



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**Διπλωματική Εργασία.**

**Θέμα διπλωματικής: Εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην διαχείριση έργου ενός πολιτικού μηχανικού.**



**Φοιτήτρια: Μόρτου Ευαγγελία**

**ΑΜ: 19394114**

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Δρ. Ατανάσοβα – Νικολαΐδου Γιάννα**

**ΕΔΙΠ**

**ΑΘΗΝΑ-ΑΙΓΑΛΕΩ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2024**



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA**

**FACULTY OF ENGINEERING**

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**

**Diploma Thesis:**

**Subject diploma thesis: Application of artificial intelligence in project  
management of a civil engineer.**

**Student: Mortou Evangelia**

**Registration Number: 19394114**

**Supervisor: Atanasova – Nikolaidou Gianna, PhD**

**Special Teaching Staff**

**ATHENS-EGALEO, January 2024**

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής  
τριμελή επιτροπή:

(Ονοματεπώνυμο), (βαθμίδα)	(Ονοματεπώνυμο), (βαθμίδα)	(Ονοματεπώνυμο), (βαθμίδα)
Δρ. Γιάννα Ατανάσοβα- Νικολαΐδου,  ΕΔΙΠ  (Υπογραφή)	Δρ. Γεώργιος Εξαρχάκος,  ΕΔΙΠ  (Υπογραφή)	Δρ. Παναγιώτης Μακρυγιάννης,  ΕΔΙΠ  (Υπογραφή)

## **ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ –ΜΟΡΤΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ**

**Δεκέμβριος, 2023**

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό.

Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Μόρτου Ευαγγελία του Ιωάννη, με αριθμό μητρώου **19394114**, φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Τμήματος ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**δηλώνω υπεύθυνα ότι:**

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

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

Η δηλούσα



Μόρτου Ευαγγελία

Στον γιό μου...

## Περίληψη

Σε έναν κόσμο συνεχώς μεταβαλλόμενο και γρήγορα κινούμενο, η τεχνητή νοημοσύνη κάνει άλματα προόδου ολοένα και μεγαλύτερα. Στην παρούσα εργασία γίνεται επισκόπηση της τεχνητής νοημοσύνης στην διαχείριση έργου ενός πολιτικού μηχανικού. Η τεχνητή νοημοσύνη (TN) δημιουργήθηκε από τον τομέα της επιστήμης που επικεντρώνεται στην ανάπτυξη προγραμμάτων και υπολογιστικών συστημάτων που έχουν την δυνατότητα να εκτελούν εργασίες που απαιτούν ανθρώπινη νοημοσύνη χωρίς την παρουσία ανθρώπου. Ολοένα ταχύτεροι αλγόριθμοι, κάρτες γραφικών και χρόνοι απόκρισης προκύπτουν λόγω της αυξημένης ζήτησης για κάλυψη αναγκών σε πολλούς τομείς.

Η τεχνητή νοημοσύνη (TN) λειτουργεί με διάφορες τεχνικές, όπως το νευρωνικό δίκτυο, ο αλγόριθμος μηχανικής μάθησης και η επεξεργασία φυσικής γλώσσας για να πετύχει ένα αποτέλεσμα πιο κοντά στον ανθρώπινο νου.

Τα τελευταία χρόνια η τεχνητή νοημοσύνη (TN) έχει σημαντική ανάπτυξη, σε εταιρείες και έρευνες προσπαθώντας να επεκτείνει τις δυνατότητες της. Ωστόσο, η τεχνητή νοημοσύνη (TN) έχει επίσης αναδείξει ηθικά και κοινωνικά θέματα, συμπεριλαμβανομένων των ζητημάτων ασφαλείας και της προστασίας της ιδιωτικής ζωής ώστε να γίνει ορθή χρήση και να μην κινδυνεύει ο χρήστης της.

Η διαχείριση έργου στους μηχανικούς είναι ένα από τα πιο βασικότερα καθήκοντα που έχουν να εκτελέσουν. Η διαχείριση έργου ανάγεται στους τομείς ελέγχου του χρονοδιαγράμματος ενός έργου, της ποιότητας, των πόρων, στην εξέλιξη του έργου και στην ανάλυση πιθανών κινδύνων που πρόκειται να

*Εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην διαχείριση έργου ενός πολιτικού μηχανικού, 2023-24*  
παρουσιάζουν σε ένα έργο, το οποίο επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης διαφόρων τεχνικών διαχείρισης έργου.

Συνοψίζοντας, η τεχνητή νοημοσύνη (TN) είναι ένας κλάδος της επιστήμης που ασχολείται με τη δημιουργία υπολογιστικών συστημάτων που μπορούν να πραγματοποιηθούν εργασίες που απαιτούν ανθρώπινη νοημοσύνη χωρίς την παρουσία του ανθρώπου που αυτό αποτελεί σημαντική πτυχή της τεχνολογίας και της κοινωνίας. Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη βοηθάει στην διαχείριση του έργου, όμως είναι σημαντικό να γίνεται πιο βαθιά επεξεργασία των δεδομένων, ώστε να λειτουργεί καλύτερα η συσχέτιση μεταξύ εισόδου-εξόδου.

**Λέξεις-κλειδιά: Μηχανική μάθηση, Νευρωνικά Δίκτυα, Αλγόριθμοι, Αυτόματα Συστήματα, Ικανότητα Λήψης, Ασφάλεια, Εξέλιξη Τεχνολογίας, Τεχνητή Νοημοσύνη , Διαχείριση Έργου**



## **Abstract**

In an ever-changing and fast-moving world, artificial intelligence is making ever greater leaps of progress. In this paper, artificial intelligence in the project management of a civil engineer is reviewed. Artificial intelligence (AI) was created by the field of science that focuses on the development of programs and computer systems that have the ability to perform tasks that require human intelligence without the presence of a human. Faster and faster algorithms, graphics cards and response times arise due to the increased demand to meet needs in many fields.

Artificial intelligence (AI) works with various techniques such as neural network, machine learning algorithm and natural language processing to achieve a result closer to the human mind.

In recent years artificial intelligence (AI) has seen significant growth, with companies and research trying to expand its capabilities. However, artificial intelligence (AI) has also raised ethical and social issues, including security and privacy issues so that it is used properly and does not put its user at risk. Project management for engineers is one of the most basic tasks they have to perform. Project management comes down to the areas of controlling a project's schedule, quality, resources, project progress, and analyzing potential risks that are going to occur in a project, which is achieved through the use of various project management techniques.

In summary, artificial intelligence (AI) is a branch of science that deals with the creation of computer systems that can perform tasks that require human intelligence without the presence of humans, which is an important aspect of technology and society. In addition, artificial intelligence helps in project

management, but it is important to do a deeper processing of the data so that the correlation between input and output works better.

Keywords: Machine Learning, Neural Networks, Algorithms, Automatic Systems, Download Ability, Security, Technology Evolution, Artificial Intelligence, Project Management



**Εικόνα 1:** Η τεχνητή νοημοσύνη στην τεχνική και οικονομική διαχείριση έργου.



**Εικόνα 2:** Η τεχνητή νοημοσύνη στην επιστήμη και το επάγγελμα του μηχανικού.

## Πίνακας Περιεχομένων

Ακρωνύμια .....	14
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1° : Τεχνητή νοημοσύνη .....	17
1.1 Πλεονεκτήματα τεχνητής νοημοσύνης.....	23
1.2 Μειονεκτήματα τεχνητής νοημοσύνης.....	24
1.3 Ιστορική εξέλιξη τεχνητής νοημοσύνης.....	26
1.4 Μηχανική εκμάθηση.....	29
1.5 Βαθιά εκμάθηση .....	31
1.6 Τεχνητή νοημοσύνη στην κατασκευή .....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2° : Διαχείριση έργων πολιτικού μηχανικού .....	36
2.1 Μοντέλο παραχθείσας αξίας .....	40
2.2 Αλλαγές που έχει γνωρίσει η διαχείριση έργου .....	43
2.3 Το μέλλον της διαχείρισης έργου .....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3° : Τεχνητή Νοημοσύνη στην διαχείριση έργου .....	46
3.1 Κίνδυνοι της τεχνητής νοημοσύνης .....	48
3.1.1 Περιορισμοί της τεχνητής νοημοσύνης.....	50
3.1.2 Κίνδυνοι της τεχνητής νοημοσύνης στην αρχιτεκτονική.....	52
3.2 Εργαλεία της τεχνητής νοημοσύνης στην διαχείριση έργου.....	53
3.2.1 Τεχνικές της τεχνητής νοημοσύνης στην διαχείριση έργου.....	55
3.2.2 Κατηγορίες τεχνικών της τεχνητής νοημοσύνης.....	56
3.2.3 Εφαρμοσμένες τεχνικές - μεθόδους από ερευνητές.....	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4° : Δεδομένα .....	61
4.1 Περιεχόμενα δεδομένων .....	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5° : Επιχειρησιακή έρευνα και βελτιστοποίηση .....	69
5.1 Η αρχή της βελτιστοποίησης με την επιχειρησιακή έρευνα .....	69
5.2 Εφαρμογή στην βιομηχανία και στην οικονομία .....	70
5.3 Προβλήματα και μέθοδοι βελτιστοποίησης .....	71
5.4 Εφαρμογή της βελτιστοποίησης.....	74
5.5 Μοντέλο του προβλήματος.....	75

5.6 Επίλυση του προβλήματος .....	76
5.7 Έλεγχος και εφαρμογή .....	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 <sup>ο</sup> – Ανακεφαλαίωση και συμπεράσματα .....	79
Ευχαριστίες .....	81
Βιβλιογραφία .....	82

## **Ακρωνύμια**

AI : Artificial Intelligence

TN : Τεχνητή Νοημοσύνη

PERT : Program Evaluation and Review Technique = Προγραμματισμός και έλεγχος των έργων

CPM : Critical Path Method = Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής

EVM : Μοντέλο παραθείσας αξίας

ANI : Τεχνητή στενή νοημοσύνη

AGI : Τεχνητή γενική νοημοσύνη

ASI : Τεχνητή υπέρ νοημοσύνη

E.E. : Επιχειρησιακή Έρευνα

H/Y : Ηλεκτρονικός Υπολογιστής

ΠΓΠ : Πρόβλημα του γραμμικού προγραμματισμού

ΓΠ : Γραμμικού προγραμματισμού

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία ξεκινά δίνοντας γενικές πληροφορίες πάνω στην τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence – AI) και στην εφαρμογή ενός έργου πολιτικού μηχανικού. Ύστερα, παρουσιάζεται ένα συνδυαστικό κεφάλαιο, στο οποίο ξεκαθαρίζεται η σημαντική της σύνδεσης διαχείριση του έργου και της τεχνητής νοημοσύνης και το πόσο χρήσιμη είναι η συνύπαρξη της για να επιτευχθεί το καλύτερο αποτέλεσμα σε ένα έργο.

Στο κεφάλαιο έχουμε το κεφάλαιο ‘Τεχνητή Νοημοσύνη (TN)’ που αρχικά δίνεται μια γενική εικόνα της τεχνητής νοημοσύνης και αναγράφονται οι μέθοδοι της μηχανικής εκμάθησης, για να γίνει αντιληπτό από τους αναγνώστες ο όρος αυτός. Επίσης, περιγράφονται τα πλεονεκτήματα της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης, αλλά και η πρόοδος – εξέλιξη που θα έχει με την πάροδο του χρόνου.

Έπειτα, στο κεφάλαιο ‘Διαχείριση Έργου’ εξηγούμε το τι ακριβώς είναι η διαχείριση έργου για έναν πολιτικό μηχανικό, τις βασικές αρχές, ορίζουμε τον κύκλο ζωής του έργου αλλά και τα μοντέλα – εργαλεία που χρησιμοποιεί για να κάνει έμπρακτα αυτά που υπόσχεται. Η σημασία αυτού του κεφαλαίου είναι η ανάλυση των αλλαγών στην διαχείριση έργου με το πέρασμα των χρόνων με σκοπό να βελτιωθεί μελλοντικά.

Στη συνέχεια ασχολούμαστε με την σύνδεση των δύο αυτών όρων, στο οποίο αναλύουμε την χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στα έργα του πολιτικού μηχανικού, εξηγούμε ποιες τεχνικές – εργαλεία χρησιμοποιεί ώστε να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα που θέλουμε. Επίσης, περιγράφουμε ορισμένους ΠΑΔΑ, Τμήμα ΠΟΛ.ΜΗΧ., Διπλωματική Εργασία, Μόρτου Ευαγγελία

κινδύνους που μπορεί να προέρθουν από την χρήση της τεχνητής νοημοσύνης σε ένα έργο ενός πολιτικού μηχανικού, καθώς όμως με την σωστή χρήση της τεχνητής νοημοσύνης έχουμε το επιθυμητό μας αποτέλεσμα.

Εν κατακλείδι, για να γίνει αυτός ο συνδιασμός προαναφέρθηκε κατανοητά στο κεφάλαιο ‘Δεδομένα – DATA’ επεξεργαστήκαμε μια βάση δεδομένων και εκχωρήσαμε τις μεταβλητές στο MatLab και μέσω των εντολών WordCloud και Histogram. Επιπλέον, χρησιμοποιήσαμε και τα μοντέλα που μας δίνονται για να καταλήξουμε ώστε να καταλήξουμε ποια μεταβλητή εξόδου θα μας δώσει το επιθυμητό μας αποτέλεσμα (Budget και Schedule), σε σχέση με τις μεταβλητές εισόδου που θα οριστούν πιο αναλυτικά παρακάτω.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : Τεχνητή νοημοσύνη**

Ο όρος τεχνητή νοημοσύνη (TN) δημιουργήθηκε από τον τομέα της πληροφορικής, πιο συγκεκριμένα με την σχεδίαση και την υλοποίηση υπολογιστικών συστημάτων που προσπαθούν να ταυτιστούν με τον ανθρώπινο και με την ανθρώπινη συμπεριφορά αποδεικνύοντας κάποια στοιχειώδη ευφυΐα. Η τεχνητή νοημοσύνη παρουσιάζεται σε διάφορους κλάδους εκτός της πληροφορικής, όπως για παράδειγμα στην ψυχολογία, στην νευρολογία και στις επιστήμες των μηχανικών, που έχει ως σκοπό μια ολοκληρωμένη και έξυπνη συμπεριφορά μηχανήματος ή υπολογιστές ειδικής κατασκευής (ρομπότ) με στόχο ενός αποτελέσματος όσο τον δυνατόν πιο κοντά στην ανθρώπινη συμπεριφορά. Υπάρχουν τέσσερις βασικές κατηγορίες που προσεγγίζουν διαφορετικά τον σκοπό της τεχνητής νοημοσύνης στις μέρες μας. (I. Βλαχάβας, 2020)

- Συστήματα που σκέπτονται σαν τον άνθρωπο.
- Συστήματα που ενεργούν σαν τον άνθρωπο.
- Συστήματα που σκέπτονται πιο ορθολογικά.
- Συστήματα που ενεργούν ορθολογικά.

## Τύποι Τεχνητής Νοημοσύνης

- Τεχνητή στενή νοημοσύνη (ANI): Το είδος αυτό ακολουθεί εξαιρετικά πολύπλοκους αλγόριθμους και νευρωνικά δίκτυα που κατευθύνονται προς τους στόχους που τους θέτουμε. Η αναγνώριση προσώπου που συναντάμε αρκετά συχνά μέσα στην καθημερινότητα μας και οι αναζητήσεις στο διαδίκτυο για οποιαδήποτε πληροφορία ενδιαφερόμαστε είναι παραδείγματα αυτού του τύπου τεχνητής νοημοσύνης, όμως θεωρείται αδύναμος τύπος διότι απέχει πολύ το αποτέλεσμα της από την ανθρώπινη νοημοσύνη. (SAP-Products, 2022)
- Τεχνητή γενική νοημοσύνη (AGI) : Το είδος αυτό είναι πιο εξελιγμένο από το είδος της στενής τεχνητής νοημοσύνης, διότι έχει την δυνατότητα να εκτελεί ανθρώπινα καθήκοντα και επιπλέον δυνατότητες που ακόμα και ο άνθρωπος δυσκολεύεται να τα εκτελέσει. (SAP-Products, 2022)
- Τεχνητή υπερνοημοσύνη (ASI) : Το είδος αυτό καλύπτει πλήρως τον άνθρωπο και επιπλέον ενισχυμένη αντίληψη. (SAP-Products, 2022)

## Μέθοδοι Τεχνητής Νοημοσύνης

- Εξόρυξη δεδομένου: Η εξόρυξη δεδομένων (Data Mining) είναι ένας διεπιστημονικός κλάδος σε διάφορους τομείς όπως, της μαθηματικής στατιστικής, της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής γνώσης που αναφέρεται σε μια ολοκληρωμένη διαδικασία. Αυτή η διαδικασία προσδιορίζει πιο εξελιγμένα και πιο αποτελεσματικά μοντέλα, έγκυρα και κατανοητά από μεγάλες βάσεις δεδομένων μέσω συσκευών. Υφίστανται έξι εργασίες που καλύπτονται από την εξόρυξη δεδομένων, η περίληψη, η παλινδρόμηση, η ταξινόμηση, η ομαδοποίηση, η συσχέτιση, η ανίχνευση ανωμαλιών και δεδομένων. Η εύρεση ορθής γνώσης περιλαμβάνει μια σειρά βημάτων με σκοπό να δούμε το αποτέλεσμα (Σταΐδης, 2017-18) τα οποία κατηγοριοποιούνται στις εξής κατηγορίες:

1. Προετοιμασία δεδομένων
2. Εξόρυξη δεδομένων
3. Έκφραση και ερμηνεία αποτελεσμάτων

- Μοντέλο Καταρράκτη : Το μοντέλο αυτό είναι ένα από τα πιο διαδοχικά μοντέλα διαδικασίας ανάπτυξης λογισμικού για περίπλοκα και αποτελεσματικά μοντέλα ακολουθώντας ορισμένες φάσεις (Σταΐδης, 2017-18) :

1. Σύλληψη πληροφοριών

2. Την έναρξη της διαδικασίας

3. Ανάλυση

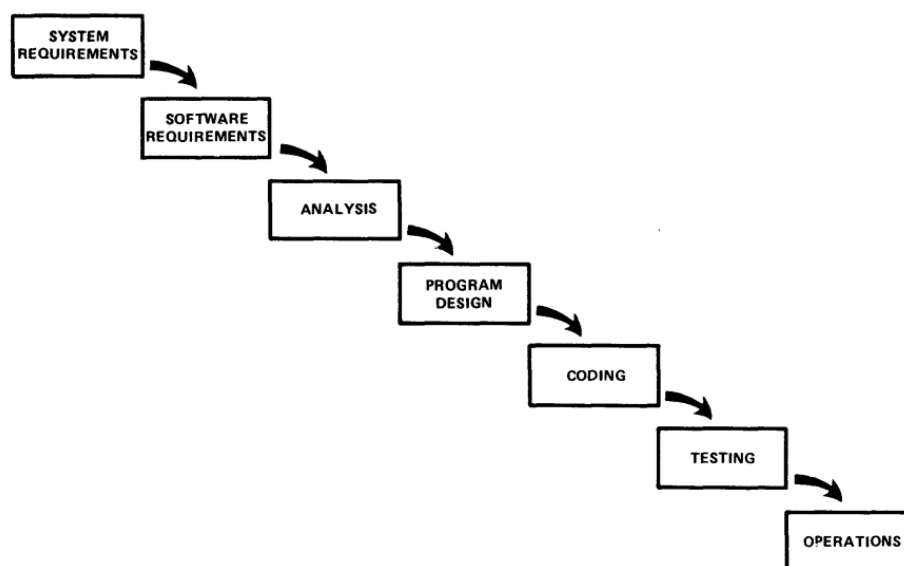
4. Σχεδιασμός

5. Κατασκευή συλλογισμού

6. Δοκιμές

7. Παραγωγή ή εφαρμογή της μεθόδου

8. Τέλος, συντήρηση



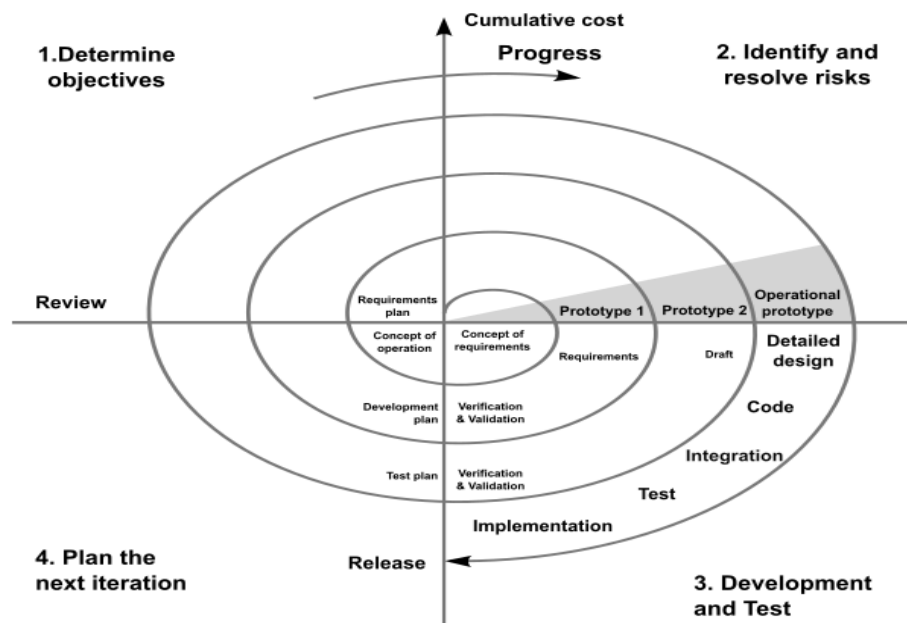
Εικόνα 3: Μοντέλο καταρράκτη.

- Σπειρωειδές μοντέλο : Το μοντέλο αυτό περιέχει ορθότερη καθοδήγηση ώστε να ταιριάζουν όλοι οι συνδιασμοί των μοντέλων. Είναι κατάλληλο

για μεγάλα έργα, δηλαδή μεγάλο κόστος διαχείρισης και ακολουθεί τα

εξής επαναληπτικά βήματα (Σταΐδης, 2017-18) :

1. Ξεκαθάρισμα στόχων
2. Ρίσκω με σκοπό να αντιμετωπίσει τις δυσκολίες
3. Ανάπτυξη, έλεγχος, επαλήθευση
4. Σχεδιασμός τις επόμενης επανάληψης



Εικόνα 4: Σπειρωειδές μοντέλο.

## Εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης

- Λογικός προγραμματισμός ή γλώσσα Prolog: Αυτό το είδος προγραμματισμού είναι ένας από τους βασικότερους προγραμματισμούς διότι βασίζεται σε ένα μεγάλο βαθμό στην μαθηματική λογική και με μορφή λάμδα λογισμού, η οποία αυτή η μορφή χρησιμοποιείται για να ένα ή και περισσότερα δέντρα, το οποίο μηδενίζει στο χώρο που βρίσκεται η λύση. Κάθε αποτέλεσμα αυτού του προγραμματισμού δοκιμάζεται και ελέγχεται για να διαπιστωθεί εάν είναι η κατάλληλη. Αν διαπιστωθεί ότι δεν είναι η καταλληλότερη λύση, η διαδικασία θα συνεχιστεί ώσπου να βρεθεί η πιο κατάλληλη. (Θ. Παναγιωτόπουλος, 2012)
- Αυτοματοποιημένη συλλογιστική : Αυτό το είδος εργαλείου της τεχνητής νοημοσύνης αναπτύχθηκε με σκοπό να βελτιωθούν τα προγράμματα των ηλεκτρολογικών υπολογιστών με σκοπό να σκέφτονται και να πράττουν σαν τον άνθρωπο. (Θ. Παναγιωτόπουλος, 2012)
- Αλγόριθμοι αναζήτησης : Πρόκειται για την επίτευξη μίας έξυπνης και πιο αποτελεσματικής αναζήτησης μέσα από μια πληθώρα δεδομένου, με σκοπό να είναι η πιο βέλτιστη λύση για τον άνθρωπο. (Θ. Παναγιωτόπουλος, 2012)



Εικόνα 5: Εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης

### 1.1 Πλεονεκτήματα τεχνητής νοημοσύνης

Με την εφεύρεση της τεχνητής νοημοσύνης έχουν ευνοηθεί όλοι οι κλάδοι των επαγγελμάτων και πιο συγκεκριμένα έχει βελτιωθεί η ποιότητα εργασίας των πολιτικών μηχανικών. Ορισμένα από τα πλεονεκτήματα είναι:

- Αυτοματοποίηση και προγραμματισμός έργων : Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την τεχνητή νοημοσύνη για τον αυτοματοποιημένο προγραμματισμό και την διαχείριση των εργασιών σε ένα έργο, ώστε να βελτιωθεί το χρονοδιάγραμμα ενός έργου και η παραγωγικότητα των εργασιών (διάγραμμα GRANTT). (Ζέιμς Μανίκα, 2017)
- Βελτιωμένη προγνωστική ανάλυση : Μπορεί να γίνει πρόβλεψη προβλημάτων και πιθανόν κινδύνων σε ένα έργο, βοηθώντας τον μηχανικό

να λάβει τα κατάλληλα μέτρα και να τα αντιμετωπίσει όσο των δυνατών νωρίτερα γίνεται. (Ζέιμς Μανίκα, 2017)

- Βελτιωμένη διαχείριση προσωπικού : Ανάλογα με τις δεξιότητες κάθε εργαζομένου και το φόρτο εργασίες, μπορούμε να θέσουμε σε κατάλληλες θέσεις εργασίες τους εργαζομένους που έχουμε για κάθε έργο. (Ζέιμς Μανίκα, 2017)
- Βελτιωμένη διαχείριση του κόστους : Υπολογίζουμε εύκολα τον προϋπολογισμό και τον έλεγχο του κόστους σε ένα έργο, βρίσκοντας ευκολότερα περιθώρια βελτίωσης και περικοπής στα έξοδα, ,με σκοπό να μειωθεί το κόστος της κατασκευής και να αυξηθεί η αμοιβή του μηχανικού. (Ζέιμς Μανίκα, 2017)
- Γρήγορη λήψη αποφάσεων : Βελτιώνει την ποιότητα του έργου, διότι παρέχει στον μηχανικό γρήγορη λήψη ορθολογικών αποφάσεων, ώστε να μην βλάψει την ποιότητα του έργου. (Ζέιμς Μανίκα, 2017)

## 1.2 Μειονεκτήματα τεχνητής νοημοσύνης

Παρά τις ευκολίες που μας προσφέρει η τεχνητή νοημοσύνη στην εργασία, υπάρχουν και μειονεκτήματα που μπορεί να αντιμετωπίσουμε χρησιμοποιώντας την τεχνολογία στην καθημερινότητα μας. (Rubin, 2023)



Ορισμένα από τα προβλήματα που μπορεί να δημιουργηθούν είναι:

- Απώλεια θέσεων εργασίας : Η αυτοματοποίηση που προσφέρεται από την τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να οδηγήσει στην μείωση των θέσεων εργασίας, δηλαδή αντικαθιστούμε τον άνθρωπό με ένα ρομπότ που μπορεί να προσφέρει τα ίδια αποτελέσματα και περισσότερα σε πιο σύντομο χρονικό διάστημα. (Rubin, 2023)
- Κίνδυνος για την ανωνυμία και την ασφάλεια των δεδομένων : Με την χρήση της τεχνητής νοημοσύνης συχνά χρησιμοποιούνται προσωπικές πληροφορίες και προσωπικά δεδομένα για την εύρεση ορισμένων πληροφοριών, όμως υπάρχει κίνδυνος για διαρροές δεδομένων και για παράνομη χρήση των προσωπικών δεδομένων. (Rubin, 2023)
- Εξάρτηση από την τεχνολογία : Η ευκολία που προσφέρει η τεχνητή νοημοσύνη για τον πολιτικό μηχανικό είναι αρκετά χρήσιμη, με την καθημερινή χρήση της αδρανοποιείται η σκέψη του μηχανικού με αποτέλεσμα να χρησιμοποιεί όλο και περισσότερο την τεχνολογία και να μην πράττει με την σκέψη του. (Rubin, 2023)

### **1.3 Ιστορική εξέλιξη τεχνητής νοημοσύνης**

Κατά τη δεκαετία του 1940 εμφανίστηκε η πρώτη μαθηματική περιγραφή του τεχνητού νευρωνικού δικτύου, με περιορισμένες λύσεις μαθηματικών προβλημάτων. Το 1950 ο Άλαν Τούρινγκ ο μαθηματικός συνδιάζοντας την θεωρία του υπολογισμού μαζί με την τεχνητή νοημοσύνη και πρότεινε τη δοκιμή Τούρινγκ με μια πολύ απλή δοκιμασία που θα μπορούσε να μας εξακριβώσει με ένα μεγάλο ποσοστό ορθότητας, αν μία μηχανή διαθέτει ευφυΐα. Η τεχνητή νοημοσύνη βασίστηκε τυπικά ως πεδίο ορισμένων επιφανών Αμερικανών επιστημών του τομέα το 1956, όπου την χρονιά αυτή ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά το Logic Theorist. Το Logic Theorist, είναι ένα πρόγραμμα το οποίο βασιζόταν σε συμπερασματικούς κανόνες τυπικής λογικής και σε ευρετικούς αλγορίθμους αναζήτησης για να εκτελεί μαθηματικά θεωρήματα. Έπειτα, έγινε ανάπτυξη της γλώσσας προγραμματισμού LISP το 1958 από τον Μακάρθι, δηλαδή της πρώτης γλώσσας συναρτησιακού προγραμματισμού η οποία είχε πολύ σημαντικό ρόλο για την δημιουργία εφαρμογών με την χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για τις επόμενες δεκαετίες. Κατά τα τέλη της δεκαετίας του 60' όμως άρχισε το πάγωμα της τεχνητής νοημοσύνης που την κατέκριναν και δεν την υποστήριζαν οικονομικά τα ερευνητικά προγράμματα καθώς η εξέλιξη της μέχρι τότε ήταν χρήσιμη μόνο για την επίλυση των πιο απλών προβλημάτων. Όμως, στα μέσα περίπου του 70' προέκυψε μια αναζωπύρωση από των τομέα των εμπορικών εφαρμογών που απέκτησαν μηχανές με συστήματα που εφαρμοζόταν η τεχνητή νοημοσύνη, για την εξαγωγή λογικών συμπερασμάτων, τα οποία είναι παρόμοια με αυτά τα συμπεράσματα που θα έβρισκε ένας ειδικευμένος στον

αντίστοιχο τομέα. Συγχρόνως, ανακαλύφθηκε η γλώσσα λογικού προγραμματισμού Prolog η οποία προώθησε περισσότερο την τεχνητή νοημοσύνη, ενώ στις αρχές του 80' άρχισαν να υλοποιούνται εφαρμογές με πιο ισχυρά νευρωνικά δίκτυα, όπως τα πολυεπίπεδα perceptron και τα δίκτυα Hopfield. Κατά την δεκαετία του 90' με την αυξανόμενη σημασία του Internet πολλοί ευφυείς πράκτορες ανακάλυψαν ένα πεδίο εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης. Οι πράκτορες στοχεύουν στην παροχή βοήθειας των χρηστών, στην ανάληψη δεδομένων, στην αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων εργασιών και στους τρόπους κατασκευής και λειτουργίας τους συνοψίζοντας όλες τις γνωστές μεθοδολογίες που χρησιμοποιούσε η τεχνητή νοημοσύνη, για αυτό το λόγο σήμερα η τεχνητή νοημοσύνη ορίζεται ως η επιστήμη που μελετά τη σχεδίαση και υλοποίηση ευφύων πρακτόρων. Επιπλέον, στην δεκαετία του 90' η τεχνητή νοημοσύνη, άρχισε να επηρεάζεται πολύ από τη θεωρία πιθανοτήτων και τη στατιστική. Αρχικά, τα δίκτυα πεποιθήσεων κατείχαν πολύ σημαντικό ρόλο για τον συνδιασμό της τεχνητής νοημοσύνης με τα πιο σχολαστικά μαθηματικά εργαλεία της στατιστικής και της επιστήμης των μηχανικών. (Ι. Βλαχάβας, 2020)**Λέξεις κλειδιά: νευρωνικά δίκτυα, ο εξελικτικός υπολογισμός, ασαφής λογική**

## Οι πιο σπουδαίες στιγμές στην ιστορία της τεχνητής νοημοσύνης:

Χρόνος	Εξέλιξη
1950	Ο Άλαν Τούρινγκ περιγράφει τη <b>δοκιμή Τούρινγκ</b> , που επιδιώκει να εξετάσει την ικανότητα μιας μηχανής να συμμετάσχει απρόσκοπτα σε μια ανθρώπινη συνομιλία.
1951	Τα πρώτα προγράμματα TN γράφονται για τον υπολογιστή Ferranti Mark I στο Πανεπιστήμιο του Μάντσεστερ: ένα πρόγραμμα που παίζει ντάμα από τον Κρίστοφερ Στράκλι και ένα που παίζει σκάκι από τον Ντίτριχ Πρίνζ.
1956	Ο Τζον Μακάρθι πλάθει τον όρο «Τεχνητή Νοημοσύνη» ως κύριο θέμα της διάσκεψης του <b>Ντάρτμουθ</b> .
1958	Ο Τζον Μακάρθι εφευρίσκει τη γλώσσα προγραμματισμού Lisp.
1965	Ο Έντουαρτ Φάιγκενμπαουμ ξεκινά το <b>Dendral</b> , μια δεκαετή προσπάθεια ανάπτυξης λογισμικού που θα συμπεράνει τη μοριακή δομή οργανικών ενώσεων χρησιμοποιώντας ενδείξεις επιστημονικών οργάνων. Ήταν το πρώτο <b>έμπειρο σύστημα (expert system)</b> .
1966	Ιδρύεται το Εργαστήριο Μηχανικής Νοημοσύνης στο <b>Εδιμβούργο</b> – το πρώτο από μια σημαντική σειρά εγκαταστάσεων που οργανώνονται από τον Ντόναλντ Μίτσι και άλλους.
1970	Αναπτύσσεται το Planner και χρησιμοποιείται στο SHRDLU, μια εντυπωσιακή επίδειξη αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή.
1971	Ξεκινά η εργασία πάνω στο σύστημα αυτόματης απόδειξης θεωρημάτων <b>Boyer-Moore</b> στο Εδιμβούργο.
1972	Η γλώσσα προγραμματισμού Prolog αναπτύσσεται από τον Άλαν Κολμερόερ.
1973	Ρομπότ συναρμολόγησης «Φρέντι» στο Εδιμβούργο: ένα ευπροσάρμοστο σύστημα συναρμολόγησης που ελέγχεται από υπολογιστές.
1974	Ο Τέντ Σόρτλιφ γράφει τη διατριβή του για το πρόγραμμα <b>MYCIN</b> (Στάνφορντ), το οποίο κατέδειξε μια πολύ πρακτική προσέγγιση στην ιατρική διάγνωση που βασίζεται σε κανόνες, ενώ λειτουργεί ακόμα και με παρουσία αβεβαιότητας. Αν και δανείστηκε από το DENDRAL, οι δικές του συνεισφορές επηρέασαν έντονα το μέλλον των έμπειρων συστημάτων, ένα μέλλον με πολλαπλές εμπορικές εφαρμογές.
1991	Η εφαρμογή σχεδίασης ενεργειών <b>DART</b> χρησιμοποιείται αποτελεσματικά στον Α' Πόλεμο του Κόλπου και ανταμείβει 30 χρόνια έρευνας στην TN του Αμερικανικού Στρατού.
1994	Ντίκιμανς και Ντάιμερ-Μπενζ οδηγούν περισσότερο από 1.000 χλμ. σε μια εθνική οδό του Παρισιού υπό συνθήκες βαρέας κυκλοφορίας και σε ταχύτητες ως και 130 χλμ./ώρα. Επιδεικνύουν αυτόνομη οδήγηση σε ελεύθερες παρόδους, οδήγηση σε συνοδεία, αλλαγή παρόδων και αυτόματη προσπέραση άλλων οχημάτων.
1997	Ο υπολογιστής <b>Deep blue</b> της IBM κερδίζει τον παγκόσμιο πρωταθλητή σκακιού <b>Γκάρι Κασπάροφ</b> .
1998	Κυκλοφορεί ο Φέρμιτι της <b>Tiger Electronics</b> και γίνεται η πρώτη επιτυχημένη εμφάνιση TN σε οικιακό περιβάλλον.
1999	Η Sony λανσάρει το <b>AIBO</b> , που είναι ένα από τα πρώτα αυτόνομα κατοικίδια TN.
2000	Το ρομπότ Nomad εξερευνεί απομακρυσμένες περιοχές στην <b>Ανταρκτική</b> , αναζητώντας δείγματα μετεωριτών.
2004	Η <b>DARPA</b> ξεκινά το πρόγραμμα <b>DARPA Grand Challenge</b> («Μεγάλη Πρόκληση DARPA»), που προκαλεί τους συμμετέχοντες να δημιουργήσουν αυτόνομα οχήματα για ένα χρηματικό βραβείο.
2005	Γεννιέται το <b>Blue Brain</b> , ένα project που προσομοιάζει τον εγκέφαλο σε μοριακό επίπεδο.
2009	Η <b>Google</b> δημιουργεί το πρώτο αυτο-οδηγούμενο αυτοκίνητο.
2013	Η <b>DeepMind</b> αναπτύσσει ένα σύστημα βασισμένο σε <b>ενισχυτική μάθηση</b> και για να παίζει διάφορα παιχνίδια Atari, συμπεριλαμβανομένων των Breakout και Pong. Το σύστημα εκπαιδεύτηκε χρησιμοποιώντας αποκλειστικά τα εικονοστοιχεία / καρτέ από την οθόνη του βιντεοπαιχνιδιού ως είσοδο, χωρίς να χρειάζεται ρητά κανόνες ή γνώση του παιχνιδιού. <sup>[1]</sup>
2017	Εκδίδεται το άρθρο "Attention is all you need" από του Ashish Vaswani και άλλους επιστήμονες από τα εργαστήρια της Google Brain, το οποίο εισάγει την αρχιτεκτονική του transformer. Η αρχιτεκτονική αυτή που αποτελείται από πολλαπλά επίπεδα νευρωνικών δικτύων εναλλασσόμενα με μηχανισμούς προσοχής και αυτο-προσοχής, έχει πολύ καλύτερες επιδόσεις στην επεξεργασία κειμένου, όπως πχ στις μεταφράσεις από οποιαδήποτε άλλη αρχιτεκτονική μέχρι στιγμής. <sup>[2]</sup>
2022	Η OpenAI δημιουργεί το chatGPT 3 ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης βασισμένο στην αρχιτεκτονική transformer, που μιλάει σε φυσική γλώσσα, με γνώσεις σε ευρεία γκάμα θεμάτων, ικανότητα συγγραφής επιστημονικού ή λογοτεχνικού κειμένου, και ικανότητα συγγραφής προγραμμάτων ηλεκτρονικού υπολογιστή σε διάφορες γλώσσες προγραμματισμού.

**Πίνακας 1: Ιστορία της τεχνητής νοημοσύνης.**

## 1.4 Μηχανική εκμάθηση

Η μηχανική μάθηση είναι μια μέθοδος ανάλυσης δεδομένων που αυτοματοποιεί την ανάπτυξη αναλυτικών μοντέλων. Είναι ένας κλάδος της τεχνητής νοημοσύνης που βασίζεται στην ιδέα ότι τα συστήματα μπορούν να μάθουν από τα δεδομένα, τα εντοπίσουν μοτίβα και να λάβουν αποφάσεις με ελάχιστη ανθρώπινη λογική παρέμβαση, δηλαδή είναι η αυτοματοποίηση δεδομένων και η εκτέλεση εντολών με σκοπό να έχουμε ένα ορθό αποτέλεσμα χωρίς της χρήση του ανθρώπου. (ΔΙΑΜΑΝΤΑΡΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, 2019)

### Μέθοδοι μηχανικής εκμάθησης (ΔΙΑΜΑΝΤΑΡΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, 2019)

- Επιτηρούμενη εκμάθηση: Το υπολογιστικό μας πρόγραμμα δέχεται διάφορες εισόδους καθώς και πιθανά επιθυμητά αποτελέσματα από έναν που του δίνει την κατάλληλη καθοδήγηση με σκοπό να μάθει να αντιστοιχεί τις εισόδους με τα αποτελέσματα.
- Μη επιτηρούμενη εκμάθηση: Η επιτηρούμενη εκμάθηση έχει κάποιον βοηθό, ώστε να την καθοδηγεί ορθά για αποτελεσματικότερες λύσεις. Από την άλλη η μη επιτηρούμενη εκμάθηση δεν έχει κάποιον να την καθοδηγεί ώστε να μπορεί να είναι αυτοσκοπός ή μέσο για ένα τέλος.

- Ενισχυτική εκμάθηση: Κάθε ενέργεια / απόφαση αλληλοεπιδρά με το περιβάλλον και παράγεται ανάλογη αντίδραση. Επιτρέπει την διαχείριση από διαχειριστές και μηχανές για ένα αποτέλεσμα.

### Τεχνικές μηχανικής εκμάθησης (ΔΙΑΜΑΝΤΑΡΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, 2019)

- Παλινδρόμηση: Είναι μια κατηγορία από την επιτηρούμενη εκμάθηση και βοηθάει στην πρόβλεψη μιας τιμής.
- Ομαδοποίηση: Είναι μια κατηγορία από την μη επιτηρούμενη εκμάθηση με σκοπό την εύρεση παρόμοιων χαρακτηριστικών και την ομαδοποίηση τους.
- Μείωση διαστάσεων: Όποιες πληροφορίες δεν τις θεωρεί τόσο σημαντικές τις αφαιρεί.
- Μέθοδος συνόλου: Χρησιμοποιεί διάφορους συνδιασμούς μοντέλων για να έχει υψηλότερη ποιότητα πρόβλεψης.



**Εικόνα 6: Εκμάθηση μέσω της τεχνητής νοημοσύνης.**

### **1.5 Βαθιά εκμάθηση**

Είναι ένα υποσύνολο της μηχανικής εκμάθησης, η οποία έχει την δυνατότητα να μιμηθεί έναν ανθρώπινο εγκέφαλο όσο αφορά την επεξεργασία των δεδομένων, στην δημιουργία διαφόρων μοτίβων και στην λήψη μιας ορθής απόφασης. Είναι δηλαδή μοντέλα και αλγόριθμοι με πολύ βαθιά εκμάθηση που επιτρέπουν στους αυτόματους μηχανισμούς να μαθαίνουν από πιο σύνθετα δεδομένα. Βαθιά συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα, ανατροφοδοτούμενα νευρωνικά δίκτυα, στοχαστικοί αλγορίθμοι εκπαίδευσης από σύνολα δεδομένων μεγάλης κλίμακας. Τεχνικές μη επιβλεπόμενης βαθιάς μάθησης χρησιμοποιώντας μεταβολικούς αυτόματους κωδικοποιητές και παραγωγικά δίκτυα αμφισβήτησης. Τεχνικές βαθιάς ενισχυτικής μάθησης με εφαρμογές στην ρομποτική και την αυτόματη εκμάθηση παιγνίων. (Νέλσον, 2020)

## **1.6 Τεχνητή νοημοσύνη στην κατασκευή**

Ο κατασκευαστικός κλάδος θεωρείται από τους πιο σημαντικούς με βάση την οικονομική δραστηριότητα, τόσο για το μέγεθος του εργατικού δυναμικού, όσο και ως προς το ύψος των κεφαλαίων που δαπανούνται. Η οικονομική απόδοση ανά εργαζόμενο ή η παραγωγικότητα δεν παρουσίασε σημαντική αύξηση. Βασικός παράγοντας είναι το γεγονός ότι ο συγκεκριμένος κλάδος τις τελευταίες δεκαετίες έχει υιοθετήσει νέες και ψηφιακές τεχνολογίες. Όμως, αποδυναμώνεται πως η μηχανική μάθηση (machine learning) και η τεχνητή νοημοσύνη (artificial intelligence – AI) συμβάλουν στην αύξηση της αποτελεσματικότητας και στην εξοικονόμηση χρημάτων.

Η τεχνητή νοημοσύνη (AI) είναι ένας συσσωρευτικός όρος για να περιγράψει την δυνατότητα που έχει μια μηχανή να μιμείται τις ανθρώπινες γνωσιακές λειτουργίες, όπως την επίλυση προβλημάτων, την αναγνώριση προτύπων και τη μάθηση. Η μηχανική μάθηση αποτελεί ένα υποσύνολο της AI. Πρόκειται για ένα πεδίο τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιεί στατικές τεχνικές για να δώσει στα συστήματα των ηλεκτρονικών υπολογιστών τη δυνατότητα να διευκολύνονται από τα δεδομένα.

Οι δυναμικές εφαρμογές της μηχανικής μάθησης και της AI στην κατασκευή είναι πάρα πολλές και συνεχώς αυξάνονται όλο και πιο πολύ. Στη δυναμική καθημερινότητα του εργοταξίου τα αιτήματα για τη διάχυση της πληροφορίας, αντιμετώπιση ανοιχτών θεμάτων και αλλαγή παραγγελιών είναι δεδομένα. Η μηχανική μάθηση μπορεί να αποτελέσει τον έξυπνο βοηθό που μπορεί να ελέγξει



το τεράστιο πλήθος δεδομένων και να προειδοποιήσει τους διαχειριστές για τα πιο σημαντικά πράγματα που χρειάζονται επιπλέον προσοχή. Πολλές εφαρμογές που ασχολούνται με την διαχείριση έργου βρίσκονται σε αυτή την κατεύθυνση με τα οφέλη να κυμαίνονται από το φιλικό φίλτράρισμα ανεπιθύμητων μηνυμάτων του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μέχρι την προηγούμενη παρακολούθηση για την ασφάλεια των εργαζομένων. (Παντελίδης, 2020)

Ειδικότερα, στον κατασκευαστικό κλάδο η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να εισβάλει ως εξής:

- Αποφυγή υπέρβασης κόστους διότι θα αναλύονται διαρκώς ορισμένοι σημαντικοί παράγοντες όπως το μέγεθος του έργου, το είδος των συμβάσεων των εργαζομένων και την βελτίωση των δεξιοτήτων διαχειριστών του έργου.
- Βελτίωση του σχεδιασμού των κτιρίων μέσω της μεθοδολογίας BIM.
- Μείωση του κινδύνου εξετάζεται με περισσότερη λεπτομέρεια η ποιότητα των αγαθών, το κόστος και η διάρκεια της κατασκευής.
- Παραγωγικότερη λειτουργία των εργοταξίων μέσω της διεκπεραίωσης επαναλαμβανόμενων εργασιών από μηχανήματα αποδεσμεύοντας ανθρώπινους πόρους.

- Αύξηση της ασφάλειας του εργοταξίου με την βοήθεια των αλγορίθμων που συγκεντρώνουν δεδομένα και εικόνες του εργοταξίου και προβλέπουν τους πιθανούς κινδύνους που είναι πολύ πιθανό να συμβούν.
- Αντιμετώπιση ελλείψεων ανθρώπινου δυναμικού και μηχανιμάτων μέσω τις σωστής διανομής τους και χρήσης των δεύτερων ανάλογα με την εξέλιξη των επιμέρους εργολαβιών.
- Αύξηση της κατασκευής εκτός εργοταξίου ώστε στη συνέχεια τα προκατασκευασμένα στοιχεία να μεταφερθούν και να κατασκευαστούν επί του έργου.
- Δημιουργία μιας δεξαμενής πληροφοριών από διάφορα σημεία του εργοταξίου και με διάφορα μέσα όπως κινητές κατασκευές, αισθητήρες BIM ώστε να αναλυθούν τα δεδομένα από τα αντίστοιχα συστήματα και να συνδράμουν στη μηχανική μάθηση.
- Χρήση της τεχνητής νοημοσύνης με το πέρας της κατασκευής και κατά την διάρκεια της λειτουργίας του έργου μέσω της συλλογής και της αποθήκευσης δεδομένων με στόχο τη αντιμετώπιση των προβλημάτων που ανακύπτουν και τη συνεχή βελτίωση.

Σε ένα πολύ σύντομο μέλλον η ρομποτική, το διαδίκτυο και η τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να μειώσουν σημαντικά το κόστος και τον χρόνο κατασκευής. Αυτό θα επιτευχθεί μέσω της παρακολούθησης των εργασιών με κάμερες του ακριβέστερου σχεδιασμού της διέλευσης των ηλεκτρομηχανολογικών δικτύων σε

ΠΑΔΑ, Τμήμα ΠΟΛ.ΜΗΧ., Διπλωματική Εργασία, Μόρτου Ευαγγελία

σύγχρονα κτίρια, την ανάπτυξη αποτελεσματικότερων συστημάτων ασφαλείας στα εργοτάξια και κυρίως της αλληλεπίδρασης σε πραγματικό χρόνο των εργαζομένων των υλικών και των μηχανημάτων ώστε να προειδοποιεί έγκαιρα τους εργοδηγούς και επιβλέποντες για πιθανά κατασκευαστικά σφάλματα, προβλήματα παραγωγικότητας και ζητήματα ασφαλείας. Παρά τις προβλέψεις για μαζικές απώλειες θέσεων εργασίας, η τεχνητή νοημοσύνη είναι απίθανο να αντικαταστήσει το ανθρώπινο δυναμικό, θα αλλάξει τα επιχειρηματικά μοντέλα στον κατασκευαστικό κλάδο, θα μειώσει τα ακριβά λάθη, θα μειώσει τους τραυματισμούς στο εργοτάξιο και θα κάνει τις εργασίες κτιρίων πιο αποτελεσματικές.



**Εικόνα 7: Τεχνητή νοημοσύνη στην κατασκευή.**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : Διαχείριση έργων πολιτικού μηχανικού**

Ένα από τα σημαντικότερα καθήκοντα του πολιτικού μηχανικού είναι η διαχείριση έργου ώστε να το αποτέλεσμα να είναι πιο ολοκληρωμένο και σε συντομότερο χρονικό διάστημα και με όσο το δυνατόν λιγότερα χρήματα. Αυτό αναπτύχθηκε ως ένα ξεχωριστό γνωστικό πεδίο από την εφαρμογή των αρχών διοίκησης και επιχειρησιακής έρευνας σε ποικίλους τομείς, όπως των κατασκευών, και συνεχώς παρατηρείται σημαντική εξέλιξη. Το μέγεθος ενός έργου που έχει να αναλάβει ένας πολιτικός μηχανικός, η πολυπλοκότητα και η διαφοροποίηση των έργων, εξαρτιούνται από πολλούς παράγοντες και σχεδόν ποτέ δεν είναι ίδιοι, για παράδειγμα οι συνθήκες του έργου και οι ανάγκες που έχει ο κάθε χρήστης. Η δυνατότητα εκτέλεσης παράλληλων εργασιών σε κάποιο έργο και η πειθαρχία του σχεδιασμού, της οργάνωσης και η διαχείριση χρόνου για την επιτυχή ολοκλήρωση συγκεκριμένων στόχων στο ίδιο έργο, ή ακόμα και η υλοποίηση παραλλήλων έργων είναι κομμάτια που η διαχείριση έργου καλείται να δώσει την βέλτιστη λύση.

Οι βασικές αρχές της διαχείρισης έργου εξαρτιούνται γύρω από τους εξής περιορισμούς:

- Διάρκεια και κόστος του έργου: Είναι απαραίτητος ο προϋπολογισμός αλλά και η προθεσμία για την παράδοση του έργου, κατασκευάζουμε ένα χρονοδιάγραμμα έναρξης – λήξης κάθε δραστηριότητας όπως για παράδειγμα η ημερομηνία της εκσκαφής, την σκυροδέτιση κλπ σε

συνάρτηση του κόστους, καθορίζοντας την συνέχιση του στοχεύοντας στην επίτευξη του έργου. (Khyat, 2020)

- Ανάλυση κινδύνου στο έργο: Ανάλυση των ποικίλων κρίσιμων σημείων του προγράμματος προκειμένου να ληφθούν οι απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με τις αλλαγές του προγράμματος και οι συνέπειες των αλλαγών αυτών στο έργο. (Khyat, 2020)
- Έλεγχος του έργου: Ελέγχουμε την πρόοδο του έργου μας συλλέγοντας πληροφορίες που προέκυψαν κατά την διάρκεια του χρονικού προγραμματισμού και την ανάλυση των κινδύνων ώστε να γίνουν οι απαραίτητες διορθώσεις ώστε να συνεχίσει ορθά το έργο μας. (Khyat, 2020)
- Ποιότητα προϊόντος: Εστιάζουμε στην ποιότητα του τελικού αποτελέσματος και απαιτείται συνεχώς έλεγχος του έργου. (Khyat, 2020)
- Ποιότητα διαδικασίας: Εστιάζουμε στην επιτυχία που είχαμε ως προς την παρούσα χρονική στιγμή και στην βελτίωση των προβλημάτων που ενδέχεται να προκύψουν στο μέλλον. (Khyat, 2020)

#### Μοντέλα χρονοπρογραμματισμού δραστηριοτήτων:

- Μέθοδος CRM: Είναι ένα πρόγραμμα που καθορίζει την κρίσιμη διαδρομή το οποίο ακολουθεί έναν αλγόριθμο για να ελέγχονται τα σχέδια (projects), για την πιο αποτελεσματική διαχείριση του προγράμματος. (Khyat, 2020)

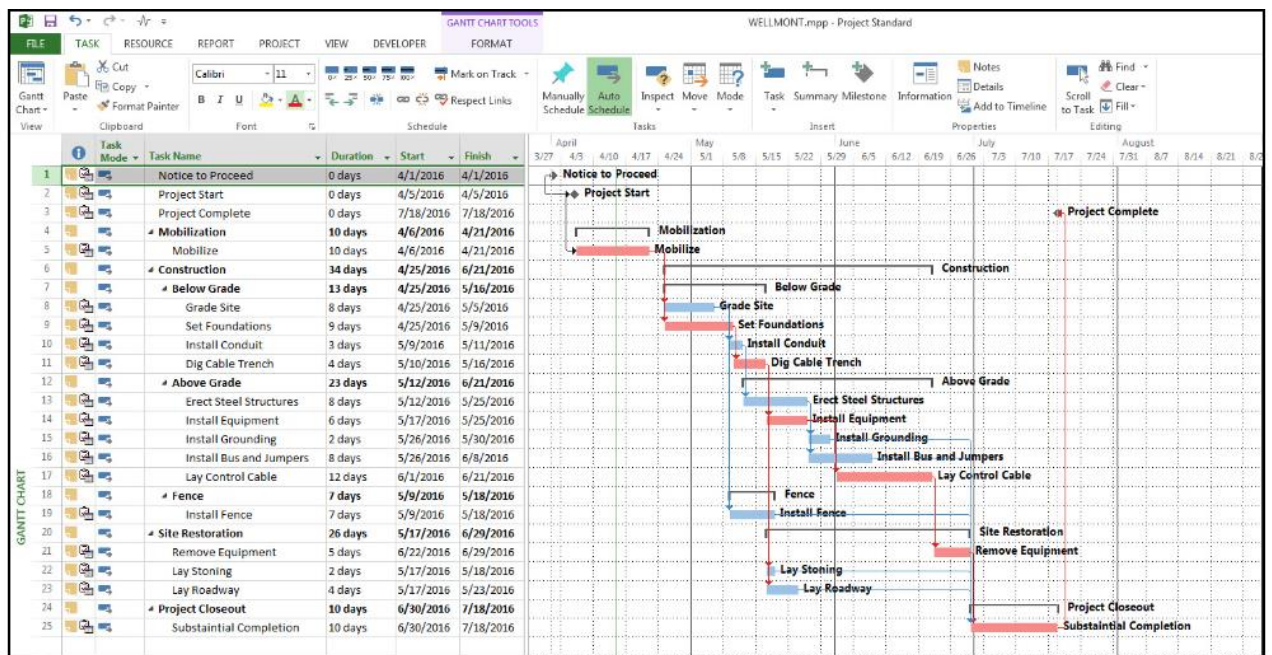
- Μέθοδος PERT: Είναι ένα εργαλείο που το χρησιμοποιούμε για τον σχεδιασμό, τον έλεγχο και τον προγραμματισμό των δραστηριοτήτων του έργου. Παρουσιάζεται σε μορφή διαγράμματος. (Khyat, 2020)

Εργαλεία λογισμικού διαχείρισης έργου:

- Διάγραμμα GANTT: Είναι ένα διάγραμμα σε μορφή ιστογράμματος και περιέχει μια γραφική απεικόνιση ενός έργου που μας βοηθά στον σχεδιασμό, στον συντονισμό και στην εξειδίκευση των εργασιών σε ένα έργο. Αντιπροσωπεύει στην οριζόντια στήλη την συνολική διάρκεια του έργου (που έχει προέρθει από μελέτη) και στην κατακόρυφη στήλη τις εργασίες που είναι απαραίτητο να γίνουν στο έργο. (Khyat, 2020)
- Microsoft Project: Είναι ένα λογισμικό που παρουσιάζει το διάγραμμα GANTT σε ηλεκτρονική μορφή. (Khyat, 2020)



Εικόνα 8: Διάγραμμα GRANTT.



Εικόνα 9: Διάγραμμα GRANTT.

## 2.1 Μοντέλο παραχθείσας αξίας

Το μοντέλο παραχθείσας αξίας χρησιμοποιείται στη διαχείριση έργων για την μέτρηση της προόδου του έργου και για την ενσωμάτωση τριών στοιχείων της διαχείρισης έργου το πεδίο εφαρμογής, την διαχείριση του χρόνου και του κόστους. Επίσης, αφού το έργο ολοκληρωθεί λαμβάνουμε υπόψη πόσος χρόνος χρειάστηκε και πόσο κόστος χρειάστηκε, για να αξιολογηθούν και να ελεγχθούν οι κινδύνοι. (Martín Abadi, 2016)

### Μειονεκτήματα μοντέλου EVM (By Rick A. Price, 2017):

- Δεν λαμβάνεται υπόψη το χρηματοοικονομικό άνοιγμα.
- Δεν λαμβάνει άμεσα τις ατομικές αλλαγές της τιμής.
- Μεγάλο χρονικό διάστημα μεταξύ ελέγχου και διορθωτικών κινήσεων.

### Μοντέλο Κερδισμένου Προγραμματισμού (By Rick A. Price, 2017):

Χρησιμοποιείται από τους υπεύθυνους του έργου για την ορθή ανάλυση και για τον έλεγχο απόδοσης του προγράμματος. Είναι πιο γέφυρα που συνδέει το EVM και το πρόγραμμα.

Παράμετροι:

- Προγραμματισμένη Διάρκεια : Είναι η συνολική διάρκεια του έργου.
- Πραγματικός Χρόνος : Καθορίζεται από τους παραμέτρους καθώς εξελίσσεται το έργο.



- Προγραμματισμένη Τιμή : Τα χρήματα που επιθυμούμε να διαθέσουμε σε όλη την διάρκεια του έργου.
- Πραγματικό Κόστος : Είναι το πραγματικό κόστος που καταναλώθηκε σε δεδομένο σημείο στο χρόνο.
- Κερδισμένη Αξία : Το ποσό που έχει προϋπολογιστεί για την εκτέλεση της εργασίας που επιτεύχθηκε σε δεδομένο χρονικό περιθώριο.
- Κερδισμένο Πρόγραμμα : Είναι εκτεταμένη εκδοχή της κερδισμένης αξίας και της προγραμματισμένης τιμής.

### Πρόβλεψη:

Η πρόβλεψη για έναν πολιτικό μηχανικό είναι ένα από τα σημαντικότερα καθήκοντα που έχει για την διαχείριση έργου. Το EVM δημιουργήθηκε για να παρακολουθεί την απόδοση του έργου κάθε χρονική στιγμή και να προειδοποιεί εγκαίρως τον επιβλέποντα μηχανικό με σκοπό να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα εγκαίρως και για να μην υπάρχουν περαιτέρω προβλήματα, που ενδέχεται να καθυστερήσουν το έργο. Οι μετρήσεις της EVM έχουν σχεδιαστεί για να προβλέπουν με όσο το δυνατόν με περισσότερη ακρίβεια την απόδοση του χρόνου και του κόστους με βάση την πραγματική απόδοση τους και τις παραδοχές σχετικά με την μελλοντική απόδοση. (Lipke, 2009)

- Πρόβλεψη χρόνου: Η μέτρηση PDWR εκτιμάται και εξαρτάται άμεσα από τα ειδικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε έργου και την τρέχουσα κατάσταση του έργου.

Τρεις είναι οι καταστάσεις του έργου που μας αφορούν άμεσα για την επίβλεψη του έργου, για να καθοριστεί η τελική μας τιμή.

- Το έργο PDWR εισπράττει το τελικό αποτέλεσμα με την μέθοδο της προγραμματισμένης τιμής.
- Η μελλοντική εργασία ακολουθεί την SPI με την μέθοδο της κερδισμένης διάρκειας.
- Το υπόλοιπο του έργου ολοκληρώνεται με SCI ή SCI(t) με την μέθοδο του κερδισμένου χρονοδιαγράμματος.
- Πρόβλεψη κόστους: Η πρόβλεψη του τελικού κόστους κατά τη διάρκεια της προόδου του έργου μπορεί να γίνει εύκολα και γρήγορα μέσω των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν και για την πρόβλεψη χρόνου.

Η επιλογή μεθόδου εξαρτάται από το έργο, την εμπειρία-ικανότητα του εκάστοτε επιβλέπων μηχανικό του ακόλουθου έργου.



**Εικόνα 10: Θετικά και αρνητικά του ΑΙ.**

## 2.2 Αλλαγές που έχει γνωρίσει η διαχείριση έργου

- Διαχείριση κινδύνων: Έχουν αναπτυχθεί πιο εξειδικευμένες μεθόδους ώστε να αξιολογούνται καλύτερα οι κίνδυνοι για να μην έχουμε μεγάλες επιπτώσεις στο έργο.
- Χρονοπρογραμματισμός: Νέες και πιο βελτιωμένες προσεγγίσεις, όπως για παράδειγμα η διαχείριση έργου βάση κρίσιμης αλυσίδας.
- Δομή: Αρχικά γίνεται οργάνωση μεγάλων έργων και έπειτα αύξηση της χρήσης γραφείων διαχείρισης έργου.
- Συντονισμός της ομάδας: Δύο σημαντικοί πρόοδοι για την διαχείριση έργου είναι το μοντέλο της εστιγμένης ισορροπίας και η έμφαση στη συνεργασία μεταξύ διαφορετικών λειτουργιών.
- Έλεγχος: Επεκτείνεται η χρήση της ανάλυσης πιστοποιημένης αξίας.
- Αντίκτυπος νέων τεχνολογιών: Αύξηση της χρήσης κατανεμημένων και εικονικών ομάδων έργων.
- Διαχείριση έργου βασισμένη σε διεργασίες: Το PMBOK συνδυάζει εννέα τομείς γνώσεων στην διαχείριση έργου.

## 2.3 Το μέλλον της διαχείρισης έργου

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει παρατηρηθεί μια πολύ σημαντική αύξηση στον αριθμό και το είδος των επιχειρήσεων που οργανώνουν την εργασία τους με βάση τη δομή ενός έργου. Οι παραδοσιακές επιχειρήσεις όπως αυτές των κατασκευών,

της αεροναυπηγικής αλλά και άλλες, κυρίως από τον χώρο της παροχής των υπηρεσιών, έχουν αρχίσει να λειτουργούν κατά όμοιο τρόπο.

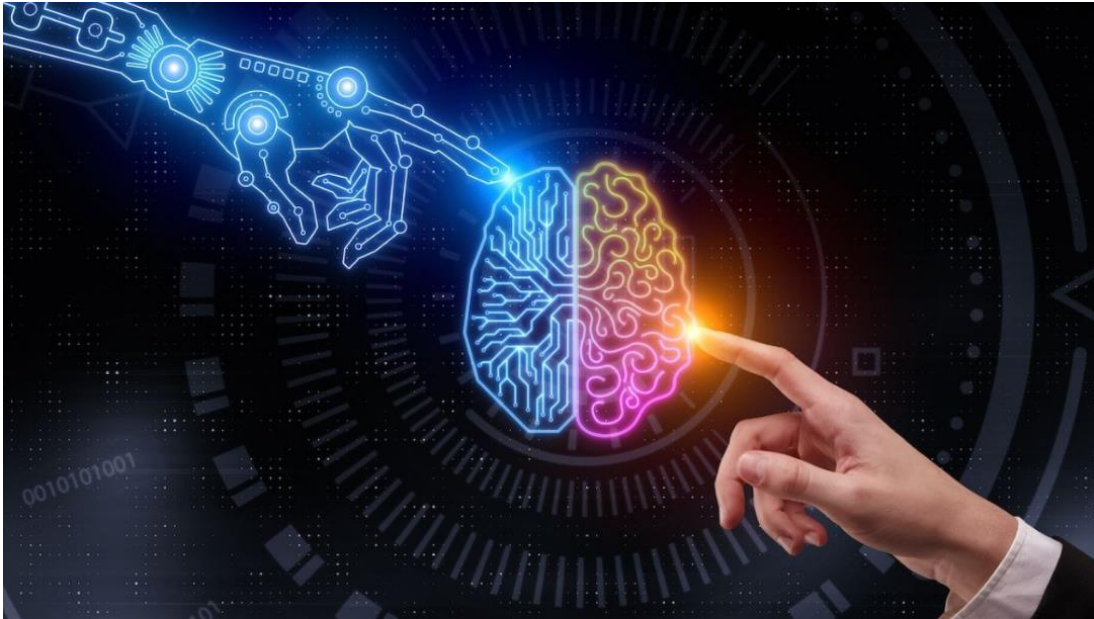
Η στροφή αυτή των εταιριών και των ατόμων αυτών που εργάζονται, οφείλεται στη διαπίστωση ότι η οργάνωση της εργασίας που προσφέρει η σωστή διαχείριση, προσφέρει σημαντική μείωση του κόστους, την άμεση ανταπόκριση και γενικότερα στην συνολική προσφερόμενη αξία προς το μηχανικό ή σε μια εταιρία. Επίσης, είναι πολύ σημαντικό να αναφερθεί πως αρκετοί οργανισμοί έχουν ενσωματώσει τις γνωστές τεχνικές της διαχείρισης έργου, που αυτό έχει ως αποτέλεσμα και την αύξηση των επιχειρήσεων που ασχολούνται με την υποστήριξη αυτών των οργανισμών στον τομέα της διαχείρισης έργου.

Όμως, το ενδιαφέρον για καλή διαχείριση, βρίσκεται ακόμα σε ανησυχητικά επίπεδα, τόσο στον ιδιωτικό τομέα όσο και στον δημόσιο τομέα.

Τα δύο πολύ σημαντικά χαρακτηριστικά που εξασφαλίζουν την επιτυχία ενός έργου είναι τα ακόλουθα: η διαχείριση του κόστους για την επίτευξη αποτελεσματικότητας και η δημιουργία αξίας για τον πελάτη του έργου. Τα δύο αυτά σημαντικά στοιχεία δίνουν την δυνατότητα στους συμμετέχοντες του έργου να κατανοήσουν τις δραστηριότητες και τους πόρους που απαιτούνται για την επίτευξη των στόχων του έργου, και τις δαπάνες για την ορθή ολοκλήρωση του έργου με τελικό στόχο την ικανοποίηση του πελάτη.

Η διαχείριση ενός έργου και ειδικότερα στον κατασκευαστικό τομέα, είναι χωρίς καμία αμφιβολία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, σύνθετη και πολύπλοκη αλλά

*Εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην διαχείριση έργου ενός πολιτικού μηχανικού, 2023-24*  
ταυτόχρονα συναρπαστική, κυρίως λόγω της φύσης του αντικειμένου και τι δυνατότητας για συνεχείς εξέλιξη. Απαιτείται πολλές φορές από ένα μόνο άτομο, πολλαπλές δεξιότητες και ένα ευρύ πεδίο γνώσεων, προκειμένου να ανταποκριθεί στις ανάγκες του αντικειμένου και στις προκλήσεις που δημιουργούνται συνεχώς.



**Εικόνα 11: Η τεχνητή νοημοσύνη στην διαχείριση έργου.**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : Τεχνητή Νοημοσύνη στην διαχείριση έργου**

Εδώ και αρκετές δεκαετίες έχει παρατηρηθεί ότι η τεχνητή νοημοσύνη έχει φανεί χρήσιμη σε διάφορους κλάδους επιστημών και μη, όπως στην διαχείριση έργου έχει αποδειχτεί ότι μπορούν να επιλυθούν αρκετά ζητήματα για αυτό και χρησιμοποιούνται εξειδικευμένα συστήματα τεχνικής νοημοσύνης με σκοπό στην βελτίωση των αποτελεσμάτων μέσα στην καθημερινότητα μιας εργασίας.

#### Παράγοντες επιτυχίας (Fernandez-Rodriguez, 2015)

- Νευρωνικά δίκτυα
- Γενετικοί αλγόριθμοι
- Ασαφείς γνωστικοί χάρτες
- Μοντέλο Bayesian

#### Επιτυχία ενός έργου (Fernandez-Rodriguez, 2015)

- Νευρωνικά δίκτυα
- Συγκέντρωση K-Means
- Μοντέλο Bayesian
- Υποστήριξη διανυσματικής μηχανής
- Γρήγορος γενετικός αλγόριθμος
- Εξελικτικό μοντέλο ασαφών νευρικών συμπερασμάτων - EFNIM

- Προσαρμοστική ενίσχυση των νευρικών δικτύων
- Bootstar συγκεντρώνοντας νευρωνικά δίκτυα

Προκλήσεις της τεχνητής νοημοσύνης στην διαχείριση έργου ενός πολιτικού μηχανικού (Lahmann, 2018)

Το πάντρεμα της τεχνητής νοημοσύνης στην διαχείριση έργου ενός πολιτικού μηχανικού, μπορεί να αντιμετωπίσει πολλές προκλήσεις ανάλογα με το επίπεδο τεχνολογικής υποδομής και των πόρων.

- Συλλογή και διαχείριση δεδομένων : Για να έχουμε ορθά αποτελέσματα η τεχνητή νοημοσύνη χρειάζεται αρκετά δεδομένα για να λειτουργήσει αποτελεσματικά.
- Διαχείριση συστημάτων : Είναι απαραίτητο να γίνεται καλή εγκατάσταση και συντήρηση των συστημάτων της τεχνητής νοημοσύνης ώστε να παρέχει της σωστές γνώσεις.
- Ασφάλεια δεδομένων : Με την χρήση της τεχνητής νοημοσύνης υπάρχει κίνδυνος στην ασφάλεια των δεδομένων. Είναι σημαντικό να οριστούν από την αρχή μέτρα προστασίας και νομικές πτυχές για την προστασία των δεδομένων.
- Ενσωμάτωση στις εφιστάμενες διαδικασίες : Η συνεργασία της τεχνητής νοημοσύνης και της διαχείρισης έργου, απαιτεί συχνά προβλήματα ανάμεσα στις εργασίες και στους εργαζόμενους.

- Ηθικά ζητήματα : Πρέπει να προσαρμόσουμε την τεχνητή νοημοσύνη στην διαχείριση έργου σύμφωνα με ηθικούς κανόνες και νομικές απαιτήσεις ώστε να προστατευτούν τα προσωπικά δεδομένα.



Εικόνα 12: Τεχνητή νοημοσύνη στην διαχείριση έργου.

### 3.1 Κίνδυνοι της τεχνητής νοημοσύνης

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει συμβάλλει στην εξέλιξη σχεδόν σε όλα τα επιστημονικά πεδία και στην βελτίωση βιοτικού επιπέδου, όμως δεν παύει να είναι μια νέα εξέλιξη της τεχνολογίας που συνοδεύεται και από τυχόν προβληματισμούς κατά την εφαρμογή της. (Adel BELHARET, 2020)

- Απουσία διαφάνειας στη λήψη αποφάσεων : Το σύστημα της τεχνητής νοημοσύνης, για να πάρει μια απόφαση χρησιμοποιεί νευρωνικά δίκτυα



που αποτελούνται από πολλούς κόμβους που με την ανάλυση των κόμβων στο σύστημα αυτό ορίζουν μια απόφαση για το θέμα μας, όμως αρκετές φορές η απόφαση αυτή δεν είναι και απόλυτα ορθή με αποτέλεσμα να δημιουργούνται κάποια προβλήματα.

- Αδυναμία καταλογισμού ευθύνης : Το σύστημα της τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να πάρει μια απόφαση που να εκθέτει τα δικαιώματα των ανθρώπων.
- Εφαρμογή προκαταλήψεων και διακρίσεων : Είναι σημαντικό το σύστημα της τεχνητής νοημοσύνης να ελέγχεται τακτικά από τον άνθρωπο, διότι μπορεί ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης να τροφοδοτείται από δεδομένα με προκατειλημμένο περιεχόμενο και να παίρνει αποφάσεις με λανθασμένες προκαταλήψεις.
- Παραβίαση ιδιωτικότητας : Στο διαδίκτυο βρίσκονται διαθέσιμα διάφορα είδη προσωπικών δεδομένων για τους ανθρώπους που η τεχνητής νοημοσύνη έχει ελεύθερη πρόσβαση σε αυτά με αποτελέσματα να μπορεί να τα χρησιμοποιεί άφθονα χωρίς φιλτράρισμα και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παραβιάζεται η ιδιωτικότητα.
- Εξάπλωση hacking : Με την βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης οι hackers έχουν την δυνατότητα πρόσβασης μέσω ταχύτερης σάρωσης των συσκευών ενός δικτύου, δοκιμής εναλλακτικών κωδικών για το σπάσιμο των προγραμμάτων.



Εικόνα 13: Κινδύνους τεχνητής νοημοσύνης.

### 3.1.1 Περιορισμοί της τεχνητής νοημοσύνης

#### Περιορισμοί της τεχνητής νοημοσύνης (Lahmann, 2018)

- Ακολουθία δεδομένων : Αυτό προκύπτει όταν έρχονται σε σύγκρουση οι πηγές δεδομένων διότι υπάρχουν τα ίδια δεδομένα αλλά σε διαφορετικές μορφές και σε άλλους πίνακες
- Δημιουργικότητα : Οι μηχανές που έχουν ενσωματωμένα συστήματα AI δεν μπορούν να ανταγωνιστούν τον άνθρωπο με μεγάλο ποσοστό επιτυχίας διότι δεν έχουν την ικανότητα δημιουργίας.

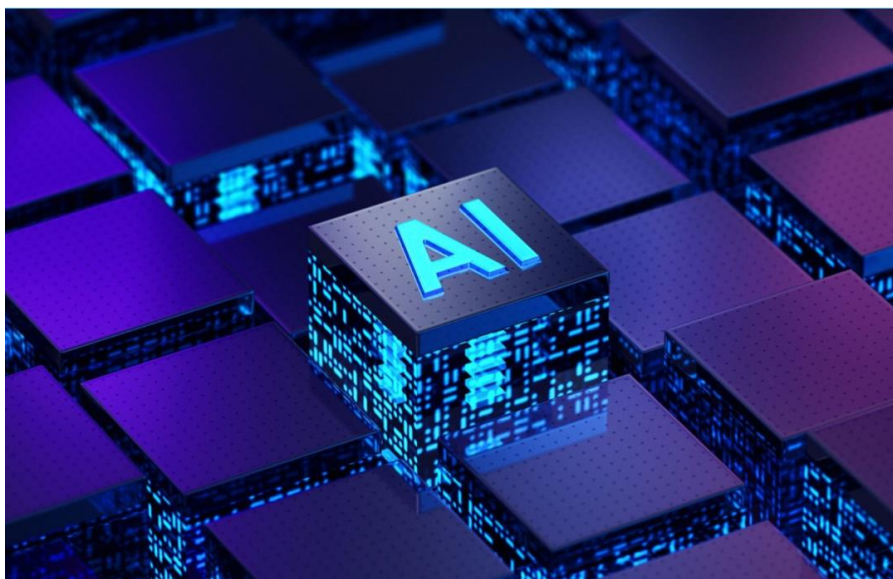
- Μίσθωση και διατήρηση : Το προσωπικό - οι υπάλληλοι είναι απαραίτητο να αναβαθμίσουν το γνωστικό τους επίπεδο ώστε να καταφέρουν να ανταπεξέλθουν στο σύστημα.

### **Κίνδυνοι από την τεχνητή νοημοσύνη** (Big Blue Data Academy, 2023)

- Ασφάλεια : Ο μηχανισμός και η ακολουθία της τεχνητής νοημοσύνης δεν μπορούν να διατηρήσουν την ασφάλεια και την προστασία των δεδομένων διότι δεν έχουν ακριβώς την ίδια αντίληψη με τον άνθρωπο.
- Αυτονομία : Οι εργαζόμενοι κινδυνεύουν να χάσουν την δουλειά τους λόγω της μεγάλης προσφοράς της τεχνητής νοημοσύνης στο χώρο εργασίας.
- Μυστικότητα: Η τεχνητή νοημοσύνη δεν μπορεί να αντιληφθεί σωστά τα ακατάλληλα ή τα μηδενικά δεδομένα ώστε να μην τα χρησιμοποιεί.
- Ποιότητα δεδομένων : Τα ελλιπή δεδομένα και η αδυναμία λογικής της τεχνητής νοημοσύνης οδηγούν σε μη έγκυρα αποτελέσματα.
- Επαγγελματικός τομέας : Θα μειωθούν σημαντικά οι θέσεις εργασίας και θα αντικαθιστούν με μηχανές χωρίς ωράριο εργασίας.

### 3.1.2 Κίνδυνοι της τεχνητής νοημοσύνης στην αρχιτεκτονική

Οι υποσχέσεις και οι κίνδυνοι της τεχνητής νοημοσύνης έχουν κυριεύσει τον κόσμο της αρχιτεκτονικής και ευρύτερα του σχεδιασμού, όμως ελάχιστοι άνθρωποι έχουν καταλάβει ότι η επανάσταση βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη. Εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την δημιουργία των εικόνων όπως το Dall-E, το Midjourney και το Stable Diffusion επιτρέπουν στην δημιουργία τρομερών εικόνων, όπως φανταστικούς ουρανοξύστες, καλαίσθητες σκάλες σε σχήματα ζαχαρωτών ακόμα, και κτίρια κατασκευασμένα από σκουπίδια. Αρκετοί αρχιτέκτονες – σχεδιαστές χρησιμοποιούν διάφορα τεχνικά μέσα που έχουν εξελιχθεί και εξελίσσονται στις σύγχρονες μέρες, διότι τους διευκολύνουν άμεσα στον επαγγελματικό τους τομέες. Όμως, με το πέρασμα της κάθε μιας δεκαετίας, όλο και περισσότερο ανησυχούν για το επάγγελμα τους, διότι πιθανότατα ο υπολογιστής να αντικαταστήσει την θέση του σχεδιαστέι, με πιο γρήγορα και με πιο πολλές εναλλακτικές στο χώρο. (Neil Leach, 2021)



Εικόνα 14: Κίνδυνοι τεχνητής νοημοσύνης στην αρχιτεκτονική.

### 3.2 Εργαλεία της τεχνητής νοημοσύνης στην διαχείριση έργου

#### Υλοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης στην διαχείριση έργου

Σε ένα έργο ο μηχανικός έχει να διαχειριστεί ένα περίπλοκο περιβάλλον και είναι πολύ σημαντικό να διαχειριστεί διάφορους τομείς ώστε να έχει ένα επιθυμητό αποτέλεσμα.

- Τεχνητή διαχείριση έργου : Οι αναθέσεις που πρέπει να γίνουν σε ένα έργο, μπορούν να αναγνωριστούν και να βρεθεί τρόπος υλοποίησης με την τεχνητή νοημοσύνη.
- Στρατηγική και διοίκηση επιχειρήσεων : Η τεχνητή νοημοσύνη βελτιώνει τον τρόπο εργασίας και μεθοδικότητας του μηχανικού διότι έχει την δυνατότητα να βρει την βέλτιστη λύση, την λιγότερο χρονοβόρα και την πιο οικονομική.
- Ηγεσία : Η τεχνητή νοημοσύνη περιλαμβάνει ιδιότητες ώστε να καθοδηγεί ορθά των μηχανικό και στην συνέχεια και τους εργάτες και επιπλέον να παρακινεί τους ανθρώπους.

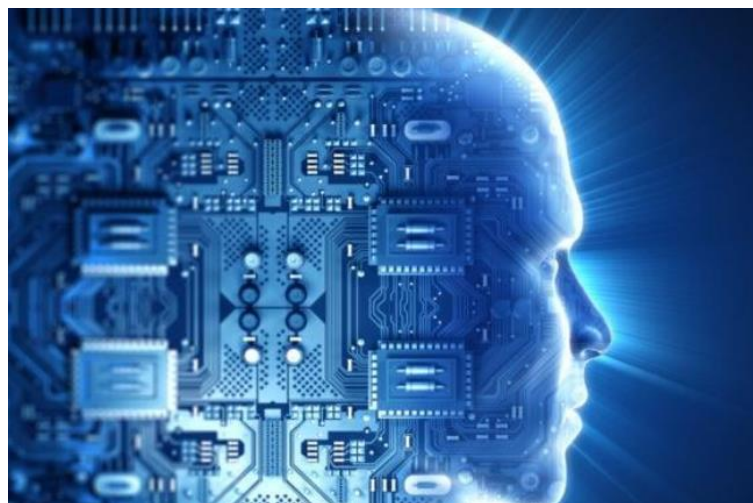
#### Επίδραση της τεχνητής νοημοσύνης στην διαχείριση έργου ενός πολιτικού μηχανικού

Ένα από τα πιο σημαντικά πράγματα που ασχολείται ένας πολιτικός μηχανικός από την αρχή του έργου είναι διαχείριση του έργου σε θέματα διοικητικού περιεχομένου κάτι το οποίο απαιτεί αρκετό χρόνο και αρκετή σκέψη, όμως η

τεχνητή νοημοσύνη βοηθάει αρκετά τον στην διαχείριση και στην λήψη των αποφάσεων.

- Η τεχνητή νοημοσύνη προσφέρει επιπλέον χρόνο στον πολιτικό μηχανικό διότι αρκετά από τα ζητούμενα που είναι απαραίτητο να εκτελέσει του τα προσφέρει η τεχνητή νοημοσύνη πολύ εύκολα και σε ελάχιστο χρόνο.
- Η τεχνητή βοηθάει τον μηχανικό να πετύχει στόχους με επιτυχία με περαιτέρω ενίσχυση. Για αυτό έχουν δημιουργηθεί οι bots δηλαδή οι εικονικοί βοηθοί που βασίζονται σε συστήματα τεχνητής νοημοσύνης για να βοηθούν περαιτέρω τους διαχειριστές έργων με σκοπό στο σχεδιασμό του έργου, στον προϋπολογισμό και στους πόρους διαχείρισης.

Αυτή η βοήθεια επιτρέπει στους διαχειριστές των έργων να επικεντρώνονται περισσότερο στις δυναμικές διαδικασίες πίσω από τη στρατηγική τους διαχείριση και να αφιερώνουν περισσότερο χρόνο στους υπαλλήλους με σκοπό να έχουν όλο και πιο αποτελεσματικά αποτελέσματα.



**Εικόνα 15: Εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης.**

### 3.2.1 Τεχνικές της τεχνητής νοημοσύνης στην διαχείριση έργου

Με την εφεύρεση της τεχνητής νοημοσύνης έχει βελτιωθεί σημαντικά το επάγγελμα του πολιτικού μηχανικού και ειδικότερα στο τομέα της διαχείρισης έργου διότι προσφέρει πιο βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της παρακολούθησης των έργων . Ορισμένες από τις τεχνικές της τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιούνται στην διαχείριση έργου περιλαμβάνουν:

- Αυτόματη πρόβλεψη : Όπως έχει αναφερθεί πιο πάνω η τεχνητή νοημοσύνη λειτουργεί με αλγορίθμους. Ορισμένοι από αυτούς χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των προβλεπόμενων χρόνων ολοκλήρωσης και την αναγνώριση των πιθανών προβλημάτων.
- Αυτόματη ανάθεση των εργασιών : Συστήματα που διαθέτουν ΑΙ έχουν την ικανότητα να αναθέσουν αυτόματα εργασίες στους εργαζομένους ανάλογα με τις δεξιότητες τους.
- Ανάλυση δεδομένων : Οι αναλύσεις δεδομένων παρέχουν αλγορίθμους που εξάγουν ευρήματα από τα δεδομένα του έργου.
- Πρόβλεψη κόστους : Τα μοντέλα της τεχνητής νοημοσύνης έχουν την ιδιότητα να προβλέπουν μελλοντικά κόστη του έργου με βάση την ανάλυση των προηγούμενων δεδομένων και τις παρούσες συνθήκες.
- Βελτιστοποίηση πόρων : Οι αλγόριθμοι της τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να βοηθήσουν στη βελτιστοποίηση της διανομής των πόρων ώστε να έχουμε τα καλύτερα αποτελέσματα στο έργο μας.

- Παρακολούθηση έργου : Μπορούν να παρακολουθούν την πρόοδο του έργου σε πραγματικό χρόνο και να ενημερώνουν την διοίκηση για οποιαδήποτε καθυστέρηση ενδέχεται να συμβεί.

Αυτές οι τεχνικές μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά στην αύξηση της παραγωγικότητας, στην μείωση των κινδύνων και στην βελτίωση της διαχείρισης έργου έχουν την δυνατότητα στις επιχειρήσεις να αυξάνουν τους στόχους όσο των δυνατόν πιο γρήγορα και με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα.

### 3.2.2 Κατηγορίες τεχνικών της τεχνητής νοημοσύνης

Οι τεχνικές της τεχνητής νοημοσύνης χωρίζονται σε πολλές κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται και τους στόχους που εξυπηρετούν.

Ορισμένες από τις κύριες κατηγορίες τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης περιλαμβάνουν:

- Μηχανική εκμάθηση (Machine Learning)

Επιβλεπόμενη εκμάθηση

Μη επιβλεπόμενη εκμάθηση

Ενισχυτική εκμάθηση

Βαθιά εκμάθηση

- Επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (Natural Language Processing, NLP)



Αναγνώριση ονομαστικών οντοτήτων

Μετάφραση ανθρώπινης γλώσσας

- Υπολογιστική όραση (Computer Vision)

Αναγνώριση αντικειμένων

Αναγνώριση προσώπων

Ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης σε βιομηχανικές διεργασίες

- Αυτοματοποίηση ρομποτικών συστημάτων (Robotic Process Automation, RPA)

Διαδικασίες αυτοματοποίησης σε επιχειρησιακά συστήματα

- Συστήματα συστάσεων (Recommendation Systems)

Συστάσεις για προϊόντα και περιεχόμενο

Συστάσεις κοινωνικών δικτύων

- Διαχείριση ποιότητας δεδομένων (Data Quality Management)

Αναγνώριση και διόρθωση δεδομένων

- Αυτοματοποίηση διαδικασιών (Process Automation)

Αυτοματοποίηση εργασιών στην επιχείρηση

- Επιστημονική δεδομένων (Data Science)

Ανάλυση δεδομένων και πρόβλεψη

- Αποφάσεις βασισμένες σε δεδομένα (Data - Driven Decision Making)

Λήψη αποφάσεων με βάση τα δεδομένα και την ανάλυση

### **3.2.3 Εφαρμοσμένες τεχνικές - μεθόδους από ερευνητές**

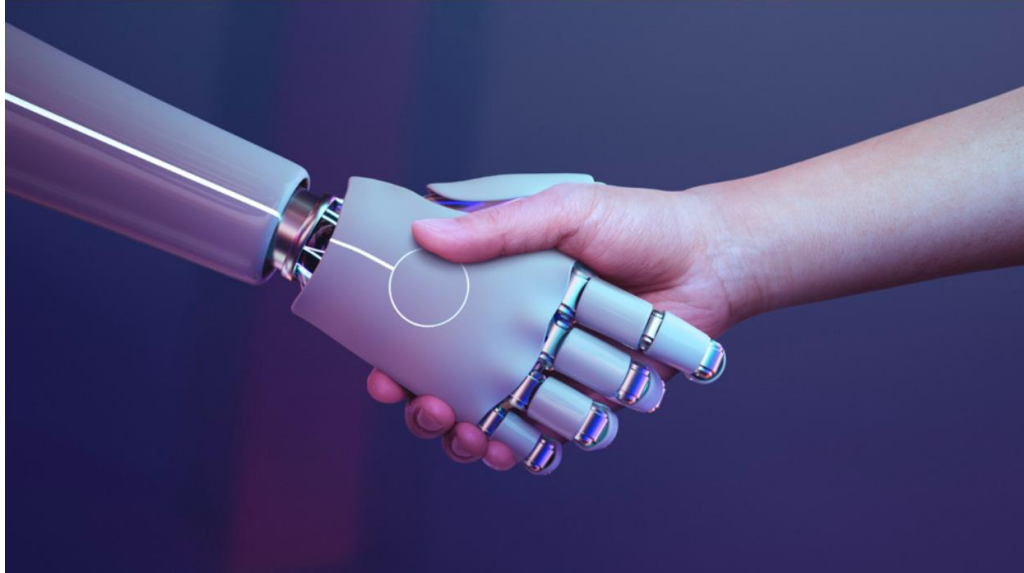
Οι ερευνητές χρησιμοποιούν μια ποικιλία τεχνικών και μεθόδων για τον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης, με σκοπό να αναπτυχθεί και να βελτιωθεί σημαντικά.

Ανάλογα με το πρόβλημα που έρχονται αντιμέτωποι, μπορούν να χρησιμοποιήσουν διάφορες τεχνικές. (Guojian Cheng, 2000)

Ορισμένες από αυτές περιλαμβάνουν:

- Μηχανική μάθηση (Machine Learning) : Αυτή η μέθοδος εστιάζει στην ανάπτυξη των αλγορίθμων και των μοντέλων που επιτρέπουν στις μηχανές να μαθαίνουν από δεδομένα και να προβλέπουν τα αποτελέσματα.
- Νευρωνικά δίκτυα (Neural Networks) :Τα νευρωνικά δίκτυα δημιουργούνται με βάση τη δομή και την λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου και χρησιμοποιείται για προβλήματα όπως για αναγνώριση προσώπου, επεξεργασία της φυσικής γλώσσας και σε άλλες εργασίες.

- Ενισχυτική μάθηση (Reinforcement Learning) : Σε αυτή την μέθοδο ένα στοιχείο της μηχανής λαμβάνει αποφάσεις μέσω δοκιμών και λαθών με σκοπό να πετύχει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.
- Μεταγενετικοί αλγόριθμοι (Genetic Algorithms) : Χρησιμοποιεί τεχνικές της εξέλιξης με σκοπό να βρει τις βέλτιστες λύσεις σε προβλήματα βελτιστοποίησης.
- Αυτόματη μηχανική μάθηση (AutoML) : Οι τεχνικές αυτές αυτοματοποιούν τη διαδικασία ανάπτυξης μοντέλων μηχανικής μάθησης, επιλέγοντας τα καλύτερα μοντέλα και υπέρ παραμέτρους για ένα πρόβλημα.
- Εξόρυξη δεδομένων (Data Mining) : Αυτή η διαδικασία ασχολείται με την αναζήτηση προτύπων από μεγάλα σύνολα δεδομένων και χρησιμοποιείται για να συλλέγει επιπλέον πληροφορίες από τα δεδομένα.
- Φυσική γλώσσα και επεξεργασία (Natural Language processing, NLP): Η μέθοδος αυτή εστιάζει στην ανάπτυξη συστημάτων που κατανοούν και παράγουν φυσική γλώσσα και χρησιμοποιείται για εργασίες όπως η αναγνώριση ονομάτων κλ



**Εικόνα 16: Μεθόδοι τεχνητής νοημοσύνης από ερευνητές και μελετητές.**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : Δεδομένα**

Η παρούσα εργασία δημιουργήθηκε με σκοπό να αναδείξουμε την χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στα έργα ενός πολιτικού μηχανικού και το πώς εφαρμόζεται στην διαχείριση έργου. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε μια βάση δεδομένων η οποία δίνεται από το New York City Open Data από το γραφείο επιχειρήσεων δημάρχου (OPS), η οποία είναι μια βάση δεδομένων ελεύθερης πρόσβασης περιλαμβάνοντας πληροφορίες για κεφαλαιουχικά έργα υποδομής και τεχνολογίας πληροφοριών έχοντας ως βάση την Αμερική από το 1995 έως το 2020, με προϋπολογισμό 25 εκατομμυρίων δολαρίων ή περισσότερο που είναι επί του παρόντος ενεργά. Περιλαμβάνει πάνω από 2.800 περιπτώσεις και περισσότερα από 40 διαφορετικούς τύπους έργου, όπου η κάθε μία από αυτές μας παρέχει πληροφορίες όπως ο χρόνος, το κόστος, η τοποθεσία και πολλά άλλα.

Επιπρόσθετα, θα αναφέρουμε πως γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων βάσης με σκοπό να δημιουργήσουμε μια σωστή αποθήκευση δεδομένων η οποία θα βοηθήσει στην κατανόηση των έργων. Δηλαδή, ορίσαμε τον αρχικό πίνακα που έχει όλες τις λεπτομέρειες των έργων και μέσω των κωδικών που περιέχει, συνδέεται με τους υπόλοιπους πίνακες διαστάσεων που έχουμε δημιουργήσει, οι οποίοι εμπίπτουν στις παραμέτρους στις οποίες θα βασιστεί η ανάλυση.

Ειδικότερα, σε κάθε έργο καταγράφεται η χρονική στιγμή, η περιοχή, το κόστος, η κατηγορία έργου, ο τύπος εργασίας (JobType), ο πελάτης που χρηματοδοτεί το έργο (ClientAgency) και οι αλλαγές που έχουν γίνει στο εκάστοτε έργο. Σε κάθε

από αυτά έχει δημιουργηθεί ένας ξεχωριστός πίνακας, ο οποίος περιέχει έναν κωδικό με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά.

#### 4.1 Περιεχόμενα δεδομένων

- Περιγραφή Έργου: Η απεικόνιση του έργου είναι ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία και δεν πρέπει να παραλείψουμε την αναφορά αυτή διότι μέσω αυτής μπορούμε να εξορύξουμε και πολλά άλλα στοιχεία που παρέχονται σε αυτή και μπορούν να μας βοηθήσουν στην δημιουργία νέων παραμέτρων αλλά ακόμα και στην πλήρη κατανόηση του εκάστοτε έργου. Περιλαμβάνει με κάθε λεπτομέρεια τις εργασίες και της λογικής αλληλουχίας τους, την κατανομή ευθυνών στους εργαζομένους και τον καθορισμό τις επικοινωνίας που θα έχουν όλοι όσοι συμβάλουν στην τέλεση του έργου. Μας παρέχει λεπτομέρειες στις πληροφορίες όπως το είδος επισκευής-κατασκευής, την τοποθεσία του, το είδος της κατασκευής κλπ.
- Χρόνος: Ο χρονικός προγραμματισμός του έργου μας βοηθάει να καθορίσουμε το χρονοδιάγραμμα του έργου, τον χρόνο έναρξης του έργου, το χρονικό περιθώριο των εργασιών και το χρόνο λήξης. Αναφέρονται αναλυτικά οι ημερομηνίες με τα δεδομένα και τα χαρακτηριστικά του έργου και το πότε προβλέπεται να παραδοθεί το έργο. Στο κάθε ένα από αυτά παίζει σημαντικό ρόλο να έχουν καταγραφεί λεπτομερών όλες οι διαδικασίες.

Είναι βασικό να γνωρίζουμε το πότε ξεκίνησε ο σχεδιασμός του έργου μας, καθώς όλες οι υπόλοιπες ημερομηνίες καθορίζονται σύμφωνα με την αρχική, ώστε να δημιουργηθεί ένα χρονοδιάγραμμα που θα αναγράφονται οι εργασίες.

Οι ημερομηνίες που αναφέρονται στην υπόλοιπη περιγραφή των βημάτων του έργου είναι εξίσου απαραίτητο στοιχείο για τον μηχανικό αλλά και για τον πελάτη, αφού οποιαδήποτε στιγμή ξέρουν σε ποια φάση βρίσκονται και αν προκύψει κάτι και καθυστερήσει το έργο θα ενημερωθούν κατάλληλα.

- Κόστος: Η διαχείριση πόρων περιλαμβάνει την ανάλυση των πόρων όσον αφορά τις απαιτήσεις και τη διαθεσιμότητα τους, την ανάθεση πόρων στις εργασίες και τη διερεύνηση της δυνατότητας εξομάλυνσης των αιχμών απασχόλησης των πόρων. Ωστόσο, υπάρχει και ο οικονομικός προγραμματισμός, όπου οδηγεί στον καθορισμό της χρονικής κατανομής των δαπανών ανά εργασία και συνολικά για το έργο, του χρονοδιαγράμματος πληρωμών από τον κύριο του έργου και στην αντιμετώπιση προβλημάτων από έλλειψη ρευστότητας. Έχουν χρησιμοποιηθεί δεδομένα του κόστους που θα χρειαστεί το έργο, το κόστος τυχόν αλλαγών που έγιναν κατά την διάρκεια του αλλά και το κόστος των συνολικών αλλαγών που έγιναν. Το κόστος είναι αλληλεξαρτημένο του χρόνου και κατά επέκταση και του χρονοδιαγράμματος που αναφέρθηκε στα δεδομένα χρόνου.

Τα δεδομένα πρόβλεψης του κόστους μας παρέχουν μια ενημέρωση του κόστους που θα χρειαστεί για να είναι ενήμερος και ο πελάτης και η εταιρεία.

Κατά την περίοδο κατασκευής του έργου είτε λόγω λανθασμένης εκτίμησης είτε λόγω αναγκών που προέκυψαν στην διάρκεια του έργου, αλλά και αν υπάρξει τυχόν καθυστέρηση και έτσι δημιουργήθηκαν τα δεδομένα τυχόν οικονομικών αλλαγών σε όλη την διάρκεια του έργου.

Για αυτό λοιπόν το λόγο αναφέρονται αναλυτικά όλα τα χρηματικά ποσά σε ένα έργο και ότι αλλαγές προκύψουν, ώστε στο τέλος να βγει ο προϋπολογισμός.

- Τοποθεσία : Η τοποθεσία που θα γίνει το έργο που έχουμε αναλάβει δεν είναι ένα από τα πιο βασικά στοιχεία μας, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι δεν μας αφορά. Κάποια από τα υπόλοιπα δεδομένα του έργου μας είναι εξαρτώμενα από την τοποθεσίας, όπως για παράδειγμα το έδαφος που πρόκειται να γίνει η κατασκευή, την απόσταση που απέχει από τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν διότι επηρεάζεται άμεσα και ο χρόνος τέλεσης του έργου.
- Χρηματοδότηση: Ο πελάτης είναι ένας από τα πιο σημαντικούς παράγοντες του έργου, δηλαδή αν είναι φορέας τι είδος φορέα είναι (δημόσιος ή ιδιωτικός) ή αν είναι κατασκευαστική ή οτιδήποτε άλλος πελάτης που ενδιαφέρεται για την τέλεση του έργου.
- Είδος κατασκευής : Το είδος της κατασκευής που έχουμε να υλοποιήσουμε είναι ένα από τα πιο βασικά δεδομένα, διότι ανάλογα με το είδος της



κατασκευής επηρεάζονται και τα δεδομένα μας όπως για παράδειγμα άλλη χρονική διαχείριση θέλει μια μονοκατοικία και άλλη μια γέφυρα μεγάλων διαστάσεων. Το είδος του έργου δεν μας επηρεάζει μόνο το χρόνο που θα κάνει να τελεστεί μια κατασκευή αλλά και το κόστος που είναι εξίσου άλλος ένας σημαντικός παράγοντας τόσο για τον μηχανικό όσο και για τον πελάτη. Μερικά από τα είδη που είναι πιθανό να μας ζητηθούν είναι:

Γέφυρες

Σχολεία

Πάρκα

Δρόμοι

Βιβλιοθήκες

Νοσοκομεία

Κατοικίες

Και πολλά άλλα

- Είδος επισκευής - κατασκευής : Υπάρχουν διάφορες ανάγκες επισκευής σε διάφορα έργα ακόμα και ανάγκες κατασκευής έργων από το μηδέν. Αυτό ο τομέας επηρεάζεται κυρίως αν είναι μια παλιά κατασκευή που χρειάζεται επισκευή και σε τι φάση βρίσκεται το έργο ή αν είναι μια καινούργια κατασκευή τι ανάγκες έχει σκοπό να καλύψει. Αναλυτικότερα, λόγω τα

χρονικά περιθώρια, καιρικές συνθήκες ή και απροσεξία - μη προνόησης σε κάποια από τα υπάρχοντα έργα έχουν συμπεριληφθεί χρειάζονται οι εξής διορθώσεις :

Εκσυγχρονισμός ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων

Αντικατάσταση

Επισκευή

Ανασυγκρότηση

Ανοικοδόμηση

Αναβάθμιση

Αναμόρφωση

Ανακαίνιση

Κατεδάφιση

Μετατόπιση

Όμως τα έργα που είναι καινούργια πλήρως έχουν και αυτά τις διεργασίες τους:

Προσθήκη σε υπάρχουσα κατασκευή

Κατασκευή εξ αρχής

Σχεδιασμός

## Εσωτερικός σχεδιασμός χώρου

- Αλλαγές: Σε ένα έργο είναι ανάμενο πριν την έναρξη του και ότι θα προκύψουν διάφορα προβλήματα ανεξαρτήτων διαστάσεων που θα επηρεάσουν το χρονοδιάγραμμα που έχει δημιουργηθεί, τον αρχικό προϋπολογισμό κλπ. Επειδή είναι σχεδόν αναμενόμενο ότι θα παρουσιαστούν διάφορα προβλήματα με αποτέλεσμα να βγει το πρόγραμμα εκτός, έχουμε πάντα μια περίοδο χάριτος για να είμαστε εντός εκτιμώμενων ορίων για την μείωση της καθυστέρησης του έργου. Όμως, κατά την διάρκεια τέλεσης του έργου υπάρχει η πιθανότητα να γίνει κάποια αλλαγή που στην αρχή δεν ήταν σχεδιασμένη.

Τα δεδομένα μας τα εντάσσουμε μέσα στο πρόγραμμα δίνοντας τους κάποιες ονομασίες, με σκοπό να διευκολυνθεί η διαχείριση έργου του μηχανικού. Όπως για παράδειγμα:

- Τοποθεσία (δημιουργία πίνακα με όνομα Location) : Σε αυτό τον πίνακα καταγράφεται η περιοχή όπου υδρεύει το έργο και ο κωδικός της.
- Χρόνος (δημιουργία πίνακα με όνομα Time) : Καταγράφεται η ημέρα, ο μήνας, το έτος και ο κωδικός του χρόνου.
- Κατηγορία έργου (δημιουργία πίνακα με όνομα Category) : Περιλαμβάνει την πληροφορία αν το έργο χρειάζεται επισκευή ή εξ ολοκλήρου κατασκευή και τον κωδικό της κατηγορίας του.

- Είδος εργασίας (δημιουργία πίνακα με το όνομα JobType) : Περιέχεται το είδος εργασίας και ο αντίστοιχος κωδικός.
  
- Χρηματοδότηση (δημιουργία πίνακα με το όνομα Financing) : Κατγράφεται το όνομα του πελάτων ή των πελατών που θα χρηματοδοτηθεί το έργο και ο αντίστοιχος κωδικός.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> : Επιχειρησιακή έρευνα και βελτιστοποίηση**

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναπτυχθούν βασικές έννοιες από την επιχειρησιακή έρευνα και από την βελτιστοποίηση έργων και μελετών που απασχολούν άμεσα το επάγγελμα του μηχανικού. Πιο συγκεκριμένα θα αναλυθεί το βασικότερο πρόβλημα που συναντάει ο μηχανικός, το πρόβλημα του γραμμικού προγραμματισμού και τρόπους με σκοπό τις βέλτιστες λύσεις σε βασικά δικτυακά προβλήματα όπως είναι η ελάχιστη διαδρομή μεταξύ δύο κόμβων, η μέγιστη ροή μεταξύ δύο κόμβων και η βέλτιστη κάλυψη μιας περιοχής. Στην συνέχεια, θα γίνει αναφορά για το πως επιλέγει ένας μηχανικός τις καλύτερες παραμέτρους για την διεκπεραίωση εργασιών σε μια ουρά εξυπηρέτησης. (Μούσας, 2011)

### **5.1 Η αρχή της βελτιστοποίησης με την επιχειρησιακή έρευνα**

Ο όρος της Επιχειρησιακής Έρευνας (ΕΕ) εμφανίστηκε λίγο πριν την αρχή του 2<sup>ου</sup> Π.Π., όταν διάφορες ομάδες από επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων, ασχολήθηκαν με την επιστημονική ανάλυση και το βέλτιστο σχεδιασμό επιχειρήσεων/κατασκευών.

Ο καθορισμός του όρου Επιχειρησιακής Έρευνας (ΕΕ) και η ανάπτυξη της στα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα, διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν και μερικές εργασίες από προηγούμενες δεκαετίες που μπορούσαν να θεωρηθούν ότι ανήκουν στην ίδια κατηγορία. Αξίζει να τονιστεί ότι, η πρώτη επιστημονική δραστηριότητα που επίσημα χαρακτηρίζεται σαν Επιχειρησιακή Έρευνα (ΕΕ) είναι αυτή την ομάδα του Βρετανού φυσικού P.M.S. Blackett το 1940. (Μούσας, 2011)

## **5.2 Εφαρμογή στην βιομηχανία και στην οικονομία**

Από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, οι εταιρείες και οι βιομηχανίες άρχισαν να πολλαπλασιάζονται όλο και περισσότερο εντός και εκτός των γραφικών συνόρων και το ανθρώπινο δυναμικό και οι μηχανές τους ήταν όλο και περισσότερες. Όλη αυτή η ανάπτυξη, όπως είναι γνωστό υποδιείρεσε σε πολλά τμήματα και ταυτόχρονα δημιουργήθηκαν πολλά παραρτήματα σε απομακρυσμένα σημεία.

Αυτή η διασπορά των παραρτημάτων και η υποδιαίρεση των τμημάτων μείωσε την αποτελεσματικότητα της διοίκησης, με την εμφάνιση νέων αγορών, νέων πρώτων υλών, νέας τεχνολογίας και νέων συνθηκών. Οι επιχειρηματικές αποφάσεις που αρχικά στηριζόταν στην προσωπική κρίση και τη σχετική πείρα ενός στελέχους, έπρεπε να γίνουν πιο συστηματικές και να βασίζονται σε επιστημονικές μεθόδους. Προς τα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα οι ανάγκες για επιστημονικά βέλτιστες λύσεις και αποφάσεις είχαν γίνει επιτακτικές και το έδαφος για την εφαρμογή της επιχειρησιακής έρευνας και της βελτιστοποίησης γενικότερα ήταν έτοιμο.

Με αυτό τον τρόπο στο τέλος του 2<sup>ου</sup> Π.Π. παρατηρείται μια εντυπωσιακή πρόοδο στο τομέα της επιχειρησιακής έρευνας, δίνοντας την λύση σε πολύπλοκα και σε πολυδιάστατα προβλήματα. Αυτό οφείλεται σε δύο κυρίους λόγους, στους επιχειρησιακούς ερευνητές που αποδεσμεύτηκαν από στρατιωτικούς οργανισμούς και απορροφήθηκαν από την βιομηχανία κι τους οργανισμούς κοινής ωφελείας και από την ραγδαία εξέλιξη την ηλεκτρονικών υπολογιστών

(H/Y) και την ικανότητα τους για μεγάλη ταχύτητα υπολογισμών και μεγάλη χωρητικότητα πληροφοριών.

Η πρώτη συστηματική μέθοδος που αναπτύχθηκε για την επιχειρησιακή έρευνα, ήταν η μέθοδος Simplex του γραμμικού προγραμματισμού το 1947, από τον μαθηματικό B. Dantzig. Από το 1947 έως και σήμερα οι αρχικές ιδέες της επιχειρησιακής έρευνας αναπτύχθηκαν, εμπλουτίστηκαν και εφαρμόστηκαν σε όλους σχεδόν τους τομείς της επιστημονικής, επιχειρησιακής και κοινωνικοπολιτικής δραστηριότητας. Για αυτό σήμερα έχει αναπτυχθεί ένας ολόκληρος επιστημονικός κλάδος αυτός της βελτιστοποίησης ο οποίος καλύπτει ένα τεράστιο φάσμα προβλημάτων που ζητούν βέλτιστες λύσεις ή αποφάσεις.

### **5.3 Προβλήματα και μέθοδοι βελτιστοποίησης**

Οι χώροι και οι τομείς εφαρμογής της βελτιστοποίησης καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα προβλημάτων σε διάφορους τομείς της βιομηχανίας και της κοινωνίας, όπου θα αναφερθεί ένα παράδειγμα σχετικά με αυτή την έννοια. Αν μια βιομηχανία έχει ως στόχος να αναπτύξει την παραγωγή της, θα της προταθούν αρκετές διαφορετικές λύσεις. Ο υπεύθυνος προσωπικού θα ζητήσει προσλήψεις, ο μηχανολόγος νέα μηχανήματα, ο μηχανικός παραγωγής αναδιάρθρωση των διαδικασιών, ο αναλυτής βελτίωση των πληροφοριακών συστημάτων κλπ. Για να έχουμε το καλύτερο αποτέλεσμα θα πρέπει να βρεθεί ο βέλτιστος συνδυασμός των παραπάνω λύσεων.

Η βελτιστοποίηση δεν είναι πάντοτε μια λύση για όλα τα προβλήματα. Όμως κατά την εξέλιξη της εντόπισε και έδωσε λύσεις σε γενικές περιοχές προβλημάτων, τα οποία εμφανίζονται σχεδόν σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Έτσι συχνά δημιουργείται στους ανθρώπους ότι με την βελτιστοποίηση θα βρεθεί η λύση για όλα τα προβλήματα.

Για κάθε πρόβλημα που έχουμε ως σκοπό να αντιμετωπίσουμε με την μέθοδο της βελτιστοποίησης, έχουν δημιουργηθεί διάφορα μοντέλα και αντίστοιχες μεθόδους ή αλγόριθμους. Μερικά από τα προβλήματα είναι:

- Προβλήματα κατανομής διαθέσιμων πόρων
- Προβλήματα επιλογής υπό περιορισμούς
- Προβλήματα ελέγχου αποθεμάτων και παραγγελιών
- Προβλήματα προγραμματισμού έργων
- Προβλήματα παραγωγής
- Προβλήματα ανθρώπινου δυναμικού
- Προβλήματα ανταγωνισμού
- Προβλήματα αξιοπιστίας, αντικατάστασης και επισκευής κλπ.

Για την επίλυση των προβλημάτων βελτιστοποίησης έχουν αναπτυχθεί τις τελευταίες δεκαετίες διάφορα μαθηματικά μοντέλα και διάφορες τεχνικές, καθώς



από αυτά είναι:

- Γραμμικός Προγραμματισμός
- Ανάλυση Ευαισθησίας
- Μέθοδος Simplex
- Χρονικός Προγραμματισμός
- Δικτυωτή Ανάλυση
- Δυναμικός Προγραμματισμός
- Μη-Γραμμικός Προγραμματισμός
- Μη-Γραμμικά Μοντέλα
- Βέλτιστοι Αλγόριθμοι Εκτίμησης
- Γενετικοί Μέθοδοι
- Ακέραιος Προγραμματισμός
- Προσεγγιστικές Μέθοδοι κλπ.

## 5.4 Εφαρμογή της βελτιστοποίησης

Η βελτιστοποίηση χρησιμοποιήθηκε και στον τομέα του πολιτικού μηχανικού. Η διαχείριση των κατασκευών και η μηχανική μεταφορών είναι ένα από τα βασικότερα που έχει να εκτελέσει ένας μηχανικός που βασίζονται σε ένα μεγάλο βαθμό στη βελτιστοποίηση. Συνήθως, τα προβλήματα του πολιτικού μηχανικού που επιλύονται με την βελτιστοποίηση είναι η διαμόρφωση και η επίχωση δρόμων, η κατασκευή, η κατανομή των υδάτινων πόρων και η βελτιστοποίηση του χρονοδιαγράμματος. (Rardin, 2021)

Η αντιμετώπιση ενός προβλήματος όπου πρέπει να ληφθεί η βέλτιστη απόφαση περιλαμβάνει συνήθως τα εξής στάδια:

- Αναγνώριση και περιγραφή του προβλήματος. Δεν αρκεί μόνο η παρατήρηση των συμπτωμάτων, αλλά πρέπει να εντοπιστούν οι αιτίες του προβλήματος. Επίσης, πρέπει να εξεταστεί και να ελεγχθεί αν συνδέεται με άλλα προβλήματα και πρέπει να καθοριστούν οι στόχοι με αντικειμενικό τρόπο. (Rardin, 2021)
- Καθορισμός των παραμέτρων του προβλήματος. Είναι απαραίτητο να ξέρουμε ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την λύση και πως μπορούμε να τους μεταβάλουμε, με σκοπό να έχουμε εναλλακτικές λύσεις. (Rardin, 2021)
- Εντοπισμών των περιορισμών του προβλήματος. Ποιοι είναι οι περιορισμοί και μέσα σε τι όρια μπορούμε να μετακινηθούμε. (Rardin, 2021)

- Αναζήτηση λύσεων και επιλογή της βέλτιστης λύσης. Αφού βρεθούν οι βέλτιστες λύσεις, επιέγεται η βέλτιστη λύση με βάση των αντικειμενικό στόχο. (Rardin, 2021)
- Δοκιμή και υλοποίηση-εφαρμογή της βέλτιστης λύσης. Στο παρόν βήμα η λύση δοκιμάζεται αν είναι ορθή, εφαρμόζοντας την στο πρόβλημα μας. (Rardin, 2021)

### **5.5 Μοντέλο του προβλήματος**

Το μοντέλο είναι μια εξιδανικευμένη αναπαράσταση του πραγματικού συστήματος. Όσο πιο πιστά αναπαριστάνει την πραγματικότητα, τόσο πιο ορθή θα είναι και η λύση που θα έχουμε. (Rardin, 2021)

Το μοντέλο του προβλήματος συνήθως αποτελείται από ένα σύνολο μαθηματικών σχέσεων που περιγράφουν την κατάσταση. Το μαθηματικό μοντέλο ενός προβλήματος περιλαμβάνει:

- Μεταβλητές, δηλαδή τις ποσότητες που ελέγχουμε και μπορούμε να τις μεταβάλουμε, εφόσον το κρίνουμε απαραίτητο για να πετύχουμε το στόχο που έχουμε βάλει.
- Παραμέτρους, δηλαδή όλα τα δεδομένα που επηρεάζουν την λύση του προβλήματος και που συνήθως θεωρούνται σταθερές, αλλά μπορεί να υπόκειται και σε τυχαίες διακυμάνσεις.

- Περιορισμούς, στους οποίους πρέπει να υπακούουν οι μεταβλητές και από τους οποίους προκύπτουν οι επιτρεπτές τιμές τους.
- Αντικειμενικό στόχο, που έχουμε βάλει και ο οποίος δεν είναι πάντα μοναδικός, αλλά μπορεί να αποτελείται από επί μέρους στόχους που πρέπει να επιτευχθούν.

Τα μοντέλα που θα προκύπτουν από τη μοντελοποίηση δεν είναι πάντοτε μαθηματικά μοντέλα, αλλά μπορεί να είναι εικονικά, όπως η μακέτα ενός οικισμού, αναλογικά, όπως οι στατιστικές καμπύλες και τα λογικά διαγράμματα ή και ψηφιακά μοντέλα προσομοίωσης που απαιτούν ηλεκτρονικό υπολογιστή για την επίλυση τους αφού είναι αδύνατο να περιγράψουν με μαθηματικό τρόπο.

## **5.6 Επίλυση του προβλήματος**

Αφού γίνει η επιλογή του κατάλληλου μοντέλου και κατασκευαστεί σε μαθηματική μορφή, εφαρμόζονται οι κατάλληλες τεχνικές για να βρεθούν τις δυνατές λύσεις.

Από τις δυνατές ή εφικτές λύσεις θα ροκύψει η βέλτιστη λύση η οποία θα ικανοποιεί τους περιορισμούς και θα πλησιάζει περισσότερο από όλες; Τις άλλες; Στον αντικειμενικό στόχο.

Σε απλές περιπτώσεις και προβλήματα η λύση βρίσκεται εύκολα με την επίλυση απλών μαθηματικών εξισώσεων. Σε δύσκολες και πολύπλοκες όμως περιπτώσεις, η λύση συχνά βρίσκεται σε επαναλαμβανόμενες δοκιμές και με την χρήση

ΠΑΔΑ, Τμήμα ΠΟΛ.ΜΗΧ., Διπλωματική Εργασία, Μόρτου Ευαγγελία

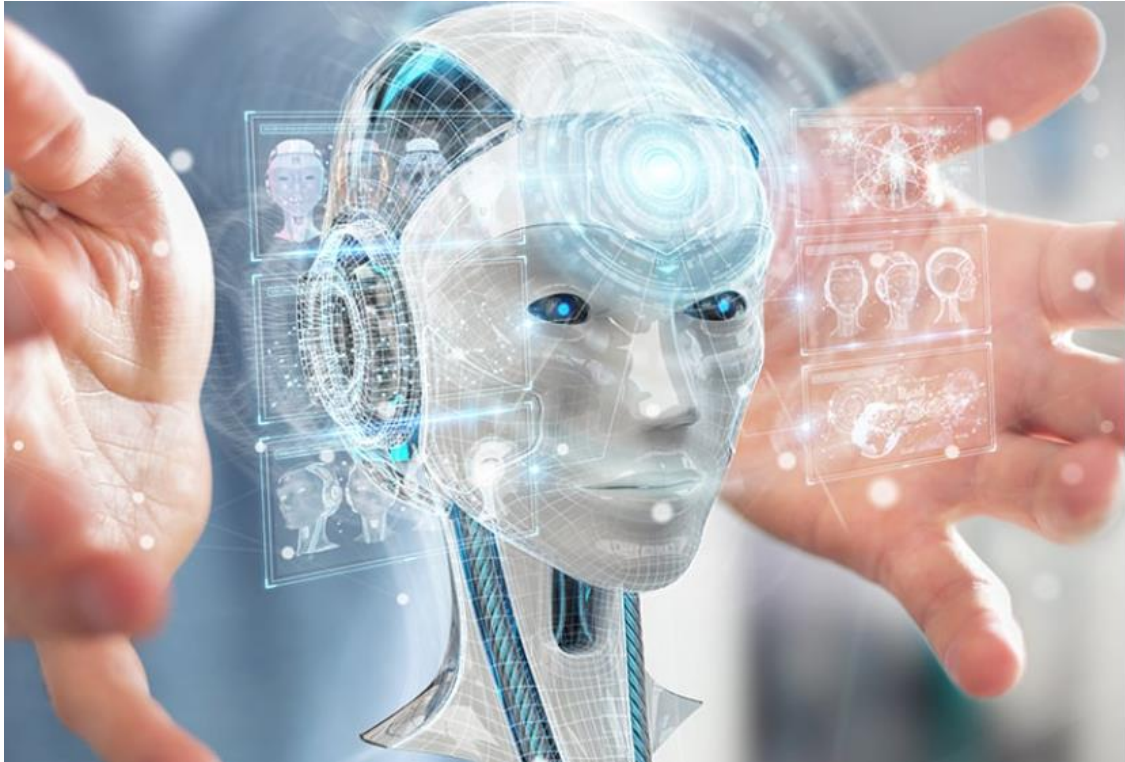
επαναληπτικών τεχνικών και αλγορίθμων που υλοποιούνται μόνο σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Η λύση ενός προβλήματος πρέπει να περιλαμβάνει και την ανάλυση ευαισθησίας. Με αυτή μελετάται η επίδραση των σημαντικότερων παραμέτρων στη βέλτιστη λύση. Οι παράμετροι που θεωρούνται αρχικά σταθερές, μπορεί να μεταβληθούν ελαφρά από εξωτερικές συνθήκες. Αν η βέλτιστη λύση επηρεάζεται σημαντικά από μικρές μεταβολές των παραμέτρων τότε δεν θα είναι ιδιαίτερα επιθυμητή. (Rardin, 2021)

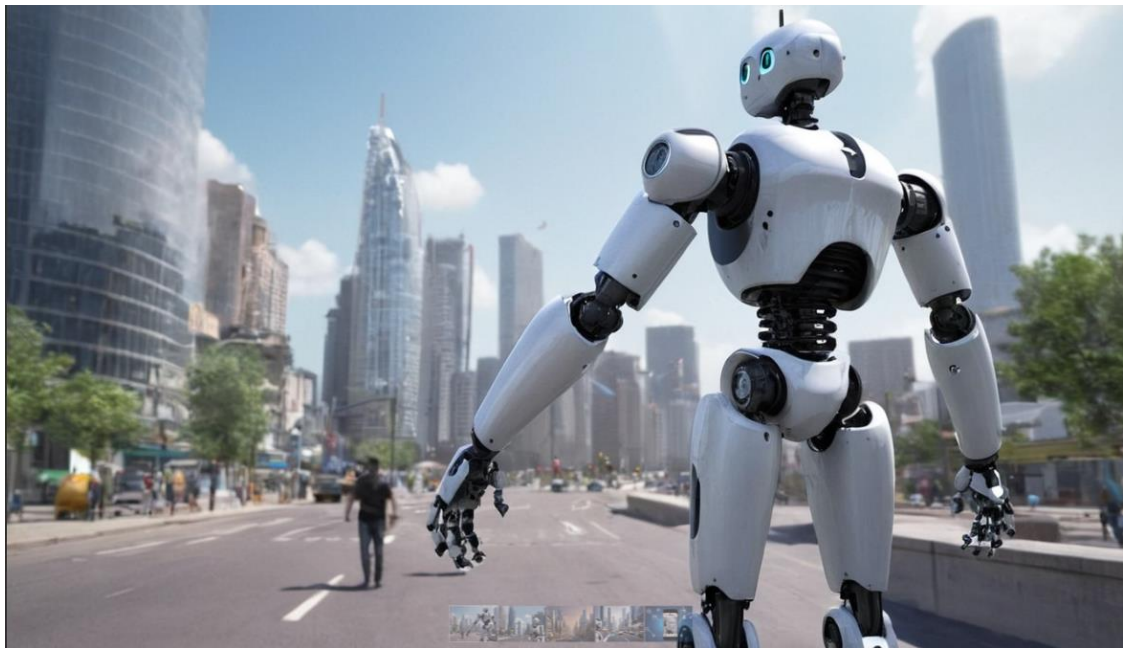
### **5.7 Έλεγχος και εφαρμογή**

Σε αυτό το στάδιο ελέγχεται το πόσο αξιόπιστο είναι το μοντέλο και η βέλτιστη λύση που μας δίνεται. Στο βήμα αυτό χρησιμοποιούνται παλαιότερα δεδομένα με γνωστά αποτελέσματα. Αν το μοντέλο μας δώσει τα ίδια αποτελέσματα, τότε μπορούμε να προχωρήσουμε στην εφαρμογή του. (Rardin, 2021)

Η εφαρμογή της λύσης στο πραγματικό πρόβλημα και σε πραγματικό χρόνο είναι το τελευταίο και πιο δύσκολο βήμα, γιατί δεν αρκεί μόνο μια καλή ερευνητική ομάδα, αλλά απαιτείται η συνεργασία και η συγκατάθεση όλων των ενδιαφερόμενων ομάδων. Ακόμη και η πιο τέλεια λύση αν εφαρμοστεί λάθος θα αποτύχει. (Rardin, 2021)



**Εικόνα 17: Βελτιστοποίηση με την βοήθεια του ΑΙ.**



**Εικόνα 18: Η τεχνητή νοημοσύνη θα βελτιώσει το μέλλον.**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> – Ανακεφαλαίωση και συμπεράσματα**

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει εξελιχθεί σε μεγάλο βαθμό τα τελευταία χρόνια. Χρησιμοποιείται αρκετά σε πολλούς τομείς και ειδικότερα στο επάγγελμα του πολιτικού μηχανικού για την διαχείριση έργου, διότι υπολογίζεται το κόστος και ο χρόνος ενός έργου πολύ εύκολα, δίνοντας την δυνατότητα στον επιβλέπων μηχανικό του εκάστοτε έργου να ελέγχει την πορεία του έργου βήμα-βήμα και να προβλέψει πιθανούς κινδύνους που πρόκειται να συναντήσει κατά την διάρκεια του έργου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να διευκολυνθεί ο μηχανικός για την πορεία του έργου και να παρουσιάσει ευκολότερα το έργο του. Με τα θετικά αποτελέσματα που φαίνεται να προσφέρει η τεχνητή νοημοσύνη στην διαχείριση έργου, ενδέχεται μελλοντικά να αντικαταστήσει πλήρως την διαχείριση του έργου, χωρίς κάποιον επιβλέπων μηχανικό.

Στην παρούσα εργασία έχουμε αναφέρει πως χρησιμοποιούνται διάφορα μοντέλα της τεχνητής νοημοσύνης για να καταλήξουμε ποιο απ' όλα καλύπτει τις ανάγκες που απαιτούνται για την διαχείριση έργου σύμφωνα με τις μεταβλητές εισόδου που εισάγαμε και τις μεταβλητές εξόδου που προκύψαν.

Με την βοήθεια του προγράμματος MatLab χρησιμοποιήσαμε ορισμένα εργαλεία της τεχνητής νοημοσύνης, προκειμένου να πετύχουμε όσο το δυνατόν ικανοποιητικότερη την διαχείριση του έργου μας. Για να έχουμε τα βέλτιστα αποτελέσματα, εκχωρήσαμε μέσα στο πρόγραμμα κωδικούς που κρίναμε ότι ήταν πιο σημαντικοί και δημιουργήσαμε στήλες ώστε να κατανοήσουμε τι δεδομένα

είχαμε και την μεταξύ τους σχέση. Έτσι, δημιουργήθηκε ένα τελικό αρχείο που κρίναμε ότι έχει την κατάλληλη σχέση μεταξύ των δεδομένων εισόδου – εξόδου.

Στην περίπτωση που τρέξουμε το πρόγραμμα και δεν λάβουμε ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα, θα χρειαστεί να βελτιώσουμε να δεδομένα που έχουμε εισάγει μέσα στο πρόγραμμα, να γίνει αναλυτικότερη προ – επεξεργασία και να γίνει καλύτερη κατανομή των κατηγοριών με καλύτερες διατάξεις ή διαχωρισμούς.



## Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική σηματοδοτεί την ολοκλήρωση των προπτυχιακών μου σπουδών στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Για την διεκπεραίωση της παρούσας εργασίας σημαντική υπήρξε η στήριξη σπουδαίων για μένα ατόμων που με κατηύθυναν και με εμπύχωσαν να συνεχίσω ως το τέλος.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέποντα καθηγήτρια μου, Δρ. Γιάννα Ατανάσοβα-Νικολαΐδου, για όλη την καθοδήγηση, τις υποδείξεις, την υπομονή και τα πολύτιμα σχόλιά του από την αρχή μέχρι το τέλος.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, χάρη στην οποία οπλίστηκα με κουράγιο και επιμονή να συνεχίσω.

## Βιβλιογραφία

Adel BELHARET, U. B. B. D. N. M. C. M. Y.-D. B. T., 2020. [Online]

Available at:

<file:///C:/Users/morto/Downloads/A%20Study%20on%20the%20Impact%20of%20Artificial%20Intelligence%20on%20Project%20Management.pdf>

[Accessed 9 11 2023].

Big Blue Data Academy, 2023. *Big Blue*. [Online]

Available at: <https://bigblue.academy/gr/kindunoi-texnitis-noimosunis>

[Accessed 15 11 2023].

By Rick A. Price, J. D. W. L. M. V., 2017. [Online]

Available at: <https://mycpm.org/wp-content/uploads/2022/10/Measurable-News-Issue-3-2017.pdf>

[Accessed 29 12 2023].

Fernandez-Rodriguez, J. C., 2015. *Ijimai Journal*. [Online]

Available at: <https://www.ijimai.org/journal/bibcite/reference/2517>

[Accessed 29 12 2023].

Guojian Cheng, A. Z., 2000. *Double Growing Neural Gas*. [Online].

Khyat, J., 2020. *Correlation Study of Project Management Method and Project Success*. [Online]

Available at: [http://junikhayatjournal.in/no\\_1\\_jan\\_20/65.pdf](http://junikhayatjournal.in/no_1_jan_20/65.pdf)

Lahmann, M., 2018. [Online]

[Accessed 29 12 2023].

Lipke, W., 2009. *The Measurable News*. [Online]

Available at:

<https://www.earnedschedule.com/docs/project%20duration%20forecasting.pdf>

[Accessed 2024].

Martín Abadi, A. A. P. B. E. B. Z. C. C. C. G. S. C. A. D. J. D. M. D. S. G. I. G.

A. H. G. I. M. I. Y. J. R. J. L., 2016. *TensorFlow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Distributed Systems*. [Online]

Available at: <https://arxiv.org/abs/1603.04467>

[Accessed 30 12 2023].

Neil Leach, 2021. *Michanicos Online*. [Online]

Available at: [https://www.michanikos-](https://www.michanikos-online.gr/%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%B9%CF%84%CE%B5%CE%BA)

[online.gr/%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%B9%CF%84%CE%B5%CE%BA](https://www.michanikos-online.gr/%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%B9%CF%84%CE%B5%CE%BA)

[Accessed 5 1 2024].

Rardin, R. L., 2021. *Βελτιστοποίηση στην επιχειρησιακή έρευνα*. 2Η ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ ed. s.l.:s.n.

Rubin, M., 2023. *Liberal*. [Online]

Available at: <https://www.liberal.gr/synenteyxeis/michael-rubin-sto-liberalgr-ergaleio-i-tehniti-noimosyni-alla-hreiazetai-prosohi>

[Accessed 6 10 2023].

SAP-Products, 2022. *SAP*. [Online]

Available at: <https://www.sap.com/greece/products/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html>

[Accessed 2 1 2024].

Ζέιμς Μανίκα, Σ. Λ. Μ. Τ. J. B. J. W. P. B. R. K. S. S., 2017. *McKinsey & Company*. [Online]

Available at: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages>

[Accessed 6 10 2023].

ΔΙΑΜΑΝΤΑΡΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, Μ. Α. Δ., 2019. *ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ*. Α' ΕΚΔΟΣΗ ed. s.l.:ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ.

Θ. Παναγιωτόπουλος, Γ. Α., 2012. *Λογικός προγραμματισμός*. [Online]

Available at:

<https://gunet2.cs.unipi.gr/modules/document/file.php/TME137/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/notes-lp-msc-inf-2012.pdf>

[Accessed 5 10 2023].

Ι. Βλαχάβας, Π. Κ. Ν. Β. Κ. Η. Σ., 2020. *Τεχνητή Νοημοσύνη*. 4η Έκδοση ed. s.l.:s.n.

Μούσας, Β. Χ., 2011. *Οικονομική και Τεχνική Βελτιστοποίηση Έργων Μηχανικού*. 2η Έκδοση ed. Αθήνα: ΟΜΙΛΟΣ ΙΩΝ.

Εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην διαχείριση έργου ενός πολιτικού μηχανικού, 2023-24  
Nέλσον, N., 2020. [Online]

Available at: <https://www.unite.ai/el/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CE%B2%CE%B1%CE%B8%CE%B9%CE%AC-%CE%BC%CE%AC%CE%B8%CE%B7%CF%83%CE%B7/>  
[Accessed 29 10 2023].

Παντελίδης, Κ., 2020. *Delta Engineering*. [Online]

Available at:

<https://www.deltaengineering.gr/%cf%84%ce%b5%cf%87%ce%bd%ce%b7%cf%84%ce%ae-%ce%bd%ce%bf%ce%b7%ce%bc%ce%bf%cf%83%cf%8d%ce%bd%ce%b7-%cf%83%cf%84%ce%b7%ce%bd-%ce%ba%ce%b1%cf%84%ce%b1%cf%83%ce%ba%ce%b5%cf%85%ce%ae/>  
[Accessed 6 1 2024].

Σταΐδης, Δ. Κ., 2017-18. *Μοντέλα και μεθοδολογίες ανάπτυξης λογισμικού*.  
[Online]

Available at: [Σταΐδης, Δρ. Κώστας](#)

[Accessed 5 10 2023].