Στόχο, η επίτευξη του δείκτη *sdg_09_50*, που αφορά το «ποσοστό λεωφορείων και τρένων επί του συνόλου των επιβατικών μεταφορών», για το 2021, ήταν 12,9% για την Ελλάδα.

Η επένδυση στις τεχνολογίες αιχμής του Industry 4.0 and beyond, στην αναβάθμιση των δεξιοτήτων και των γνώσεων των εργαζομένων, σε συνδυασμό με την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης, συνιστούν κορυφαίες προτεραιότητες για την ατζέντα των επιχειρήσεων. Οι βιομηχανίες ωριμάζουν και αντιλαμβάνονται πως πρέπει να εξελιχθούν τάχιστα, να επιταχύνουν την προσαρμογή τους στις τεχνολογικές αλλαγές και στην βιώσιμη ανάπτυξη [70]. Συνειδητοποιούν, τελικά, ότι η ανταγωνιστικότητα συνδέεται αμιγώς με την επένδυση στο ανθρώπινο κεφάλαιο και την περαιτέρω εξειδίκευση αυτού στον ψηφιακό μετασχηματισμό και στις νέες τάσεις της αγοράς [71]. Η παραγωγή προϊόντων, με στόχο τη βιωσιμότητα και την καταλληλότητά τους απέναντι στις νέες συνθήκες, δεν είναι αρκετή, αν δεν υπάρχει ο ανθρώπινος παράγοντας στην εγκατάσταση συγκεκριμένων συστημάτων. Στο σημείο αυτό, ο ρόλος του ανθρώπινου δυναμικού είναι σπουδαίος, με τη διασύνδεση της έρευνας με την επιχειρηματικότητα να αποτελεί ύψιστη προϋπόθεση για τον αναγκαίο παραγωγικό μετασχηματισμό και τη βιώσιμη, συμπεριληπτική ανάπτυξη [72].

6. Κατηγοριοποίηση Εργασίας και Επαγγελμάτων

Η εργασία είναι η καταβολή προσπάθειας, σωματικής και πνευματικής, για την παραγωγή κάποιου προϊόντος. Πρόκειται για ένα σύνολο από συγκεκριμένες δραστηριότητες που στοχεύουν σε επιδιωκόμενα αποτελέσματα. Η εργασία είναι ένας από τους παραγωγικούς συντελεστές, όπου μαζί με το έδαφος, το κεφάλαιο και την επιχειρηματικότητα επηρεάζουν την παραγωγικότητα και εν συνεχεία την αύξηση του ΑΕΠ μιας χώρας. Η εργασία είναι ένα πυρηνικό στοιχείο της ύπαρξής μας.

Ενδεικτικά, η εργασία μπορεί να κατηγοριοποιηθεί με βάση:

1. Το **είδος** της παραγωγής μιας επιχείρησης. Επιχειρήσεις πρωτογενούς παραγωγής, οι οποίες αξιοποιούν τους φυσικούς περιβαλλοντικούς πόρους. Επαγγέλματα που προϋποθέτουν σωματική δύναμη και δεξιότητες, με απασχολούμενους στην αλιεία, τη γεωργία, την κτηνοτροφία και όποιο αγαθό προσφέρει η φύση. Τα προϊόντα που παράγονται, είτε καταναλώνονται είτε οδηγούνται ως πρώτη ύλη σε επιχειρήσεις του δευτερογενούς τομέα παραγωγής (βιοτεχνικές και βιομηχανικές) για περαιτέρω επεξεργασία. Τα νέα προϊόντα που προκύπτουν, διατίθενται σε (εμπορικές) επιχειρήσεις του τριτογενούς παραγωγικού τομέα με κύριο ενδιαφέρον την παροχή υπηρεσιών, τη διανομή των τελικών προϊόντων και τη διευκόλυνση των συναλλαγών.

- 1.1. Το **είδος** της εργασίας που παρέχεται: Χειρωνακτική (προϋποθέτει σωματικές δεξιότητες) / Πνευματική (προϋποθέτει διανοητικές ικανότητες) / Μικτή (προϋποθέτει συνδυασμό χειρωνακτικής και πνευματικής δραστηριότητας) / Τηλεργασία.

Τα περισσότερα επαγγέλματα έχουν στοιχεία πνευματικής και χειρωνακτικής εργασίας, είναι δηλαδή μικτά, γεγονός που η τεχνολογική εξέλιξη έφερε στο φως με την εισαγωγή των μηχανικών επιτευγμάτων στην παραγωγική διαδικασία. Καμιά εργασία που εκτελείται από τον άνθρωπο δεν δύνανται να είναι εξ ορισμού πνευματική ή χειρωνακτική και αυτό γιατί ο άνθρωπος έχει υλική και ψυχική υπόσταση. Η δημιουργία ενός ανθρώπινου έργου έγκειται στο συνδυασμό πνευματικής και χειρωνακτικής εργασίας.

Η τηλεργασία²⁹ έχει αλλάξει τον τρόπο συνεργασίας. Η ευελιξία που προσφέρει η τηλεργασία συμβάλλει στην εξισορρόπηση επαγγελματικής και προσωπικής ζωής και επίσης στην απασχόληση ανθρώπων με θέματα υγείας ή ατόμων που ζουν μακριά από τον τόπο εργασίας τους. Ολοένα και περισσότερες διεθνείς ομάδες συνεργάζονται με ανθρώπους που δουλεύουν από διαφορετικά γραφεία και μέρη του κόσμου (Digital Nomads)³⁰ και αυτό είναι αποτέλεσμα του παγκοσμιοποιημένου κοινωνικού συνόλου.

2. Το **μέγεθος** της επιχείρησης. Εξαρτάται από τον αριθμό των εργαζομένων, τις πωλήσεις και την αξία των περιουσιακών στοιχείων του ισολογισμού. Μια επιχείρηση μικρού μεγέθους έχει άμεση επαφή με τους πελάτες της, μπορεί να ελίσσεται καλύτερα σε νέες συνθήκες, κάτι που στην περίπτωση πιο μεγάλων επιχειρήσεων επιτυγχάνεται μέσα από τον προσδιορισμό συγκεκριμένων εργασιών.

- 2.1. Τον **αριθμό του ανθρώπινου δυναμικού** που χρειάζεται για την υλοποίηση ενός έργου (ατομική ή ομαδική εργασία).

²⁹ Η απομακρυσμένη εργασία, μέσω διαδικτύου, e-mail και τηλεφώνου.

³⁰ Ένας τρόπος ζωής όπου κάποιος αξιοποιεί την απομακρυσμένη εργασία για να ταξιδέψει και να ζήσει σε διάφορα, συχνά ελκυστικά μέρη ανά τον κόσμο, χαρακτηρίζει τους Digital Nomads.

3. Την **εσωτερική οργάνωση** και το **στυλ ηγεσίας**. Σε ένα ιεραρχικά πλαισιωμένο εργασιακό περιβάλλον, τα καθήκοντα και οι υποχρεώσεις είναι προκαθορισμένα ως προς τον επιδιωκόμενο σκοπό, σε αντίθεση με ένα ερευνητικό τμήμα, όπου το πιο αυθόρμητο διοικητικό μοντέλο προωθεί την επικοινωνία, την ανταλλαγή νέων ιδεών και την επιλογή εκείνων των αποφάσεων που θα έχουν μια πιο βιώσιμη προοπτική.
4. **Εθελοντική** εργασία.
5. Εργασία **μερικής απασχόλησης (part time)**.
6. **Εποχιακή** απασχόληση.

Η πληθώρα και ποικιλία των επαγγελμάτων οφείλεται στην ανάπτυξη των πολιτισμών και των κοινωνιών και η διάκρισή τους απορρέει από τις εργασιακές – οικονομικές σχέσεις. Τα επαγγέλματα παρακολουθούν τις οικονομικές τάσεις και τις κοινωνικές εξελίξεις και εξελίσσονται ή προσαρμόζονται σε αυτές. Οι νέες τεχνολογίες έχουν συμβάλει επίσης στη δημιουργία νέων επαγγελμάτων.

- Τα επαγγέλματα διακρίνονται σε:

Εξαρτημένα. Διενεργούνται από μισθωτούς, καθώς έχουν άμεση σχέση με τον εργοδότη τους.

Ανεξάρτητα. Ασκούνται από ανθρώπους που εργάζονται για λογαριασμό του εαυτού τους, δεν υπάρχει σχέση μεταξύ εργοδοτών και εργαζομένων.

Ελεύθερα. Προσδιορίζονται από το είδος παροχής εργασίας.

- Τα επαγγέλματα, με βάση την πρόσβαση που μπορεί να έχει κάποιος για να τα ασκήσει, διακρίνονται σε:

Ανοικτά. Δεν υφίστανται περιορισμοί στην άσκησή τους από φυσικά πρόσωπα και θεσμικές απαιτήσεις για την απόκτηση άδειας ασκήσεως επαγγέλματος.

Κλειστά. Οι ενδιαφερόμενοι θα πρέπει να πληρούν συγκεκριμένες προϋποθέσεις για να έχουν πρόσβαση στην άσκηση αυτών των επαγγελμάτων (κτήση ειδικής επαγγελματικής άδειας και συγκεκριμένη επαγγελματική πιστοποίηση). Τα επαγγέλματα αυτά ρυθμίζονται υπό ειδικό νομικό καθεστώς.

Κατηγοριοποίηση των επαγγελματιών σύμφωνα με το πρότυπο ISCO-08³¹

Αναζητήθηκε επίσημος φορέας, ο οποίος περιλαμβάνει συγκεντρωτικά όλα τα επαγγέλματα και δίνει μια σύντομη περιγραφή τους. Το πρότυπο ISCO-08 συντάχθηκε και δημοσιεύτηκε από το International Labor Office της Γενεύης. Η αναφορά βασίζεται σε συγκέντρωση και ομαδοποίηση επαγγελματικών πληροφοριών, οι οποίες συλλέχθηκαν από στατιστικές έρευνες και από διοικητικές εκθέσεις.

Η ταξινόμηση και η επιμέρους κατάταξη των βασικών κατηγοριών των επαγγελματιών προσφέρουν τη δυνατότητα άμεσης παρακολούθησης, ανάλυσης και εξαγωγής δεδομένων, τα οποία μπορούν να συγκριθούν με τα αντίστοιχα δεδομένα άλλων χωρών και να παίξουν σημαντικό ρόλο σε κρίσιμα θέματα κοινωνικής πολιτικής.

Το πρότυπο ISCO-08 ταξινομεί τα επαγγέλματα σε τέσσερα επίπεδα και επιτρέπει σε όλες τις θέσεις εργασίας παγκοσμίως να ταξινομηθούν σε 436 κατηγορίες επαγγελματιών, με βάση την ομοιότητά τους, σε σχέση με την εξειδίκευση και τις δεξιότητες που απαιτούνται αντίστοιχα για την κάθε θέση εργασίας. Με βάση την ταξινόμηση επαγγελματιών κατά ISCO-08, η Ελληνική Στατιστική Αρχή έχει συμπεριλάβει στην ιστοσελίδα της μεταφρασμένο αρχείο στην ελληνική γλώσσα με όλες τις καταγεγραμμένες επαγγελματικές κατηγορίες³².

Τα επαγγέλματα σε ευρωπαϊκή κλίμακα ESCO³³

Η ευρωπαϊκή ταξινόμηση δεξιοτήτων, ικανοτήτων, προσόντων και επαγγελματιών σε σχέση με την αγορά εργασίας της ΕΕ, την εκπαίδευση και κατάρτιση. Αποτελείται από δύο πυλώνες: 1. Επαγγέλματα και 2. Δεξιότητες/Ικανότητες. Το ESCO έχει καταγεγραμμένες 2.942 περιγραφές επαγγελματιών και 13.485 δεξιότητες, που συνδέονται με τα επαγγέλματα, μεταφρασμένες σε 27 γλώσσες. Παρέχει ένα επικαιροποιημένο πολυγλωσσικό λεξικό επαγγελματιών και δεξιοτήτων. Το σύστημα ESCO αναπτύχθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στο πλαίσιο της στρατηγικής «Ευρώπη 2020».

Άτομα που αναζητούν εργασία και εκπαιδευόμενοι μπορούν να εντοπίσουν εξατομικευμένες ευκαιρίες μάθησης αλλά και υπηρεσίες ψηφιακού επαγγελματικού προσανατολισμού, αναδεικνύοντας τα επαγγελματικά τους προσόντα. Οργανισμοί και εκπαιδευτικά ιδρύματα παρέχουν δεδομένα σχετικά με τις επαγγελματικές δεξιότητες, τα οποία συλλέγονται και αναλύονται από το ESCO και ως αποτέλεσμα, οι πληροφορίες που ανακύπτουν βοηθούν τους παράγοντες της αγοράς εργασίας να προσελκύουν τα κατάλληλα άτομα. Σε ένα μεγάλο βαθμό, το ESCO ενθαρρύνει την επαγγελματική κινητικότητα σε όλη την Ευρώπη.

Με βάση την οικονομική έκθεση που διεξήγαγε η Implement Consulting Group υπόψη της Google στην Ελλάδα, η οποία παρουσιάστηκε στο Delphi Economic Forum IX, τον Απρίλιο του 2024, τονίστηκε ότι το 62% των θέσεων εργασίας, που αντιστοιχεί σε περίπου 2,6 εκατομμύρια υφιστάμενες θέσεις εργασίας, θα εργάζεται από κοινού με τις νέες διαδικτυακές τεχνολογίες και συγκεκριμένα μέσα από την εκτενή χρήση του Generative AI. Η Τεχνητή Νοημοσύνη, μέσα από την αυτοματοποίηση εργασιών και άρα, της εξοικονόμησης χρόνου, θα δώσει τη δυνατότητα στους εργαζόμενους να ενημερωθούν και να εκπαιδευτούν για το πώς θα καταφέρουν από κοινού, να οδηγήσουν την επιχείρηση ένα βήμα παραπέρα.

³¹ Βλ. σχετικό link: <https://isco-ilo.netlify.app/en/isco-08/>

³² Βλ. σχετικό link: <https://www.statistics.gr/occupation>

³³ Βλ. σχετικό link: https://esco.ec.europa.eu/el/classification/occupation_main

7. Ανθρώπινο Δυναμικό / Δεξιότητες / Κουλτούρα

Οι τεχνολογικές εξελίξεις αλλάζουν τους όρους του ανταγωνισμού και εγκαθιδρύουν ένα νεοφυές «έξυπνο» εργασιακό περιβάλλον. Το Ανθρώπινο Δυναμικό είναι το πολυτιμότερο κεφάλαιο για έναν οργανισμό, μια εταιρεία, μια βιομηχανία και η επένδυση σε αυτό μπορεί να εκτινάξει τα κέρδη. Ο ανθρώπινος παράγοντας έχει υψηλή αξία για τις επιχειρήσεις. Τα φυσικά πλεονεκτήματα του ανθρώπου βρίσκονται στην ενσυναίσθηση, στη σχέση με τους άλλους ανθρώπους, στην ικανότητα να παίρνει ρίσκα, να ζυγίζει αποφάσεις και να προχωράει εκεί που μια μηχανή θα «κόλλαγε», σε αισθήματα δικαίου και ηθικής αλλά και του μέτρου.

Όταν κάνουμε λόγο για το Ανθρώπινο Δυναμικό, στην πραγματικότητα κάνουμε αναφορά στο HR – Human Resources, είναι δηλαδή οι Ανθρώπινοι Πόροι. Εάν πρόκειται μόνο για πόρους, χωρίς την ύπαρξη κάποιας δυναμικής, τότε δεν έχουμε μια διαχείριση υψηλού επιπέδου. Είναι απλώς μια διαχείριση με τη λειτουργικότητα μιας αποθήκης. Το Ανθρώπινο Δυναμικό δίνει ζωή σε μια επιχείρηση [80]. Η Διεύθυνση Ανθρώπινου Δυναμικού καλείται να αξιοποιήσει όλες τις δυνατότητες, για να εξυψώσει τον ανθρώπινο παράγοντα στο εταιρικό πλάνο, με στόχο την ικανοποίηση και την ευημερία του ανθρώπινου δυναμικού της, που εργάζεται είτε εξ αποστάσεως είτε με φυσική παρουσία στα γραφεία της εταιρείας.

7.1. Στρατηγική Διαχείριση Ανθρώπινου Δυναμικού

Το Ανθρώπινο Δυναμικό δεν είναι κάτι το στατικό. Χρειαζόμαστε μια πολύ καλή γνώση του Ανθρώπινου Δυναμικού και μια πιο έξυπνη διαχείριση. Για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει να υπάρχει μια στρατηγική διάσταση. Η στρατηγική διάσταση θα δώσει ένα βάθος χρόνου στη διαχείριση του Ανθρώπινου Δυναμικού και θα μας βοηθήσει στην πρόβλεψη και επίλυση προβλημάτων πριν εμφανιστούν, δηλαδή προβλήματα φθοράς, προβλήματα σε σχέση με αντιπάλους, με εχθρότητες, με καταστάσεις, οι οποίες μπορεί να είναι κρίσιμες.

Η στρατηγική διαχείριση είναι μια ιδέα που χρησιμοποιεί το παρελθόν για να βοηθήσει το μέλλον. Άρα, ουσιαστικά θα πάει σε ένα πιο βαθύ μέλλον και θα είναι ήδη προετοιμασμένη, έτσι ώστε όταν θα υπάρχει ένα timing στο παρόν, το οποίο θα πρέπει να ενεργοποιηθεί, επειδή θα υπάρχει αυτό το αντίθετο βάθος χρόνου για να προετοιμαστεί και να εξελιχθεί, θα μπορεί να λειτουργήσει σε μεγαλύτερο βάθος χρόνου από μια κλασσική προσέγγιση, η οποία θα είναι απλώς μια διαχείριση κρίσεων εκείνη τη στιγμή.

Άρα, μπορούμε να πούμε, συνοπτικά, ότι μια στρατηγική διαχείριση του Ανθρώπινου Δυναμικού είναι αυτή που πάει πέρα από το πρόγραμμα που χρησιμοποιείται συνήθως, το πρόγραμμα της εβδομάδας, το πρόγραμμα της χρονιάς, της πενταετίας και μπορεί να οπλίσει τον οργανισμό με έναν τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε αυτός να είναι πιο ανθεκτικός στις κρίσεις και όχι απλώς να εστιάζει στο τοπικό βέλτιστο. Η στρατηγική διαχείριση Ανθρώπινου Δυναμικού είναι αυτή που έχει σαν στόχο το βέλτιστο αλλά σε βάθος χρόνου, που σημαίνει ότι πρέπει να έχει σαν στόχο, πριν, την ανθεκτικότητα. Αυτό που έχει σημασία είναι να υπάρχουν πρωτόκολλα, να υπάρχουν ιδέες που λειτουργούν από πριν και ενεργοποιούνται αμέσως και όχι να είναι μόνο ιδέες που εμφανίζονται την ώρα της κρίσης, γιατί τότε είναι αργά [81].

Η διαχείριση του Ανθρώπινου Δυναμικού περιλαμβάνει την πρόβλεψη, την κατανόηση, την αλλαγή, τη βελτίωση και την καθοδήγηση της συμπεριφοράς των εργαζομένων, σύμφωνα με τα στρατηγικά σχέδια της Διοίκησης [81]. Η δύναμη του Ανθρώπινου Δυναμικού βρίσκεται στις γνώσεις και στις ήπιες δεξιότητες, επικοινωνιακές και διαπροσωπικές ικανότητες προσαρμοστικότητας, δημιουργικότητας, διαχείρισης χρόνου, ομαδικής δουλειάς, στην προσωπικότητα εν γένει.

HR Metrics, εξειδικευμένα Analytics και προηγμένα KPIs³⁴ συμβάλλουν μεταξύ άλλων στο να ενισχυθεί ο βαθμός δέσμευσης των εργαζομένων μιας εταιρείας και εστιάζουν στις προβληματικές περιοχές για επιδιόρθωση. Μέσω της αυτοματοποίησης των διαδικασιών, ο χρόνος των ανθρώπων μιας επιχείρησης μπορεί πλέον να αφιερώνεται δημιουργικά στις ενέργειες εκείνες που πραγματικά κάνουν τη διαφορά στην εργασία [82], [83].

Η ομαδική δουλειά, η σύσταση ομάδων με διαφορετικότητα και η ελευθερία των εργαζομένων να ξεδιπλώνουν τα ικανότητες και τα ταλέντα τους, θα είναι πάντα το κλειδί της επιτυχίας. Για να επιτύχει μια επιχείρηση, κομβικό ρόλο θα έχουν οι άνθρωποι, γιατί εκείνοι είναι που εφαρμόζουν την επιχειρηματική στρατηγική στην πράξη, αξιοποιώντας τις γνώσεις και τα τεχνολογικά εργαλεία και οι δικές τους πράξεις είναι που οδηγούν στη δημιουργία ενός πιο βιώσιμου μέλλοντος. Οι εργαζόμενοι θα πρέπει να εξοικειώνονται με τις νέες τεχνολογίες για να μπορούν να έχουν πρωταγωνιστικό ρόλο στην ψηφιακή και πράσινη μετάβαση της βιομηχανίας [84], [85], [86]. Τα εργαλεία της TN αναβαθμίζουν τις εργασιακές δυνατότητες του Ανθρώπινου Δυναμικού.

³⁴ Βλ. σχετικό link: <https://www.investopedia.com/terms/k/kpi.asp>

7.2. Επιμόρφωση και Εξειδίκευση Εργαζομένων

Η εκπαίδευση και η ευαισθητοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού ενός οργανισμού, μιας εταιρείας αποτελεί βασικό στόχο του αρμόδιου τμήματος επιλογής προσωπικού λόγω των αυξανόμενων αναγκών παροχής ποιοτικών επαγγελματικών συνθηκών και στην προσαρμογή στις ραγδαίως μεταβαλλόμενες τεχνολογικές καινοτομίες. Επίσης, οι νομικές και κανονιστικές απαιτήσεις επιβάλλουν την συμμόρφωση του τρόπου λειτουργίας των επιχειρήσεων με την ενεργή συμμετοχή όλου του προσωπικού, ώστε να συμβάλλουν στην ανάπτυξη, κατασκευή και παράδοση ασφαλών προϊόντων και αποτελεσματικών υπηρεσιών στον καταναλωτή.

Οι βασικές αρχές της επιμόρφωσης των εργαζομένων συνοψίζονται στο εξής δίπτυχο: α. γνώση και εξειδικευμένη κατάρτιση στα προϊόντα της εταιρείας (**reskilling**) και β. ανάπτυξη και εμπλουτισμός σύγχρονων επαγγελματικών δεξιοτήτων (**upskilling**), στοιχεία που βοηθούν αφενός στην σύννομη άσκηση της δραστηριότητάς τους, αφετέρου στην ενίσχυση της παραγωγικότητάς τους και άρα στην συνεχή εξέλιξη και αναβάθμιση του ρόλου τους.

Η εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση αποσκοπεί:

1. στην απόκτηση γνώσεων (πληροφορίες, διαδικασίες που αφορούν τη θέση εργασίας, π.χ. νέες τεχνολογίες και προσαρμογή σε αυτές)
2. στην απόκτηση ικανοτήτων και δεξιοτήτων (διανοητικές και διαπροσωπικές ικανότητες, επαγγελματικές δεξιότητες γενικού χαρακτήρα, π.χ. χειρισμού προβλημάτων, λήψης αποφάσεων, καθοδήγησης ομάδας, ευελιξία, επικοινωνία, ομαδικότητα, οργανωτικότητα, στοχοπροσήλωση, κ.λπ.)
3. στην ανάπτυξη κουλτούρας (βελτίωση της απόδοσης, προδιάθεση να δρα και αντιδρά το άτομο π.χ. έναντι πελατών, συναδέλφων, ανάληψη ευθυνών κ.λπ.)
4. στην απόκτηση κίνητρων από πλευράς εργαζόμενου για αυτοβελτίωση, καλύτερες αποδοχές, παραγωγή κ.λπ.

Η εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση του προσωπικού συμβάλλει στο να πετύχει η εταιρεία τους στρατηγικούς της στόχους, αποτελεί σημαντική επένδυση προς όλους τους εργαζόμενους προσθέτοντας παράλληλα αξία στην εργασία.

Είναι σημαντικό χαρακτηριστικό μιας εταιρείας η επένδυση, με ένα δομημένο πλάνο, στην εκπαίδευση των ανθρώπων που την στελεχώνουν, σε ανθρώπους με ταλέντο, που θα υλοποιούν τις νέες τεχνολογικές εφαρμογές. Ο κάθε εργαζόμενος, όπου και αν βρίσκεται, πρέπει να έχει πρόσβαση σε σύγχρονη, ποιοτική και πολύπλευρη εκπαίδευση, που του παρέχει ουσιαστικά εφόδια και ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα, ώστε να δραστηριοποιείται επιτυχημένα στο σύγχρονο επιχειρηματικό περιβάλλον και να ανταποκρίνεται με αποτελεσματικότητα στις ολοένα αυξανόμενες και σύνθετες προκλήσεις της εποχής μας.

Είναι αναγκαίο να αναπτύξουμε νέες δεξιότητες (κοινωνικές και ψηφιακές), που θα μας βοηθούν να μαθαίνουμε νέα πράγματα και πολλές άλλες δεξιότητες που έχουν να κάνουν με την ανθρώπινη προσωπικότητά μας. Καλούμαστε να παραμείνουμε σύγχρονοι, να ενημερωνόμαστε για οτιδήποτε καινούριο έρχεται και να προσαρμόσουμε δικές μας δεξιότητες σε αυτό. Το κλειδί της επιβίωσης για έναν εργαζόμενο σχετίζεται με την υβριδικότητα, δηλαδή τη δυνατότητα να γνωρίζει όχι ένα γνωστικό αντικείμενο, αλλά πολλαπλά αντικείμενα, να μπορεί να μαθαίνει συνεχώς.

Πολλές από τις δεξιότητες, βασικές ψηφιακές (π.χ. χρήση Η/Υ), αλλά και προηγμένες ψηφιακές (εργασίες όπως οπτικοποίηση δεδομένων και βασικός προγραμματισμός), που προβλέπουν ερευνητές ότι θα επικρατήσουν ως θεμελιώδεις, θα είναι δηλαδή η βάση πάνω στην οποία θα μπορεί κανείς να χτίσει το σύνολο των προσόντων που ανήκουν στην κατηγορία των ήπιων δεξιοτήτων [87]. Βασικά στοιχεία μιας προσωπικότητας που θα μπορεί να εξελιχθεί είναι αυτά της ευελιξίας, της προσαρμοστικότητας, της ενσυναίσθησης (να παρατηρούν δηλαδή τα μη λεκτικά μηνύματα επικοινωνίας), της δημιουργικότητας. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι επιχειρηματικές και ηγετικές δεξιότητες, πολλές από τις οποίες εμπίπτουν στην

κατηγορία των ήπιων δεξιοτήτων. Αυτές είναι η ανάλυση δεδομένων, η κατανόηση οικονομικών μεγεθών, η συναισθηματική νοημοσύνη, η διαπραγματεύση, η στρατηγική.

Οι επαγγελματικές πιστοποιήσεις διαδραματίζουν σπουδαίο ρόλο γιατί επιτρέπουν στους εργαζόμενους να αποδεικνύουν τις ικανότητές τους σε συγκεκριμένους τομείς, πέρα από τους παραδοσιακούς τίτλους σπουδών. Η επαγγελματική πιστοποίηση αποσκοπεί να αποδείξει στον εργοδότη ότι ο εργαζόμενος που επιλέγεται για την οποιαδήποτε θέση, γνωρίζει το αντικείμενο της εργασίας του. Επειδή το εργασιακό περιβάλλον εξελίσσεται και οι ανάγκες των οργανισμών εξελίσσονται, οι δεξιότητες των εργαζομένων οφείλουν να εξελιχθούν αντίστοιχα. Οι τεχνολογικές εξελίξεις μπορούν να εξαλείψουν τα εμπόδια στην εκπαίδευση και την κατάρτιση, δίνοντας την ευκαιρία σε άτομα από κάθε υπόβαθρο να αποκτήσουν νέες δεξιότητες και να βελτιώσουν τις οικονομικές τους προοπτικές. Οι διαδικτυακές πλατφόρμες μάθησης, οι οποίες υποστηρίζονται από την ΤΝ, αλλά και τα Κέντρα Επιμόρφωσης και Διά Βίου Μάθησης (ΚΕΔΙΒΙΜ) μπορούν να παρέχουν εξατομικευμένη εκπαίδευση, προσαρμοσμένη στις ατομικές ανάγκες, επιτρέποντας τη διά βίου μάθηση και τη συνεχή επαγγελματική ανάπτυξη. Η διαρκής εκπαίδευση και κατάρτιση του ανθρώπινου δυναμικού ενδυναμώνει το επαγγελματικό τους προφίλ, οι ικανότητες αυξάνονται και συνδυάζονται με πρόσθετα μέτρα, όπως ο σχεδιασμός νέων ρόλων και διαδικασιών, για να είναι ικανοποιημένοι οι άνθρωποι.

7.3. Βέλτιστες Εργασιακές Πρακτικές και Εργασιακή Κουλτούρα

Διαπιστώνεται η ανάγκη ενσωμάτωσης βέλτιστων εργασιακών πρακτικών στις πολιτικές Διοίκησης Ανθρώπινων Πόρων των εταιρειών, οργανισμών κ.λπ. και αυτό γιατί οι βέλτιστες εργασιακές πρακτικές μπορούν να επηρεάσουν την αποδοτικότητα, τις στάσεις και τις συμπεριφορές των εργαζομένων και πρέπει να αποτελεί η εφαρμογή τους προτεραιότητα των οργανισμών [88]. Συνεπώς, τα διοικητικά στελέχη πρέπει να διαθέτουν γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες, να χρησιμοποιούν κατάλληλες πολιτικές και πρακτικές διοίκησης ανθρώπινου δυναμικού για να ενδυναμώνουν το προσωπικό τους και να δημιουργούν τις κατάλληλες εργασιακές συνθήκες και περιβάλλοντα.

Ο τρόπος με τον οποίο οι εργοδότες ανταποκρίνονται στην πράσινη μετάβαση μοιάζει να είναι ιδιαίτερα σημαντικός για τις επόμενες γενιές, οι οποίες γίνονται απαιτητικές σε πολλαπλά επίπεδα. Σύμφωνα με τον οργανισμό Great Place to Work³⁵, η γενιά των Millennials αναζητούν τα εξής στοιχεία σε έναν χώρο εργασίας [89]:

1. Σκοπό
2. Ξεκάθαρες προσδοκίες από τη Διοίκηση
3. Δίκαιη αμοιβή
4. Διαμοιρασμό των κερδών
5. Ισορροπία επαγγελματικής – προσωπικής ζωής

Η προσέλκυση ταλαντούχων εργαζομένων από τους εργοδότες αποδεικνύεται πολυπαραγοντικό ζήτημα. Οι εταιρείες, προκειμένου να προσελκύσουν τους καλύτερους εργαζόμενους δημιουργούν χώρους με πολυμορφικότητα³⁶ και λειτουργικά γραφεία, φιλικά στον χρήστη. Το να μπορεί ο χώρος εργασίας να προσφέρει χώρους χαλάρωσης και παιχνιδιού έχει μια σύνδεση και με την απόδοση του εργαζόμενου, είναι ένας τρόπος αποφόρτισης από την πίεση, συναναστροφής με συνεργάτες και εν τέλει δημιουργίας μιας κοινότητας στο περιβάλλον εργασίας, το οποίο είναι ένας χώρος ζωής.

Ο χώρος εργασίας να δίνει περισσότερες δυνατότητες ώστε να καλύπτονται οι εξατομικευμένες ανάγκες των εργαζομένων καθώς ορισμένοι εργαζόμενοι θέλουν να συνεργαστούν σε χώρους όπου υπάρχουν πολλοί άνθρωποι και κοινωνικοποιούνται, άλλοι εργαζόμενοι θέλουν έναν ήσυχο χώρο ώστε να μπορούν να είναι μόνοι τους και να παράξουν ιδέες. Ένας υγιής και ισορροπημένος χώρος εργασίας παίζει σημαντικό ρόλο για την ανάπτυξη και την εξέλιξη μιας εταιρείας, ενός οργανισμού, μιας βιομηχανίας. Το σύγχρονο περιβάλλον εργασίας θα πρέπει να είναι βιώσιμο, γιατί αυτό δημιουργεί το περιβάλλον ασφάλειας μέσα στο οποίο οι άνθρωποι μπορούν να εξελίσσονται συνεχώς [90].

Σύμφωνα με το πρότυπο WELL³⁷, ένα κτήριο είναι ένας ζωντανός οργανισμός, ο οποίος επιδρά στην υγεία και ευεξία των ανθρώπων που ζουν και εργάζονται σε αυτό. Πιο συγκεκριμένα, το πρότυπο προωθεί βέλτιστες πρακτικές σχεδιασμού και κατασκευής με τεκμηριωμένη επιστημονική και ιατρική έρευνα αξιοποιώντας ένα κτιριακό περιβάλλον για την διασύνδεση του με την υγεία και την ευεξία ανθρώπων και εργαζομένων.

Η κουλτούρα μιας εταιρείας είναι ο τρόπος με τον οποίο γίνονται τα πράγματα μέσα σε έναν οργανισμό, είναι οι αξίες που πρεσβεύονται στο εσωτερικό της και ο τρόπος με τον οποίο η εταιρεία συμπεριφέρεται στους ανθρώπους αλλά και στους πελάτες της. Σημαντικά στοιχεία για τη διάχυση της επιθυμητής εταιρικής κουλτούρας, όπως για παράδειγμα η ανατροφοδότηση³⁸, η επαφή, η οικοδόμηση σχέσεων, πρέπει να γίνονται πιο οργανωμένα και

³⁵ Βλ. σχετικό link: <https://www.greatplacetowork.com/>

³⁶ Η ύπαρξη επιμέρους διακριτών χώρων ανάλογα με τις ανάγκες των εργαζομένων.

³⁷ Βλ. σχετικό link: <https://standard.wellcertified.com/well>

³⁸ Η επικοινωνιακή κριτική ή η επιβράβευση των επιδόσεων των εργαζομένων.

συστηματικά. Σήμερα, η διάδραση αυτή χρειάζεται να γίνεται με έναν πιο προγραμματισμένο τρόπο, όπως για παράδειγμα, μέσα από συναντήσεις που προγραμματίζονται εβδομαδιαία και εξασφαλίζουν αυτή την συνεργασία και την ανταλλαγή και παραγωγή ιδεών (brainstorming) που έχει ο προϊστάμενος με την ομάδα του.

Αν κοιτάσουμε προς τα πίσω, θα παρατηρήσουμε ότι το περιβάλλον εργασίας έχει εξελιχθεί διαχρονικά. Στη δεκαετία του 1990, που η συνεργασία δεν ήταν τόσο διαδεδομένη, τα γραφεία ήταν πιο «κλειστά», μικρότεροι χώροι με λιγότερους εργαζόμενους σε αυτά. Στη συνέχεια και καθώς εξελίχθηκαν οι γενιές δημιουργήθηκαν ανοιχτοί χώροι εργασίας, δηλαδή εργασιακοί χώροι όπου δεν υπάρχουν διαχωριστικοί τοίχοι και επιμέρους χώροι, στους οποίους περισσότεροι άνθρωποι δουλεύουν μαζί και συνεργάζονται.

Σήμερα, όμως, και δεδομένης της πανδημίας του κορονοϊού (COVID-19), όπου μεγάλο μέρος της εργασίας γίνεται μέσω οθόνης, αυτοί οι μεγάλοι χώροι εργασίας δεν εξυπηρετούν πια. Η πανδημία ήταν μια ευκαιρία συνειδητοποίησης των αλλαγών που συντελούνται στους χώρους εργασίας, παρότι οι αλλαγές αυτές συνέβαιναν ούτως ή άλλως και βασική κινητήριος δύναμή τους είναι η εξέλιξη της τεχνολογίας. Οπότε, οι σύγχρονοι χώροι εργασίας σχεδιάζονται με τη λογική να υπάρχουν πολλοί και μικροί κοινόχρηστοι χώροι, στους οποίους να μπορεί κάποιος να έχει ιδιωτικότητα. Το γραφείο διευκολύνει την επικοινωνία, τη συνεργασία, την ανάληψη πρωτοβουλίας. Η κατοικία έχει άλλα πλεονεκτήματα, όπως την ευελιξία, την ανάκτηση χαμένου χρόνου από μετακινήσεις, την ύπαρξη λιγότερων περισπασμών κ.λπ.

Οι νεότερης γενιάς άνθρωποι έχουν την τάση να μπορούν να εργαστούν από οπουδήποτε και αυτό σημαίνει ότι μπορούν να εργαστούν καθισμένοι στο πάτωμα, σε ένα πουφ, σε μια κούνια, σε ένα σκαμπό κ.λπ. Δεν είναι απαραίτητο να κάθονται σε ένα γραφείο. Ο νέος τρόπος εργασίας είναι ένας τρόπος ανταμοιβής του εργαζόμενου, ο οποίος απολαμβάνει περισσότερο την καθημερινότητα στο χώρο εργασίας του [78], [79].

Το υβριδικό μοντέλο εργασίας, η εργασία δηλαδή από απόσταση ή από το γραφείο, στις εγκαταστάσεις μιας εταιρείας έχει δημιουργήσει νέους τύπους δραστηριοτήτων, οι οποίες απαιτούν το ανθρώπινο δυναμικό που εργάζεται σε γραφείο, πλέον να λειτουργεί με έναν διαφορετικό τρόπο. Αυτό έχει δημιουργήσει νέες ανάγκες αντιστοίχως και στους χώρους και στις εγκαταστάσεις και παράλληλα έχει περιορίσει και την ανάγκη της φυσικής παρουσίας στον χώρο της δουλειάς. Ειδικοί και managers αναζητούν τη σωστή αναλογία αλλά και το ποιες είναι οι πιο κατάλληλες μέρες για να δουλεύουν οι εργαζόμενοι από το σπίτι. Αυτή τη στιγμή και σύμφωνα με μελέτες και έρευνες που έχουν γίνει, το ελάχιστο για να είναι παραγωγικός ένας εργασιακός χώρος είναι τρεις μέρες στο γραφείο και δύο μέρες στο σπίτι. Κάτω από τρεις μέρες στο γραφείο δεν δημιουργείται εργασιακή κουλτούρα και αφοσίωση στην εταιρεία.

Εργασιακοί χώροι, εργονομικά σχεδιασμένοι, με χαμηλότερο ενεργειακό αποτύπωμα, προσφέρουν δυνατότητες για ευεξία και προτείνουν μια διαφορετική εργασιακή εμπειρία στο ανθρώπινο δυναμικό. Δίνουν την ευκαιρία στους εργαζομένους να είναι παραγωγικοί και να μην αισθάνονται ότι αυτό με το οποίο ασχολούνται στην εργασία τους, είναι μια αναγκαστική διαδικασία, αλλά μια επιθυμητή ενασχόληση. Οι χώροι εργασίας ως σημεία σύγκλισης, σύνθεσης, ανταλλαγής και παραγωγής ιδεών και καινοτομίας προκύπτουν μόνο μέσα από την καλλιέργεια των ανθρώπινων σχέσεων. Το εργασιακό περιβάλλον έχει περισσότερες δυνατότητες ώστε η (συν)εργασία να γίνει σε διαφορετικά σημεία από ότι σε κάποιο γραφείο με υπολογιστή και καρέκλα. Υπάρχει μια κινητικότητα, μέσα στο περιβάλλον εργασίας και τελικά, δίνεται η δυνατότητα στους εργαζομένους να δουλέψουν όπως τους ταιριάζει και επιθυμούν.

Το καλύτερο εργασιακό περιβάλλον προσδιορίζεται με βάση την κουλτούρα καινοτομίας και συνεργασίας, το μέγεθος και το είδος με το οποίο δραστηριοποιείται μια επιχείρηση, είναι απαλλαγμένο από στερεότυπα και προκαταλήψεις, προσφέρει προοπτικές για διαρκή βελτίωση και εξέλιξη, ενισχύει την αποδοτικότητα και την ποιότητα παροχής υπηρεσιών. Ένα ιδανικό εργασιακό περιβάλλον δημιουργεί στους εργαζόμενους το αίσθημα της ικανοποίησης, της δημιουργίας, της ελευθερίας πρωτοβουλιών και της ανάληψης ευθυνών.

8. Διερεύνηση Ικανοποίησης Εργαζομένων

Σκοπός της ανάλυσης³⁹ είναι να ανακαλύψει τους κυριότερους λόγους, για τους οποίους ένας εργαζόμενος θα αφήσει τη θέση του, καθώς και τί τον χαρακτηρίζει. Προς αυτόν τον σκοπό, το σύνολο δεδομένων που έχει επιλεγεί, από το <https://www.kaggle.com/>, αφορά 1470 εργαζομένους, για τους οποίους έχει συλλεχθεί μία πληθώρα πληροφοριών και εν τέλει το κατά πόσο αποχώρησαν ή όχι από την θέση εργασίας τους.

Χαρακτηριστικά, για κάθε εργαζόμενο έχουμε συνολικά 35 μεταβλητές, εκ των οποίων οι 26 είναι αριθμητικές και οι 9 είναι κατηγορηματικές. Για κάθε εργαζόμενο, ελέγχουμε το κατά πόσο αποχώρησε ή όχι από την τότε θέση του και προκύπτει ότι οι 237 εκ των 1470 έχουν αποφασίσει να αποχωρήσουν από την εργασία τους.

Αρχικά, γίνεται εξερεύνηση των δεδομένων με κάποια περιγραφικά στατιστικά μέτρα για τις αριθμητικές μεταβλητές:

	Πλήθος	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση	Ελάχιστο	25%	50%	75%	Μέγιστο
Age	1470.0	36.923810	9.135373	18.0	30.00	36.0	43.00	60.0
DailyRate	1470.0	802.485714	403.509100	102.0	465.00	802.0	1157.00	1499.0
DistanceFromHome	1470.0	9.192517	8.106864	1.0	2.00	7.0	14.00	29.0
Education	1470.0	2.912925	1.024165	1.0	2.00	3.0	4.00	5.0
EmployeeCount	1470.0	1.000000	0.000000	1.0	1.00	1.0	1.00	1.0
EmployeeNumber	1470.0	1024.865306	602.024335	1.0	491.25	1020.5	1555.75	2068.0
EnvironmentSatisfaction	1470.0	2.721769	1.093082	1.0	2.00	3.0	4.00	4.0
HourlyRate	1470.0	65.891156	20.329428	30.0	48.00	66.0	83.75	100.0
JobInvolvement	1470.0	2.729932	0.711561	1.0	2.00	3.0	3.00	4.0
JobLevel	1470.0	2.063946	1.106940	1.0	1.00	2.0	3.00	5.0
JobSatisfaction	1470.0	2.728571	1.102846	1.0	2.00	3.0	4.00	4.0
MonthlyIncome	1470.0	6502.931293	4707.956783	1009.0	2911.00	4919.0	8379.00	19999.0
MonthlyRate	1470.0	14313.103401	7117.786044	2094.0	8047.00	14235.5	20461.50	26999.0
NumCompaniesWorked	1470.0	2.693197	2.498009	0.0	1.00	2.0	4.00	9.0
PercentSalaryHike	1470.0	15.209524	3.659938	11.0	12.00	14.0	18.00	25.0
PerformanceRating	1470.0	3.153741	0.360824	3.0	3.00	3.0	3.00	4.0
RelationshipSatisfaction	1470.0	2.712245	1.081209	1.0	2.00	3.0	4.00	4.0
StandardHours	1470.0	80.000000	0.000000	80.0	80.00	80.0	80.00	80.0
StockOptionLevel	1470.0	0.793878	0.852077	0.0	0.00	1.0	1.00	3.0
TotalWorkingYears	1470.0	11.279592	7.780782	0.0	6.00	10.0	15.00	40.0
TrainingTimesLastYear	1470.0	2.799320	1.289271	0.0	2.00	3.0	3.00	6.0
WorkLifeBalance	1470.0	2.761224	0.706476	1.0	2.00	3.0	3.00	4.0
YearsAtCompany	1470.0	7.008163	6.126525	0.0	3.00	5.0	9.00	40.0
YearsInCurrentRole	1470.0	4.229252	3.623137	0.0	2.00	3.0	7.00	18.0
YearsSinceLastPromotion	1470.0	2.187755	3.222430	0.0	0.00	1.0	3.00	15.0
YearsWithCurrManager	1470.0	4.123129	3.568136	0.0	2.00	3.0	7.00	17.0

Figure 19: Descriptive statistics measures for numerical variables

³⁹ Μέσω της γλώσσας προγραμματισμού Python (βλ. σχετικό link: <https://www.python.org/>).

Έπειτα, ανακαλύπτεται η οπτική κατανομή της κάθε αριθμητικής αλλά και κατηγορηματικής μεταβλητής:



Figure 20: Histograms of numeric variables

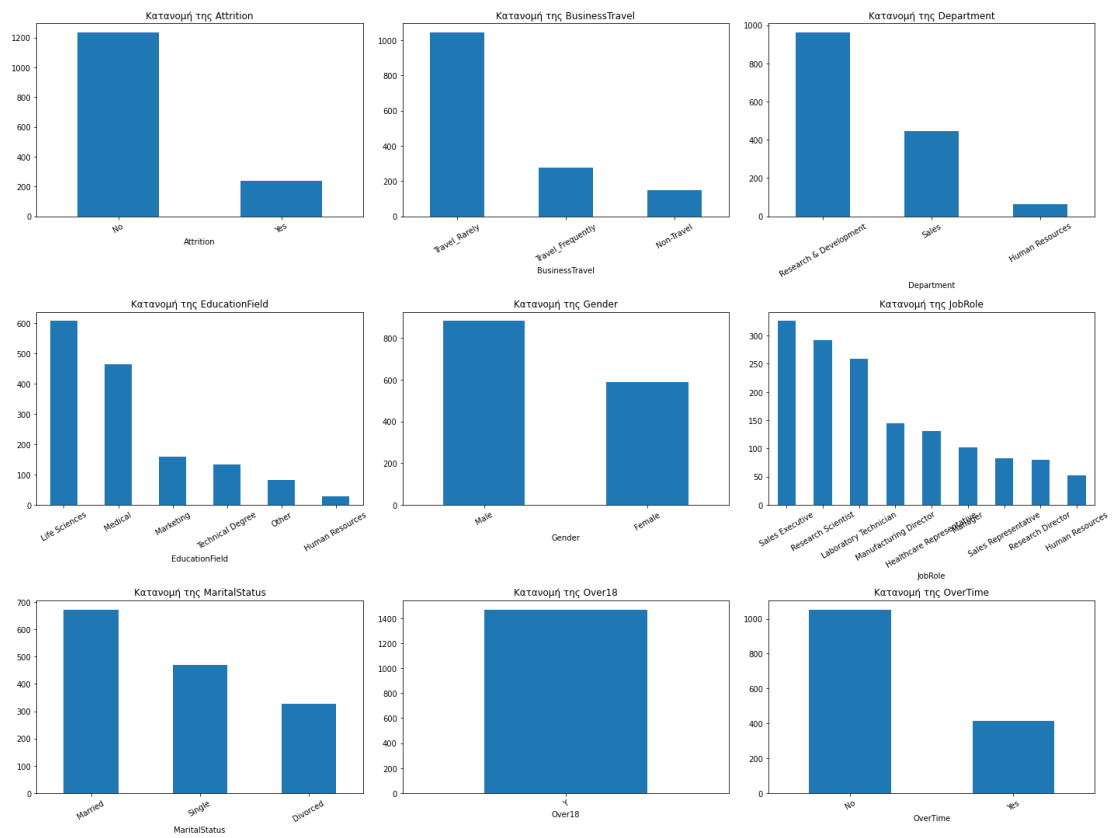


Figure 21: Histograms of categorical variables

Στη συνέχεια, ερευνούμε τις συσχετίσεις κατά Pearson μεταξύ των αριθμητικών μεταβλητών ώστε να εντοπίσουμε ενδεχόμενες γραμμικές σχέσεις. Για αυτό το σκοπό, παραθέτουμε τον πίνακα συσχετίσεων που προκύπτει:

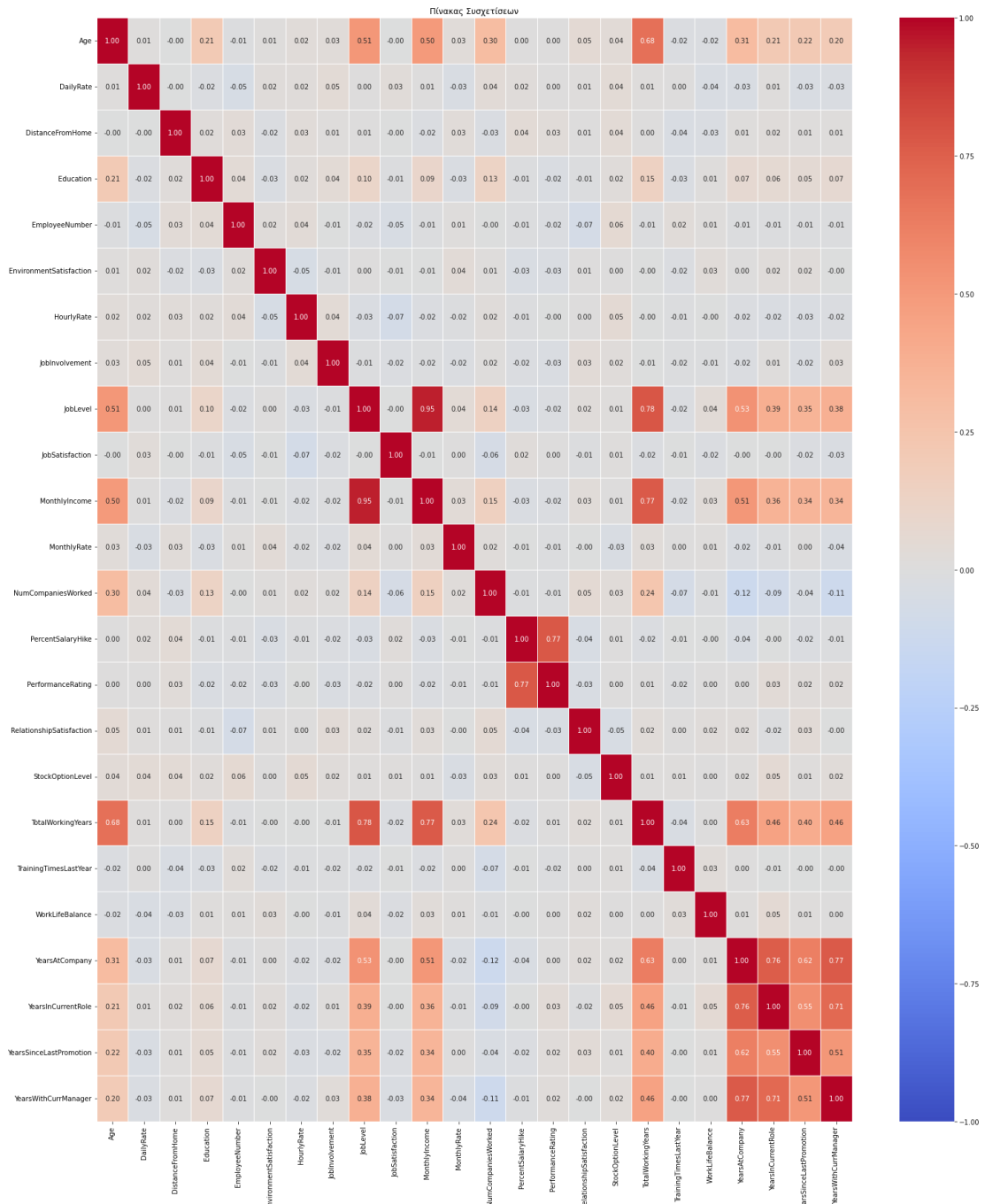


Figure 22: Heat map for numerical variable correlations

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα (heatmap), ελάχιστες μεταβλητές συσχετίζονται μεταξύ τους. Εξάιρεση αποτελούν αυτές που αφορούν την παλαιότητα του εργαζόμενου στην θέση/εταιρία, οι οποίες εμφανίζουν ένα μεγάλο βαθμό γραμμικής συσχέτισης.

Έχοντας διερευνήσει τις μεταβλητές, προχωράμε τώρα στην ανάλυση της σχέσης τους με τη μεταβλητή στόχο, δηλαδή την αποχώρηση των εργαζομένων. Για το σκοπό αυτό, παρουσιάζονται οι δύο επόμενες εικόνες, για τις αριθμητικές και κατηγορηματικές μεταβλητές αντίστοιχα.

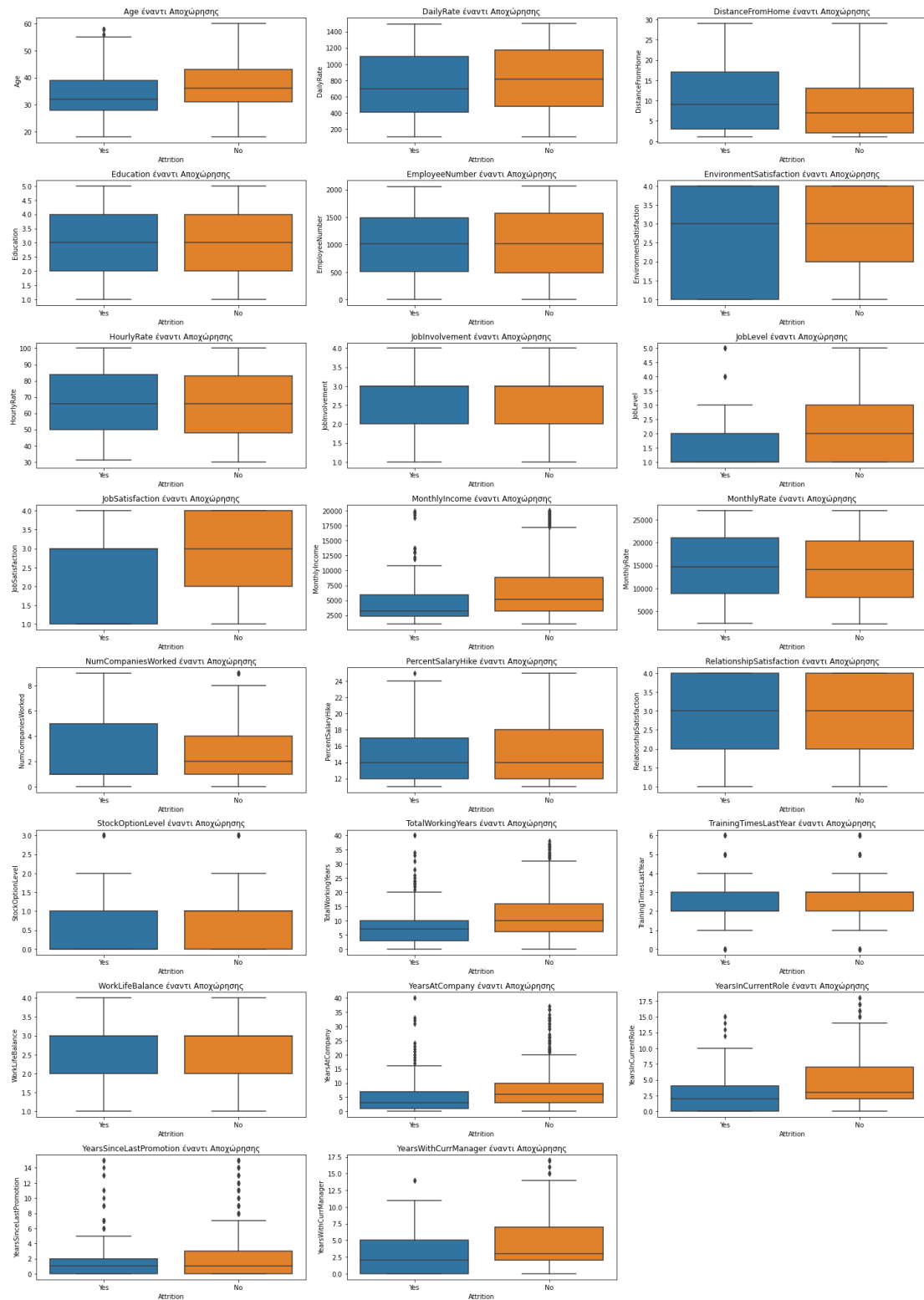


Figure 23: Histograms of numerical variables against employee turnover

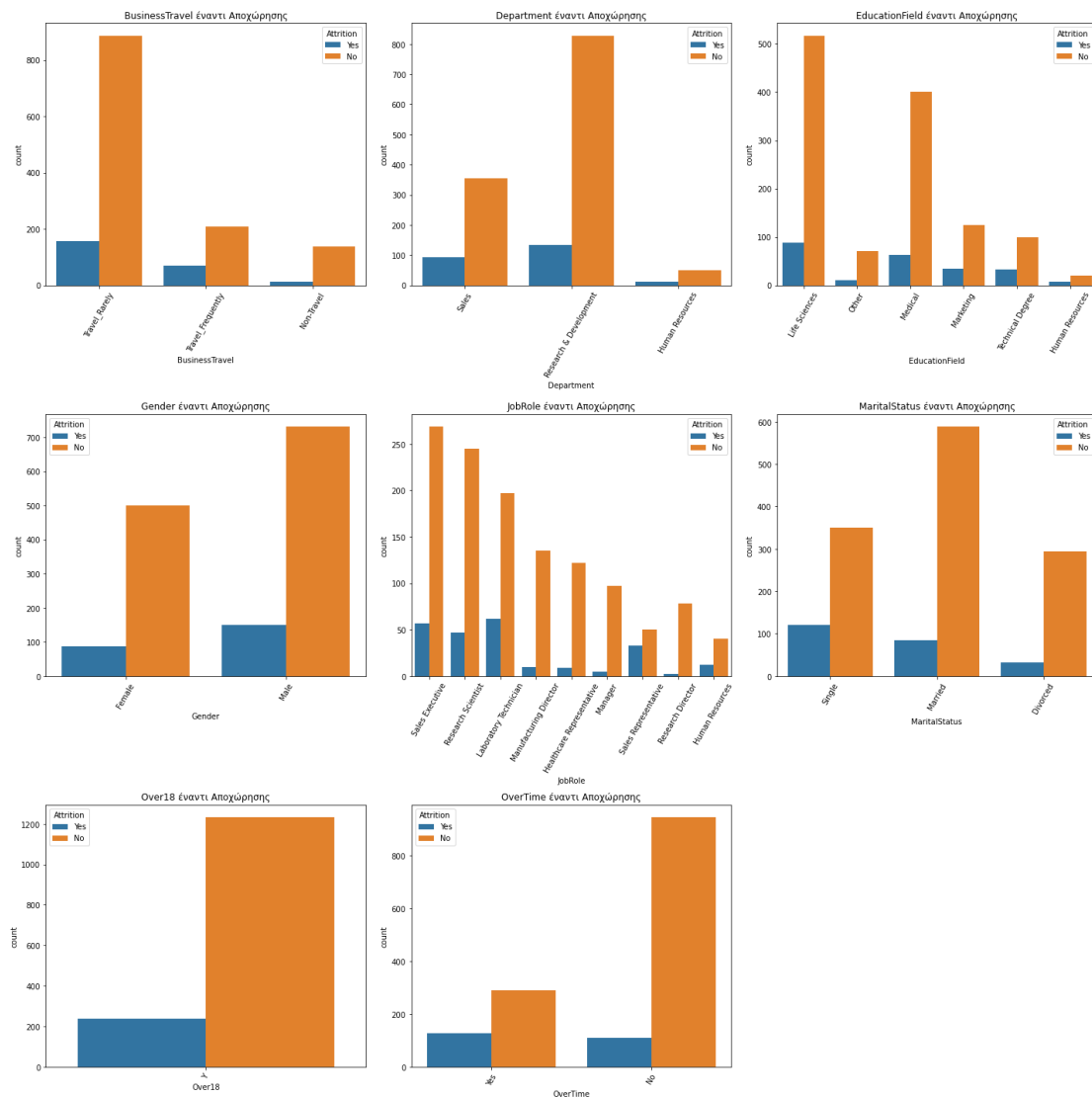


Figure 24: Metrograms of categorical variables against employee turnover

Ενώ τα θηκογράμματα/μετρογράμματα στις περισσότερες περιπτώσεις δεν υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων, για να αποφανθούμε καταληκτικά οφείλουμε να στραφούμε προς τα αντίστοιχα στατιστικά τεστ. Για αυτό το λόγο, εφαρμόζονται t-test και χ^2 test προκειμένου να ελεγχθεί η μηδενική υπόθεση, ότι η εκάστοτε μεταβλητή είναι ανεξάρτητη από την αποχώρηση ή μη του υπαλλήλου.

Μεταβλητή	Τιμή	Ποσό Αποχωρήσεων (%)	p-value	Σημαντική Μεταβλητή
BusinessTravel	Non-Travel	5.06	0.000006	True
	Travel_Frequently	29.11	0.000006	True
	Travel_Rarely	65.82	0.000006	True
Department	Human Resources	5.06	0.004526	True
	Research & Development	56.12	0.004526	True
	Sales	38.82	0.004526	True
EducationField	Human Resources	2.95	0.006774	True
	Life Sciences	37.55	0.006774	True
	Marketing	14.77	0.006774	True
	Medical	26.58	0.006774	True
	Other	4.64	0.006774	True
	Technical Degree	13.50	0.006774	True
Gender	Female	36.71	0.290572	False
	Male	63.29	0.290572	False
JobRole	Healthcare Representative	3.80	0.000000	True
	Human Resources	5.06	0.000000	True
	Laboratory Technician	26.16	0.000000	True
	Manager	2.11	0.000000	True
	Manufacturing Director	4.22	0.000000	True
	Research Director	0.84	0.000000	True
	Research Scientist	19.83	0.000000	True
	Sales Executive	24.05	0.000000	True
	Sales Representative	13.92	0.000000	True
MaritalStatus	Divorced	13.92	0.000000	True
	Married	35.44	0.000000	True
	Single	50.63	0.000000	True
Over18	Y	100.00	1.000000	False
OverTime	No	46.41	0.000000	True
	Yes	53.59	0.000000	True

Figure 25: Dropout rates and χ^2 test statistic results for the categorical variables

Μεταβλητή	Τιμή	Ποσό Αποχωρήσεων (%)	p-value	Σημαντική Μεταβλητή
Age		33.61	0.000000	True
DailyRate		750.36	0.030040	True
DistanceFromHome		10.63	0.004137	True
Education		2.84	0.224171	False
EmployeeNumber		1010.35	0.676760	False
EnvironmentSatisfaction		2.46	0.000209	True
HourlyRate		65.57	0.791350	False
JobInvolvement		2.52	0.000005	True
JobLevel		1.64	0.000000	True
JobSatisfaction		2.47	0.000105	True
MonthlyIncome		4787.09	0.000000	True
MonthlyRate		14559.31	0.565344	False
NumCompaniesWorked		2.94	0.116334	False
PercentSalaryHike		15.10	0.614430	False
PerformanceRating		3.16	0.912481	False
RelationshipSatisfaction		2.60	0.089728	False
StockOptionLevel		0.53	0.000000	True
TotalWorkingYears		8.24	0.000000	True
TrainingTimesLastYear		2.62	0.020364	True
WorkLifeBalance		2.66	0.030466	True
YearsAtCompany		5.13	0.000000	True
YearsInCurrentRole		2.90	0.000000	True
YearsSinceLastPromotion		1.95	0.198651	False
YearsWithCurrManager		2.85	0.000000	True

Figure 26: Dropout rates and statistical t-test results for numerical variables

Τελικά, βλέπουμε πως σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05, σχεδόν όλες οι κατηγορηματικές μεταβλητές κρίνονται σημαντικές, με την εξαίρεση του φύλου. Από την άλλη, πολλές αριθμητικές μεταβλητές κρίνονται ως μη στατιστικά σημαντικές σε σχέση με την αποχώρηση του εργαζομένου (Σημαντική Μεταβλητή = False), καθώς οι τιμές του δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανάμεσα στις δύο περιπτώσεις εργαζομένων.

Ως τελευταίο βήμα της εξερεύνησης των δεδομένων, το σύνολο δεδομένων ελέγχεται για ελλείπουσες τιμές, προκειμένου να αντιμετωπιστούν τώρα, καθώς πολλά μοντέλα μηχανικής μάθησης δεν μπορούν να λειτουργήσουν αν έχουμε ελλείψεις στα δεδομένα.

Το σύνολο των δεδομένων, ωστόσο, είναι άρτια συμπληρωμένο, επομένως προχωράμε χωρίς κάποια καθυστέρηση στην κατασκευή και αξιολόγηση των μοντέλων και στην εξαγωγή της σημαντικότητας των μεταβλητών.

Πρώτα, κωδικοποιούνται οι κατηγορηματικές μεταβλητές, διαχωρίζονται τα δεδομένα σε σύνολο εκπαίδευσης και αξιολόγησης και τυποποιούνται σε κάθε επιμέρους σύνολο, ξεχωριστά, οι αριθμητικές μεταβλητές, προκειμένου να μην έχουμε διαρροή του συνόλου αξιολόγησης στο σύνολο εκπαίδευσης.

Έπειτα, κατασκευάζεται και αξιολογείται το μοντέλο Random Forest. Η απόδοση του μοντέλου επάνω στο σύνολο αξιολόγησης φαίνεται από τη παρακάτω αναφορά ταξινόμησης, καθώς και από τον πίνακα σύγχυσης του.

```

----- Απόδοση του μοντέλου RF επάνω στο σετ αξιολόγησης -----
      precision    recall  f1-score   support

     0           0.88      0.99      0.93         255
     1           0.67      0.10      0.18          39

 accuracy                   0.87         294
 macro avg           0.77      0.55      0.55         294
 weighted avg        0.85      0.87      0.83         294

```

Figure 27: Classification report of Random Forest Model

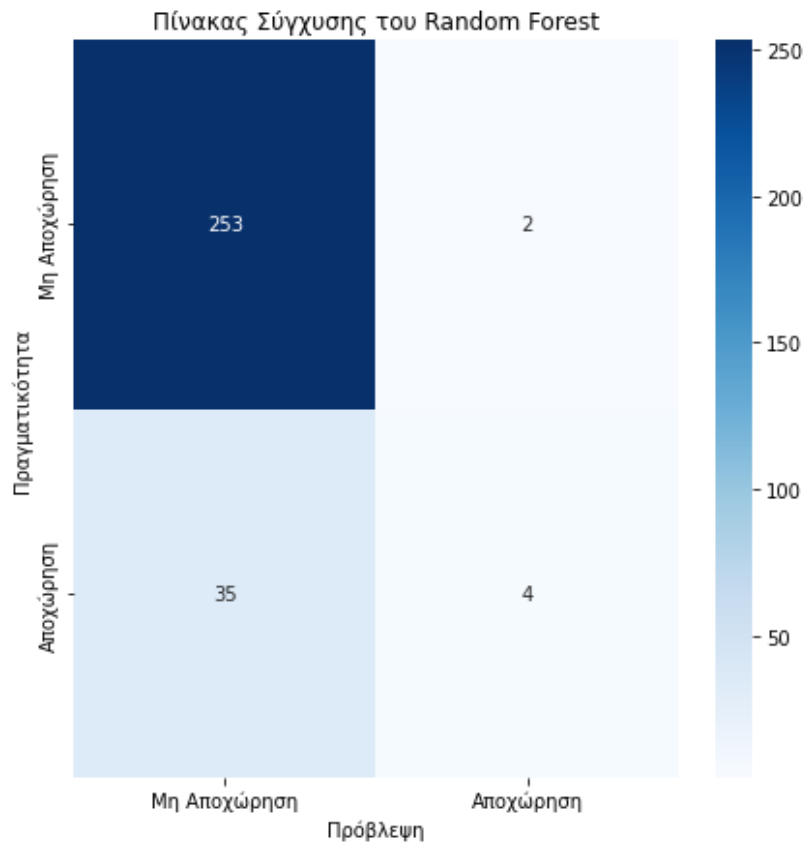


Figure 28: Confusion Matrix of the Random Forest model over the evaluation set

Από τα παραπάνω, παρότι το μοντέλο έχει 87% συνολική ακρίβεια ταξινόμησης και είναι καλό στο να προβλέπει τους υπαλλήλους που δεν θα φύγουν (Attrition = No), είναι δυστυχώς εξαιρετικά κακό στο να προβλέπει τους υπαλλήλους που θα φύγουν. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται εν μέρει στο πόσο ανισοζυγισμένο είναι το σύνολο των δεδομένων, καθώς υπάρχουν συνολικά δεδομένα 255 υπαλλήλων που δεν έχουν αλλάξει εταιρεία, ενώ μόλις 39 περιπτώσεις υπαλλήλων που έχουν αποχωρήσει.

Καθώς θέλουμε να εξάγουμε τις σημαντικότητες των μεταβλητών από ένα μοντέλο που να έχει μία καλή προβλεπτική ικανότητα ως και προς τις δύο κλάσεις πρόβλεψης, αναζητούμε άλλο μοντέλο. Προς αυτόν τον σκοπό, κατασκευάζουμε και εκπαιδεύουμε ένα μοντέλο Λογιστικής Παλινδρόμησης, τα αποτελέσματα αξιολόγησης του οποίου φαίνονται παρακάτω:

Απόδοση του μοντέλου Λογιστικής Παλινδρόμησης επάνω στο σετ αξιολόγησης				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.91	0.98	0.94	255
1	0.68	0.33	0.45	39
accuracy			0.89	294
macro avg	0.79	0.65	0.69	294
weighted avg	0.88	0.89	0.87	294

Figure 29: Classification report of Logistic Regression model

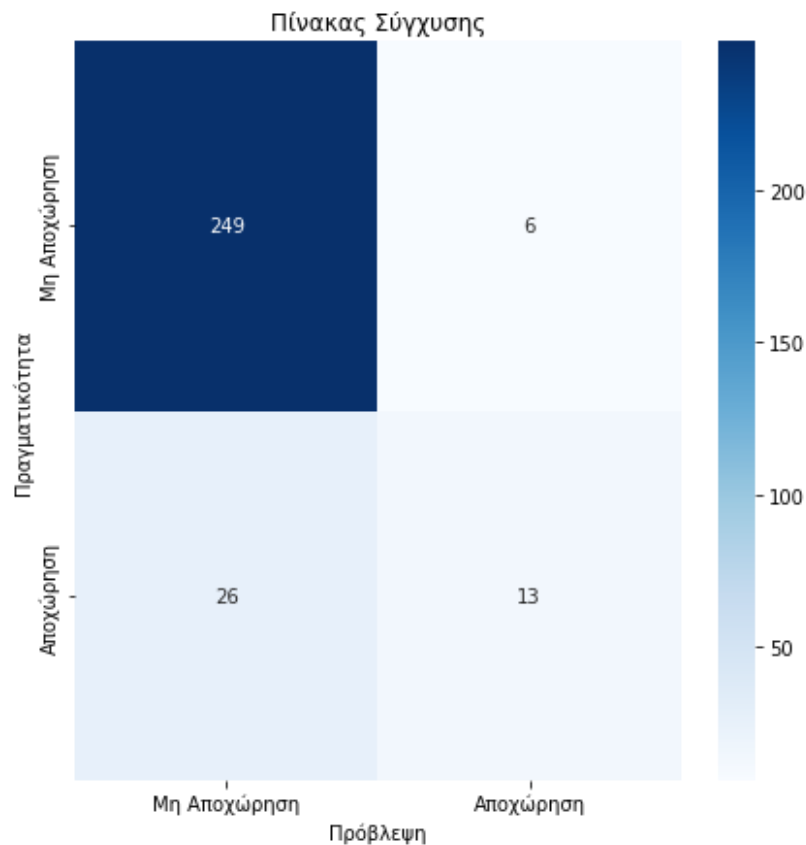


Figure 30: Confusion Matrix of the Logistic Regression model over the evaluation set

Αν και η συνολική ακρίβεια έχει αυξηθεί μόλις κατά 2% (από 87% σε 89%), το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης αποδεικνύεται πολύ καλύτερο και στις δύο κλάσεις πρόβλεψης. Επομένως, θα χρησιμοποιηθεί αυτό για να εξαχθεί η σημαντικότητα των μεταβλητών πρόβλεψης.

Προς αυτόν τον σκοπό, εξάγουμε τους υπολογισμένους συντελεστές του μοντέλου και με βάση αυτούς συμπεραίνουμε την σημαντικότητα κάθε μεταβλητής, καθώς οι μεταβλητές με μεγαλύτερο συντελεστή κατ' απόλυτη τιμή έχουν μεγαλύτερη επίδραση στο αποτέλεσμα του μοντέλου.

Έτσι, έχουμε την εξής κατηγοριοποίηση των μεταβλητών:

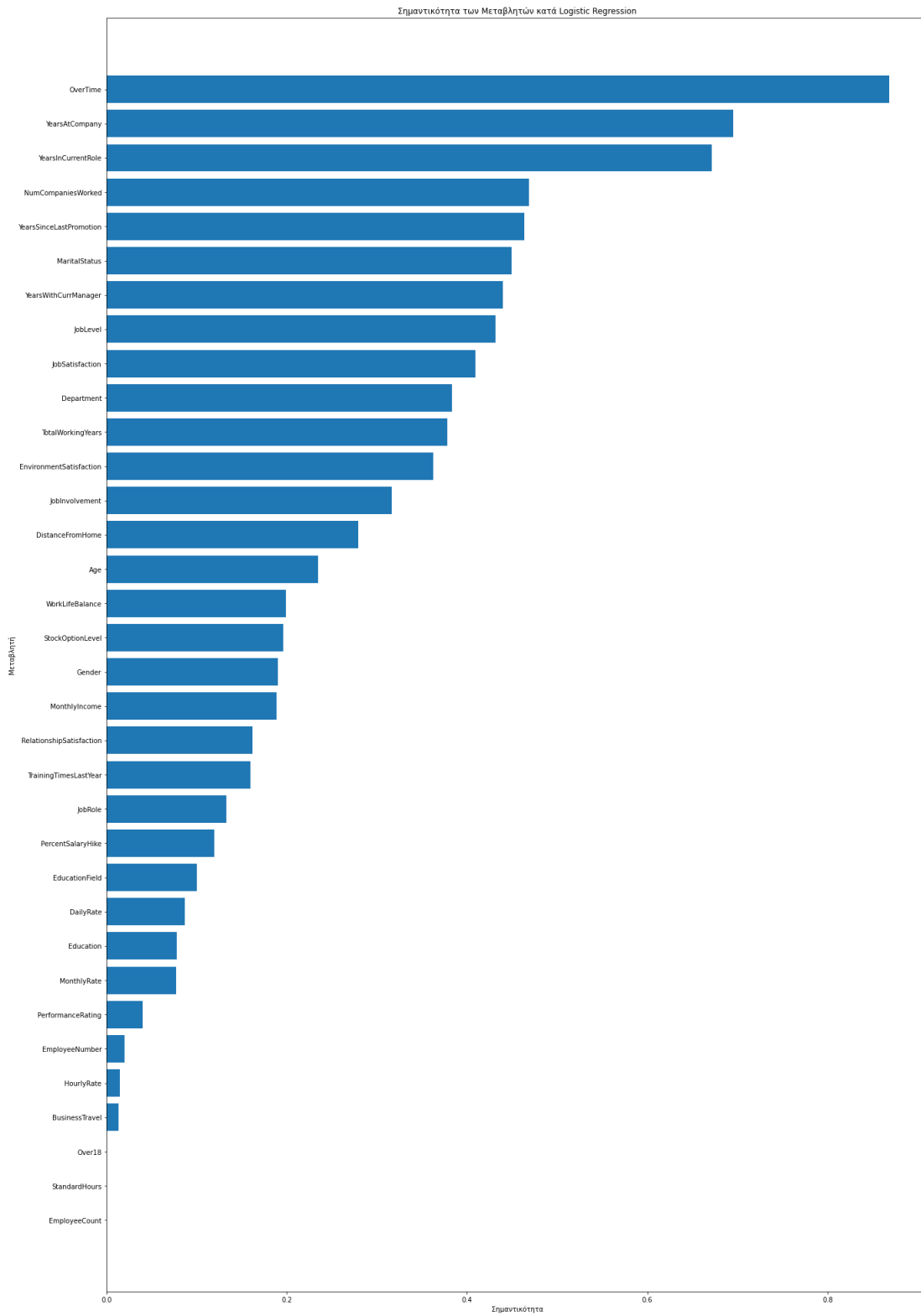


Figure 31: Significance of variables according to the Logistic Regression model

Εν τέλει, οι σημαντικότερες μεταβλητές για την πρόβλεψη της αποχώρησης ενός υπαλλήλου είναι, κατά κύριο λόγο, η ύπαρξη υπερωριών ή όχι και διάφορες μετρικές παλαιότητάς του στην θέση/εταιρία του.

Έπειτα, ακολουθούν στενά ο αριθμός των εταιριών από τις οποίες έχει γενικά περάσει, η οικογενειακή του κατάσταση (Παντρεμένος/Χωρισμένος/Εργένης), ενώ 9^η κατηγοριοποιείται η ικανοποίηση που παίρνει ο εργαζόμενος από την δουλειά του (!).

Από την άλλη, την μικρότερη σημαντικότητα έχουν η συχνότητα ταξιδιών για την θέση, ο αριθμός των υπαλλήλων στην εταιρεία, καθώς και το ωρομίσθιο του υπαλλήλου.

9. Ασφάλεια Πληροφοριών και Νομικές Εξελίξεις

Καθώς οι συσκευές IoT γίνονται πιο διάχυτες και διαδεδομένες στην καθημερινή ζωή, ο κίνδυνος απειλών στον κυβερνοχώρο κλιμακώνεται λόγω του ότι τα δεδομένα ανταλλάσσονται αυτόματα. Η εναρμόνιση με τις τάσεις βοηθά τους οργανισμούς και τις επιχειρήσεις να ενισχύσουν την υποδομή IoT έναντι πιθανών τρωτών σημείων και διασφαλίζει το απόρρητο, την ακεραιότητα των ευαίσθητων δεδομένων και την αξιοπιστία των συστημάτων (π.χ. κρυπτονομίσματα). Η Κυβερνοασφάλεια⁴⁰ είναι απαραίτητη για την προστασία αυτών των δεδομένων από κλοπή, παραβιάσεις και μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση [91]. Η ασφάλεια των πληροφοριών και δεδομένων, με βάση το πεδίο εφαρμογής της σε μια επιχείρηση, σχετίζεται άμεσα με τους παρακάτω όρους:

Διαθεσιμότητα: οι πληροφορίες είναι προσβάσιμες και χρησιμοποιήσιμες από εξουσιοδοτημένους φορείς όταν υφίσταται λόγος

Εμπιστευτικότητα: οι πληροφορίες είναι προσβάσιμες ή αποκαλύπτονται μόνο σε εξουσιοδοτημένες οντότητες

Ακεραιότητα: οι πληροφορίες είναι ακριβείς και πλήρεις

Οι πληροφορίες και τα δεδομένα είναι από τα πολυτιμότερα περιουσιακά στοιχεία για μια εταιρεία. Η διατήρηση της διαθεσιμότητας, εμπιστευτικότητας και της ακεραιότητας των πληροφοριών και των υποστηρικτικών συστημάτων είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της εμπιστοσύνης των πελατών και το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Ο σκοπός της διαχείρισης ασφάλειας πληροφοριών σε μια εταιρεία είναι, μεταξύ άλλων, η προστασία των εμπλεκόμενων ομάδων, όπως το προσωπικό, πελάτες, συνεργάτες, των περιουσιακών στοιχείων της εταιρείας, η διασφάλιση αδιάλειπτης επιχειρησιακής λειτουργίας και η διασφάλιση συμμόρφωσης με νομικές, ρυθμιστικές και συμβατικές απαιτήσεις που υποχρεούται να λειτουργεί η εταιρεία, η μείωση ζημιών με την πρόληψη και ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων συμβάντων ασφαλείας κ.ά.

Αναφέρουμε δύο υπάρχοντες νόμους, πολύ σημαντικούς, για την προστασία των δεδομένων και πληροφοριών:

- Ο Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων (General Data Protection Regulation – **GDPR**), ο οποίος έχει σχεδιαστεί για να προστατεύσει τους πολίτες της ΕΕ από τους κινδύνους παραβίασης δεδομένων και επιθέσεων στον κυβερνοχώρο⁴¹.
- Ο νόμος περί φορητότητας και λογοδοσίας ασφάλισης υγείας, γνωστός ως **HIPAA** (Health Insurance Portability and Accountability Act), στις Η.Π.Α., έχει ως στόχο να αποτρέψει την αποκάλυψη πληροφοριών ενός ασθενούς χωρίς συγκατάθεση⁴².

⁴⁰ Η προστασία δικτύων, συσκευών και δεδομένων από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση ή εγκληματική χρήση.

⁴¹ Βλ. σχετικό link: <https://gdpr-info.eu/>

⁴² Βλ. σχετικό link: <https://www.hhs.gov/hipaa/index.html>

Προς το παρόν, η ΤΝ δεν έχει φτάσει να υποκαθιστά τη διαχείριση κρίσιμων θεμάτων, όπως η Κυβερνοασφάλεια ή ζητήματα εταιρικής διακυβέρνησης. Ωστόσο, τα ισχύοντα μέτρα ασφαλείας θα πρέπει να επανεξετάζονται συνεχώς, καθώς το φάσμα των πιθανών απειλών δεν είναι πάντοτε ευδιάκριτο.

Η σχέση της Τεχνητής Νοημοσύνης με την ασφάλεια και προστασία προσωπικών δεδομένων είναι μια σχέση πολύπλοκη. Έχει δημιουργήσει ένα κρίσιμο παράδοξο, όσα περισσότερα δεδομένα διοχετεύονται στο σύστημα της ΤΝ, τόσο πιο σύνθετα και ακριβή είναι τα συμπεράσματα μας. Η Τεχνητή Νοημοσύνη και τα ηθικά και νομικά ζητήματα που αυτή φέρνει στο προσκήνιο αποτελούν κρίσιμο θέμα [92].

Ωστόσο, διακυβεύονται πάρα πολλά δικαιώματα και ελευθερίες⁴³. Και βεβαίως, οι βασικές αρχές επεξεργασίας των προσωπικών δεδομένων⁴⁴ φαίνεται να έρχονται σε κάποια ένταση, ενδεχομένως να παραβιάζονται ή να τίθενται υπό αμφισβήτηση.

Υπάρχουν μια σειρά από προβλήματα, τεχνικά χαρακτηριστικά της Τεχνητής Νοημοσύνης, τα οποία είναι πάρα πολύ κρίσιμα σε σχέση με τις νομικές τους επιπτώσεις. Ένα τέτοιο ζήτημα είναι η αυτονομία των συστημάτων και η αδιαφάνειά τους ταυτόχρονα. Η αυτονομία της Τεχνητής Νοημοσύνης και η ύπαρξη πολλών εμπλεκόμενων και η παραγωγή μη προδιαγνώσιμων αποτελεσμάτων επηρεάζουν τα ζητήματα ως προς τη ρύθμιση αλλά και την συμμόρφωση με αυτή αλλά και την αιτιώδη σχέση/συνάφεια μεταξύ της Τεχνητής Νοημοσύνης και των αποτελεσμάτων/συνεπειών/κινδύνων που συνεπιφέρει. Θέτουν νέα ζητήματα στην παραδοσιακή ανθρωποκεντρική αντίληψη της ευθύνης και καλλιεργούν αβεβαιότητα ως προς τον προσδιορισμό της ευθύνης και των υπευθύνων στην αλυσίδα της παροχής υπηρεσιών/εφαρμογών/συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης.

⁴³ Χαρακτηριστικά αναφέρουμε: η ανθρώπινη αξιοπρέπεια, η ελευθερία του ατόμου, η ισότητα, η ελευθερία έκφρασης και πληροφόρησης, δικαίωμα πραγματικής προσφυγής και αμερόληπτου δικαστηρίου κ.λπ.

⁴⁴ Χαρακτηριστικά αναφέρουμε: Αρχή του περιορισμού του σκοπού, Αρχή της ελαχιστοποίησης, Αρχή του περιορισμού του χρόνου αποθήκευσης, Αρχή της ανωνυμοποίησης, Αρχή της ακρίβειας, Αρχή της διαφάνειας, Αρχή της ασφάλειας, Αρχή της αντικειμενικότητας κ.λπ.

Η Πράξη για την Τεχνητή Νοημοσύνη (AI Act)⁴⁵

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ενέκρινε τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό για την Τεχνητή Νοημοσύνη που αποτελεί το πρώτο ολοκληρωμένο νομοθέτημα σε διεθνές επίπεδο, το οποίο έρχεται να ενισχύσει την αγορά, την καινοτομία, τη διεθνή ανταγωνιστικότητα και από την άλλη, να προσπαθήσει να προασπίσει και να προστατεύσει τις θεμελιώδεις ελευθερίες, την περιβαλλοντική βιωσιμότητα και το κράτος δικαίου με των κινδύνων που συνεπάγονται τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης υψηλού κινδύνου.

Ουσιαστικά, η Πράξη έχει στόχο τα συστήματα ΤΝ που διατίθενται και χρησιμοποιούνται στην ενωσιακή αγορά να είναι ασφαλή και να τηρούν την ισχύουσα νομοθεσία για τα θεμελιώδη δικαιώματα και τις αξίες της ΕΕ. Πρώτη απόπειρα να ρυθμίσει ο νομοθέτης πώς λειτουργεί μια τεχνολογία, να την προσδέσει στις βασικές συνταγματικές απαιτήσεις. Εξαιρετικά σύνθετο νομοθέτημα με ευρύ πεδίο εφαρμογής και πολλούς αποδέκτες της ρύθμισης με μείζον ερώτημα, ποιος θα έχει την εποπτεία της εφαρμογής αυτού του νομοθετικού πλαισίου⁴⁶.

Θα υπάρχει μια Κεντρική Επιτροπή που θα ονομάζεται «Υπηρεσία ΤΝ» για την παρακολούθηση της συμμόρφωσης με την AI Act και θα είναι ο αρμόδιος ρυθμιστής σε επίπεδο ΕΕ, θα υπάρχει ένα Ευρωπαϊκό Συμβούλιο ΤΝ που θα αποτελείται από τις Επιτροπές της κάθε χώρας κράτους-μέλους και θα έχει συμβουλευτικό χαρακτήρα και θα υπάρχει και το Συμβουλευτικό Φόρουμ στο Συμβούλιο και στην Επιτροπή, εμπειρογνομόνων, τεχνικών, το οποίο θα συμβουλεύει το Συμβούλιο για να συμβουλεύει με τη σειρά του την Υπηρεσία ΤΝ.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε την πρόταση Οδηγίας για την προσαρμογή των κανόνων ευθύνης για την ΤΝ, γνωστή ως AI Liability Directive⁴⁷. Ενώ η Πράξη για την ΤΝ στοχεύει στην αποφυγή της ζημίας, η Οδηγία θέτει ένα δίκτυο ασφαλείας για την αποζημίωση σε περίπτωση ζημίας. Τα δύο κείμενα αλληλοσυμπληρώνονται.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η Οδηγία για την ευθύνη για την ΤΝ σκοπεύει να εναρμονίσει κάποιους κανόνες και αξιώσεις εκτός του πεδίου της αναθεωρημένης Οδηγίας για την ευθύνη για τα ελαττωματικά προϊόντα. Όταν η ζημία προκαλείται εξαιτίας παράνομης συμπεριφοράς, όπως παραδείγματος χάριν στις περιπτώσεις παραβίασης ιδιωτικότητας, οι νέοι κανόνες, με βάση την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, θα διευκολύνουν την λήψη αποζημίωσης εάν κάποιος πέσει θύμα διάκρισης κατά τη διαδικασία πρόσληψης με ανάμειξη τεχνολογίας ΤΝ.

Ο κύριος στόχος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής είναι να επιτρέψει στα άτομα και τις επιχειρήσεις να επωφεληθούν από την ΤΝ κι όχι να τις αποθαρρύνει από το να ασχοληθούν και να αναπτύξουν την ΤΝ. Η νομοθετική πρωτοβουλία για τη ρύθμιση της χρήσης συστημάτων ΤΝ εντάσσεται σε ό,τι προσδιορίζεται ως «ψηφιακός συνταγματισμός», λόγω των νέων τεχνολογικά δεδομένων και του νέου τεχνολογικού πολιτισμού και θέτει τα όρια στην άσκηση και κατάχρηση ψηφιακής εξουσίας, εξουσίας που ασκείται όχι μόνο από το κράτος αλλά και από ιδιωτικούς φορείς.

Πέρα από την AI Act, δεν υπάρχει ένα διεθνές κείμενο, το οποίο να μιλάει γενικά για την ΤΝ. Υπάρχουν βεβαίως κάποιες αρχές, αυτές του ΟΟΣΑ, της UNESCO και τελευταία υπάρχουν οι αρχές της G7⁴⁸, οι οποίοι έδωσαν κατευθυντήριες αρχές και έναν κώδικα στην προσπάθεια να πείσουν τα κράτη να υπογράψουν αυτό το οποίο δεν είναι δεσμευτικό, αλλά σίγουρα είναι κάτι.

⁴⁵ Βλ. σχετικό link: <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20230601STO93804/eu-ai-act-first-regulation-on-artificial-intelligence>

⁴⁶ Βλ. σχετικό link: <https://artificialintelligenceact.eu/the-act/>

⁴⁷ Βλ. σχετικό link: https://commission.europa.eu/business-economy-euro/doing-business-eu/contract-rules/digital-contracts/liability-rules-artificial-intelligence_en

⁴⁸ Βλ. σχετικό link: <https://en.wikipedia.org/wiki/G7>

Βασικές υποχρεώσεις συμμόρφωσης για τις επιχειρήσεις

Ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός για την Τεχνητή Νοημοσύνη (AI Act), για τα κράτη-μέλη, που ψηφίστηκε στις 13 Μαρτίου 2024 από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και τέθηκε σε ισχύ στις 21 Μαΐου 2024, ακολουθεί μια προσέγγιση ρύθμισης των συστημάτων ΤΝ με βάση τους κίνδυνους που προκύπτουν από αυτά για την κοινωνία και τους ανθρώπους (risk management approach)⁴⁹.

Το πιο πάνω πλαίσιο αποσκοπεί στο να διασφαλίσει ότι τα συστήματα ΤΝ αναπτύσσονται και χρησιμοποιούνται με τρόπο που σέβεται τα ανθρώπινα δικαιώματα, τα ζητήματα ασφάλειας, καθώς και τις αξίες της Ε.Ε. Οι επιχειρήσεις έχουν περιθώριο 6-24 μηνών για να προσαρμοστούν και έως το τέλος του 2024 να απαγορεύσουν τη χρήση συστημάτων υψηλού κινδύνου. Τα πρόστιμα για τη μη συμμόρφωση μπορούν να φτάσουν τα 35 εκατομμύρια ευρώ ή έως το 7% του παγκόσμιου ετήσιου κύκλου εργασιών. Οι κυρώσεις και τα πρόστιμα κυμαίνονται ποσοστιαία και σαφώς υπάρχει διαβάθμιση με βάση τη σοβαρότητα και τις διαφορές υποχρεώσεις.

Οι επιχειρήσεις οφείλουν άμεσα να αξιολογήσουν τη χρήση και την ανάπτυξη τεχνολογιών ΤΝ από τις ίδιες, σε σχέση με το νέο ρυθμιστικό πλαίσιο. Άρα, το πρώτο πράγμα που κάνει μια εταιρεία είναι να χαρτογραφεί τα συστήματά της και προσπαθεί να δει κατά πόσο εμπίπτουν κάτω από αυτό τον Κανονισμό και αν αρχίζει να μπαίνει στο φάσμα των υποχρεώσεων.

Η Πράξη για την ΤΝ καθιερώνει μια αλυσίδα ευθύνης σε όλη την αλυσίδα της διανομής και της χρήσης των εφαρμογών ΤΝ. Θέτει ζητήματα διαφάνειας, λογοδοσίας και κατόπιν ζητάει διαρκή έλεγχο, παρακολούθηση και με ανθρώπινη παρέμβαση προκειμένου να διαπιστώνονται τα λάθη και τα σφάλματα και να διορθώνονται.

Ποιοι έχουν τον βασικό ρόλο και ποιοι φέρουν τις βασικές υποχρεώσεις σε αυτόν τον Κανονισμό;

1. Ο «Πάροχος», δηλαδή κάποιος ο οποίος αναπτύσσει ένα σύστημα ΤΝ αλλά υπό την προϋπόθεση ότι το διαθέτει στην αγορά υπό τη δική του επωνυμία ή εμπορικό σήμα. Αυτό μπορεί πάρα πολλές φορές να μην συμπίπτει και θέτει ζητήματα και στο επίπεδο πνευματικής ιδιοκτησίας και στα θέματα ιδιοκτησίας αυτής καθαυτής και στα θέματα ευθύνης, γιατί δεν είναι απαραίτητα αυτός ο οποίος το έχει κατασκευάσει.
2. Ο «Φορέας εφαρμογής» είναι αυτός που χρησιμοποιεί το σύστημα ΤΝ για εμπορικούς σκοπούς, π.χ. μια επιχείρηση η οποία έχει αγοράσει το σύστημα ή το παίρνει as a service (SaaS) ή το χρησιμοποιεί under license είτε για εσωτερικούς εμπορικούς σκοπούς είτε για να εξυπηρετηθούν εμπορικά οι πελάτες.
3. Ο «Εξουσιοδοτημένος αντιπρόσωπος» είναι αυτός ο οποίος ορίζει έναν «Πάροχο» που είναι εγκατεστημένος σε τρίτη χώρα ως υπεύθυνο εντός ΕΕ για να του επιβάλλονται τα πρόστιμα και οι επαφές με τις ρυθμιστικές αρχές.
4. Ο «Εισαγωγέας» είναι αυτός ο οποίος εισάγει ένα σύστημα ΤΝ από τρίτη χώρα εντός Ευρώπης, ανεξαρτήτως της σχέσης της νομικής/εμπορικής σύμβασης.

⁴⁹ Το Risk Management approach σχετίζεται με το επίπεδο του κινδύνου που φέρει το ίδιο το σύστημα. Ο Κανονισμός θεωρεί εξ ορισμού και ανεξαρτήτως λόγου χρήσης του συστήματος οποιοδήποτε σύστημα ΤΝ δημιουργεί προφίλ φυσικών προσώπων, είτε πρόκειται για marketing, είτε για εργαζόμενους, είτε για πολίτες, είτε για οποιοδήποτε λόγο και ανεξαρτήτως αν αυτό από τη φύση του είναι πολύπλοκο ή απλό, θεωρείται υψηλού κινδύνου.

5. Ο «Διανομέας», είναι αυτός ο οποίος ουσιαστικά πρώτος διανέμει το προϊόν για λογαριασμό κάποιου «Παρόχου» εντός Ε.Ε.

Οποιοσδήποτε «Διανομέας», «Εισαγωγέας», «Φορέας εφαρμογής» ή άλλος τρίτος θεωρείται «Πάροχος» συστήματος TN εάν:

α. διαθέτει το όνομα ή το εμπορικό σήμα του σε σύστημα TN υψηλού κινδύνου που έχει ήδη διατεθεί στην αγορά ή τεθεί σε λειτουργία, με την επιφύλαξη συμβατικών ρυθμίσεων, που ορίζουν ότι οι υποχρεώσεις κατανέμονται διαφορετικά,

β. εάν επιφέρει ουσιαστική τροποποίηση συστήματος TN υψηλού κινδύνου που έχει ήδη διατεθεί στην αγορά ή τεθεί σε λειτουργία και κατά τρόπο ώστε να παραμένει σύστημα TN υψηλού κινδύνου,

γ. τροποποιεί τον επιδιωκόμενο σκοπό ενός συστήματος TN

Φαίνεται, λοιπόν, ότι οι ενδιαφερόμενοι σε αυτή την αλυσίδα των υποχρεώσεων αρχίζουν να έχουν υποχρεώσεις. Όσες εταιρείες κάνουν marketing έχουν μέρος σε αυτή την υποχρέωση με κάποιον από αυτούς τους ρόλους. Όσες εταιρείες χρησιμοποιούν TN, στην αξιολόγηση των εργαζομένων, στις προσλήψεις κ.λπ. μπαίνουν σε αυτό το φάσμα των υποχρεώσεων.

Αλληλεπίδραση Τεχνητής Νοημοσύνης με τις Εταιρείες και το Εταιρικό Δίκαιο

Τα συστήματα ΤΝ, περισσότερο ή λιγότερο προηγμένα σε ιδιότητες, έχουν αρχίσει να καθιερώνονται στο πεδίο της εταιρικής διακυβέρνησης. Ωστόσο, η νομική ταξινόμηση και η ρύθμιση των συστημάτων αυτών βρίσκεται ακόμα σε πολύ πρώιμο στάδιο.

Ήδη εδώ και μια δεκαετία γίνεται χρήση της ΤΝ στο χρηματοπιστωτικό τομέα (Fintech), οι εταιρείες του χρηματοπιστωτικού τομέα χρησιμοποιούν συστήματα ΤΝ, οπότε δεν είναι παράδοξο το γεγονός ότι η ΤΝ έχει αρχίσει να γίνεται μέρος της εταιρικής διακυβέρνησης όλο και περισσότερων εταιρειών με στόχο να συμβάλλει στην αποτελεσματικότερη και αποδοτικότερη διοίκηση και αυτό διότι η ΤΝ βοηθάει στη λήψη αποφάσεων, η οποία προϋποθέτει την ύπαρξη δεδομένων και όσο περισσότερα δεδομένα χρειάζεται μια απόφαση, τόσο πιο χρήσιμη είναι η ΤΝ λόγω της δυνατότητας ανάλυσης μεγάλου όγκου δεδομένων και της παροχής προβλέψεων (π.χ. επιχειρηματικών κινδύνων ή αλλαγών στη συμπεριφορά ανταγωνιστών, πελατών, πρόταση επιχειρηματικών και οικονομικών σχεδίων, διεξαγωγή ελέγχων δέουσας επιμέλειας στο πλαίσιο εξαγορών/συγχωνεύσεων, καλύτερη εταιρική οργάνωση κ.λπ.).

Αν και οι Διοικήσεις είναι ακόμα συντηρητικές στην εκτεταμένη χρήση ΤΝ, υπάρχουν αρκετά παραδείγματα συμμετοχής της ΤΝ στα Διοικητικά Συμβούλια πολλών εταιριών. Πιο πρόσφατο παράδειγμα αποτελεί ο διορισμός της Mika, ενός ρομπότ ΤΝ ως CEO μιας πολωνικής εταιρίας ποτών τον Αύγουστο του 2022⁵⁰. Η Mika διαθέτει εξαιρετικά προηγμένες δυνατότητες και ως CEO συμμετέχει στη διαδικασία λήψης διαχειριστικών αποφάσεων που αφορούν στον στρατηγικό σχεδιασμό της εταιρείας και βασίζονται στην εκτενή ανάλυση δεδομένων.

Ο Κανονισμός για τη θέσπιση εναρμονισμένων κανόνων σχετικά με την ΤΝ αν και αποτελεί ένα καλό σημείο εκκίνησης για την διασφάλιση ότι η ανάπτυξη της ΤΝ στην ΕΕ είναι ηθικά και δεοντολογικά ορθή, νομικά αποδεκτή, κοινωνικά δίκαιη και περιβαλλοντικά βιώσιμη, ωστόσο δεν δίνει λύσεις εξ' απόψεως εταιρικού δικαίου. Το ίδιο και τα λοιπά μέχρι στιγμής ρυθμιστικά βήματα που έχουν γίνει σε επίπεδο ΕΕ.

Την ίδια στιγμή, η ΕΕ αναγνωρίζει ότι οι εταιρείες βρίσκονται σε στάδιο ψηφιακού μετασχηματισμού και ως προς αυτό, τον Μάρτιο του 2023, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενέκρινε την πρόταση Οδηγίας, συμπληρωματικής της Οδηγίας για την ψηφιοποίηση του εταιρικού δικαίου. Ωστόσο, η Οδηγία αυτή επικεντρώνεται κυρίως στη ρύθμιση των ψηφιακών εργαλείων που μειώνουν το διοικητικό κόστος και τη γραφειοκρατία, προωθώντας ψηφιακές λύσεις τόσο ως προς τις διαδικασίες σύστασης όσο και ως προς τη χρήση των εταιρικών πληροφοριών και την πρόσβαση σε αυτές. Έτσι, η ΕΕ προσέγγισε μόνο επιφανειακά το ζήτημα του ψηφιακού μετασχηματισμού του εταιρικού δικαίου, χάνοντας την ευκαιρία να θεσπίσει κανόνες συγκεκριμένους για τη χρήση των νέων τεχνολογιών και ιδίως της ΤΝ στην εταιρική διακυβέρνηση.

Επομένως, νομικά ζητήματα που ανακύπτουν από τη χρήση αυτή παραμένουν αρρύθμιστα σε επίπεδο εταιρικού δικαίου. Ωστόσο, η έλλειψη ρύθμισης στον τομέα αυτό γεννά μια πληθώρα ερωτημάτων και ένα κεντρικό ζήτημα που τίθεται είναι αυτό της κατανομής της εξουσίας λήψης αποφάσεων μεταξύ των συστημάτων ΤΝ και των Διοικητών και η συνεπακόλουθη επίδραση στις μέχρι σήμερα υποχρεώσεις του Διοικητικού Συμβουλίου μιας εταιρείας.

⁵⁰ Βλ. σχετικό link: <https://www.businessinsider.com/humanoid-ai-robot-ceo-says-she-doesnt-have-weekends-2023-9>

Πρόκειται για τριμερή διάκριση των επιπέδων TN που μπορούν να συμμετέχουν στη Διοίκηση και κριτήριο της διάκρισης αυτής είναι ο βαθμός αυτονομίας των συστημάτων σε σχέση με τον άνθρωπο.

Έτσι λοιπόν έχουμε:

1. **Υποβοηθούμενη (Assisted AI).** Η Υποβοηθούμενη TN αναφέρεται σε μηχανές που αποτελούν απλώς υποστηρικτικά εργαλεία των ανθρώπων χωρίς την δυνατότητα λήψης οποιασδήποτε απόφασης.
2. **Συμβουλευτική ή Επαυξημένη (Advisory or Augmented AI).** Η Συμβουλευτική ή Επαυξημένη TN αναφέρεται σε συστήματα περισσότερο αυτόνομα, που μπορούν να αναλύουν δεδομένα, να παράγουν και να προτείνουν προβλέψεις βάσει των αναλύσεων αυτών. Εδώ ο άνθρωπος παραμένει μέτοχος στη διαδικασία λήψης απόφασης και χρήσης του συστήματος, εποπτεύοντας την απόδοση της μηχανής ή παρέχοντας εισόδο και ανάδραση στο σύστημα. Επομένως, τελικός λήπτης παραμένει ο άνθρωπος, ο οποίος καλείται να εκτιμήσει την σύσταση ή την πρόβλεψη και την καταλληλότητά της και αν θα την ακολουθήσει εν τέλει ή όχι.
3. **Αυτόνομη (Autonomous AI).** Η Αυτόνομη TN αναφέρεται σε συστήματα που μπορούν να λειτουργήσουν και να λάβουν αποφάσεις ανεξάρτητα από την ανθρώπινη παρέμβαση. Σε αυτό το επίπεδο οι μηχανές αναλαμβάνουν τελικά όλα τα δικαιώματα λήψης αποφάσεων και το επίπεδο αυτό TN υποστηρίζει ότι μπορεί να αποτελέσει πλήρες μέλος του ΔΣ και είτε να αντικαταστήσει εξ ολοκλήρου τους ανθρώπους Διοικητές είτε να είναι από κοινού μέλος με αυτούς έχοντας ισότιμη θέση.

Τα συνολικά οφέλη της TN υπερτερούν του κόστους που προκύπτει, εφόσον έχει τη δυνατότητα να βελτιώνει τις δομές της εταιρικής διακυβέρνησης, ιδίως αν αφορά τον χειρισμό μεγάλων συνόλων δεδομένων. Επομένως, η τεχνολογική εξέλιξη θα πρέπει να ενθαρρυνθεί, τουλάχιστον να μην παρεμποδιστεί! Ταυτόχρονα θέτει προκλήσεις για το εταιρικό σύστημα, οι οποίες θα πρέπει να αντιμετωπιστούν με προσεκτική προσαρμογή του πλαισίου διακυβέρνησης. Βέβαια, σε κάθε περίπτωση η TN μπορεί να υποστηρίζει και να επαυξάνει την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα των διαχειριστικών αποφάσεων που λαμβάνονται από ανθρώπους Διοικητές, οπότε η χρήση της αυτή μπορεί να θέσει εξίσου μια σειρά από ερωτήματα, αυτή τη φορά προσανατολισμένα στον τρόπο με τον οποίο επιδρά, στο καθεστώς ευθύνης και υποχρεώσεων των μελών ΔΣ, η ανάθεση διαχειριστικών εξουσιών στο σύστημα TN.

Μετά την «εταιρική κοινωνική ευθύνη» γεννιέται ένας νέος όρος που καταδεικνύει την ανάγκη σύμπλευσης των εταιρειών με τη νέα τεχνολογική πραγματικότητα, αυτός της «εταιρικής ψηφιακής ευθύνης», η οποία αναφέρεται σε ένα σύνολο πρακτικών και συμπεριφορών που λειτουργούν ως οδηγός για μια επιχείρηση, προκειμένου αυτή να χρησιμοποιεί τα δεδομένα και τις ψηφιακές τεχνολογίες με τρόπους που θεωρούνται κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά υπεύθυνοι και αποδεκτοί. Οι πρακτικές αυτές θα συμβάλλουν ώστε οι εταιρείες να θέτουν ως προτεραιότητα τη δικαιοσύνη, τη διαφάνεια και τη λογοδοσία κατά τη χρήση των συστημάτων TN.

Ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός για την TN επισημαίνοντας τη σημασία του στοιχείου της ανθρώπινης παρέμβασης και εποπτείας, αντιμετωπίζει την TN ως τεχνολογικό προϊόν για την επίλυση προβλημάτων και την εκτέλεση εργασιών και αποκλείει τη δυνατότητα εκχώρησης, στα συστήματα TN, οποιοδήποτε είδος νομικής προσωπικότητας. Επομένως, η ευθύνη μπορεί να καταμεριστεί στα διάφορα πρόσωπα, τα οποία συμμετέχουν στην αξιακή αλυσίδα.

Μέχρι και τη στιγμή που γράφεται αυτή η εργασία και με βάση τη μέχρι τώρα τεχνολογική πρόοδο δεν φαίνεται ότι θα μπορέσει να γίνει οποιαδήποτε αντικατάσταση των μελών του διοικητικού συμβουλίου από αυτόνομους αλγόριθμους, ώστε θα δικαιολογούσαν μια αναμόρφωση του νομικού πλαισίου.

Συμπεράσματα

Το IoT αναμφίβολα έχει επαναπροσδιορίσει τον τρόπο με τον οποίο εργαζόμαστε και ζούμε. Η σύνδεση συσκευών και αισθητήρων στο διαδίκτυο μας δίνει τη δυνατότητα να διαχειριζόμαστε και να ελέγχουμε το περιβάλλον μας με μεγαλύτερη ακρίβεια και αποτελεσματικότητα.

Η εφαρμογή των τεχνολογιών IoT στον χώρο εργασίας διαμορφώνει ένα πιο αποδοτικό και βιώσιμο εργασιακό περιβάλλον. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την αυτοματοποίηση διαδικασιών, την παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας και πόρων και φυσικά, τη βελτίωση της ασφάλειας στην εργασία. Με τη σωστή υλοποίηση των τεχνολογιών IoT μπορούμε, μεταξύ άλλων, να βελτιώσουμε την παραγωγικότητα, να μειώσουμε το κόστος λειτουργίας και το αποτύπωμα αερίων του θερμοκηπίου, που παράγεται από τις επιχειρήσεις. Επομένως, το IoT μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία ενός πιο βιώσιμου περιβάλλοντος εργασίας, το οποίο θα είναι ευεργετικό τόσο για τις επιχειρήσεις όσο και για το περιβάλλον.

Εν κατακλείδι, η χρήση των νέων τεχνολογιών και εφαρμογών βελτιώνει το βιοτικό μας επίπεδο, κάνει τη ζωή μιας πιο εύκολη. Η τεχνολογική εξέλιξη μας προϊδεάζει για μια καθημερινότητα σημαντικά απλοποιημένη. Το μέλλον των ψηφιοποιημένων κοινωνιών θα πρέπει να έχει κοινωνικό πρόσημο, θα πρέπει να καλύπτει τις ανάγκες του πολίτη του μέλλοντος. Η αύξηση της συνδεσιμότητας αντικειμένων, τόπων και ανθρώπων θα οδηγήσει σε νέα προϊόντα, νέες υπηρεσίες, νέα πρότυπα ζωής και εργασίας, θα διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη δημιουργία ενός πιο έξυπνου οικοσυστήματος με σημαντική βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, μείωση των αποβλήτων και της ρύπανσης, καθώς και βελτίωση της εργασιακής απόδοσης και ευημερίας των εργαζομένων.

Μελλοντική Έρευνα

Μια ιδέα για μελλοντική έρευνα είναι να συλλέξουμε δεδομένα από θερμομέτρα με IoT αισθητήρες για τη μέτρηση της θερμοκρασίας, την ποιότητα του αέρα, και ενδεχομένως και άλλων μεταβλητών, σε ένα συγκεκριμένο εσωτερικό εργασιακό χώρο μιας εταιρείας ή ενός οργανισμού και με βάση τα αποτελέσματα των μετρήσεων, να υπάρχει, αυτόματα, ιδανική ρύθμιση της θερμοκρασίας στο χώρο, μέσω συστήματος αυτόματου ελέγχου.

Η ιδέα αυτή σίγουρα θα έχει περιορισμούς, διότι η θερμοκρασία επηρεάζεται από πολλούς περιβαλλοντικούς παράγοντες και δείκτες, όπως για παράδειγμα η εσωτερική θερμοκρασία σώματος και τα χνώτα ακόμα των εργαζομένων κ.λπ.

Ωστόσο, οι εργαζόμενοι θα νιώθουν ευεξία, καθώς η διάθεσή τους επηρεάζεται κατά τη διάρκεια της παραμονής τους στο εργασιακό περιβάλλον και αυτό θα δώσει λύση σε ένα μείζον πρόβλημα που κατά γενική ομολογία παρατηρείται σε πολλούς εργασιακούς χώρους και ειδικά στο σύνολο του κόσμου των επιχειρήσεων.

Βιβλιογραφία

- [1] Wolfgang, E. (2017), "Introduction to Artificial Intelligence", *Undergraduate Topics in Computer Science (UTICS)*, Second Edition, Springer International Publishing.
- [2] Russell, S., Norvig, P. (2022), "Artificial Intelligence: A Modern Approach", Fourth Edition, Pearson Education, Inc.
- [3] Genovese, S. (2020), "Artificial Intelligence: A Guide for Thinking Humans: Comments on the book by Melanie Mitchell", *ORDO*, 71(1), 444-449.
- [4] Mahesh, B. (2020), "Machine Learning Algorithms - A Review", *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 9(1), 381-386.
- [5] Choi R.Y., Coyner, A.S., Kalpathy-Cramer, J., Chiang, M.F., Campbell, J.P. (2020), "Introduction to Machine Learning, Neural Networks, and Deep Learning", *Translational Vision Science & Technology*, 9(2):14.
- [6] Voulodimos, A., Doulamis, N., Doulamis, A., Protopapadakis, E. (2018), "Deep Learning for Computer Vision: A Brief Review", *Computational Intelligence and Neuroscience*, Wiley Online Library.
- [7] Xindong, W., Xingquan, Z., Gong-Qing, W., Wei, D. (2014), "Data Mining with Big Data", *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 26(1), 97-107.
- [8] Rajan, K., Saffiotti, A. (2017), "Towards a science of integrated AI and Robotics", *Special Issue on AI and Robotics, Artificial Intelligence*, Elsevier B.V., 247, 1-9.
- [9] Van Roy, V., Vertesy, D., Damioli, G. (2020), "AI and Robotics Innovation", *Handbook of Labor, Human Resources and Population Economics*, Springer International Publishing, 1-35.
- [10] Ness, S., Shepherd, N.J., Xuan, T.R. (2023), "Synergy Between AI and Robotics: A Comprehensive Integration", *Asian Journal of Research in Computer Science*, 16(4), 80-94.
- [11] Sharma, A., Kosasih, E., Zhang, J., Brintrup, A., Calinescu, A. (2022), "Digital Twins: State of the Art Theory and Practice, Challenges, and Open Research Questions", *Journal of Industrial Information Integration*, Elsevier Inc., 30.
- [12] Juarez, M.G., Botti, V.J., Giret, A.S. (2021), "Digital Twins: Review and Challenges", *ASME, Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 21(3).
- [13] Ketzler, B., Naserentin, V., Latino, F., Zangelidis, C., Thuvander, L., Logg, A. (2020), "Digital Twins for Cities: A State of the Art Review", *Built Environment*, Alexandrine Press, 46(4), 547-573.
- [14] Liu, Y., Peng, M., Shou, G., Chen, Y., Chen, S. (2020), "Toward Edge Intelligence: Multiaccess Edge Computing for 5G and Internet of Things", *IEEE Internet of Things Journal*, 7(8), 6722-6747.
- [15] Madakam, S., Ramaswamy, R., Tripathi, S. (2015), "Internet of Things (IoT): A Literature Review", *Journal of Computer and Communications*, Scientific Research Publishing, 3, 164-173.
- [16] Kalyani, V.L., Gaur, P., Vats, S.P. (2015), "IoT: 'Machine to Machine' Application: A Future Vision", *Journal of Management Engineering and Information Technology (JMEIT)*, 2(4), 15-20.

- [17] Pirmagomedov, R., Koucheryavy, Y. (2021), "IoT Technologies for Augmented Human: A Survey", *Internet of Things, Engineering Cyber Physical Human Systems*, Elsevier B.V., 14.
- [18] Haight, J., Park, H. (2015), "IoT Analytics in Practice", Boston: Blue Hill Research, 1-10.
- [19] Strous, L., Cerf, V.G. (2019), "Internet of Things. Information Processing in an Increasingly Connected World", *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, Springer Open, 548.
- [20] Gupta, S., Nama, G.F., Deivasigamani, S. (2023), "Real-Time Monitoring of Patient Activity Using IoT and Machine Learning in Healthcare", *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering (IJISAE)*, 11(7s), 51-57.
- [21] Attaran, M. (2017), "The Internet of Things: Limitless Opportunities for Business and Society", *Journal of Strategic Innovation and Sustainability*, 12(1).
- [22] Attaran, S., Attaran, M., Celik, B.G. (2024), "Digital Twins and Industrial Internet of Things: Uncovering operational intelligence in industry 4.0", *Decision Analytics Journal*, Elsevier Inc., 10.
- [23] Zantalis, F., Koulouras, G., Karabetsos, S., Kandris, D. (2019), "A Review of Machine Learning and IoT in Smart Transportation", MDPI, *Future Internet*, 11(4):94.
- [24] Langley, D.J., Van Doorn, J., Ng, I.C.L., Stieglitz, S., Lazovik, A., Boonstra, A. (2021), "The Internet of Everything: Smart things and their impact on business models", *Journal of Business Research*, Elsevier Inc., 122, 853-863.
- [25] Nižetić, S., Šolić, P., López-de-Ipiña D., Patrono, L. (2020), "Internet of Things (IoT): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future", *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd., 274.
- [26] Sarhan, Q.I. (2018), "Internet of Things: A Survey of Challenges and Issues", *International Journal of Internet of Things and Cyber – Assurance*, 1(1), 40-75.
- [27] Tawalbeh, L., Muheidat, F., Tawalbeh, M., Quwaider, M. (2020), "IoT Privacy and Security: Challenges and Solutions", *Applied Sciences*, MDPI, 10(12):4102.
- [28] Perwej, Y., Omer, M.K., Sheta, O.E., Harb, H.A.M., Adrees, M.S. (2019), "The Future of Internet of Things (IoT) and Its Empowering Technology", *International Journal of Engineering Science and Computing*, 9(3), 20192-20203.
- [29] Sheth, A.P., Srivastava, B., Michahelles, F. (2018), "IoT-Enhanced Human Experience", *IEEE Internet Computing*, 22(1), 4-7.
- [30] Varghese, R., Sharma, S. (2018), "Affordable Smart Farming Using IoT and Machine Learning," *Second International Conference on Intelligent Computing and Control Systems*, Madurai, India, 645-650.
- [31] Koomey, J., Monroe, I. (2023), "Solving Climate Change: A Guide for Learners and Leaders", Institute of Physics Publishing Ltd.
- [32] Saxena, A., Ramaswamy, M., Beale, J., Marciniuk, D., Smith, P. (2021), "Striving for the United Nations (UN) Sustainable Development Goals (SDGs): what will it take?", *Discover Sustainability*, Springer Nature, 2(20).

- [33] Elder, M., Olsen, S.H. (2019), "The Design of Environmental Priorities in the SDGs", *Global Policy*, 10(2), 70-82.
- [34] Kataki, M., Kalogeraki, M., Apostolakis, A. (2018), «Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης: Ο ρόλος των κυβερνήσεων, των επιχειρήσεων αλλά και των πολιτών. Μια προσέγγιση μέσα από την οπτική των Ελλήνων Πολιτών».
- [35] Van der Waal, J.W.H., Thijssens, T. (2020), "Corporate involvement in Sustainable Development Goals: Exploring the territory", *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd., 252.
- [36] Heras-Saizarbitoria, I., Urbieto, L., Boiral, O. (2022), "Organizations' engagement with sustainable development goals: From cherry-picking to SDG-washing?", *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 29(2), 316-328.
- [37] Haywood, L.K., Boihang, M. (2020), "Business and the SDGs: Examining the early disclosure of the SDGs in annual reports", *Development Southern Africa*, 38(2), 175-188.
- [38] García-Meca, E., Martínez-Ferrero, J. (2021), "Is SDG reporting substantial or symbolic? An examination of controversial and environmentally sensitive industries", *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd., 298.
- [39] Silva, B.N., Khan, M., Han, K. (2018), "Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components and open challenges in smart cities", *Sustainable Cities and Society*, Elsevier Ltd., 38, 697-713.
- [40] Deakin, M., & Al Waer, H. (2011), "From intelligent to smart cities", *Intelligent Buildings International*, 3(3), 140-152.
- [41] Sánchez-Corcuera, R., Nuñez-Marcos, A., Sesma-Solance, J., et al. (2019), "Smart cities survey: Technologies, application domains and challenges for the cities of the future", *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 15(6).
- [42] Syed, A.S., Sierra-Sosa, D., Kumar, A., Elmaghraby, A. (2021), "IoT in Smart Cities: A Survey of Technologies, Practices and Challenges", *Smart Cities*, MDPI, 4(2), 429-475.
- [43] Rani, R., Kashyap, V., Khurana, M. (2020), "Role of IoT-Cloud Ecosystem in Smart Cities: Review and Challenges", *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd., 10.
- [44] Salogub, A.M., Chistova, M.V., Demina, N.V., Natkho, O.I. (2024), "Innovative Development of Modern Organizations, New Economy and ESG Transformation", *Ecological Footprint of the Modern Economy and the Ways to Reduce It*, Springer, 59-64.
- [45] Zhang, T., Zhang, J., Tu, S. (2024), "An Empirical Study on Corporate ESG Behavior and Employee Satisfaction: A Moderating Mediation Model", *Behavioral Sciences*, MDPI, 14(4):274.
- [46] Scott-Cato, M. (2013), «Πράσινη Οικονομία. Μια εισαγωγή στη θεωρία, την πολιτική και την πρακτική», επιμ. Νικητάκος, Ν., μτφρ. Σαχπασίδη Χ., Αθήνα, Εκδόσεις Ι. ΣΙΔΕΡΗΣ.
- [47] Angelidou, M., Psaltoglou, A., Komninos, N., Kakderi, C., Tsarchopoulos, P., Panori, A. (2018), "Enhancing Sustainable Urban Development through Smart City Applications", *Journal of Science and Technology Policy Management*, 9(2), 146-169.
- [48] Alrikabi, H.T.S., Ali Jasim, N. (2021), "Design and Implementation of Smart City Applications Based on the Internet of Things", *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 15(13), 4-15.

- [49] Giuliadori, A., Berrone, P., Ricart, J.E. (2023), "Where smart meets sustainability: The role of Smart Governance in achieving the Sustainable Development Goals in cities", *BRQ Business Research Quarterly*, 26(1), 27-44.
- [50] Abir, S.M.A.A., Anwar, A., Choi, J., Kayes, A.S.M. (2021), "IoT-Enabled Smart Energy Grid: Applications and Challenges," *IEEE Access*, 9, 50961-50981.
- [51] Imdadullah, Alamri, B., Hossain, M.A., Asghar, M.S.J. (2021), "Electric Power Network Interconnection: A Review on Current Status, Future Prospects and Research Direction", *Electronics*, 10(17):2179.
- [52] Jamasb, T., Thakur, T., Bag, B. (2018), "Smart electricity distribution networks, business models, and application for developing countries", *Energy Policy*, Elsevier Ltd., 114, 22-29.
- [53] Jayachandran, M., Prasada Rao, K., Kumar Gatla, R., Kalaivani, C., Kalaiarasy, C., Logasabarirajan, C. (2022), "Operational concerns and solutions in smart electricity distribution systems", *Utilities Policy*, Elsevier Ltd., 74.
- [54] Hargreaves, T., Wilson, C., Hauxwell-Baldwin, R. (2017), "Learning to live in a smart home", *Building Research and Information*, 46(2), 1-13.
- [55] Li, M., Gu, W., Chen, W., He, Y., Wu, Y., Zhang, Y. (2018), "Smart Home: Architecture, Technologies and Systems", *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 131, 393-400.
- [56] Alaa, M., Zaidan, A.A., Zaidan, B.B., Talal, M., Kiah, M.L.M. (2017), "A review of smart home applications based on Internet of Things", *Journal of Network and Computer Applications*, Elsevier Ltd., 97, 48-65.
- [57] Alahakoon, D., Yu, X. (2016), "Smart Electricity Meter Data Intelligence for Future Energy Systems: A Survey", *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 12(1), 425-436.
- [58] Vaidya, S., Ambad, P., Bhosle, S. (2018), "Industry 4.0 – A Glimpse", in the 2nd International Conference on Materials Manufacturing and Design Engineering, *Procedia Manufacturing*, Elsevier B.V., 20, 233-238.
- [59] Senna, P.P., Barros, A.C., Roca, J.B., Azevedo, A. (2023), "Development of a digital maturity model for Industry 4.0 based on the technology-organization-environment framework", *Computers & Industrial Engineering*, Elsevier Ltd., 185.
- [60] Vianna, F., Graeml, A., Peinado, J. (2020), "The role of crowdsourcing in industry 4.0: A systematic literature review", *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 33(1), 1-17.
- [61] Jiang, Y., Yin, S., Li, K., Luo, H., Kaynak, O. (2021), "Industrial applications of digital twins", *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 379.
- [62] Kumar R., Singh, S.P., Lamba, K. (2018), "Sustainable robust layout using Big Data approach: A key towards industry 4.0", *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd., 204, 643-659.
- [63] Thames, L., Schaefer, D. (2016), "Software-defined Cloud Manufacturing for Industry 4.0", *Procedia CIRP*, Elsevier B.V., 52, 12-17.
- [64] Qin, J., Liu, Y., Grosvenor, R. (2016), "A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond", *Procedia CIRP*, Elsevier B.V., 52, 173-178.

- [65] Sishi, M.N., Telukdarie, A. (2020), "Implementation of Industry 4.0 technologies in the mining industry: A case study", *International Journal of Mining and Mineral Engineering*, 11(1).
- [66] Chaim, O., Muschard, B., Cazarini, E., Rozenfeld, H. (2018), "Insertion of sustainability performance indicators in an Industry 4.0 virtual learning environment", in the 15th Global Conference on Sustainable Manufacturing, *Procedia Manufacturing*, Elsevier B.V., 21, 446-453.
- [67] European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Breque, M., De Nul, L., Petridis, A. (2021), "Industry 5.0 – Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry", Publications Office of the European Union.
- [68] Deloitte (Ιούνιος 2023), «Ψηφιακός μετασχηματισμός των ελληνικών επιχειρήσεων: Έρευνα Παρατηρητηρίου Ψηφιακού Μετασχηματισμού του ΣΕΒ», Ψηφιακός Μετασχηματισμός, Παρατηρητήριο ΣΕΒ.
- [69] Deloitte (Φεβρουάριος 2022), «Ψηφιακή και τεχνολογική ωριμότητα οικονομίας και επιχειρήσεων», 3^η ετήσια έκδοση Παρατηρητηρίου Ψηφιακού Μετασχηματισμού, Ψηφιακός Μετασχηματισμός, Παρατηρητήριο ΣΕΒ.
- [70] Stock, T., Obenaus, M., Kunz, S., Kohl, H. (2018), "Industry 4.0 as enabler for a sustainable development: A qualitative assessment of its ecological and social potential", *Process Safety and Environmental Protection*, Elsevier B.V., 118, 254-267.
- [71] Rocha, C.F., Maméidio, D.F., Quandt, C.O. (2019), "Startups and the innovation ecosystem in Industry 4.0", *Technology Analysis & Strategic Management*, 31(12), 1474-1487.
- [72] Claus, L. (2019), "HR disruption - Time already to reinvent talent management", *BRQ Business Research Quarterly*, Elsevier España, S.L.U., 22(3), 207-215.
- [73] Barman, A., Das, K. (2018), "Internet of Things (IoT) as the Future Smart Solution to HRM- How would wearable IoT bring organisational efficiency?", *RDA International Conference*, Sivasagar.
- [74] Tavana, M., Hajipour, V., Oveisi, S. (2020), "IoT-based enterprise resource planning: Challenges, open issues, applications, architecture, and future research directions", *Internet of Things*, Elsevier B.V., 11.
- [75] Okatta, C.G., Ajayi, F.A., Olawale, O. (2024), "Navigating The Future: Integrating AI and Machine Learning In HR Practices For A Digital Workforce", *Computer Science & IT Research Journal*, 5(4), 1008-1030.
- [76] Islam, M., Rahman, M., Taher, A., Quaosar, G.M.A.A., Uddin, A. (2024), "Using artificial intelligence for hiring talents in a moderated mechanism", *Future Business Journal*, Springer Nature B.V., Cairo, 10(1).
- [77] Frank, M.R., Autor, D., Bessen, J.E., Brynjolfsson, E., Cebrian, M., Deming, D.J., Feldman, M., Groh, M., Lobo, J., Moro, E., Wang, D., Youn, H., Rahwan, I. (2019), "Toward understanding the impact of artificial intelligence on labor", *PNAS U.S.A.*, 116(14), 6531-6539.
- [78] Hajar, S. (2024), "Digital human resources management: a necessity in modern organizations", *International Journal of Politics and Sociology Research*, TRIGIN Publisher, 11(4), 479-484.
- [79] Ren, S., Jackson, S.E. (2020), "HRM institutional entrepreneurship for sustainable business organizations", *Human Resource Management Review*, 30(3).

- [80] Dessler, G. (2020), "Fundamentals of human resource management", 5th Edition, Harlow: Pearson.
- [81] Vardarlier, P. (2016), "Strategic Approach to Human Resources Management During Crisis", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 235, 463-472.
- [82] Angrave, D., Charlwood, A., Kirkpatrick, I., Lawrence, M., Stuart, M. (2016), "HR and Analytics: Why HR is set to fail the big data challenge", *Human Resource Management Journal*, 26(1), 1-11.
- [83] Wirges, F., Neyer, A.K. (2023), "Towards a process-oriented understanding of HR analytics: implementation and application", *Review of Managerial Science*, Springer, 17, 2077-2108.
- [84] Cheng, M.M., Hackett, R.D. (2021), "A critical review of algorithms in HRM: Definition, theory, and practice", *Human Resource Management Review*, Elsevier Inc., 31(1).
- [85] Nasar, N., Ray, S., Umer, S., Pandey, H.M. (2020), "Design and data analytics of electronic human resource management activities through Internet of Things in an organization", *Software: Practice and Experience*, 51, 2411-2427.
- [86] Li, H. (2021), "Optimization of the Enterprise Human Resource Management Information System Based on the Internet of Things", *Complexity*, 6, 1-12.
- [87] Stone, D.L., Deadrick, D.L., Lukaszewski, K.M., Johnson, R. (2015), "The influence of technology on the future of human resource management", *Human Resource Management Review*, Elsevier Inc., 25(2), 216-231.
- [88] Stone, D.L., Deadrick, D.L. (2015), "Challenges and opportunities affecting the future of human resource management", *Human Resource Management Review*, Elsevier Inc., 25(2), 139-145.
- [89] Dabirian, A., Kietzmann, J., Diba, H. (2016), "A great place to work!? Understanding crowdsourced employer branding", *Business Horizons*, Elsevier Inc., 60(2), 197-205.
- [90] Dwivedi, P., Chaturvedi, V., Vashist, J.K. (2023), "Innovation for organizational sustainability: the role of HR practices and theories", *International Journal of Organizational Analysis*, Emerald Publishing Ltd., 31(3), 759-776.
- [91] Επιτροπή Ψηφιακής Οικονομίας ΣΕΒ. (Μάιος 2024), «Οδηγός για την Τεχνητή Νοημοσύνη», R U AI? Άνθρωποι και Επιχειρήσεις στην εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης.
- [92] Μήτρου, Λ. (2023), «Μπορεί ο αλγόριθμος... να είναι ηθικός, να είναι δίκαιος, να είναι διαφανής, να δικάζει και να διοικεί;», Ηράκλειο, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Ιστοσελίδες

- [1] “Auto-ID Labs”, Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Auto-ID_Labs (Ανακτήθηκε στις 19.03.2024).
- [2] Julia Borgini, “Top advantages and disadvantages of IoT in business”, TechTarget, <https://www.techtarget.com/iotagenda/tip/Top-advantages-and-disadvantages-of-IoT-in-business> (Ανακτήθηκε στις 30.03.2024).
- [3] Satyajit Sinha, “State of IoT 2023: Number of connected IoT devices growing 16% to 16.7 billion globally”, IoT Analytics, <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/> (Ανακτήθηκε στις 27.03.2024).
- [4] Erin Blakemore, “Five Things to Know About Megacities”, Smithsonian Magazine, <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/five-things-to-know-about-megacities-180958937/#:~:text=There%20could%20be%2041%20megacities%20by%202030%20in.by%202014%20that%20number%20had%20spiked%20to%2028> (Ανακτήθηκε στις 02.06.2024).
- [5] “Sustainable development goals”, *EUR-Lex*, EUROPA, <https://eur-lex.europa.eu/EL/legal-content/glossary/sustainable-development-goals.html> (Ανακτήθηκε στις 02.06.2024).
- [6] “MAKE THE SDGS A REALITY”, *Department of Economic and Social Affairs, Sustainable Development*, United Nations, <https://sdgs.un.org/> (Ανακτήθηκε στις 02.06.2024).
- [7] “IoT & Sustainability: 6 Key Insights”, Sensgreen, <https://sensgreen.com/iot-sustainability-6-key-insights/> (Ανακτήθηκε στις 31.05.2024).
- [8] «Ανακαλύψτε έναν νέο τρόπο ζωής», The Ellinikon, <https://theellinikon.com.gr/> (Ανακτήθηκε στις 18.06.2024).
- [9] Ipto Analytics App, <https://www.admie.gr/en/mobile-app> (Ανακτήθηκε στις 16.06.2024).
- [10] “LEED-certified green buildings are better buildings”, *LEED rating system*, U.S. Green Building Council, <https://www.usgbc.org/leed> (Ανακτήθηκε στις 18.06.2024).
- [11] “Smart buildings – smart readiness indicator (arrangements for rollout of scheme), *Published initiatives*, European Commission, <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12365-Smart-buildings-smart-readiness-indicator-arrangements-for-rollout-of-scheme-en> (Ανακτήθηκε στις 18.06.2024).
- [12] “Greece in the Digital Economy and Society Index”, *Shaping Europe’s digital future*, European Commission, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/el/policies/desi-greece> (Ανακτήθηκε στις 12.06.2024).
- [13] “The International Standard Classification of Occupations – ISCO-08”, ILO, <https://isco-ilo.netlify.app/en/isco-08/> (Ανακτήθηκε στις 09.06.2024).
- [14] «Επαγγέλματα», *Μητρώα και Ταξινομήσεις*, Ελληνική Στατιστική Αρχή, <https://www.statistics.gr/occupation> (Ανακτήθηκε στις 09.06.2024).
- [15] “Occupations”, *The ESCO Classification*, European Commission, https://esco.ec.europa.eu/el/classification/occupation_main (Ανακτήθηκε στις 09.06.2024).
- [16] Alexandra Twin, “KPIs: What Are Key Performance Indicators? Types and Examples”, Investopedia, <https://www.investopedia.com/terms/k/kpi.asp> (Ανακτήθηκε στις 29.06.2024).

- [17] “The global authority on workplace culture”, Great Place To Work, <https://www.greatplacetowork.com/> (Ανακτήθηκε στις 03.06.2024).
- [18] “WELL Building Standard”, Explore the Standard, International Well Building Institute, <https://standard.wellcertified.com/well> (Ανακτήθηκε στις 03.06.2024).
- [19] “General Data Protection Regulation – GDPR”, Intersoft Consulting, <https://gdpr-info.eu/> (Ανακτήθηκε στις 05.06.2024).
- [20] “Health Information Privacy”, *U.S. Department of Health and Human Services*, HHS, <https://www.hhs.gov/hipaa/index.html> (Ανακτήθηκε στις 05.06.2024).
- [21] “EU AI Act: first regulation on artificial intelligence”, *Artificial Intelligence*, EUROPA, <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20230601STO93804/eu-ai-act-first-regulation-on-artificial-intelligence> (Ανακτήθηκε στις 06.04.2024).
- [22] “The ACT Texts”, EU Artificial Intelligence Act, <https://artificialintelligenceact.eu/the-act/> (Ανακτήθηκε στις 20.05.2024).
- [23] “Liability Rules for Artificial Intelligence”, *Digital Contracts*, European Commission, https://commission.europa.eu/business-economy-euro/doing-business-eu/contract-rules/digital-contracts/liability-rules-artificial-intelligence_en (Ανακτήθηκε στις 06.04.2024).
- [24] “Group of Seven (G7)”, Wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/G7> (Ανακτήθηκε στις 20.05.2024).
- [25] Jyoti Mann, “The humanoid-robot CEO of a drinkscompany says it doesn’t have weekends and is always on 24/7”, Business Insider, <https://www.businessinsider.com/humanoid-ai-robot-ceo-says-she-doesnt-have-weekends-2023-9> (Ανακτήθηκε στις 26.05.2024).
- [26] “Level up with the largest AI & ML community”, Kaggle, <https://www.kaggle.com/> (Ανακτήθηκε στις 20.04.2024).
- [27] Pavansubhash, “IBM HR Analytics Employee Attrition & Performance, *Predict attrition of your valuable employees*”, Kaggle, <https://www.kaggle.com/datasets/pavansubhasht/ibm-hr-analytics-attrition-dataset> (Ανακτήθηκε στις 30.05.2024).
- [28] Python, <https://www.python.org/> (Ανακτήθηκε στις 04.06.2024).

Παράρτημα

Ο κώδικας σε Python:

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
from sklearn.metrics import classification_report
from scipy.stats import ttest_ind
from scipy.stats import chi2_contingency
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler, LabelEncoder
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
from sklearn.metrics import confusion_matrix
```

```
data = pd.read_csv("WA_Fn-UseC_-HR-Employee-Attrition.csv")
data
```

Για την εξερεύνηση δεδομένων:

```
# Περιγραφή των αριθμητικών μεταβλητών
summary = data.describe().T
summary.columns = ["Πλήθος", 'Μέσος Όρος', 'Τυπική
Απόκλιση', 'Ελάχιστο', '25%', '50%', '75%', 'Μέγιστο']
summary
```

```
# Υπολογισμός συσχετίσεων μεταξύ των μεταβλητών
correlation_matrix =
data.select_dtypes('number').drop(['StandardHours', 'EmployeeCount'],axis=
1).corr()
plt.figure(figsize=(25, 30))
sns.heatmap(correlation_matrix, annot=True, fmt='.2f', cmap='coolwarm',
linewidths=.5, vmin=-1, vmax=1)
plt.title('Πίνακας Συσχετίσεων')
plt.show()
```

```
# Ιστογράμματα κατανομών αριθμητικών μεταβλητών
plt.figure(figsize=(20,25))
for i,col in enumerate(data.select_dtypes('number')):
    plt.subplot(7,4,i+1)
    plt.hist(data[col])
    plt.title(f'Κατανομή της {col}')
    plt.xticks(rotation=30)
plt.tight_layout()
```

```
plt.show()
```

```
# Ιστογράμματα κατανομών κατηγορικών μεταβλητών
plt.figure(figsize=(20,15))
for i,col in enumerate(data.select_dtypes('object')):
    plt.subplot(3,3,i+1)
    value_counts = data[col].value_counts()
    value_counts.plot(kind='bar')
    plt.title(f'Κατανομή της {col}')
    plt.xticks(range(len(value_counts)), value_counts.index, rotation=30,
ha='center')
plt.tight_layout()
plt.show()
```

```
# Σύγκριση αριθμητικών χαρακτηριστικών υπαλλήλων που μένουν vs υπαλλήλων
που φεύγουν οπτικά για έλεγχο σημαντικότητας των διαφορών στα ποσοστά
plt.figure(figsize=(20, 28))
for i, col in
enumerate(data.select_dtypes('number').drop(['EmployeeCount', 'Performance
Rating', 'StandardHours'],axis=1), 1):
    plt.subplot(8, 3, i)
    sns.boxplot(data, x='Attrition', y=col)
    plt.title(f'{col} έναντι Αποχώρησης')
plt.tight_layout()
plt.show()
```

```
# Σύγκριση κατηγορικών χαρακτηριστικών υπαλλήλων που μένουν vs υπαλλήλων
που φεύγουν οπτικά για έλεγχο σημαντικότητας των διαφορών στα ποσοστά
plt.figure(figsize=(20, 20))
for i, col in
enumerate(data.select_dtypes('object').drop(['Attrition'],axis=1), 1):
    plt.subplot(3, 3, i)
    sns.countplot(data, x=col, hue='Attrition')
    plt.title(f'{col} έναντι Αποχώρησης')
    plt.xticks(rotation=60)
plt.tight_layout()
plt.show()
```



```
# Στατιστική ανάλυση για την εξακρίβωση των στατιστικά σημαντικών
διαφορών
feature_list = []
category_list = []
no_attrition_list = []
yes_attrition_list = []
p_value_list = []

# Βοηθητική συνάρτηση για να βάλουμε τα αποτελέσματα στις λίστες
def add_results(feature, category, no_attrition, yes_attrition, p_value):
    feature_list.append(feature)
    category_list.append(category)
    no_attrition_list.append(no_attrition)
    yes_attrition_list.append(yes_attrition)
    p_value_list.append(p_value)

# Χ2 τεστ για τις αριθμητικές τιμές
for feature in data.select_dtypes('object').drop(['Attrition'],axis=1):
    contingency_table = pd.crosstab(data['Attrition'], data[feature])
    _, p, _, _ = chi2_contingency(contingency_table)
    for category in contingency_table.columns:
        no_attrition = contingency_table.loc['No', category] /
contingency_table.loc['No'].sum() * 100
        yes_attrition = contingency_table.loc['Yes', category] /
contingency_table.loc['Yes'].sum() * 100
        add_results(feature, category, no_attrition, yes_attrition, p)

# T-τεστ για τις αριθμητικές τιμές
for feature in
data.select_dtypes('number').drop(['EmployeeCount', 'StandardHours'],axis=
1):
    no_attrition = data[data['Attrition'] == 'No'][feature]
    yes_attrition = data[data['Attrition'] == 'Yes'][feature]
    t_stat, p = ttest_ind(no_attrition, yes_attrition, equal_var=False)
    add_results(feature, '', no_attrition.mean(), yes_attrition.mean(),
p)

# Δημιουργία ενός DataFrame με όλα τα αποτελέσματα
results_df = pd.DataFrame({
    'Μεταβλητή': feature_list,
    'Τιμή': category_list,
    '#Ποσό Μη Αποχωρήσεων (%)': [round(n,2) for n in no_attrition_list],
    'Ποσό Αποχωρήσεων (%)': [round(n,2) for n in yes_attrition_list],
    'p-value': [round(p,6) for p in p_value_list],
    'Σημαντική Μεταβλητή': [p<0.05 for p in p_value_list]
```

```

})

multiindex_results_df = results_df.set_index(['Μεταβλητή', 'Τιμή'])
multiindex_results_df.iloc[29:,:]

```

```

# Έλεγχος για ελλιπείς τιμές
data.isna().sum()
# τα δεδομένα δεν έχουν ελλιπείς τιμές, προχωράμε στο επόμενο στάδιο

```

Για την κατασκευή Μοντέλων Μηχανικής Μάθησης:

```

# Προεπεξεργασία:
data_encoded = data.copy()

## Κωδικοποίηση κατηγορικών μεταβλητών
label_encoders = {}
for column in data_encoded.select_dtypes(include=['object']):
    le = LabelEncoder()
    data_encoded[column] = le.fit_transform(data_encoded[column])
    label_encoders[column] = le

## Ορισμός μεταβλητής στόχου (y) και μεταβλητών πρόβλεψης (X)
X = data_encoded.drop(columns=['Attrition'])
y = data_encoded['Attrition']

## Διαχωρισμός των δεδομένων σε σύνολο εκπαίδευσης και αξιολόγησης
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2,
random_state=42)

## Τυποποίηση των αριθμητικών μεταβλητών σε κάθε επιμέρους σύνολο
scaler = StandardScaler()
X_train = scaler.fit_transform(X_train)
X_test = scaler.transform(X_test)

```

Το Μοντέλο Random Forest:

```

# Κατασκευή και εκπαίδευση του μοντέλου Random Forest
rf_model = RandomForestClassifier(n_estimators=500, random_state=42)
rf_model.fit(X_train, y_train)

```

```

# Αξιολόγηση του μοντέλου επάνω στο σύνολο αξιολόγησης
y_pred_rf = rf_model.predict(X_test)
print("----- Απόδοση του μοντέλου RF επάνω στο σετ αξιολόγησης -----")
print(classification_report(y_test, y_pred_rf))

```

```

conf_matrix_rf = confusion_matrix(y_test, y_pred_rf)
plt.figure(figsize=(7, 7))
sns.heatmap(conf_matrix_rf, annot=True, fmt='d', cmap='Blues',
xticklabels=['Μη Αποχώρηση', 'Αποχώρηση'], yticklabels=['Μη Αποχώρηση',
'Αποχώρηση'])
plt.xlabel('Πρόβλεψη')
plt.ylabel('Πραγματικότητα')
plt.title('Πίνακας Σύγχυσης του Random Forest')
plt.show()

```

Για το Μοντέλο Λογιστικής Παλινδρόμησης:

```

# Κατασκευή και εκπαίδευση του μοντέλου Λογιστικής Παλινδρόμησης
lr_model = LogisticRegression(random_state=42, max_iter=1000)
lr_model.fit(X_train, y_train)

```

```

# Αξιολόγηση του μοντέλου επάνω στο σύνολο αξιολόγησης
y_pred_lr = lr_model.predict(X_test)
conf_matrix_lr = confusion_matrix(y_test, y_pred_lr)
print("Απόδοση του μοντέλου Λογιστικής Παλινδρόμησης επάνω στο σετ
αξιολόγησης")
print(classification_report(y_test, y_pred_lr))
plt.figure(figsize=(7, 7))
sns.heatmap(conf_matrix_lr, annot=True, fmt='d', cmap='Blues',
xticklabels=['Μη Αποχώρηση', 'Αποχώρηση'], yticklabels=['Μη Αποχώρηση',
'Αποχώρηση'])
plt.xlabel('Πρόβλεψη')
plt.ylabel('Πραγματικότητα')
plt.title('Πίνακας Σύγχυσης')
plt.show()

```

```

# Εξαγωγή συντελεστών του μοντέλου
lr_importances = lr_model.coef_[0]

```

```

# Οπτικοποίηση των σημαντικοτήτων των μεταβλητών
feature_importance_df = pd.DataFrame({'Feature': X.columns, 'Importance':
abs(lr_importances)})
feature_importance_df =
feature_importance_df.sort_values(by='Importance', ascending=False)
feature_importance_df
plt.figure(figsize=(22,35))
plt.barh(feature_importance_df['Feature'],
feature_importance_df['Importance'])
plt.xlabel('Σημαντικότητα')

```

```
plt.ylabel('Μεταβλητή')  
plt.title('Σημαντικότητα των Μεταβλητών κατά Logistic Regression')  
plt.gca().invert_yaxis()  
plt.show()
```