



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΒΙΟΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ, ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΒΙΩΣΙΜΗΣ

ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

---

---

**‘Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ  
ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ (AI) ΣΤΗΝ ΒΙΩΣΙΜΗ  
ΑΝΑΠΤΥΞΗ’**

**ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ ΝΙΚΟΛΕΤΤΑ**

**ΠΕΙΡΑΙΑΣ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2025**



UNIVERSITY OF PIRAEUS

DEPARTMENT OF ECONOMICS

---

---

**“TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT AND THE USE OF  
ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) IN SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT”**

**SOTIROPOULOU NIKOLETTA**

**PIRAEUS, FEBRUARY 2025**



ΤΜΗΜΑ  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

## ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι το έργο που εκπονήθηκε και παρουσιάζεται στην υποβαλλόμενη διπλωματική εργασία, για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών, στη «*Βιοοικονομία, Κυκλική Οικονομία και Βιώσιμη Ανάπτυξη*» με τίτλο:

**“Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ (ΑΙ) ΣΤΗΝ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ”** έχει γραφτεί από εμένα αποκλειστικά στο σύνολό της. Δεν έχει υποβληθεί ούτε εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό, ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω επίσης υπεύθυνα ότι οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας αναφέρονται στο σύνολό τους, κάνοντάς πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Παράβαση της ανωτέρω

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

Υπογραφή Μεταπτυχιακού Φοιτητή

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and lines, centered on the page.

Ονοματεπώνυμο

Σωτηροπούλου Νικολεττα

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω το Πανεπιστήμιο Αθηνών και ιδιαίτερα την υπεύθυνη του μεταπτυχιακού τμήματος αλλά και την επιβλέπουσα της διπλωματικής μου εργασίας που μου έδωσε την ευκαιρία να γίνω μέλος του προγράμματος από το οποίο μου ανοίχτηκαν πολλές επαγγελματικές πόρτες και αποτέλεσε το ξεκίνημα της καριέρας μου στον κόσμο της Βιώσιμης Ανάπτυξης. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους, οικογένεια και φίλους, που στάθηκαν δίπλα μου σε όλη την διαδρομή.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα έρευνα, έχει ως στόχο της να αναδείξει μέσα από τη μέθοδο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης τις εξαιρετικές δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης (TN) να συμβάλλει στη βιώσιμη ανάπτυξη, καθώς και τις προκλήσεις και τις μελλοντικές προοπτικές, οι οποίες συνδέονται με την εφαρμογή της στο συγκεκριμένο τομέα. Η έρευνα δείχνει ότι η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ενισχύσει τη βιωσιμότητα και το περιβάλλον βελτιώνοντας τη βιώσιμη ανάπτυξη, παρακολουθώντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και προωθώντας τη δημιουργία νέων λύσεων και επιχειρηματικών τομέων που μειώνουν τη ρύπανση και παρέχουν περιβαλλοντικά οφέλη. Αναμφίβολα, όπως τονίζεται, η εφαρμογή της TN σε διάφορους τομείς πρέπει να εκτελείται με σύνεση και περίσκεψη, μετριάζοντας έτσι τις πιθανές αρνητικές περιβαλλοντικές και ηθικές επιπτώσεις. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συμβάλει σε ένα βιώσιμο μέλλον, εφόσον υπάρχει ένα ισχυρό νομικό πλαίσιο, είναι απαλλαγμένη από προκαταλήψεις και λειτουργεί αποκλειστικά με βιώσιμες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

## ABSTRACT

The present research aims to highlight, through the method of literature review, the excellent potential of artificial intelligence to contribute to sustainable development, as well as the challenges and future prospects associated with its application in this field. The research shows that Artificial Intelligence (AI) can enhance sustainability and the environment by improving sustainable development, monitoring the environmental impacts of human activities and promoting the creation of new solutions and business sectors that reduce pollution and provide environmental benefits. Undoubtedly, as emphasised, the application of AI in various sectors must be carried out prudently and judiciously, thus mitigating potential negative environmental and ethical impacts. AI can contribute to a sustainable future, provided there is a strong legal framework, it is free from bias and it operates exclusively with sustainable and renewable energy sources.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	4
ABSTRACT .....	5
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ .....	6
1 Εισαγωγή.....	9
1.1.Σκοπός και στόχοι.....	9
1.2.Μεθοδολογία έρευνας.....	9
2 Βιώσιμη Ανάπτυξη και Τεχνητή Νοημοσύνη.....	11
2.1.Ορισμός Βιώσιμης Ανάπτυξης.....	11
2.2.Σημασία τεχνολογικής ανάπτυξης για την Βιώσιμη Ανάπτυξη .....	14
2.3.Συνδυασμός τεχνολογικής και βιώσιμης ανάπτυξης: προκλήσεις και ευκαιρίες .....	17
3. Τεχνητή Νοημοσύνη (AI): Εισαγωγή και Τεχνολογικές Εφαρμογές .....	20
3.1.Ορισμός της Τεχνητής Νοημοσύνης .....	20



3.2.Εξέλιξη και εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στις επιχειρήσεις και την κοινωνία γενικότερα.....	33
3.2.1.Πλεονεκτήματα της τεχνητής νοημοσύνης .....	35
3.2.2.Μειονεκτήματα της τεχνητής νοημοσύνης .....	38
3.2.3.Εφαρμογές ανά τομέα .....	42
3.3.Χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης για την προώθηση της Βιώσιμης Ανάπτυξης: παραδείγματα και προοπτικές.....	51
4. Ο ρόλος της Τεχνητής Νοημοσύνης στη Βιώσιμη Ανάπτυξη .....	57
4.1.Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης .....	57
4.2.Προκλήσεις και πιθανά εμπόδια στη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη.....	72
4.3.Προοπτικές εφαρμογής: Πως μπορεί η Τεχνητή Νοημοσύνη να συμβάλλει στη βιώσιμη ανάπτυξη στο μέλλον.....	79
5. Συμπεράσματα και Μελλοντικές Προοπτικές.....	87
5.1.Συνοψίζοντας τα κύρια σημεία της εργασίας.....	87
5.2.Αναδεικνυοντας τη σημασία της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης για τη βιώσιμη ανάπτυξη .....	88
5.3.Προτασεις για μελλοντική έρευνα και εφαρμογές .....	88

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... 90

# 1 Εισαγωγή

## 1.1.Σκοπός και στόχοι

Σκοπός της παρούσας έρευνας, είναι να αναδείξει μέσα από τη μέθοδο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης τις αυξημένες δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης να συμβάλλει στη βιώσιμη ανάπτυξη, αλλά και τις προκλήσεις οι οποίες συνδέονται με την εφαρμογή της στο συγκεκριμένο τομέα.

Στο πλαίσιο αυτό, αναδεικνύονται οι ακόλουθοι στόχοι:

A)Ανάδειξη των δυνατοτήτων της τεχνητής νοημοσύνης να συμβάλλει στη βιώσιμη ανάπτυξη

B)Ανάδειξη των προκλήσεων που συνδέονται με τις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στη βιώσιμη ανάπτυξη

Γ)Ανάδειξη προτάσεων και μελλοντικών προοπτικών για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στη βιώσιμη ανάπτυξη

## 1.2.Μεθοδολογία έρευνας

Η παρούσα έρευνα αναπτύσσεται με τη μέθοδο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, μέσα από έρευνα σε βάσεις δεδομένων όπως το Scopus και το Google Scholar με λέξεις κλειδιά. Από τις έρευνες οι οποίες εντοπίστηκαν, επιλέχθηκαν και συμπεριελήφθησαν στην ανασκόπηση οι συναφέστερες με το θέμα, αλλά και οι πιο σύγχρονες, λαμβάνοντας υπ' όψη

πως πρόκειται για ένα επίκαιρο ζήτημα, το οποίο έχει εξελιχθεί σημαντικά κατά τα τελευταία έτη.

## 2 Βιώσιμη Ανάπτυξη και Τεχνητή Νοημοσύνη

### 2.1.Ορισμός Βιώσιμης Ανάπτυξης

Ο όρος Βιώσιμη Ανάπτυξη ορίζει την ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες (Sustainable Development Commission, 2011).

Η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης μπορεί να ερμηνευθεί με διάφορους τρόπους, αλλά στον πυρήνα της βρίσκεται μια αναπτυξιακή προσέγγιση που στοχεύει στην εξισορρόπηση των διαφόρων, και συχνά ανταγωνιστικών, απαιτήσεων της κοινωνίας με επίγνωση των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών περιορισμών που ο σύγχρονος άνθρωπος καλείται να αντιμετωπίσει (Parris & Kates, 2003).

Ακολουθώντας μία μη βιώσιμη προσέγγιση, η ανάπτυξη συχνά παρακινείται από μια συγκεκριμένη απαίτηση, χωρίς να λαμβάνονται επαρκώς υπόψη οι πιθανές μελλοντικές ή ευρύτερες συνέπειες. Αυτού του είδους η προσέγγιση έχει προκαλέσει εκτεταμένες οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως για παράδειγμα τις μεγάλης κλίμακας οικονομικές κρίσεις που προέκυψαν από αμελή τραπεζική

δραστηριότητα και τις αλλαγές στο παγκόσμιο κλίμα που προκλήθηκαν από την εξάρτησή μας από τις πηγές ενέργειας που βασίζονται στα ορυκτά καύσιμα (Carley & Christie, 2017).

Οι συνέπειες της μη βιώσιμης ανάπτυξης αναμένεται να γίνονται όλο και πιο έντονες και σοβαρές καθώς οι άνθρωποι συνεχίζουν να επενδύουν στην μη βιώσιμη ανάπτυξη. Κατά συνέπεια, απαιτείται άμεση δράση για την πρόληψη του φαινομένου (Blewitt, 2012).

Μία από τις θεμελιώδεις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης είναι η πρακτική της ανάπτυξης που δεν επιφέρει περιβαλλοντική βλάβη. Η κλιματική αλλαγή είναι μία από τις συνέπειες της παραμέλησης αυτής της προσπάθειας.

Ωστόσο, εκτός από το περιβάλλον, η βιώσιμη ανάπτυξη περιλαμβάνει ένα πολύ ευρύτερο πεδίο. Αφορά επίσης τη διασφάλιση μιας κοινωνίας που θα είναι εύρωστη, υγιής και δίκαιη. Η κοινωνική δικαιοσύνη και ισότητα συνεπάγεται την καθιέρωση ίσων ευκαιριών, την προώθηση της προσωπικής ευημερίας, της κοινωνικής συνοχής και ένταξης και την ικανοποίηση των διαφορετικών απαιτήσεων όλων των ατόμων στις σημερινές και μελλοντικές κοινότητες (Blewitt, 2012).

Η βιώσιμη ανάπτυξη είναι η διαδικασία εντοπισμού αποτελεσματικότερων μεθόδων για το παρόν και το μέλλον. Υπάρχουν πολυάριθμα πλεονεκτήματα από την εφαρμογή μιας στρατηγικής βιώσιμης ανάπτυξης βραχυπρόθεσμα έως μεσοπρόθεσμα, όπως (Sustainable Development Commission, 2011):

- Εξοικονόμηση
- Ενίσχυση της υγείας
- Ενίσχυση του περιβάλλοντος
- Ενίσχυση της κοινωνικής δικαιοσύνης
- Ισότητα

Τα Ηνωμένα Έθνη υιοθέτησαν τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ), που αναφέρονται επίσης ως Παγκόσμιοι Στόχοι, το 2015 ως μια παγκόσμια έκκληση για δράση για την εξάλειψη της φτώχειας, τη διαφύλαξη του περιβάλλοντος και την εγγύηση ότι μέχρι το 2030, όλα τα άτομα παγκοσμίως θα ζουν σε ειρήνη και ευημερία (UNDP, 2024).

Οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης βασίζονται στην αναγνώριση του γεγονότος ότι οι δράσεις που αναλαμβάνονται σε έναν τομέα θα επηρεάσουν τα αποτελέσματα σε άλλους τομείς και ότι η ανάπτυξη

πρέπει να διατηρεί ισορροπία μεταξύ της κοινωνικής, οικονομικής και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας.



Για να επιτευχθούν οι ΣΒΑ σε κάθε δεδομένο πλαίσιο, είναι επιτακτική ανάγκη ολόκληρη η κοινωνία να συνεισφέρει τους οικονομικούς πόρους, την τεχνολογική τεχνογνωσία και τις κατάλληλες προσαρμογές ως προς τις καθιερωμένες συνήθειες (UNDP, 2024).

## 2.2.Σημασία τεχνολογικής ανάπτυξης για την Βιώσιμη Ανάπτυξη

Όλες οι εταιρείες και οι κλάδοι σήμερα καλούνται να αναπτύξουν μια στρατηγική βιωσιμότητας. Οι πρωτοβουλίες αυτές αποσκοπούν στη μείωση των εκπομπών, στη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα και στον μετριασμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δραστηριοτήτων (Williams, 2024).



Η βιωσιμότητα αφορά μεθόδους που είναι ανθεκτικές και εφικτές μακροπρόθεσμα, καθώς δεν προκαλούν υπερβολική περιβαλλοντική βλάβη. Στο πλαίσιο αυτό, η βιώσιμη τεχνολογία αναφέρεται σε καινοτομίες που ενισχύουν την περιβαλλοντική επίδραση των κοινωνιών, των εταιρειών και του κάθε ατόμου. Η βιώσιμη τεχνολογία μπορεί να συνεπάγεται τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα των σχετικών εργασιών ή τη χρήση πιο βιώσιμων μεθόδων για την παραγωγή ή επεξεργασία αγαθών και την παροχή υπηρεσιών. Εναλλακτικά, μπορεί ιδανικά να επιτύχει και τους δύο στόχους (Weaver et al., 2017).

Η βιώσιμη τεχνολογία είναι αναπόσπαστο μέρος όλων των επιπέδων των πράσινων πρωτοβουλιών και πολιτικών. Εκτός από τον τομέα της παραγωγής, οι πράσινες τεχνολογίες χρησιμοποιούνται στη γεωργία και τον αστικό σχεδιασμό για την ενίσχυση της βιωσιμότητας (Nizetic et al., 2020).

Ενδεικτικά, η βιώσιμη τεχνολογία στη γεωργία χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση των επιπέδων νερού και της υγείας των καλλιεργειών, με στόχο την ενίσχυση της παραγωγής και τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης νερού. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της υγείας των καλλιεργειών με κάμερες και οπτική τεχνητή νοημοσύνη που βασίζεται στη μηχανική μάθηση. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη είναι ικανά να χορηγούν λίπασμα. Αυτά μπορούν

να μειώσουν σημαντικά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε σύγκριση με τα τρακτέρ και δεν βλάπτουν το υποκείμενο έδαφος, όπως θα έκανε ένα βαρύ μηχάνημα επτά τόνων (Williams, 2024).

Στον σχεδιασμό και την κατασκευή, οι προωθητικές βιώσιμες τεχνολογίες περιλαμβάνουν συστήματα που συλλέγουν το νερό της βροχής για χρήση από ιδιώτες (Liu, 2018). Το ηλεκτροχρωμικό γυαλί, το οποίο σκουραίνει ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες, μπορεί να μειώσει σημαντικά τη χρήση ενέργειας των συστημάτων HVAC.

Επιπλέον, υπάρχουν γνωστές τεχνολογίες βιωσιμότητας, όπως οι ηλιακοί συλλέκτες, οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν στο 3,7% των νοικοκυριών των ΗΠΑ το 2020, όπως αναφέρει το Consumer Affairs. Τα ανακυκλωμένα υλικά μπορούν επίσης να χρησιμεύσουν ως μόνωση κτιρίων, αποτελώντας παράδειγμα εφαρμογής της κλωστοϋφαντουργικής τεχνολογίας.

Στην υγειονομική περίθαλψη, οι ηλεκτρονικοί φάκελοι υγείας (EHR) εξαλείφουν την ανάγκη για χάρτινη τεκμηρίωση και διευκολύνουν τη μετάδοση πληροφοριών μεταξύ των επαγγελματιών υγείας. Η τηλεϊατρική, η οποία περιλαμβάνει εξ αποστάσεως διαβουλεύσεις μέσω τηλεφώνου ή κάμερας, οδηγεί εγγενώς σε μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, λόγω της θεμελιωδώς προβληματικής φύσης της υπερβολικής εξάρτησης από τέτοιες πρακτικές (Blobel et al., 2009).

Η βιώσιμη τεχνολογία έχει επίσης χρησιμοποιηθεί εκτενώς στον τομέα της βιοτεχνίας. Οι υπηρεσίες εικονικής δοκιμής μπορούν να εξοικονομήσουν σημαντικά τις επιστροφές και τα απόβλητα. Αυτές οι ψηφιακές αναπαραστάσεις των ενδυμάτων μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν στη διαδικασία προμήθειας λιανικής πώλησης, εξαλείφοντας την ανάγκη μεταφοράς πολλών πραγματικών δειγμάτων (Okafor et al., 2021).

Ακόμη, πολυάριθμες φιλικές προς το περιβάλλον εναλλακτικές λύσεις του πολυεστέρα είναι πλέον διαθέσιμες για την παραγωγή ενδυμάτων. Ο πολυεστέρας θα παραμείνει τελικά σε μια χωματερή για δεκαετίες λόγω της μη βιοδιασπώμενης φύσης του. Το μπαμπού, η κάνναβη, το TENCEL και το κασμίρ σόγιας έχουν φθάσει σε επίπεδο προόδου που τα καθιστά απολύτως κατάλληλα για την παραγωγή ενδυμάτων (Williams, 2024).

Η βιώσιμη τεχνολογία εφαρμόζεται στις αστικές υποδομές για τον οδοφωτισμό, συμπεριλαμβανομένης της μετάβασης στον φωτισμό LED, γνωστό ως φωτισμό στερεάς κατάστασης (SSL), ο οποίος μειώνει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας. Έξυπνοι αισθητήρες μπορούν να προσαρμόζουν τα επίπεδα φωτισμού με βάση τις συνθήκες φωτισμού του περιβάλλοντος ή την κίνηση των πεζών στην περιοχή (Schulte-Römer et al., 2019).

Η αστική βιώσιμη τεχνολογία έχει επίσης κάποια ευθύνη για τη διευκόλυνση της μετάβασης από τις μηχανές εσωτερικής καύσης στις

ηλεκτροκίνητες μεταφορές. Αυτό συνεπάγεται την ανάπτυξη υποδομών για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων και την ενισχυμένη χρήση ηλεκτροκίνητων οχημάτων δημόσιων μεταφορών, συμπεριλαμβανομένων των λεωφορείων. Όλα τα παραπάνω, αποτελούν ορισμένα, ελάχιστα παραδείγματα των εφαρμογών της βιώσιμης τεχνολογίας. Με την ανάπτυξη των αναδύομενων τεχνολογιών, τα οφέλη και η σύγκλιση τεχνολογίας και βιωσιμότητας, είναι θεμελιώδη (Weaver et al., 2017).

### 2.3.Συνδυασμός τεχνολογικής και βιώσιμης ανάπτυξης: προκλήσεις και ευκαιρίες

Το πρωταρχικό πλεονέκτημα της βιώσιμης τεχνολογίας έγκειται στον μετριασμό των βλαβερών περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ωστόσο, η τεχνολογία αυτή μπορεί επίσης να οδηγήσει σε αυξημένη αποδοτικότητα, μειωμένες δαπάνες και μειωμένη κατανάλωση πόρων σε ορισμένες περιπτώσεις (Williams, 2024).

Η βιώσιμη τεχνολογία μπορεί να βελτιώσει την ατμόσφαιρα και να οδηγήσει σε άμεσα και απτά περιβαλλοντικά οφέλη, ιδιαίτερα σε πόλεις που χρησιμεύουν ως τουριστικοί προορισμοί, σε πολυπληθείς περιοχές ή σε τόπους που φιλοξενούν έναν εκτενή αριθμό βιομηχανιών υψηλών ρύπων (Liu, 2018).

Ορισμένες κυβερνήσεις προσφέρουν φορολογικά κίνητρα για τη χρήση βιώσιμης τεχνολογίας, καθώς αντιλαμβάνονται ότι αποτελεί μια συνετή οικονομική απόφαση μεσοπρόθεσμα έως μακροπρόθεσμα (Liu, 2018).

Η βιώσιμη τεχνολογία ενσωματώνει την ενισχυμένη χρήση αισθητήρων και συσκευών του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), οι οποίες είναι βέλτιστες για τη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας σε διάφορους τομείς. Ακόμη, ενσωματώνονται εργαλεία όπως η τεχνητή νοημοσύνη, η ρομποτική και τα μεγάλα δεδομένα. Ωστόσο, αυτές οι τεχνολογίες, διαθέτουν τις δικές τους προκλήσεις στον τομέα της ασφάλειας. Όταν ένα σύστημα είναι συνδεδεμένο στο διαδίκτυο, είναι εγγενώς ευάλωτο σε σφάλματα, απώλεια δεδομένων ή παραβίαση. Η βιώσιμη τεχνολογία διαθέτει το δικό της ενεργειακό αποτύπωμα, γεγονός που καθιστά αναγκαία μια ρεαλιστική και αντικειμενική προσέγγιση για να διαπιστωθεί ότι τα συνολικά πλεονεκτήματα είναι τόσο σημαντικά όσο αρχικά φαίνονται. Ομοίως, η βιώσιμη τεχνολογία μπορεί να αντιμετωπίσει πρόβλημα ηλεκτρονικών αποβλήτων, ιδίως εάν εξαρτάται από αισθητήρες IoT με περιορισμένη διάρκεια ζωής (Nizetic et al., 2020).

Παρόλο που πολλοί μελετητές θεωρούν την απόκλιση της ανθρωπότητας από τον φυσικό τρόπο ζωής ως βασικό παράγοντα που συμβάλλει στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος, προς το παρόν είναι απαραίτητο για την

ανθρωπότητα να βασιστεί στην τεχνολογία για τον μετριασμό της εκτεταμένης περιβαλλοντικής βλάβης (Weaver et al., 2017).

Η βιώσιμη τεχνολογία, παρά τις εγγενείς προκλήσεις της, χρησιμεύει ως βασικό εργαλείο στις περιβαλλοντικές πρωτοβουλίες σε όλα τα επίπεδα (Williams, 2024).

## 3. Τεχνητή Νοημοσύνη (AI): Εισαγωγή και Τεχνολογικές Εφαρμογές

### 3.1. Ορισμός της Τεχνητής Νοημοσύνης

Η τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται στην αναπαραγωγή των ανθρώπινων γνωστικών λειτουργιών από υπολογιστές και κυρίως από συστήματα υπολογιστών. Οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, συστήματα αυτοματοποίησης, επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP), αναγνώριση ομιλίας και μηχανική όραση (Craig, 2024).

Η τεχνητή νοημοσύνη απαιτεί συγκεκριμένο υλικό και λογισμικό για την ανάπτυξη και την εκπαίδευση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης. Καμία γλώσσα προγραμματισμού δεν χρησιμοποιείται εξ ολοκλήρου στην TN-ωστόσο, η Python, η R, η Java, η C++ και η Julia αποτελούν εξέχουσες επιλογές μεταξύ των προγραμματιστών TN (Khasawneh et al., 2024).

Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης συνήθως λειτουργούν αφομοιώνοντας εκτεταμένους όγκους επισημασμένων δεδομένων εκπαίδευσης, εξετάζοντας αυτά τα δεδομένα για συσχετίσεις και μοτίβα και χρησιμοποιώντας αυτά τα μοτίβα για την πρόβλεψη μελλοντικών καταστάσεων (Craig, 2024).

Για παράδειγμα, ένα AI chatbot που εκπαιδεύεται σε δείγματα κειμένου μπορεί να παράγει ρεαλιστικούς διαλόγους με άτομα, ενώ ένα σύστημα αναγνώρισης εικόνων μπορεί να μάθει να αναγνωρίζει και να εντοπίζει αντικείμενα σε φωτογραφίες αναλύοντας εκατομμύρια περιπτώσεις. Οι μεθοδολογίες δημιουργικής TN, οι οποίες έχουν προχωρήσει γρήγορα τα τελευταία χρόνια, είναι ικανές να παράγουν ρεαλιστικά κείμενα, γραφικά, μουσική και διάφορες άλλες μορφές μέσω (Khasawneh et al., 2024).

Η ανάπτυξη των συστημάτων TN δίνει έμφαση στις γνωστικές δεξιότητες, συμπεριλαμβανομένων των ακόλουθων (Omehia et al., 2020; Craig, 2024):

**Απόκτηση γνώσεων:** Η συγκεκριμένη πτυχή του προγραμματισμού TN συνεπάγεται την απόκτηση δεδομένων και τη διατύπωση κανόνων, που αναφέρονται ως αλγόριθμοι, για τη μετατροπή τους σε αξιοποιήσιμη γνώση. Αυτοί οι αλγόριθμοι παρέχουν στα υπολογιστικά συστήματα διαδοχικές οδηγίες για την εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών.

**Αιτιολόγηση:** Η αιτιολόγηση περιλαμβάνει την επιλογή του κατάλληλου αλγορίθμου για την επίτευξη ενός συγκεκριμένου αποτελέσματος.

**Αυτόματη διόρθωση:** Η αυτόματη διόρθωση αφορά αλγορίθμους που μαθαίνουν και βελτιώνονται διαρκώς για να παρέχουν τα ακριβέστερα δυνατά αποτελέσματα.



Εφευρετικότητα: η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιεί νευρωνικά δίκτυα, συστήματα βασισμένα σε κανόνες, στατιστικές μεθοδολογίες και πολλές τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης για την παραγωγή νέων οπτικών μέσων, κειμένων, μουσικής, εννοιών και άλλων (Craig, 2024).

Οι όροι τεχνητή νοημοσύνη, μηχανική μάθηση και βαθιά μάθηση χρησιμοποιούνται συχνά εναλλακτικά, ωστόσο, διαφοροποιούνται σημαντικά μεταξύ τους. Η τεχνητή νοημοσύνη είναι μία γενική έννοια που ορίζει τα συστήματα που μιμούνται την ανθρώπινη νοημοσύνη, ενώ η μηχανική μάθηση και η βαθιά μάθηση αντιπροσωπεύουν συγκεκριμένες μεθοδολογίες σε αυτόν τον τομέα (Nikolenko, 2022).

Ο όρος TN, που εισήχθη τη δεκαετία του 1950, περιλαμβάνει ένα ποικίλο και διευρυνόμενο φάσμα τεχνολογιών που έχουν σχεδιαστεί για την αντιγραφή της ανθρώπινης νοημοσύνης, συμπεριλαμβανομένης της μηχανικής μάθησης και της βαθιάς μάθησης. Η μηχανική μάθηση επιτρέπει στο λογισμικό να εντοπίζει ανεξάρτητα μοτίβα και να προβλέπει αποτελέσματα χρησιμοποιώντας ιστορικά δεδομένα ως δεδομένα εισόδου. Αυτή η μέθοδος έγινε όλο και πιο αποτελεσματική λόγω της προσβασιμότητας εκτεταμένων συνόλων δεδομένων εκπαίδευσης. Η βαθιά μάθηση, ένας κλάδος της μηχανικής μάθησης, επιδιώκει να αναπαράγει την αρχιτεκτονική του εγκεφάλου μέσω ιεραρχικών νευρωνικών δικτύων.

Υποστηρίζει πολυάριθμες σημαντικές ανακαλύψεις και πρόσφατες εξελίξεις στην ΤΝ, όπως τα οχήματα χωρίς οδηγό και το chat bot που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη.

Η τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης, και ιδιαίτερα τα μοντέλα βαθιάς μάθησης, όπως τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, μπορούν να αναλύουν εκτεταμένα σύνολα δεδομένων πιο γρήγορα και να παρέχουν προβλέψεις με μεγαλύτερη ακρίβεια από τους ανθρώπους (Huang et al., 2022). Ο τεράστιος όγκος δεδομένων που παράγεται καθημερινά θα ήταν αδύνατο να αναλυθεί και ακόμη και να ταξινομηθεί από έναν άνθρωπο ερευνητή, ενώ οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιούν τη μηχανική μάθηση μπορούν να μετατρέψουν γρήγορα αυτά τα δεδομένα σε χρήσιμες γνώσεις (Craig, 2024).

Ένα βασικό μειονέκτημα της τεχνητής νοημοσύνης είναι το υψηλό κόστος που συνδέεται με την επεξεργασία των σημαντικών όγκων δεδομένων που απαιτεί. Καθώς οι μεθοδολογίες ΤΝ ενσωματώνονται σε ολοένα και περισσότερα προϊόντα και υπηρεσίες, οι εταιρείες πρέπει να επαγρυπνούν όσον αφορά την ικανότητα της ΤΝ να δημιουργεί μεροληπτικά και διακριτικά συστήματα, είτε σκόπιμα είτε ακούσια (Omehia et al., 2020).

Ωστόσο, η τεχνητή νοημοσύνη επαυξάνει τις τεχνολογίες αυτοματοποίησης, διευρύνοντας το πεδίο εφαρμογής, την πολυπλοκότητα

και την ποσότητα των εργασιών που είναι επιλέξιμες για αυτοματοποίηση. Η αυτοματοποίηση ρομποτικών διαδικασιών (RPA) αποτελεί παράδειγμα της αυτοματοποίησης επαναλαμβανόμενων, βασισμένων σε κανόνες εργασιών επεξεργασίας δεδομένων που εκτελούνταν συμβατικά από ανθρώπους. Η ενσωμάτωση των δυνατοτήτων τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης επιτρέπει στα ρομπότ RPA να προσαρμόζονται σε νέα δεδομένα και να ανταποκρίνονται δυναμικά στις αλλαγές των διαδικασιών που απαιτεί η κάθε εργασία, επιτρέποντας έτσι στο RPA να χειρίζεται πιο περίπλοκες ροές εργασίας (Sharma & Gar, 2021).

Η μηχανική μάθηση είναι η επιστήμη της καθοδήγησης των υπολογιστών να αντλούν γνώση από δεδομένα και να λαμβάνουν αποφάσεις αυτόνομα, χωρίς ρητό προγραμματισμό. Η βαθιά μάθηση, ένας κλάδος της μηχανικής μάθησης, χρησιμοποιεί πολύπλοκα νευρωνικά δίκτυα για την εκτέλεση μιας προηγμένης παραλλαγής της προγνωστικής ανάλυσης.

Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις πρωταρχικούς τύπους: μάθηση με επίβλεψη, μάθηση χωρίς επίβλεψη και μάθηση ενίσχυσης (Craig, 2024).

Η επιβλεπόμενη μάθηση εκπαιδεύει μοντέλα σε σύνολα δεδομένων με ετικέτες, επιτρέποντάς τους να αναγνωρίζουν με ακρίβεια μοτίβα, να προβλέπουν αποτελέσματα ή να ταξινομούν νέα δεδομένα. Η μάθηση

χωρίς επίβλεψη εκπαιδεύει τα μοντέλα να ταξινομούν μη επισημασμένα σύνολα δεδομένων για να βρουν υποκείμενες σχέσεις ή ομάδες.

Η ενισχυτική μάθηση ακολουθεί μια διαφορετική προσέγγιση, κατά την οποία τα μοντέλα μαθαίνουν να λαμβάνουν αποφάσεις ενεργώντας ως πράκτορες και λαμβάνοντας ανατροφοδότηση σχετικά με τις ενέργειές τους (Nikolenko, 2022).

Υπάρχει επίσης η μάθηση με ημιεπίβλεψη, η οποία συνδυάζει πτυχές των προσεγγίσεων με επίβλεψη και χωρίς επίβλεψη. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιεί μια μικρή ποσότητα επισημασμένων δεδομένων και μια μεγαλύτερη ποσότητα μη επισημασμένων δεδομένων, βελτιώνοντας έτσι την ακρίβεια της μάθησης και μειώνοντας παράλληλα την ανάγκη για επισημασμένα δεδομένα, η προμήθεια των οποίων μπορεί να είναι χρονοβόρα και επίπονη (Craig, 2024).

Η υπολογιστική όραση είναι ένας τομέας της τεχνητής νοημοσύνης που επικεντρώνεται στη διδασκαλία των μηχανών σε σχέση με το πώς να ερμηνεύουν τον οπτικό κόσμο. Αναλύοντας οπτικές πληροφορίες, όπως εικόνες από κάμερες και βίντεο, χρησιμοποιώντας μοντέλα βαθιάς μάθησης, τα συστήματα υπολογιστικής όρασης μπορούν να μάθουν να αναγνωρίζουν και να ταξινομούν αντικείμενα και να λαμβάνουν αποφάσεις με βάση αυτές τις αναλύσεις (Sharma & Gar, 2021).

Ο πρωταρχικός στόχος της υπολογιστικής όρασης είναι η αναπαραγωγή ή η βελτίωση του ανθρώπινου οπτικού συστήματος με τη χρήση αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης (Huang et al., 2022). Η υπολογιστική όραση χρησιμοποιείται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, από την αναγνώριση υπογραφών έως την ανάλυση ιατρικών εικόνων και τα αυτόνομα οχήματα. Η μηχανική όραση, όρος που συχνά συγχέεται με την όραση υπολογιστών, αναφέρεται συγκεκριμένα στη χρήση της όρασης υπολογιστών για την ανάλυση δεδομένων κάμερας και βίντεο σε πλαίσια βιομηχανικού αυτοματισμού, όπως οι διαδικασίες παραγωγής στη μεταποίηση (Craig, 2024).

Ο όρος NLP (επεξεργασία φυσικής γλώσσας) αναφέρεται στην επεξεργασία της ανθρώπινης γλώσσας από προγράμματα υπολογιστών. Οι αλγόριθμοι NLP μπορούν να ερμηνεύουν και να αλληλεπιδρούν με την ανθρώπινη γλώσσα, εκτελώντας εργασίες όπως η μετάφραση, η αναγνώριση ομιλίας και η ανάλυση συναισθήματος. Ένα από τα παλαιότερα και πιο γνωστά παραδείγματα NLP είναι η ανίχνευση ανεπιθύμητων μηνυμάτων, η οποία εξετάζει τη γραμμή θέματος και το κείμενο ενός ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και αποφασίζει αν πρόκειται για ανεπιθύμητα μηνύματα (Sharma & Gar, 2021). Πιο προηγμένες εφαρμογές του NLP περιλαμβάνουν LLMs όπως το ChatGPT και το Claude της Anthropic (Khasawneh et al., 2024).

Η ρομποτική είναι ένας ακόμη τομέας της μηχανικής που επικεντρώνεται στο σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία ρομπότ: αυτοματοποιημένες μηχανές που αναπαράγουν και αντικαθιστούν ανθρώπινες ενέργειες, ιδίως εκείνες που είναι δύσκολο, επικίνδυνο ή κουραστικό να εκτελέσει ο άνθρωπος. Παραδείγματα εφαρμογών της ρομποτικής περιλαμβάνουν την κατασκευή, όπου τα ρομπότ εκτελούν επαναλαμβανόμενες ή επικίνδυνες εργασίες σε γραμμές συναρμολόγησης, και εξερευνητικές αποστολές σε μακρινές, δύσκολα προσβάσιμες περιοχές, όπως το διάστημα και τα βάθη της θάλασσας (Craig, 2024).

Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης διευρύνει σημαντικά τις δυνατότητες των ρομπότ, επιτρέποντάς τους να λαμβάνουν καλύτερα τεκμηριωμένες αυτόνομες αποφάσεις και να προσαρμόζονται σε νέες καταστάσεις και δεδομένα. Για παράδειγμα, τα ρομπότ με δυνατότητες μηχανικής όρασης μπορούν να μάθουν να ταξινομούν αντικείμενα σε μια γραμμή εργοστασίου με βάση το σχήμα και το χρώμα (Sharma & Gar, 2021).

Ο όρος γενετική ΤΝ ή generative AI αναφέρεται σε συστήματα μηχανικής μάθησης που μπορούν να παράγουν νέα δεδομένα από κείμενο και εικόνες, αλλά και ήχο, βίντεο, κώδικα λογισμικού, ακόμη και γενετικές ακολουθίες και πρωτεϊνικές δομές. Μέσω της εκπαίδευσης σε μαζικά σύνολα

δεδομένων, οι αλγόριθμοι αυτοί μαθαίνουν σταδιακά τα μοτίβα των τύπων μέσων που θα τους ζητηθεί να δημιουργήσουν, επιτρέποντάς τους αργότερα να δημιουργήσουν νέο περιεχόμενο που μοιάζει με αυτά τα δεδομένα εκπαίδευσης (Craig, 2024).

Η γενετική τεχνητή νοημοσύνη γνώρισε ταχεία αύξηση της δημοτικότητας μετά την εισαγωγή ευρέως διαθέσιμων γεννητριών κειμένου και εικόνων, όπως οι ChatGPT, Dall-E και Midjourney, και εφαρμόζεται όλο και περισσότερο σε επιχειρηματικά περιβάλλοντα. Ενώ οι δυνατότητες πολλών εργαλείων δημιουργικής ΤΝ είναι εντυπωσιακές, εγείρουν επίσης ανησυχίες σχετικά με ζητήματα όπως τα πνευματικά δικαιώματα, η δίκαιη χρήση και η ασφάλεια, τα οποία παραμένουν αντικείμενο ανοιχτής συζήτησης στον τεχνολογικό τομέα (Sharma & Gar, 2021).

Ενώ τα εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης παρουσιάζουν μια σειρά νέων λειτουργιών για τις επιχειρήσεις, η χρήση τους εγείρει σημαντικά ηθικά ζητήματα. Καλώς ή κακώς, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης ενισχύουν ό,τι έχουν ήδη μάθει, πράγμα που σημαίνει ότι αυτοί οι αλγόριθμοι εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα δεδομένα στα οποία εκπαιδεύονται. Επειδή ένας άνθρωπος επιλέγει αυτά τα δεδομένα εκπαίδευσης, η πιθανότητα μεροληψίας είναι εγγενής και πρέπει να παρακολουθείται στενά (Nikolenko, 2022).

Η δημιουργική TN προσθέτει ένα ακόμη επίπεδο ηθικής πολυπλοκότητας. Αυτά τα εργαλεία μπορούν να παράγουν εξαιρετικά ρεαλιστικά και αληθοφανή κείμενα, εικόνες και ήχο - μια χρήσιμη ικανότητα για πολλές νόμιμες εφαρμογές, αλλά και ένας πιθανός φορέας παραπληροφόρησης και επιβλαβούς περιεχομένου, όπως τα deepfakes (Craig, 2024).

Κατά συνέπεια, όποιος επιθυμεί να χρησιμοποιήσει τη μηχανική μάθηση σε συστήματα παραγωγής στον πραγματικό κόσμο πρέπει να συνυπολογίσει την ηθική στις διαδικασίες εκπαίδευσης της τεχνητής νοημοσύνης και να προσπαθήσει να αποφύγει ανεπιθύμητες προκαταλήψεις. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για αλγορίθμους TN που στερούνται διαφάνειας, όπως τα πολύπλοκα νευρωνικά δίκτυα που χρησιμοποιούνται στη βαθιά μάθηση (Craig, 2024).

Η υπεύθυνη τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται στην ανάπτυξη και εφαρμογή ασφαλών, συμβατών και κοινωνικά επωφελών συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης. Προωθείται από ανησυχίες σχετικά με την αλγοριθμική προκατάληψη, την έλλειψη διαφάνειας και τις ακούσιες συνέπειες (Khasawneh et al., 2024). Η έννοια έχει τις ρίζες της σε μακροχρόνιες συζητήσεις γύρω από την ηθική της TN, αλλά απέκτησε μεγάλη σημασία καθώς τα εργαλεία της γενετικής TN έγιναν ευρέως διαθέσιμα - και, κατά συνέπεια, οι κίνδυνοι τους έγιναν πιο ανησυχητικοί. Η ενσωμάτωση των



αρχών της υπεύθυνης ΤΝ στις επιχειρηματικές στρατηγικές βοηθά τους οργανισμούς να μετριάσουν τους κινδύνους και να ενισχύσουν την εμπιστοσύνη του κοινού (Khasawneh et al., 2024).

Η λογοδοσία, ή η ικανότητα κατανόησης του τρόπου με τον οποίο ένα σύστημα ΤΝ λαμβάνει αποφάσεις, είναι ένας αυξανόμενος τομέας ενδιαφέροντος στην έρευνα ΤΝ (Huang et al., 2022). Η έλλειψη επεξηγηματικότητας αποτελεί πιθανό εμπόδιο για τη χρήση της ΤΝ σε κλάδους με αυστηρές απαιτήσεις κανονιστικής συμμόρφωσης. Για παράδειγμα, οι νόμοι περί δίκαιου δανεισμού απαιτούν από τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα των ΗΠΑ να εξηγούν τις αποφάσεις τους για τη χορήγηση πιστώσεων στους αιτούντες δάνεια και πιστωτικές κάρτες. Ωστόσο, όταν τα προγράμματα ΤΝ λαμβάνουν τέτοιες αποφάσεις, οι λεπτές συσχετίσεις μεταξύ χιλιάδων μεταβλητών μπορεί να δημιουργήσουν ένα πρόβλημα «μαύρου κουτιού», όπου η διαδικασία λήψης αποφάσεων του συστήματος είναι αδιαφανής (Huang et al., 2022).

Στο πλαίσιο αυτό, εντοπίζονται οι ακόλουθες ηθικές προκλήσεις της τεχνητής νοημοσύνης (Craig, 2024):

A. Μεροληψία λόγω ακατάλληλα εκπαιδευμένων αλγορίθμων και ανθρώπινων προκαταλήψεων ή παραλείψεων.

Β. Κατάχρηση της παραγωγικής ΤΝ για την παραγωγή deepfakes, απάτες phishing και άλλου επιβλαβούς περιεχομένου.

Γ. Νομικές ανησυχίες, συμπεριλαμβανομένων των ζητημάτων συκοφαντικής δυσφήμισης και πνευματικών δικαιωμάτων της ΤΝ.

Δ. Εκτόπιση θέσεων εργασίας λόγω της αυξανόμενης χρήσης της ΤΝ για την αυτοματοποίηση καθηκόντων στο χώρο εργασίας.

Ε. Προβληματισμοί σχετικά με την προστασία της ιδιωτικής ζωής, ιδίως σε τομείς όπως ο τραπεζικός, ο υγειονομικός και ο νομικός τομέας που ασχολούνται με ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα.

Παρά τους δυνητικούς κινδύνους, υπάρχουν επί του παρόντος λίγοι κανονισμοί που διέπουν τη χρήση εργαλείων ΤΝ, και πολλοί υφιστάμενοι νόμοι εφαρμόζονται στην ΤΝ έμμεσα και όχι ρητά. Για παράδειγμα, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι αμερικανικοί κανονισμοί περί δίκαιου δανεισμού, όπως ο νόμος περί ίσων πιστωτικών ευκαιριών, απαιτούν από τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα να εξηγούν τις πιστωτικές αποφάσεις στους δυνητικούς πελάτες. Αυτό περιορίζει τον βαθμό στον οποίο οι δανειστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν αλγορίθμους βαθιάς μάθησης, οι οποίοι από τη φύση τους είναι αδιαφανείς και στερούνται επεξηγηματικότητας (Craig, 2024).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δραστηριοποιηθεί προληπτικά στην αντιμετώπιση της διακυβέρνησης της ΤΝ. Ο Γενικός Κανονισμός της ΕΕ για την Προστασία Δεδομένων (ΓΚΠΔ) επιβάλλει ήδη αυστηρά όρια στον τρόπο με τον οποίο οι επιχειρήσεις μπορούν να χρησιμοποιούν τα δεδομένα των καταναλωτών, επηρεάζοντας την εκπαίδευση και τη λειτουργικότητα πολλών εφαρμογών ΤΝ που απευθύνονται στους καταναλωτές. Επιπλέον, ο νόμος της ΕΕ για την τεχνητή νοημοσύνη, ο οποίος αποσκοπεί στη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου ρυθμιστικού πλαισίου για την ανάπτυξη και την ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης, τέθηκε σε ισχύ τον Αύγουστο του 2024. Η Πράξη επιβάλλει διαφορετικά επίπεδα ρύθμισης στα συστήματα ΤΝ με βάση την επικινδυνότητά τους, με τομείς όπως η βιομετρία και οι κρίσιμες υποδομές να τυγχάνουν μεγαλύτερης προσοχής (Khasawneh et al., 2024; Nikolenko, 2022).

Η διαμόρφωση νόμων για τη ρύθμιση της ΤΝ δεν θα είναι εύκολη, εν μέρει επειδή η ΤΝ περιλαμβάνει μια ποικιλία τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για διαφορετικούς σκοπούς και εν μέρει επειδή οι κανονισμοί μπορούν να καταπνίξουν την πρόοδο και την ανάπτυξη της ΤΝ, προκαλώντας αντιδράσεις στον κλάδο. Η ραγδαία εξέλιξη των τεχνολογιών ΤΝ είναι ένα άλλο εμπόδιο για τη διαμόρφωση ουσιαστικών κανονισμών, όπως και η έλλειψη διαφάνειας της ΤΝ, η οποία καθιστά δύσκολο να κατανοήσουμε πώς οι αλγόριθμοι καταλήγουν στα αποτελέσματά τους (Khasawneh et al.,

2024). Επιπλέον, οι τεχνολογικές ανακαλύψεις και οι νέες εφαρμογές, όπως το ChatGPT και το Dall-E, μπορούν γρήγορα να καταστήσουν τους υφιστάμενους νόμους παρωχημένους (Craig, 2024).

### 3.2.Εξέλιξη και εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στις επιχειρήσεις και την κοινωνία γενικότερα

Η τεχνητή νοημοσύνη είναι σημαντική λόγω της ικανότητάς της να μεταμορφώνει τον τρόπο ζωής των ανθρώπων, τα επαγγέλματα και τις ψυχαγωγικές δραστηριότητες. Έχει αξιοποιηθεί αποτελεσματικά στις επιχειρήσεις για την αυτοματοποίηση εργασιών που ιστορικά εκτελούνταν από ανθρώπους, όπως η εξυπηρέτηση πελατών, η δημιουργία δεδομένων, η ανίχνευση απάτης και ο ποιοτικός έλεγχος(Nikolenko, 2022).

Σε ορισμένους τομείς, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να κάνει εργασίες με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και ακρίβεια από οι άνθρωποι. Είναι ιδιαίτερα επωφελής για επαναλαμβανόμενες, λεπτομερειακές εργασίες, όπως ο ενδεδειγμένος έλεγχος εκτεταμένων νομικών εγγράφων για την εξακρίβωση της ακριβούς συμπλήρωσης βασικών πεδίων. Η ικανότητα της τεχνητής νοημοσύνης να αναλύει εκτεταμένα σύνολα δεδομένων παρέχει στους οργανισμούς γνώσεις σχετικά με τις δραστηριότητές τους, οι οποίες διαφορετικά μπορεί να περνούσαν απαρατήρητες. Η ταχέως πολλαπλασιαζόμενη ποικιλία εργαλείων δημιουργικής τεχνητής νοημοσύνης αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη σημασία σε διάφορους τομείς,

όπως η εκπαίδευση, το μάρκετινγκ και ο σχεδιασμός προϊόντων (Craig, 2024).

Οι εξελίξεις στις μεθοδολογίες TN έχουν βελτιώσει σημαντικά την αποδοτικότητα και έχουν δημιουργήσει νέες οικονομικές ευκαιρίες για ορισμένες μεγάλες εταιρείες (Sharma & Gar, 2021). Για παράδειγμα, πριν από την πρόσφατη έξαρση της TN, ήταν δύσκολο να φανταστεί κανείς τη χρήση λογισμικού για τη διευκόλυνση των υπηρεσιών ταξί κατά παραγγελία- παρ' όλα αυτά, η εταιρεία Uber έφτασε στο επίπεδο Fortune 500 επιτυγχάνοντας ακριβώς αυτό.

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει καταστεί αναπόσπαστο στοιχείο για πολλές εξέχουσες και ευημερούσες εταιρείες, όπως η Alphabet, η Apple, η Microsoft και η Meta, οι οποίες αξιοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη για να βελτιώσουν τις δραστηριότητές τους και να ξεπεράσουν τους ανταγωνιστές τους (Khasawneh et al., 2024).

Στη θυγατρική της Alphabet, την Google, η τεχνητή νοημοσύνη είναι αναπόσπαστο μέρος της ομώνυμης μηχανής αναζήτησης, ενώ η επιχείρηση αυτοκινούμενων αυτοκινήτων Waymo ξεκίνησε ως παράρτημα της Alphabet. Το ερευνητικό εργαστήριο Google Brain ανέπτυξε την αρχιτεκτονική του μετασχηματιστή που υποστηρίζει τις πρόσφατες

εξελίξεις στην επεξεργασία φυσικής γλώσσας, συμπεριλαμβανομένου του ChatGPT της OpenAI (Craig, 2024).

### 3.2.1. Πλεονεκτήματα της τεχνητής νοημοσύνης

Η τεχνητή νοημοσύνη ενδείκνυται για δραστηριότητες που απαιτούν τον εντοπισμό μοτίβο και σχέσεων στα δεδομένα που ο άνθρωπος δεν μπορεί να επεξεργαστεί. Για παράδειγμα, στην ογκολογία, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης έχουν επιδείξει σημαντική ακρίβεια στον εντοπισμό κακοηθειών σε πρώιμο στάδιο, συμπεριλαμβανομένου του καρκίνου του μαστού και του μελανώματος, εντοπίζοντας περιοχές που προκαλούν ανησυχία για περαιτέρω αξιολόγηση από το ιατρικό προσωπικό (Sharma & Gar, 2021).

Οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης και τα εργαλεία αυτοματοποίησης μειώνουν σημαντικά τη διάρκεια που απαιτείται για την επεξεργασία δεδομένων (Khasawneh et al., 2024). Αυτό είναι ιδιαίτερα επωφελές σε κλάδους όπως η χρηματοοικονομική, η ασφαλιστική και η υγειονομική περίθαλψη, οι οποίοι απαιτούν εκτεταμένη εισαγωγή δεδομένων ρουτίνας, ανάλυση και λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων. Στον τραπεζικό και χρηματοπιστωτικό τομέα, οι προγνωστικοί αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να εξετάζουν εκτεταμένα σύνολα δεδομένων για να προβλέπουν τις κινήσεις της αγοράς και να αξιολογούν τον επενδυτικό κίνδυνο (Nikolenko, 2022).

Η τεχνητή νοημοσύνη και η ρομποτική μπορούν να ενισχύσουν την επιχειρησιακή αυτοματοποίηση, ενώ ταυτόχρονα αυξάνουν την ασφάλεια και την αποδοτικότητα. Στη μεταποίηση, τα ρομπότ που καθοδηγούνται από την ΤΝ χρησιμοποιούνται σταδιακά για την εκτέλεση επικίνδυνων ή επαναλαμβανόμενων δραστηριοτήτων μέσα στην αυτοματοποίηση αποθηκών, μειώνοντας έτσι τους κινδύνους για τους ανθρώπινους εργαζόμενους και ενισχύοντας τη συνολική αποδοτικότητα (Craig, 2024).

Οι σύγχρονες τεχνολογίες ανάλυσης χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη και μηχανική μάθηση για τη συστηματική επεξεργασία τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων, διατηρώντας παράλληλα την ικανότητα προσαρμογής σε νέες πληροφορίες μέσω συνεχούς μάθησης. Οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης έχουν παράγει συνεπή και αξιόπιστα αποτελέσματα στην αξιολόγηση νομικών εγγράφων και στη γλωσσική μετάφραση (Khasawneh et al., 2024).

Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να βελτιώσουν την εμπειρία των χρηστών προσαρμόζοντας τις αλληλεπιδράσεις και τη διανομή περιεχομένου στις ψηφιακές πλατφόρμες. Στις πλατφόρμες ηλεκτρονικού εμπορίου, οι αλγόριθμοι ΤΝ αξιολογούν τη συμπεριφορά των χρηστών για να προτείνουν προϊόντα ευθυγραμμισμένα με τις ατομικές προτιμήσεις,

ενισχύοντας έτσι την ικανοποίηση και τη δέσμευση των καταναλωτών (Nikolenko, 2022).

Τα προγράμματα τεχνητής νοημοσύνης δεν απαιτούν ανάπαυση ή διαλείμματα. Οι εικονικοί βοηθοί με βάση την ΤΝ μπορούν να παρέχουν συνεχή, εικοσιτετράωρη υποστήριξη πελατών, ακόμη και κατά τις περιόδους αιχμής, βελτιώνοντας τους χρόνους απόκρισης και μειώνοντας τα έξοδα.

Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να επεκταθούν για να διαχειρίζονται αυξανόμενο όγκο εργασιών και δεδομένων. Η τεχνητή νοημοσύνη είναι ιδιαίτερα επιδέξια σε καταστάσεις όπου ο όγκος δεδομένων και ο φόρτος εργασίας μπορεί να αυξηθεί εκθετικά, όπως η αναζήτηση στο διαδίκτυο και η εταιρική ανάλυση (Craig, 2024).

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να επιταχύνει τον ρυθμό έρευνας και ανάπτυξης σε τομείς όπως η φαρμακευτική και η χημεία. Τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να επιταχύνουν την ανακάλυψη νέων φαρμάκων, υλικών ή μορίων με την ταχεία προσομοίωση και αξιολόγηση διαφόρων πιθανών καταστάσεων, ξεπερνώντας τις παραδοσιακές μεθοδολογίες (Sharma & Gar, 2021).

Επίσης, η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο σταδιακά για την παρατήρηση περιβαλλοντικών



μεταβολών, την πρόβλεψη επερχόμενων μετεωρολογικών φαινομένων και την επίβλεψη πρωτοβουλιών βιωσιμότητας. Τα μοντέλα μηχανικής μάθησης μπορούν να αναλύουν δορυφορικές εικόνες και δεδομένα αισθητήρων για την παρακολούθηση του κινδύνου πυρκαγιών, των επιπέδων ρύπανσης και των πληθυσμών απειλούμενων ζώων (Nikolenko, 2022).

Επιπρόσθετα, η TN χρησιμοποιείται για τη βελτιστοποίηση και την αυτοματοποίηση περίπλοκων διαδικασιών σε διάφορους τομείς. Τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να εντοπίζουν ανεπάρκειες και να προβλέπουν σημεία συμφόρησης σε διαδικασίες παραγωγής, ενώ στον κλάδο της ενέργειας μπορούν να προβλέπουν τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας και να κατανέμουν άμεσα τις προμήθειες (Craig, 2024).

### 3.2.2.Μειονεκτήματα της τεχνητής νοημοσύνης

Ωστόσο, υπάρχουν και σημαντικά μειονεκτήματα της τεχνητής νοημοσύνης. Η αξιοποίηση συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να συνεπάγεται σημαντικό κόστος. Η ανάπτυξη ενός μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης απαιτεί μια σημαντική αρχική επένδυση σε υποδομές, υπολογιστικούς πόρους και λογισμικό για την εκπαίδευση του μοντέλου και την αποθήκευση δεδομένων. Μετά την αρχική εκπαίδευση, προκύπτουν πρόσθετα επαναλαμβανόμενα έξοδα για την εξαγωγή συμπερασμάτων και την επανεκπαίδευση του μοντέλου. Κατά συνέπεια, τα

έξοδα μπορούν να συσσωρευτούν ταχύτατα, ιδίως για εξελιγμένα συστήματα όπως οι εφαρμογές δημιουργικής ΤΝ (Nikolenko, 2022).

Η δημιουργία, η διαχείριση και η επίλυση προβλημάτων σε συστήματα ΤΝ -ιδιαίτερα σε πρακτικές συνθήκες παραγωγής- απαιτεί σημαντική τεχνική εξειδίκευση. Σε πολλές περιπτώσεις, η τεχνογνωσία αυτή αποκλίνει από εκείνη που απαιτείται για την ανάπτυξη λογισμικού μη τεχνητής νοημοσύνης. Η κατασκευή και υλοποίηση μιας εφαρμογής μηχανικής μάθησης συνεπάγεται μια πολύπλοκη, πολυεπίπεδη και ιδιαίτερα τεχνική διαδικασία, που περιλαμβάνει την προετοιμασία δεδομένων, την επιλογή αλγορίθμων, τη ρύθμιση παραμέτρων και την αξιολόγηση μοντέλων (Khasawneh et al., 2024).

Το ζήτημα της τεχνολογικής πολυπλοκότητας επιδεινώνεται από τη σημαντική έλλειψη προσωπικού με εξειδίκευση στην ΤΝ και τη μηχανική μάθηση σε σχέση με την αυξανόμενη ζήτηση για τις ικανότητες αυτές. Η δυσαναλογία μεταξύ προσφοράς και ζήτησης ταλέντων ΤΝ δείχνει ότι, παρά το αυξανόμενο ενδιαφέρον για εφαρμογές ΤΝ, πολλές επιχειρήσεις δυσκολεύονται να εντοπίσουν επαρκές εξειδικευμένο προσωπικό για να υποστηρίξουν τις προσπάθειές τους για ΤΝ (Craig, 2024).

Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης ενσωματώνουν τις προκαταλήψεις που ενυπάρχουν στα δεδομένα

εκπαίδευσής τους- ως εκ τούτου, όταν τα συστήματα ΤΝ εφαρμόζονται σε μεγάλη κλίμακα, οι προκαταλήψεις αυτές ενισχύονται επίσης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να επιδεινώνουν προκαταλήψεις που υπάρχουν στα δεδομένα εκπαίδευσής τους ενσωματώνοντάς τις σε ενισχυόμενα και φαινομενικά αντικειμενικά μοτίβα. Για παράδειγμα, η Amazon δημιούργησε ένα εργαλείο πρόσληψης με βάση την ΤΝ για να απλοποιήσει τη διαδικασία πρόσληψης, το οποίο άθελά της ωφέλησε τους άνδρες υποψηφίους, αναδεικνύοντας ευρύτερες ανισότητες μεταξύ των φύλων στον τομέα της τεχνολογίας (Mishra et al., 2019).

Η πρόοδος της ΤΝ μπορεί να οδηγήσει σε εκτόπιση θέσεων εργασίας καθώς οι οργανισμοί αντικαθιστούν την ανθρώπινη εργασία με μηχανές, ένα σημαντικότερο ζήτημα δεδομένης της αυξανόμενης πολυπλοκότητας των μοντέλων ΤΝ και της αυξανόμενης τάσης των επιχειρήσεων να αυτοματοποιούν τις λειτουργίες τους. Η εκτεταμένη ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να δημιουργήσει νέες κατηγορίες θέσεων εργασίας- ωστόσο, αυτές μπορεί να μην αντιστοιχούν στις θέσεις που έχουν χαθεί, δημιουργώντας έτσι ζητήματα γύρω από την οικονομική ανισότητα και την ανάγκη επανεκπαίδευσης του προσωπικού (Nikolenko, 2022).

Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης είναι ευάλωτα σε διάφορους κινδύνους στον κυβερνοχώρο, όπως η νόθευση δεδομένων. Οι εγκληματίες του κυβερνοχώρου μπορούν να ανακτήσουν εμπιστευτικά δεδομένα εκπαίδευσης από ένα μοντέλο TN ή να χειραγωγήσουν τα συστήματα TN ώστε να παράγουν εσφαλμένες και επιζήμιες εκροές. Αυτό είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό σε κλάδους ευαίσθητους στην ασφάλεια, όπως οι χρηματοπιστωτικές υπηρεσίες και η κυβέρνηση (Khasawneh et al., 2024).

Τα κέντρα δεδομένων και οι υποδομές δικτύου που υποστηρίζουν τις λειτουργίες των μοντέλων TN απαιτούν σημαντικούς ενεργειακούς και υδάτινους πόρους. Έτσι, η εκπαίδευση και η λειτουργία των μοντέλων TN επηρεάζουν ουσιαστικά το κλίμα. Το ανθρακικό αποτύπωμα της TN είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό για τα εκτεταμένα παραγωγικά μοντέλα, τα οποία απαιτούν σημαντικούς υπολογιστικούς πόρους τόσο για την εκπαίδευση όσο και για τη συνεχή λειτουργία (Craig, 2024).

Η τεχνητή νοημοσύνη παρουσιάζει περίπλοκα ζητήματα σχετικά με την προστασία της ιδιωτικής ζωής και τη νομική λογοδοσία, ιδίως υπό το πρίσμα ενός αναπτυσσόμενου ρυθμιστικού πλαισίου που διαφέρει ανάλογα με την τοποθεσία. Η αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης για τον έλεγχο και την απόδοση αποφάσεων με βάση προσωπικά δεδομένα εγείρει σημαντικές ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής και παραμένει

αβέβαιο πώς τα δικαστικά συστήματα θα ερμηνεύσουν τη συγγραφή του περιεχομένου που παράγεται από LLMs που εκπαιδεύονται σε υλικό που προστατεύεται από πνευματικά δικαιώματα (Obschonka et al., 2020).

### 3.2.3. Εφαρμογές ανά τομέα

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει εισέλθει σε ένα ευρύ φάσμα βιομηχανικών τομέων και ερευνητικών πεδίων. Ακολουθούν ορισμένα από τα πιο αξιοσημείωτα παραδείγματα.

#### *3.2.3.1. Τεχνητή νοημοσύνη στην υγειονομική περίθαλψη*

Η τεχνητή νοημοσύνη εφαρμόζεται σε μια σειρά εργασιών στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, με πρωταρχικούς στόχους τη βελτίωση των αποτελεσμάτων των ασθενών και τη μείωση του συστημικού κόστους (Craig, 2024). Μια σημαντική εφαρμογή είναι η χρήση μοντέλων μηχανικής μάθησης που εκπαιδεύονται σε μεγάλα σύνολα ιατρικών δεδομένων για να βοηθήσουν τους επαγγελματίες υγείας να κάνουν καλύτερες και ταχύτερες διαγνώσεις (Holmes et al., 2004). Για παράδειγμα, το λογισμικό με τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αναλύει αξονικές τομογραφίες και να ειδοποιεί τους νευρολόγους για ύποπτα εγκεφαλικά επεισόδια (Holzinger et al., 2019).

Από την πλευρά των ασθενών, οι διαδικτυακοί εικονικοί βοηθοί υγείας και τα chatbots μπορούν να παρέχουν γενικές ιατρικές πληροφορίες, να προγραμματίζουν ραντεβού, να ερμηνεύουν τις διαδικασίες χρέωσης και

να ολοκληρώνουν άλλες διοικητικές εργασίες. Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης με μοντέλα πρόβλεψης μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την καταπολέμηση της εξάπλωσης πανδημιών όπως η COVID-19 (Craig, 2024).

### *3.2.3.2. Τεχνητή νοημοσύνη στις επιχειρήσεις*

Η τεχνητή νοημοσύνη ενσωματώνεται όλο και περισσότερο σε διάφορες επιχειρηματικές λειτουργίες και κλάδους, με στόχο τη βελτίωση της αποδοτικότητας, της εμπειρίας των πελατών, του στρατηγικού σχεδιασμού και της λήψης αποφάσεων (Obschonka et al., 2020). Για παράδειγμα, τα μοντέλα μηχανικής μάθησης τροφοδοτούν πολλές από τις σημερινές πλατφόρμες ανάλυσης δεδομένων και διαχείρισης πελατειακών σχέσεων (CRM), βοηθώντας τις εταιρείες να κατανοήσουν πώς να εξυπηρετούν καλύτερα τους πελάτες μέσω της εξατομίκευσης των προσφορών και της παροχής καλύτερα προσαρμοσμένου μάρκετινγκ (Craig, 2024).

Εικονικοί βοηθοί και chatbots αναπτύσσονται επίσης σε εταιρικούς ιστότοπους και σε εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα για να παρέχουν εξυπηρέτηση πελατών όλο το εικοσιτετράωρο και να απαντούν σε συνήθεις ερωτήσεις. Επιπλέον, όλο και περισσότερες εταιρείες διερευνούν τις δυνατότητες των εργαλείων δημιουργικής τεχνητής νοημοσύνης, όπως το ChatGPT, για την αυτοματοποίηση εργασιών όπως η σύνταξη και η

περίληψη εγγράφων, ο σχεδιασμός και η προώθηση προϊόντων και ο προγραμματισμός ηλεκτρονικών υπολογιστών (Obschonka et al., 2020).

### *3.2.3.3. Τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση*

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει πολλές πιθανές εφαρμογές στην εκπαιδευτική τεχνολογία. Μπορεί να αυτοματοποιήσει πτυχές των διαδικασιών βαθμολόγησης, δίνοντας στους εκπαιδευτικούς περισσότερο χρόνο για άλλα καθήκοντα. Τα εργαλεία ΤΝ μπορούν επίσης να αξιολογούν τις επιδόσεις των μαθητών και να προσαρμόζονται στις ατομικές τους ανάγκες, διευκολύνοντας πιο εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες που επιτρέπουν στους μαθητές να εργάζονται με τον δικό τους ρυθμό. Η τεχνολογία ΤΝ θα μπορούσε επίσης να αλλάξει το πού και πώς μαθαίνουν οι μαθητές, αλλάζοντας ίσως τον παραδοσιακό ρόλο των εκπαιδευτικών (Craig, 2024).

Καθώς αυξάνονται οι δυνατότητες των εργαλείων όπως το ChatGPT και το Google Gemini, τα εργαλεία αυτά θα μπορούσαν να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς να δημιουργήσουν διδακτικό υλικό και να εμπλέξουν τους μαθητές με νέους τρόπους. Ωστόσο, η έλευση αυτών των εργαλείων αναγκάζει επίσης τους εκπαιδευτικούς να επανεξετάσουν τις πρακτικές των ασκήσεων και των εξετάσεων στο σπίτι και να αναθεωρήσουν τις πολιτικές για τη λογοκλοπή, ιδίως δεδομένου ότι τα εργαλεία αντίχτυσης ΤΝ είναι επί του παρόντος αναξιόπιστα (Khasawneh et al., 2024).

#### *3.2.3.4. TN στα χρηματοοικονομικά και τις τράπεζες*

Οι τράπεζες και άλλοι χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί χρησιμοποιούν την TN για να βελτιώσουν τη λήψη αποφάσεων για εργασίες όπως η χορήγηση δανείων, ο καθορισμός πιστωτικών ορίων και ο εντοπισμός επενδυτικών ευκαιριών. Επιπλέον, η αλγοριθμική διαπραγμάτευση που τροφοδοτείται από προηγμένη TN και μηχανική μάθηση έχει μεταμορφώσει τις χρηματοπιστωτικές αγορές, εκτελώντας συναλλαγές με ταχύτητες και αποτελεσματικότητα που ξεπερνούν κατά πολύ αυτό που θα μπορούσαν να επιτύχουν οι υπάλληλοι χειροκίνητα (Obschonka et al., 2020).

Η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση έχουν επίσης εισέλθει στη σφαίρα της καταναλωτικής χρηματοδότησης. Για παράδειγμα, οι τράπεζες χρησιμοποιούν AI chatbots για να ενημερώνουν τους πελάτες σχετικά με τις υπηρεσίες και τις προσφορές και να χειρίζονται συναλλαγές και ερωτήσεις που δεν απαιτούν ανθρώπινη παρέμβαση. Παρομοίως, η Intuit προσφέρει λειτουργίες τεχνητής νοημοσύνης στο πλαίσιο του προϊόντος ηλεκτρονικής υποβολής TurboTax που παρέχει στους χρήστες εξατομικευμένες συμβουλές με βάση δεδομένα όπως το φορολογικό προφίλ του χρήστη και ο φορολογικός κωδικός για την τοποθεσία του (Craig, 2024).



### *3.2.3.5. Τεχνητή νοημοσύνη στη νομική επιστήμη*

Η ΤΝ αλλάζει τον νομικό τομέα αυτοματοποιώντας εργασίες έντασης εργασίας, όπως η εξέταση εγγράφων και η ανταπόκριση σε νέες νομοθετικές μεταρρυθμίσεις, οι οποίες μπορεί να είναι κουραστικές και χρονοβόρες για τους δικηγόρους και τους βοηθούς δικηγόρους. Τα δικηγορικά γραφεία χρησιμοποιούν σήμερα την ΤΝ και τη μηχανική μάθηση για ποικίλες εργασίες, όπως η ανάλυση και η προγνωστική ΤΝ για την ανάλυση δεδομένων και νομολογίας, η υπολογιστική όραση για την ταξινόμηση και την εξαγωγή πληροφοριών από έγγραφα και η ΝLP για την ερμηνεία και την απάντηση σε αιτήματα (Craig, 2024).

Εκτός από τη βελτίωση της αποδοτικότητας και της παραγωγικότητας, αυτή η ενσωμάτωση της ΤΝ απελευθερώνει τους επαγγελματίες του νομικού κλάδου ώστε να αφιερώνουν περισσότερο χρόνο στους πελάτες και να επικεντρώνονται σε πιο δημιουργικές, στρατηγικές εργασίες, για τις οποίες η ΤΝ είναι λιγότερο κατάλληλη. Με την ευρύτερη αξιοποίηση της γενετικής ΤΝ στο δίκαιο, οι εταιρείες διερευνούν επίσης τη χρήση LLMs για τη σύνταξη κοινών εγγράφων, όπως τα boilerplate συμβόλαια (Stern, 2018).

### *3.2.3.6. Τεχνητή νοημοσύνη στην ψυχαγωγία και τα μέσα ενημέρωσης*

Οι επιχειρήσεις ψυχαγωγίας και μέσων ενημέρωσης χρησιμοποιούν τεχνικές ΤΝ στη στοχευμένη διαφήμιση, στις συστάσεις περιεχομένου, στη

διανομή και στην ανίχνευση απάτης. Η τεχνολογία επιτρέπει στις εταιρείες να εξατομικεύουν τις εμπειρίες των μελών του κοινού και να βελτιστοποιούν την παροχή περιεχομένου (Khasawneh et al., 2024).

Η δημιουργική τεχνητή νοημοσύνη είναι επίσης ένα σημαντικό αναδυόμενο εργαλείο στον τομέα της δημιουργίας περιεχομένου. Οι επαγγελματίες της διαφήμισης χρησιμοποιούν ήδη αυτά τα εργαλεία για τη δημιουργία συνοδευτικών εγγράφων μάρκετινγκ και την επεξεργασία διαφημιστικών εικόνων. Ωστόσο, η χρήση τους είναι πιο αμφιλεγόμενη σε τομείς όπως η συγγραφή σεναρίων για ταινίες και τηλεοράσεις και τα οπτικά εφέ, όπου προσφέρουν αυξημένη αποτελεσματικότητα, αλλά απειλούν επίσης τα μέσα διαβίωσης και την πνευματική ιδιοκτησία των ανθρώπων που κατέχουν δημιουργικούς και καλλιτεχνικούς ρόλους στον τομέα (Craig, 2024).

#### *3.2.3.7. Η τεχνητή νοημοσύνη στη δημοσιογραφία*

Στη δημοσιογραφία, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βελτιώσει τις ροές εργασίας με την αυτοματοποίηση εργασιών ρουτίνας, όπως η εισαγωγή δεδομένων και η διόρθωση. Οι δημοσιογράφοι χρησιμοποιούν επίσης την ΤΝ για να βρίσκουν και να ερευνούν ειδήσεις ελέγχοντας μεγάλα σύνολα δεδομένων με τη χρήση μοντέλων μηχανικής μάθησης, αποκαλύπτοντας έτσι τάσεις και κρυφές συνδέσεις που θα ήταν χρονοβόρο να εντοπιστούν χειροκίνητα. Για παράδειγμα, πέντε φιναλίστ για τα βραβεία Πούλιτζερ

2024 για τη δημοσιογραφία αποκάλυψαν ότι χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη στα ρεπορτάζ τους για να εκτελέσουν εργασίες όπως η ανάλυση τεράστιων όγκων αστυνομικών αρχείων (Pavlik, 2024). Ενώ η χρήση παραδοσιακών εργαλείων TN είναι όλο και πιο συνηθισμένη, η χρήση της παραγωγικής TN για τη συγγραφή δημοσιογραφικού περιεχομένου είναι υπό αμφισβήτηση, καθώς εγείρει ανησυχίες σχετικά με την αξιοπιστία, την ακρίβεια και τη δεοντολογία (Broussard et al., 2019).

*3.2.3.8. Τεχνητή νοημοσύνη στην ανάπτυξη λογισμικού και την πληροφορική*  
Η TN χρησιμοποιείται για την αυτοματοποίηση πολλών διαδικασιών στην ανάπτυξη λογισμικού (Craig, 2024). Για παράδειγμα, τα εργαλεία AIOps επιτρέπουν την προληπτική συντήρηση των περιβαλλόντων ΤΠ αναλύοντας δεδομένα συστήματος για την πρόβλεψη πιθανών προβλημάτων πριν αυτά εμφανιστούν, ενώ τα εργαλεία παρακολούθησης με ΑΙ μπορούν να βοηθήσουν στην επισήμανση πιθανών ανωμαλιών σε πραγματικό χρόνο με βάση ιστορικά δεδομένα του συστήματος. Τα εργαλεία δημιουργικής TN, όπως το GitHub Copilot και το Tabnine, χρησιμοποιούνται επίσης όλο και περισσότερο για την παραγωγή κώδικα εφαρμογών με βάση υποδείξεις φυσικής γλώσσας. Ενώ τα εργαλεία αυτά έχουν αναπτύξει σημαντικό ενδιαφέρον μεταξύ των προγραμματιστών, είναι απίθανο να αντικαταστήσουν πλήρως τους μηχανικούς λογισμικού. Αντίθετα, χρησιμεύουν ως χρήσιμα βοηθήματα παραγωγικότητας,

αυτοματοποιώντας επαναλαμβανόμενες εργασίες και τη σύνταξη κώδικα (Corso et al., 2024).

#### *3.2.3.9.Τεχνητή νοημοσύνη στην ασφάλεια*

Η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση είναι σημαντικότερες στο μάρκετινγκ των προμηθευτών ασφάλειας, αποτελώντας χρήσιμες τεχνολογίες σε πολλαπλές πτυχές της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο, συμπεριλαμβανομένης της ανίχνευσης ανωμαλιών, της μείωσης των ψευδώς θετικών αποτελεσμάτων και της διενέργειας ανάλυσης απειλών συμπεριφοράς (Craig, 2024). Για παράδειγμα, οι οργανισμοί χρησιμοποιούν τη μηχανική μάθηση στο λογισμικό διαχείρισης πληροφοριών και συμβάντων ασφαλείας (SIEM) για τον εντοπισμό ύποπτων δραστηριοτήτων και πιθανών απειλών. Αναλύοντας τεράστιες ποσότητες δεδομένων και αναγνωρίζοντας μοτίβα που μοιάζουν με γνωστό κακόβουλο κώδικα, τα εργαλεία AI μπορούν να ειδοποιήσουν τις ομάδες ασφαλείας για νέες και αναδυόμενες επιθέσεις, συχνά πολύ νωρίτερα από ό,τι θα μπορούσαν να κάνουν οι υπάλληλοι και οι προηγούμενες τεχνολογίες (Omehia et al., 2020).

#### *3.2.3.10.Τεχνητή νοημοσύνη στον τομέα των κατασκευών και των μεταφορών*

Η μεταποίηση βρίσκεται στην πρώτη γραμμή της ενσωμάτωσης ρομπότ στις ροές εργασίας, με τις πρόσφατες εξελίξεις να εστιάζουν στα συνεργατικά ρομπότ ή cobots. Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά

βιομηχανικά ρομπότ, τα οποία ήταν προγραμματισμένα να εκτελούν μεμονωμένες εργασίες και λειτουργούσαν χωριστά από τους ανθρώπινους εργαζόμενους, τα cobots είναι μικρότερα, πιο ευέλικτα και σχεδιασμένα να εργάζονται παράλληλα με τους ανθρώπους. Αυτά τα πολυδύναμα ρομπότ μπορούν να αναλάβουν την ευθύνη για περισσότερες εργασίες σε αποθήκες, σε εργοστασιακούς χώρους και σε άλλους χώρους εργασίας, όπως η συναρμολόγηση, η συσκευασία και ο ποιοτικός έλεγχος. Ειδικότερα, η χρήση ρομπότ για την εκτέλεση ή την υποβοήθηση επαναλαμβανόμενων και σωματικά απαιτητικών εργασιών μπορεί να βελτιώσει την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα των εργαζομένων (Obschonka et al., 2020).

Εκτός από τον θεμελιώδη ρόλο της Τεχνητής Νοημοσύνης στη λειτουργία αυτόνομων οχημάτων, οι τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης χρησιμοποιούνται στις αυτοκινητοβιομηχανίες μεταφορών για τη διαχείριση της κυκλοφορίας, τη μείωση της συμφόρησης και την ενίσχυση της οδικής ασφάλειας. Στα αεροπορικά ταξίδια, η TN μπορεί να προβλέψει τις καθυστερήσεις πτήσεων αναλύοντας σημεία δεδομένων, όπως οι καιρικές συνθήκες και οι συνθήκες εναέριας κυκλοφορίας. Στην υπερπόντια ναυτιλία, η TN μπορεί να ενισχύσει την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα βελτιστοποιώντας τις διαδρομές και

παρακολουθώντας αυτόματα τις συνθήκες των πλοίων (Abduljabar et al., 2019).

Στις αλυσίδες εφοδιασμού, η Τεχνητή Νοημοσύνη αντικαθιστά τις παραδοσιακές μεθόδους πρόβλεψης της ζήτησης και βελτιώνει την ακρίβεια των προβλέψεων σχετικά με πιθανές διακοπές και συμφόρηση. Η πανδημία COVID-19 ανέδειξε τη σημασία αυτών των δυνατοτήτων, καθώς πολλές εταιρείες αιφνιδιάστηκαν από τις επιπτώσεις μιας παγκόσμιας πανδημίας στην προσφορά και τη ζήτηση αγαθών (Craig, 2024).

### 3.3.Χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης για την προώθηση της Βιώσιμης Ανάπτυξης: παραδείγματα και προοπτικές

Ιστορικά, η τεχνητή νοημοσύνη (TN) περιοριζόταν στην επιστημονική φαντασία και στις κινηματογραφικές απεικονίσεις- ωστόσο, έχει πλέον ενσωματωθεί στην καθημερινότητά των ανθρώπων. Πολυάριθμοι ορισμοί της τεχνητής νοημοσύνης έχουν προκύψει στο πέρασμα του χρόνου, αν και υπάρχει ομοφωνία ως προς το γεγονός ότι περιλαμβάνει την αντιμετώπιση περίπλοκων γνωστικών προκλήσεων που συνδέονται με την ανθρώπινη νοημοσύνη και μπορεί να συμβάλλει στην αντιμετώπιση σημαντικών προβλημάτων που ο άνθρωπος δεν μπορεί ή δυσκολεύεται να επιλύσει (Marjan et al., 2023).

Ο πρωταρχικός στόχος της τεχνητής νοημοσύνης είναι η ανάπτυξη υπολογιστών ικανών να έχουν ανθρώπινη γνωστική ικανότητα. Η τεχνητή νοημοσύνη είναι πιο διαδεδομένη στο εμπόριο και τη βιομηχανία, διαθέτοντας την ικανότητα να μετασχηματίζει διάφορες πτυχές της του ανθρώπινου βίου όπως η έρευνα, η εκπαίδευση, η επικοινωνία και η απασχόληση. Η τεχνολογία αυτή υπόσχεται πολλά για την κοινωνία και την οικονομία, ενώ έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει στόχους που αφορούν τη βιωσιμότητα (Marjan et al., 2023).

Πιο συγκεκριμένα, με την έλευση της Εποχής της Βιώσιμης Ανάπτυξης, η οποία χαρακτηρίζεται από τους 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ) που επηρεάζουν τους παγκόσμιους αναπτυξιακούς στόχους, η τεχνητή νοημοσύνη δημιουργεί νέες ευκαιρίες στις πρακτικές των εταιρειών, την κυβερνητική πολιτική και το εμπόριο (Sachs, 2012).

Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη και τα ρομπότ που είναι εξοπλισμένα με εξελιγμένες ικανότητες βαθιάς μάθησης αντιμετωπίζουν σήμερα γνωστικές προκλήσεις που κάποτε πιστευόταν πως θα μπορούσαν να επιλυθούν μέσω της ανθρώπινης νοημοσύνης. Η πρόοδος της τεχνητής νοημοσύνης έχει βελτιώσει την κατανόηση της ανθρώπινης φύσης, της νόησης, των διαδικασιών μάθησης και της απόκτησης τεχνογνωσίας. Η τεχνητή νοημοσύνη κυριαρχεί σταδιακά σε

συγκεκριμένους τομείς της γνώσης, παρέχοντας βελτιωμένες δυνατότητες πρόβλεψης, αλλά και εξαιρετικά αυξημένη αποτελεσματικότητα. Παρ' όλα αυτά, η μετάβαση προς την επικράτηση της τεχνητής νοημοσύνης πραγματοποιείται σταδιακά, καθώς οι άνθρωποι αφομοιώνουν περισσότερο τα νέα συστήματα γνώσης και η ρομποτική γίνεται όλο και πιο διαδεδομένη (Marjan et al., 2023).

Φυσικά, όπως και κάθε νέο τεχνολογικό επίτευγμα αναμένεται η πρόοδος της τεχνητής νοημοσύνης να προσδώσει πνευματικά και οικονομικά οφέλη σε συγκεκριμένες πόλεις και έθνη, ενώ άλλες θα μείνουν πίσω. Όπως φαίνεται από την πορεία της μέχρι σήμερα, η εξάπλωση της ΤΝ ξεπερνά τη δημιουργία και την εκτέλεση νομικών και ρυθμιστικών δομών που προορίζονται να την οριοθετήσουν. Καθώς προχωρούν οι εξελίξεις στην τεχνολογία, όπως η όραση υπολογιστών, η ρομποτική και η αναγνώριση ομιλίας, οι επιστήμονες, οι επιχειρηματίες, οι κυβερνητικοί αξιωματούχοι και οι νομοθέτες ανησυχούν όλο και περισσότερο για το ενδεχόμενο η τεχνητή νοημοσύνη να εκτοπίσει την ανθρώπινη εργασία, να αυτοματοποιήσει τις στρατιωτικές επιχειρήσεις και να υπερβεί την ανθρώπινη νοημοσύνη (Olan et al., 2022).

Η ακαδημαϊκή κοινότητα θα είναι υπεύθυνη για τον εφοδιασμό των μελλοντικών στελεχών των επιχειρήσεων και των φορέων χάραξης



πολιτικής με γνώσεις σχετικά με τις ευεργετικές και αρνητικές επιπτώσεις της TN, οι οποίες πρέπει να μεταδοθούν στους φοιτητές για να τους προετοιμάσουν για ένα περιβάλλον που εξελίσσεται γρήγορα (Marjan et al., 2023).

Ο Jeffrey Sachs, καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Κολούμπια και διευθυντής του Δικτύου Λύσεων για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη του ΟΗΕ, υποστηρίζει ότι ο κόσμος εισέρχεται σε μια νέα εποχή Βιώσιμης Ανάπτυξης, η οποία απαιτεί συνεργατικές προσπάθειες μεταξύ των εθνών για την αντιμετώπιση προκλήσεων όπως η φτώχεια, η οικονομική ανισότητα και η περιβαλλοντική υποβάθμιση (Sachs, 2012). Ο Sachs πρότεινε ένα πλαίσιο για τη βιώσιμη ανάπτυξη που περιλαμβάνει τέσσερις πυλώνες: την οικονομική ανάπτυξη, την κοινωνική ανάπτυξη, την προστασία του περιβάλλοντος και τη χρηστή διακυβέρνηση, οι οποίοι είναι απαραίτητοι και αλληλοενισχυόμενοι. Ο Sachs και το UNSDSN (2013) εντόπισαν ζητήματα και πρότειναν λύσεις σχετικά με την παγκόσμια βιωσιμότητα, αλλά δεν εξέτασαν διεξοδικά τις επιπτώσεις της TN στην επίτευξη των στόχων βιώσιμης ανάπτυξης. Η τεχνητή νοημοσύνη είναι ένα ταχέως εξελισσόμενο φαινόμενο του οποίου οι επιπτώσεις στη βιώσιμη ανάπτυξη βρίσκονται ακόμη υπό κατανόηση. Έχει εκπονηθεί πληθώρα μελετών σχετικά με την εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης (TN) από την πρώτη εμφάνιση της μέχρι τη σημερινή εποχή, με θέμα τις συνέπειες της

αξιοποίησής της αλλά και τις πιθανές χρήσεις της με στόχο την ενίσχυση της βιώσιμης ανάπτυξης (Marjan et al., 2023).

Καθ' όλη τη διάρκεια της ιστορίας της τεχνητής νοημοσύνης, υπήρξε μια σημαντική αύξηση των επενδύσεων, η οποία συνοδεύτηκε από μια επίμονη διακύμανση αυξημένης και μειωμένης χρηματοδότησης, οδηγώντας σε έναν κύκλο επιτυχίας και αποτυχίας. Πολλοί ερευνητές αντελήφθησαν την αυξημένη αξιοποίηση της ΤΝ ως ευοίωνη ένδειξη αυξημένης οικονομικής ευημερίας, ενώ άλλοι, όπως ο Elon Musk, ο Stephen Hawking και ο Bill Gates, τόνισαν ότι μπορεί να επιδεινώσει την παγκόσμια οικονομική ανισότητα και να αποτελέσει υπαρξιακή απειλή για την ανθρωπότητα (Gambus & Shafer, 2018).

Σε κάθε περίπτωση, η τεχνητή νοημοσύνη σηματοδοτεί μια παρατεταμένη περίοδο συνεχούς βιομηχανικής καινοτομίας και οικονομικής επέκτασης, που θα διαρκέσει 40 έως 60 χρόνια, γνωστή και ως κύμα Κοντράτιεφ. Ο οικονομικός κύκλος των ανόδων και των υφέσεων εντοπίστηκε αρχικά από τον Ρώσο οικονομολόγο Νικολάι Κοντράτιεφ και στη συνέχεια ονομάστηκε προς τιμήν του από τον Τζόζεφ Σουμπέτερ (Runiewicz-Wardyn et al., 2024). Η ΤΝ διαθέτει αναμφίβολα την ικανότητα να χρησιμεύσει ως σημαντικός καταλύτης για παρατεταμένη οικονομική ανάπτυξη, συμβάλλοντας έτσι σε έναν από τους τέσσερις θεμελιώδεις

πυλώνες της βιώσιμης ανάπτυξης. Ωστόσο, απαιτείται η προσεκτική αξιοποίησή της, και κυρίως η ίση πρόσβαση στην τεχνολογία αυτή για όλα τα έθνη. Σε κάθε άλλη περίπτωση, οι συνέπειες μπορεί να είναι ιδιαίτερα αρνητικές και τα αποτελέσματα να είναι αντίστροφα για το σύνολο των τομέων/πυλώνων (Fund, 2015) της βιώσιμης ανάπτυξης (Marjan et al., 2023).

## 4. Ο ρόλος της Τεχνητής Νοημοσύνης στη Βιώσιμη Ανάπτυξη

### 4.1.Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τα οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά συστήματα σε όλο τον κόσμο και οι επιπτώσεις αναμένεται να συνεχιστούν στο ορατό και άμεσο μέλλον. Οι ευρωπαϊκές πόλεις βιώνουν ένα ολοένα και θερμότερο, ξηρότερο και υγρότερο κλίμα που συνεπάγεται φυσικούς κινδύνους. Ακόμη, τα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως οι πλημμύρες, οι καταιγίδες και οι καύσωνες, ευθύνονται για 85.000 έως 145.000 θανάτους στην Ευρώπη (Murta, 2023).

Κατά συνέπεια, ήδη σε ευρωπαϊκό επίπεδο, έχουν αναπτυχθεί προγράμματα προσαρμογής με στόχο να βοηθήσουν την Ευρώπη να μετριάσει τις εκπομπές της και να προετοιμαστεί για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, με την Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) και άλλες τεχνολογίες να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή (Nishant et al., 2020).

Η τεχνητή νοημοσύνη προσφέρει τεράστιες δυνατότητες για την αξιολόγηση, την πρόβλεψη και τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, δεδομένου ότι συλλέγει, ερμηνεύει και συμπληρώνει

εκτενή και περίπλοκα σύνολα δεδομένων σχετικά με τις εκπομπές και τις επιπτώσεις στο κλίμα, με αποτέλεσμα βελτιωμένες λύσεις για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων. Η τεχνητή νοημοσύνη επιτρέπει τη μετατροπή ακατέργαστων δεδομένων σε αξιοποιήσιμες πληροφορίες, τη βελτιστοποίηση πολύπλοκων συστημάτων, τη βελτίωση των προβλέψεων και επιτάχυνση της επιστημονικής μοντελοποίησης (Kar et al., 2022).

Το 2015 αναπτύχθηκαν οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ) στο πλαίσιο της Ατζέντας 2030 για τη βιώσιμη ανάπτυξη, η οποία περιλάμβανε 17 στόχους και 169 επιδιώξεις. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συμβάλλει σε όλους τους ΣΒΑ, αντιμετωπίζοντας κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές προκλήσεις (Murta, 2023).

Οι τεχνολογίες που βασίζονται στην ΤΝ μπορούν να ωφελήσουν σημαντικά στην εκπλήρωση των βιώσιμων στόχων, συμπεριλαμβανομένων των Sustainable Development Goals (SDG) 1 για την εξάλειψη της φτώχειας, SDG4 για την άριστη εκπαίδευση, SDG6 για καθαρό νερό και αποχέτευση, SDG7 για φθηνή και καθαρή ενέργεια, SDG11 για βιώσιμες πόλεις και SDG16 για ειρήνη, δικαιοσύνη και ισχυρούς θεσμούς. Από την άποψη αυτή, η ΤΝ μπορεί, για παράδειγμα, να ωφελήσει την πρόσβαση του πληθυσμού σε τρόφιμα, νερό, παροχές υγείας και ενεργειακές υπηρεσίες, καθώς και τη μετάβαση σε πιο έξυπνες πόλεις

και την υιοθέτηση της κυκλικής οικονομίας, οι οποίες είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με την αποδοτικότητα των πόρων (Toniole et al., 2020).

Οι τεχνολογικές πρόοδοι που υποστηρίζονται από την Τεχνητή Νοημοσύνη έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσουν θετικά 42 στόχους, συμπεριλαμβανομένου του SDG8 για την αξιοπρεπή εργασία και την οικονομική ανάπτυξη, του SDG9 για τη βιομηχανία, την καινοτομία και τις υποδομές, του SDG10 για τη μείωση των ανισοτήτων, του SDG12 για την υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή και του SDG17 για τις συμπράξεις στόχων. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στην ενίσχυση της παραγωγικότητας, στον εντοπισμό πηγών ανισότητας και στην πρόβλεψη της ανθρώπινης συμπεριφοράς (Murta, 2023).

Στην ίδια κατεύθυνση, η τεχνολογία που βασίζεται στην ΤΝ μπορεί να ενισχύσει 25 περιβαλλοντικούς στόχους και συγκεκριμένα στον SDG 13 για τη δράση για το κλίμα, στον SDG 14 για την υδρόβια ζωή και στον SDG 15 για τη ζωή στη γη. Η ΤΝ διευκολύνει τη μελέτη διασυνδεδεμένων βάσεων δεδομένων μεγάλης κλίμακας, διευκολύνοντας την ανάπτυξη συνεργατικών περιβαλλοντικών δραστηριοτήτων. Για παράδειγμα, μπορεί να επεξεργαστεί τεράστιες ποσότητες δορυφορικών φωτογραφιών για να βοηθήσει στη λήψη αποφάσεων και στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό, προκειμένου να αποφευχθεί η ερημοποίηση και να αντιστραφούν οι τάσεις

προς αυτήν, καθώς και να προωθηθούν ενεργειακά συστήματα χαμηλών εκπομπών άνθρακα μέσω της ενσωμάτωσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της ενεργειακής απόδοσης (Nishant et al., 2020).

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία στοχεύει στην προώθηση της ισότητας και της ευημερίας, καθώς και σε μια πιο αποτελεσματική, ανταγωνιστική και βιώσιμη οικονομία στην Ευρώπη. Η TN έχει τη δυνατότητα να συμβάλει στις ευρωπαϊκές πολιτικές με διάφορους τρόπους, συμπεριλαμβανομένης της αντιμετώπισης περιβαλλοντικών ζητημάτων (Murta, 2023).

Η επιστημονική γνώση του περιβάλλοντος είναι κρίσιμη για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και η TN μπορεί να συμβάλει στην παροχή καλύτερων πληροφοριών για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων. Προγράμματα παρατήρησης της Γης, όπως το Copernicus και το New Space, παράγουν τεράστιους όγκους περιβαλλοντικών δεδομένων και τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να παρέχουν αποτελεσματικότερη, αποδοτικότερη και έγκαιρη παρακολούθηση των περιβαλλοντικών συστημάτων, των επιπτώσεών τους και των τάσεων (Castelvecchi, 2019).

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ενημερώσει και να ενθαρρύνει την υπεύθυνη συμπεριφορά των εταιρειών, αντιστοιχίζοντας τις αποφάσεις

χρηματοδότησης με τη μακροπρόθεσμη ανάπτυξη. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αυξήσει την αποδοτικότητα των πόρων, της ενέργειας και των υλικών, καθώς και να έχει αντίκτυπο στις αλυσίδες εφοδιασμού και αξίας, μέσω λύσεων της Βιομηχανίας 4.0, όπως η αυτοματοποίηση διαδικασιών και η ενοποίηση δεδομένων (Kar et al., 2022).

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ενημερώσει και να υποστηρίξει την υπεύθυνη συμπεριφορά των καταναλωτών, παρέχοντας στους καταναλωτές γνώσεις, βελτιώνοντας την κατανόηση της παραγωγικής διαδικασίας και καθοδηγώντας τους προς μια πιο βιώσιμη κατανάλωση (Nishant et al., 2020).

Η ΤΝ μπορεί να βελτιώσει την περιβαλλοντική διοίκηση και τη συμμετοχική διακυβέρνηση μέσω της ρυθμιστικής τεχνολογίας, η οποία μπορεί να συμβάλλει στην εφαρμογή και την επιβολή της περιβαλλοντικής νομοθεσίας της ΕΕ (Toniole et al., 2020).

Κατανοώντας τις δυνατότητες της ΤΝ, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει αναπτύξει μια προσέγγιση της ΕΕ για να βοηθήσει στη δημιουργία μιας ανθεκτικής Ευρώπης για την τρέχουσα δεκαετία, η οποία θα βασίζεται σε λύσεις ΤΝ που θα είναι ανθρωποκεντρικές και αξιόπιστες. Επενδύσεις στην ΤΝ έχουν πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο των πρωτοβουλιών «Ορίζοντας



Ευρώπη» και «Ψηφιακή Ευρώπη», στις οποίες η Επιτροπή προτίθεται να επενδύσει 1 δισ. ευρώ κάθε χρόνο (Murta, 2023).

Δυστυχώς, ο πλανήτης έχει φτάσει σε ένα κομβικό σημείο, όσον αφορά την περιβαλλοντική καταστροφή (Leahy, 2022). Οι συζητήσεις σχετικά με την υπερθέρμανση του πλανήτη και την κλιματική αλλαγή έχουν αρχίσει εδώ και αρκετές δεκαετίες σε επιστημονικό και νομοθετικό επίπεδο και πλέον, απαραίτητη κρίνεται η δράση. Πάνω από τριάντα χρόνια μετά τη σημαντική έκθεση της Επιτροπής Brundtland, η παγκόσμια κοινότητα επιμένει να προσπαθεί να αντιμετωπίσει την επιτακτική ανάγκη τροποποίησης των ανθρώπινων προσπαθειών ώστε να διασφαλιστεί η μακροπρόθεσμη επιβίωση, παρά την πολυπλοκότητα των προκλήσεων που απαιτούν την πλήρη τεχνολογική οξυδέρκεια για να επινοηθούν τόσο άμεσες όσο και διαρκείς λύσεις (Nishant et al., 2020).

Μία από τις πιο ενδιαφέρουσες προοπτικές είναι η τεχνητή νοημοσύνη (AI), σύμφωνα με την οποία τα ρομπότ μπορούν «να μαθαίνουν από την εμπειρία, να προσαρμόζονται σε νέες εισροές και να εκτελούν εργασίες που μοιάζουν με ανθρώπινες» (Duan et al., 2019, σ. 63).

Η τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης παρέχει τρία βασικά πλεονεκτήματα. Η τεχνητή νοημοσύνη διευκολύνει την αυτοματοποίηση βασικών, αλλά μονότονων και χρονοβόρων εργασιών, επιτρέποντας στα άτομα να

επικεντρωθούν σε πιο πολύτιμες προσπάθειες. Δεύτερον, η τεχνητή νοημοσύνη αποκαλύπτει μοτίβο που διαφορετικά χάνονται σε τεράστιες ποσότητες μη δομημένων δεδομένων, τα οποία χρειάζονται ανθρώπινη επίβλεψη και ανάλυση, συμπεριλαμβανομένων των δεδομένων που παράγονται από βίντεο, φωτογραφίες, γραπτές αναφορές, επαγγελματικά έγγραφα, αναρτήσεις στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης ή επικοινωνίες μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Τρίτον, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συγχωνεύσει χιλιάδες υπολογιστές και πρόσθετους πόρους για την αντιμετώπιση των πιο περίπλοκων ζητημάτων. Ως εκ τούτου, οι δεξιότητες της TN θα έπρεπε να αξιοποιηθούν για τον εντοπισμό μεθόδων αντιμετώπισης της κλιματικής καταστροφής. Για να επιτευχθεί αυτό, η ενδεδειγμένη έρευνα είναι ζωτικής σημασίας για να διαπιστωθεί πώς οι λύσεις TN μπορούν να ενσωματωθούν με τα ανθρώπινα συναισθήματα, τις γνώσεις, τις κοινωνικές συμβάσεις και τις συμπεριφορικές αντιδράσεις (Nishant et al., 2020).

Η TN μπορεί να διευκολύνει την ανάπτυξη πολιτισμικά κατάλληλων οργανωτικών διαδικασιών και ατομικών προσπαθειών για τον μετριασμό της κατανάλωσης φυσικών πόρων και ενέργειας από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η πραγματική αξία της TN δεν έγκειται στην ικανότητά της να βοηθά τα άτομα και την κοινωνία να μειώσουν την ένταση της ενέργειας, του νερού και της χρήσης γης, αλλά στην ικανότητά της να

ενισχύει και να προωθεί την αποτελεσματική περιβαλλοντική διακυβέρνηση. Η περιβαλλοντική διακυβέρνηση περιλαμβάνει τις επίσημες και ανεπίσημες ρυθμίσεις που επηρεάζουν την ανθρώπινη συμπεριφορά στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων και τις αποφάσεις που προκύπτουν, διαμορφώνοντας έτσι τον τρόπο με τον οποίο η κοινωνία θέτει και επιδιώκει στόχους και προτεραιότητες για τη διαχείριση των φυσικών πόρων (Linkon, Trump, Poinsatte-Jones, & Florin, 2018). Παρ' όλα αυτά, τα αντικρουόμενα κοινωνικά ιδεώδη μπορούν να καταστήσουν την περιβαλλοντική διακυβέρνηση αμφιλεγόμενη. Η διατηρήσιμη αποτελεσματικότητα βασίζεται στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ επιστήμης και πολιτικής. Η τεχνητή νοημοσύνη διαθέτει την ικανότητα να μετριάσει τις ασυμμετρίες πληροφοριών και την επιρροή των ανθρώπινων συναισθημάτων, τα οποία εμποδίζουν την προώθηση λύσεων για την περιβαλλοντική βιωσιμότητα (Cullen-Knox, Eccleston, Haward, Lester, & Vince, 2017). Η αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης για τον εντοπισμό προτύπων σε σημαντικά σύνολα δεδομένων επιτρέπει στην κοινωνία να προωθήσει, να επιταχύνει ή να μετασχηματίσει την προσέγγισή της για τη διαμόρφωση επιστημονικά τεκμηριωμένων λύσεων και πολιτικών για περιβαλλοντικά ζητήματα. Ωστόσο, η υπέρβαση των υφιστάμενων γνωστικών πλαισίων για τη διαμόρφωση επιστημονικά τεκμηριωμένων

λύσεων και πολιτικών απαιτεί αλλαγή σε πολλαπλά επίπεδα (Nishant et al., 2020).

Τα επίπεδα αυτά περιλαμβάνουν την κατάρτιση, την εκπαίδευση, την κυβερνητική νομοθεσία και τους πολιτιστικούς παράγοντες που κατευθύνουν και περιορίζουν τις συμπεριφορές. Στο κυρίαρχο πλαίσιο ανθρώπινων λύσεων, η βραχυπρόθεσμη, ιδιοτελής συλλογιστική επηρεάζει κυρίως τις αποφάσεις σχετικά με τη διαχείριση των προβλημάτων που αφορούν το νερό, την ενέργεια και τον εφοδιασμό τροφίμων. Η περιβαλλοντική βιωσιμότητα είναι περίπλοκη και συνεπάγεται διάφορα συμβιβαστικά μέτρα, γεγονός που οδηγεί σε υπεραπλούστευση των ζητημάτων σε βασικές, «επαρκείς» ερμηνείες, όπου οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων καταφεύγουν σε αλληλεπιδράσεις που καθοδηγούνται από το προσωπικό συμφέρον. Έτσι, μέσα από τη συμμόρφωση με το κυρίαρχο ιδιοτελές αναγωγιστικό παράδειγμα, παράγονται μόνο ανορθολογικές «προσεγγιστικές λύσεις» (Cox & Raja, 2007:1), που συχνά μεταμφιέζονται σε ορθολογισμό (Nishant et al., 2020).

Αντίθετα, η TN παρέχει στους ανθρώπους την ικανότητα να σχεδιάζουν, να καταστρώνουν στρατηγικές και να εφαρμόζουν ολοκληρωμένες λύσεις για την περιβαλλοντική υποβάθμιση και την κλιματική καταστροφή, χωρίς να επιβαρύνονται από τον αναγωγισμό και το ατομικό ή μικρό συλλογικό

συμφέρον. Ενώ οι άνθρωποι σχεδιάζουν τη θεμελιώδη αρχιτεκτονική των εφαρμογών ΤΝ, η κατανάλωση και η ανάλυση εκτεταμένων δεδομένων από την τεχνητή νοημοσύνη θα αποδώσει συμπεράσματα που διαφέρουν από εκείνα των εξειδικευμένων ανθρώπων, καθώς καθοδηγούνται από αντικειμενικά δεδομένα απαλλαγμένα από γνωστικές προκαταλήψεις και συναισθήματα. Παρά την τεχνολογική φύση των λύσεων ΤΝ, η αποτελεσματικότητά τους θα εξαρτηθεί από την ικανότητά τους να αντιμετωπίσουν και να διαμορφώσουν τις ψυχολογικές, κοινωνιολογικές και οργανωτικές πτυχές που επί του παρόντος εμποδίζουν την ανθρώπινη πρόοδο στον τομέα αυτό (Nishant et al., 2020).

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ενισχύσει τη βιωσιμότητα των διαδικασιών παραγωγής βελτιώνοντας την κατανομή των πόρων, μειώνοντας τη χρήση ενέργειας και εξαλείφοντας τα απόβλητα. Πιο συγκεκριμένα, μπορεί να αξιολογήσει δεδομένα παραγωγής για να εντοπίσει ανεπάρκειες και να προτείνει βελτιώσεις (Rakha, 2023) αλλά και να βοηθήσει στην πρόβλεψη των αναγκών συντήρησης για την αποτροπή βλαβών του εξοπλισμού και την ελαχιστοποίηση του χρόνου διακοπής λειτουργίας.

Μια πρόσφατη απεικόνιση της επιρροής της τεχνητής νοημοσύνης στην ενίσχυση της βιωσιμότητας των διαδικασιών παραγωγής είναι εμφανής στη

βιομηχανία χάλυβα, όπου ένα εργοστάσιο χάλυβα στην Ινδία υιοθέτησε τεχνολογία βελτιστοποίησης διαδικασιών με βάση την τεχνητή νοημοσύνη. Το σύστημα εντοπίζει ανεπάρκειες και συνιστά βελτιώσεις αξιολογώντας δεδομένα από πολλούς αισθητήρες. Το εργοστάσιο μείωσε με επιτυχία τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 1,5%, μείωσε την κατανάλωση ενέργειας κατά 3% και βελτίωσε την παραγωγικότητα κατά 5%. Η λύση με βάση την τεχνητή νοημοσύνη διευκόλυνε την προληπτική συντήρηση, ελαχιστοποιώντας τον χρόνο διακοπής λειτουργίας και ενισχύοντας την αξιοπιστία του εξοπλισμού (Shukla et al., 2021). Αυτό το παράδειγμα με επίκεντρο τη βιομηχανία καταδεικνύει την ικανότητα της TN να ενισχύει τα αποτελέσματα της βιωσιμότητας σε βιομηχανικά περιβάλλοντα, βελτιστοποιώντας τη χρήση πόρων, μειώνοντας τη χρήση ενέργειας και μειώνοντας τα απόβλητα.

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βελτιώσει τις διαδικασίες διανομής βελτιστοποιώντας τις υλικοτεχνικές διαδρομές, ελαχιστοποιώντας τα έξοδα μεταφοράς και βελτιώνοντας τη διαχείριση των αποθεμάτων. Διευκολύνει τον εντοπισμό φορτίου σε πραγματικό χρόνο και ελαχιστοποιεί τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα με τον εντοπισμό των πιο αποδοτικών διαδρομών (Rakha, 2023). Επίσης, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βελτιώσει τη διαφάνεια της αλυσίδας εφοδιασμού και να μετριάσει τον κίνδυνο ανήθικων πρακτικών.

Η Amazon, ένας κορυφαίος παγκόσμιος διαδικτυακός έμπορος λιανικής πώλησης, αποτελεί παράδειγμα για το πώς η τεχνητή νοημοσύνη ενισχύει τη βιωσιμότητα των διαδικασιών διανομής. Η Amazon έχει υιοθετήσει τεχνολογία βελτιστοποίησης με βάση την ΤΝ για να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της παράδοσης και να ελαχιστοποιήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ο αλγόριθμος, γνωστός ως Amazon Scout, αξιολογεί δεδομένα σχετικά με τις προτιμήσεις των πελατών, τις συνθήκες κυκλοφορίας και τα καιρικά πρότυπα για να βελτιώσει τις διαδρομές και τα χρονοδιαγράμματα παράδοσης των αγαθών. Η λύση που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη μειώνει τα έξοδα μεταφοράς έως και 20%, συντομεύει τους χρόνους παράδοσης έως και 30% και μειώνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα έως και 10%. Η τεχνολογία που βασίζεται στην ΤΝ διευκολύνει την παρακολούθηση των αποστολών σε πραγματικό χρόνο, βελτιώνοντας τη διαφάνεια της αλυσίδας εφοδιασμού και μειώνοντας τον κίνδυνο ανήθικων πράξεων. Η Amazon καθιερώνει ένα βιομηχανικό σημείο αναφοράς για βιώσιμες διαδικασίες διανομής, χρησιμοποιώντας τεχνητή νοημοσύνη για τη βελτιστοποίηση των διαδρομών εφοδιαστικής, την ελαχιστοποίηση των εξόδων μεταφοράς και τη βελτίωση της διαχείρισης αποθεμάτων (Petron, 2021). Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ελαχιστοποιήσει τη σπατάλη, αξιολογώντας δεδομένα για να εντοπίσει περιοχές υπερβολικής χρήσης πόρων και προτείνοντας στρατηγικές

μείωσης. Ακόμη, μπορεί να ενισχύσει την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων αναλύοντας τις τάσεις χρήσης και τροποποιώντας ανάλογα τις ρυθμίσεις. Στη γεωργία, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αξιολογήσει δεδομένα για να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της άρδευσης και να ελαχιστοποιήσει τη σπατάλη νερού. Η επιχείρηση τροφίμων και ποτών αποτελεί παράδειγμα για το πώς η τεχνητή νοημοσύνη ελαχιστοποιεί τη σπατάλη πόρων. Η AB InBev, μία από τις μεγαλύτερες ζυθοποιίες παγκοσμίως, έχει αναπτύξει μια τεχνολογία με βάση την τεχνητή νοημοσύνη που ενισχύει την ενεργειακή απόδοση στις εγκαταστάσεις παραγωγής της. Το σύστημα SmartBarley χρησιμοποιεί αλγορίθμους μηχανικής μάθησης για την αξιολόγηση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τις τάσεις χρήσης ενέργειας, την απόδοση του εξοπλισμού και τις περιβαλλοντικές μεταβλητές, συνιστώντας έτσι μεθόδους βελτιστοποίησης της κατανάλωσης ενέργειας. Η ζυθοποιία έχει μειώσει με επιτυχία την κατανάλωση ενέργειας έως και 20%, μειώνοντας έτσι τα έξοδα και ελαχιστοποιώντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της (Pang, 2021). Η ζυθοποιία έχει θεσπίσει ένα σύστημα άρδευσης με τεχνητή νοημοσύνη στις καλλιέργειες κριθαριού της, το οποίο αξιολογεί δεδομένα σχετικά με τις μετεωρολογικές συνθήκες, την υγρασία του εδάφους και την ανάπτυξη της καλλιέργειας για να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της άρδευσης και να ελαχιστοποιήσει τη σπατάλη νερού. Η τεχνολογία έχει επιτύχει μείωση της κατανάλωσης νερού στις



φάρμες κατά 15%. Αυτό το παράδειγμα με επίκεντρο τη βιομηχανία καταδεικνύει την ικανότητα της TN να ελαχιστοποιεί σημαντικά τη σπατάλη πόρων, συμπεριλαμβανομένης της ενέργειας, του νερού και άλλων φυσικών πόρων, τονίζοντας παράλληλα τον ρόλο της στη βελτιστοποίηση της χρήσης των πόρων και τον μετριασμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε βιομηχανικά πλαίσια (Pang, 2021). Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην προώθηση της βιωσιμότητας σε πολλές βιομηχανίες, όπως η υγειονομική περίθαλψη, η μεταποίηση, οι μεταφορές, οι υπηρεσίες κοινής ωφέλειας και οι κατασκευές. Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βελτιώσει τα αποτελέσματα των ασθενών διευκολύνοντας εξατομικευμένες στρατηγικές θεραπείας και προβλέποντας την εκδήλωση ασθενειών. Στη μεταποίηση, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βελτιώσει τις διαδικασίες παραγωγής για την ελαχιστοποίηση των αποβλήτων και της χρήσης ενέργειας. Τέλος, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βελτιώσει τη ροή της κυκλοφορίας και να μειώσει τις εκπομπές στις μεταφορές, καθορίζοντας τις πιο αποτελεσματικές διαδρομές (Rakha, 2023).

Ενδεικτικά, η εταιρεία κατασκευαστικής τεχνολογίας Katerra χρησιμοποιεί λογισμικό με βάση την τεχνητή νοημοσύνη για τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού και της κατασκευής κτιρίων, ελαχιστοποιώντας τα απόβλητα

υλικών και τη διάρκεια κατασκευής, ενώ παράλληλα ενισχύει την ενεργειακή απόδοση. Το λογισμικό αναλύει δεδομένα σχετικά με τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο των οικοδομικών υλικών και προτείνει πιο βιώσιμες εναλλακτικές λύσεις, οδηγώντας σε μείωση έως και 30% των κατασκευαστικών αποβλήτων. Το λογισμικό μπορεί να βελτιώσει το σχεδιασμό κτιρίων για ενεργειακή απόδοση, οδηγώντας σε μείωση της χρήσης ενέργειας έως και 50% (Sage, 2022). Αυτό το παράδειγμα που εστιάζει στη βιομηχανία καταδεικνύει τις δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης να ενισχύσει τη βιωσιμότητα σε πολλούς κλάδους και δείχνει πώς η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βελτιστοποιήσει την κατανάλωση πόρων και να ελαχιστοποιήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στις κατασκευές.

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να παρέχει εξατομικευμένες υπηρεσίες που ενισχύουν τη βιωσιμότητα μέσω της ανάλυσης των δεδομένων της συμπεριφοράς και των προτιμήσεων των καταναλωτών. Για παράδειγμα, η μπορεί να παρέχει ενεργειακά αποδοτικά προϊόντα και υπηρεσίες ή να προωθεί φιλικές προς το περιβάλλον εναλλακτικές λύσεις σε σχέση με τα συμβατικά προϊόντα. Επίσης, δύναται να διευκολύνει προσαρμοσμένες εναλλακτικές λύσεις μεταφοράς που μειώνουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και ενθαρρύνουν τα βιώσιμα ταξίδια. Οι λιανοπωλητές χρησιμοποιούν συστήματα συστάσεων με βάση την TN για να παρέχουν

στους πελάτες οικολογικά υποκατάστατα συμβατικών προϊόντων και υπηρεσιών, προσαρμοσμένα στις προτιμήσεις τους και στο ιστορικό των προηγούμενων αγορών τους (Yao et al., 2022).

Το βρετανικό κατάστημα Marks & Spencer χρησιμοποιεί συστήματα συστάσεων με βάση την τεχνητή νοημοσύνη για να προτείνει στους πελάτες είδη διατροφής με μειωμένο αποτύπωμα άνθρακα με βάση τις προηγούμενες αγορές τους. Η τεχνητή νοημοσύνη αξιολογεί δεδομένα σχετικά με τη διάρκεια ζωής του προϊόντος, την αλυσίδα εφοδιασμού και τις προτιμήσεις των καταναλωτών για να προτείνει προϊόντα με μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένων εναλλακτικών προϊόντων για χορτοφάγους, εποχιακών προϊόντων και προϊόντων τοπικής παραγωγής (Pujari et al., 2022).

#### 4.2. Προκλήσεις και πιθανά εμπόδια στη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη

Οι σημαντικές εξελίξεις οι οποίες αναμένεται να ακολουθήσουν κατά το άμεσο μέλλον, μέσα από την αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης, περιλαμβάνουν εγγενείς κινδύνους. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να οδηγήσει σε εκτόπιση της απασχόλησης σε διάφορους τομείς, να εντείνει την κατανάλωση πόρων και ενέργειας και να ενισχύσει τη διάδοση της παραπληροφόρησης και της προκατάληψης. Κατά συνέπεια, είναι επιτακτική ανάγκη η τεχνητή νοημοσύνη να ρυθμίζεται με ηθικό και

υπεύθυνο τρόπο ώστε να διαφυλάσσεται το δημόσιο συμφέρον και να διασφαλίζεται η ασφάλεια (Karlan et al., 2020).

Επιπρόσθετα, τα παραγωγικά μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης, όπως το ChatGPT, αναμένεται να είναι σημαντικά πιο εντατικά σε υπολογισμούς από τις συμβατικές εργασίες του κέντρου δεδομένων. Για παράδειγμα, η διεξαγωγή μιας διαδικτυακής αναζήτησης στο Google μπορεί να απαιτεί ένα ορισμένο ποσό ενέργειας, ενώ η αίτηση απάντησης μέσω του ChatGPT μπορεί να κοστίσει 7 έως 10 φορές περισσότερο. Εάν ο πληθυσμός αρχίσει να χρησιμοποιεί το GPT με τον ίδιο τρόπο όπως οι μηχανές αναζήτησης, θα παρατηρήσουμε σημαντική αύξηση των ενεργειακών δαπανών. Εκτός από τις σύγχρονες μηχανές αναζήτησης, αναμένουμε την εμφάνιση πολλών άλλων εφαρμογών που διευκολύνονται από τη γενετική TN.

Επίσης, είναι σημαντικό να αναγνωριστεί ότι η TN αντλεί την αποτελεσματικότητά της από τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση των αλγορίθμων της. Ένα σημαντικό μέρος των σύγχρονων δεδομένων παράγεται από τον άνθρωπο και οι εγγενείς προκαταλήψεις των ανθρώπων έχουν διεισδύσει σε αυτά τα δεδομένα. Το πρόβλημα είναι ότι αν η TN εκπαιδευτεί απρόσεκτα σε δεδομένα που περιέχουν εγγενείς προκαταλήψεις, τα αποτελέσματα θα αντικατοπτρίζουν αναπόφευκτα αυτές τις προκαταλήψεις. Σε γενικές γραμμές, η τεχνητή νοημοσύνη

διαθέτει την ικανότητα να δημιουργήσει πιο δίκαια, ακριβή και αποτελεσματικά συστήματα σε διάφορες εφαρμογές σε σύγκριση με την ανθρώπινη λήψη αποφάσεων, η οποία συχνά κρύβει εγγενείς προκαταλήψεις. Αυτό δεν υπονομεύει τις σημαντικές ανησυχίες σχετικά με την αναπαραγωγή των προκαταλήψεων στους αλγορίθμους ΤΝ, ιδίως εάν δεν αντιμετωπιστούν με περίσκεψη και υπευθυνότητα. Υπάρχει η δυνατότητα να επιτύχουμε ανώτερα αποτελέσματα με ορισμένα ψηφιακά εργαλεία σε συγκεκριμένες καταστάσεις, υπό την προϋπόθεση ότι θα χρησιμοποιηθούν με σύνεση (Baum et al., 2023).

Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής είναι απαραίτητο να παράσχουν ρητά πρότυπα και ηθικά πλαίσια για την εφαρμογή της ΤΝ στην αειφορία, ώστε να αντιμετωπιστούν οι ανησυχίες οι οποίες σχετίζονται με τη χρήση της. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να ενθαρρυνθεί η ηθική και δίκαιη χρήση της ΤΝ, ενώ παράλληλα προωθείται η καινοτομία και η πρόοδος προς τους στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης (Rakha, 2023). Ένα σημαντικό εμπόδιο στην εφαρμογή της ΤΝ για τη βιωσιμότητα είναι η πιθανότητα απροσδόκητων συνεπειών. Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να ενισχύσουν μια διάσταση της αειφορίας, θέτοντας ακούσια σε κίνδυνο μια άλλη. Ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης που προορίζεται να βελτιώσει τις βιομηχανικές διεργασίες για ενεργειακή απόδοση μπορεί να παραμελήσει τις επιπτώσεις της χρήσης νερού που συνδέονται με αυτές τις

βελτιστοποιήσεις, με αποτέλεσμα αυξημένη κατανάλωση νερού και δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι ακούσιες συνέπειες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη δημιουργία και τη χρήση συστημάτων TN για τη βιωσιμότητα (Gough et al., 2021).

Οι οργανισμοί και οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής μπορούν να εφαρμόσουν πολλούς ρεαλιστικούς τρόπους για την αντιμετώπιση αυτών των ανησυχιών. Αρχικά, θα μπορούσαν να διαθέσουν πόρους για την υποδομή δεδομένων και τα συστήματα διαχείρισης για να εγγραφούν την ποιότητα και την προσβασιμότητα των δεδομένων, μέσα από τη συστηματική δημιουργία συνεργασιών με προμηθευτές δεδομένων και την επένδυση σε τεχνολογία που τυποποιεί και συνδυάζει δεδομένα από πολλές πηγές (Kotamraju, 2021). Πρόσφατες συνεργασίες με στόχο την ενίσχυση της υποδομής δεδομένων και των συστημάτων διαχείρισης για την TN στην αειφορία περιλαμβάνουν τη συνεργασία της Microsoft με την Ecolab και τη Alliance for Water Stewardship για τη δημιουργία ενός εργαλείου διαχείρισης νερού που χρησιμοποιεί τεχνολογίες TN και IoT για την παρακολούθηση της κατανάλωσης νερού και τον εντοπισμό πιθανών ευκαιριών διατήρησης (Rakha, 2023). Μια τέτοια περίπτωση είναι η συνεργασία μεταξύ του Παγκόσμιου Οικονομικού Φόρουμ και της Παγκόσμιας Σύμπραξης για την Τεχνητή Νοημοσύνη για τη δημιουργία ενός πλαισίου για την ηθική και βιώσιμη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Αυτές οι συνεργασίες καταδεικνύουν τη σημασία της συνεργασίας μεταξύ τεχνολογικών εταιρειών, φορέων βιωσιμότητας και φορέων χάραξης πολιτικής για την αντιμετώπιση των προβλημάτων της ανάπτυξης της ΤΝ για τη βιωσιμότητα.

Οι οργανισμοί και οι πολιτικοί μπορούν να ξεπεράσουν τα εμπόδια της ανάπτυξης της ΤΝ και να αξιοποιήσουν την υπόσχεσή της για την προώθηση της αειφορίας επενδύοντας σε υποδομές δεδομένων, συστήματα διαχείρισης και αυξάνοντας τη συνεργασία. Επιπλέον, οι επιχειρήσεις και οι πολιτικοί μπορούν να διαμορφώσουν σαφείς κανόνες και ηθικά πρότυπα για την εφαρμογή της ΤΝ στη βιωσιμότητα, μέσα από τη συνεργασία με τους ενδιαφερόμενους φορείς για τη θέσπιση κανόνων και πλαισίων για την ανάπτυξη της ΤΝ, ενώ παράλληλα θα πρέπει να είναι σε θέση να εγγυηθούν ότι τα συστήματα ΤΝ είναι διαφανή και υπεύθυνα.

Οι οργανισμοί δύνανται ακόμη να εφαρμόσουν στρατηγικές όπως ο ηθικός σχεδιασμός της ΤΝ και ο σχηματισμός διαφορετικών και χωρίς αποκλεισμούς ομάδων για να μετριάσουν τον κίνδυνο ακούσιων συνεπειών και προκαταλήψεων. Η συνεχής παρακολούθηση και αξιολόγηση των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να διευκολύνει τον εντοπισμό ανεπιθύμητων επιπτώσεων και να επιτρέψει την άμεση παρέμβαση και προσαρμογή. Επιπροσθέτως, οι εταιρείες και οι πολιτικοί μπορούν να

εφαρμόσουν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση της βιωσιμότητας που αναγνωρίζει την αλληλεξάρτηση πολλών περιβαλλοντικών και κοινωνικών μεταβλητών (Rahwan et al., 2021).

Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση της βιωσιμότητας απαιτεί από τους οργανισμούς και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να αξιολογήσουν τις πιθανές ακούσιες επιπτώσεις της ανάπτυξης της ΤΝ και να δώσουν έμφαση στη δίκαιη κατανομή των πλεονεκτημάτων, η οποία συνεπάγεται τη διενέργεια ολοκληρωμένων εκτιμήσεων επιπτώσεων και τη συνεργασία με τους ενδιαφερόμενους φορείς για την αντιμετώπιση των αναγκών και των ανησυχιών τους (Rakha, 2023).

Ένα πρόσφατο παράδειγμα μιας τέτοιας συνεργασίας είναι η συνεργασία μεταξύ της Microsoft και του Environmental Defense Fund (EDF) για τη δημιουργία ενός εργαλείου που χρησιμοποιεί τεχνητή νοημοσύνη για τον εντοπισμό και τον μετριασμό των εκπομπών μεθανίου από δραστηριότητες πετρελαίου και φυσικού αερίου. Το εργαλείο αυτό δημιουργήθηκε σε συνεργασία με ειδικούς του κλάδου, ρυθμιστικούς φορείς και περιβαλλοντικές οργανώσεις, ώστε να διασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα, η διαφάνεια και η προσβασιμότητά του για όλους τους ενδιαφερόμενους (Gurpta, 2024). Μέσω μιας συνεργατικής και διαφανούς μεθοδολογίας, οι επιχειρήσεις μπορούν να εγγυηθούν ότι οι



λύσεις τεχνητής νοημοσύνης τους προωθούν τη βιωσιμότητα, ενώ ταυτόχρονα αντιμετωπίζουν τις ανησυχίες όλων των ενδιαφερομένων μερών.

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην προώθηση της βιωσιμότητας σε πολλούς τομείς. Μέσω της ανάλυσης δεδομένων και της βελτιστοποίησης των διαδικασιών, η ΤΝ μπορεί να ελαχιστοποιήσει τα απόβλητα και να ενισχύσει την αποδοτικότητα στις λειτουργίες παραγωγής και διανομής. Μπορεί επίσης να ενισχύσει τη βιωσιμότητα μέσω εξατομικευμένων υπηρεσιών που ενθαρρύνουν φιλικές προς το περιβάλλον πρακτικές. Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να μετριάσει τις απειλές για την προσωπική υγεία και τις υποδομές με την ανίχνευση μελλοντικών κινδύνων και την πρόβλεψη μελλοντικών περιστατικών. Καθώς η Τεχνητή Νοημοσύνη εξελίσσεται, διαθέτει την ικανότητα να επιφέρει ουσιαστικές θετικές αλλαγές στην προώθηση της αειφορίας και στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών προβλημάτων που αντιμετωπίζουμε σήμερα. Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι η εφαρμογή της ΤΝ πρέπει να γίνεται με σύνεση και ηθικές εκτιμήσεις, ώστε να διασφαλίζεται η υπεύθυνη και βιώσιμη χρήση της (Rakha, 2023).

### 4.3. Προοπτικές εφαρμογής: Πως μπορεί η Τεχνητή Νοημοσύνη να συμβάλλει στη βιώσιμη ανάπτυξη στο μέλλον

Η τεχνητή νοημοσύνη (TN) είναι πλέον πανταχού παρούσα, αποτελώντας ένα θέμα παγκοσμίου ενδιαφέροντος. Η επέκταση της TN έχει προκαλέσει ενθουσιασμό όσο και ανησυχία σε διάφορους τομείς, ενώ έχει σαφώς αναγνωριστεί, ότι η τεχνητή νοημοσύνη πρόκειται να διαδραματίσει επίσης σημαντικό ρόλο στον περιβαλλοντικό τομέα (Flanagan, 2024). Η τεχνητή νοημοσύνη διαθέτει τη δυνατότητα να αντιμετωπίσει περίπλοκα ζητήματα που σχετίζονται με τον μετριασμό της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής, μέσα από εφαρμογές που αναμένεται να γίνουν προσβάσιμες στο άμεσο μέλλον (Frank, 2021). Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να επιταχύνει την τεχνολογική πρόοδο, να ενισχύσει τη δημιουργία καινοτόμων και βιώσιμων υλικών, να βελτιστοποιήσει την ενεργειακή απόδοση, να καθοδηγήσει την αντιμετώπιση καταστροφών και να προβλέψει περιβαλλοντικά φαινόμενα όπως η διάβρωση, οι κατολισθήσεις και τα μετεωρολογικά πρότυπα (Flanagan, 2024).

Η τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται στην έννοια του προγραμματισμού ενός υπολογιστή ώστε να εκτελεί εργασίες που παραδοσιακά εκτελούνταν από ανθρώπους, γι' αυτό και ο χαρακτηρισμός «τεχνητή». Η τεχνητή νοημοσύνη ερευνάται εκτενώς εδώ και δεκαετίες, αλλά μια σημαντική

επανάσταση σημειώθηκε τη δεκαετία του 2000, η οποία αποδίδεται στις τεράστιες ποσότητες δεδομένων που είναι προσβάσιμες για την εκπαίδευση των προγραμμάτων υπολογιστών ώστε να δημιουργούν συνδέσεις και να εκτελούν εργασίες. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται μηχανική μάθηση. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ενσωματωθεί σε διάφορες εφαρμογές, όπως συστήματα οικονομικής διαχείρισης και διαδικτυακά chatbots βοήθειας. Μπορούν να λειτουργήσουν ως μηχανισμός για να βοηθήσουν, ή ενίοτε να αντικαταστήσουν, την ανθρώπινη λήψη αποφάσεων.

Η ανθρωπότητα, εισάγεται πλέον σε μια περίοδο κατά την οποία είναι επιτακτική ανάγκη να βελτιστοποιήσει τους φυσικούς της πόρους, όπως το νερό, ο καθαρός αέρας, η εύφορη γη και τα πολύτιμα μέταλλα. Στο πλαίσιο αυτό, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει σημαντικά σε διάφορες προκλήσεις που σχετίζονται με την έλλειψη πόρων και τη διαδικασία της βελτιστοποίησης (Baum et al., 2023).

Μια ουσιαστική χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής είναι η διαχείριση του ηλεκτρικού δικτύου. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στη διαχείριση του περίπλοκου ηλεκτρικού δικτύου, όταν χρησιμοποιούνται πολλές μικρότερες, αποκεντρωμένες πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως οι ηλιακοί συλλέκτες στις στέγες, αντί για μια μοναδική, κεντρική πηγή, όπως ένα εργοστάσιο

ηλεκτροπαραγωγής με καύση άνθρακα (Frank, 2021). Με την ακριβή πρόβλεψη της προσφοράς και της ζήτησης ενέργειας, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να παρέχει λύσεις βελτιστοποίησης της ισχύος, οι οποίες θα είναι όλο και περισσότερο ζωτικής σημασίας κατά τη μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Flanagan, 2024).

Ακόμη, υπάρχουν πολυάριθμες περιπτώσεις όπου η προγνωστική πρόβλεψη της TN μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στη διαχείριση πλημμυρών, την αντιμετώπιση καταιγίδων και τον μετριασμό των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να παράγει περίπλοκες προβλέψεις για την άμεση προσομοίωση μελλοντικών σεναρίων. Διάφορες πρωτοβουλίες ανθεκτικότητας και προσαρμογής στο κλίμα θα επωφεληθούν επίσης από την τεχνητή νοημοσύνη. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την περίπλοκη ανάλυση και παρακολούθηση των στόχων μετριασμού της ρύπανσης ή μείωσης των αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που αφορούν την ποιότητα του αέρα ή τις εταιρικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (Himeur et al., 2022).

Εξετάζοντας τα μεγάλης κλίμακας κέντρα δεδομένων υψηλής απόδοσης, όπως αυτά που κατασκευάζει η Google ή η Amazon, τίθεται το ερώτημα: ποια είναι η κατανάλωση ενέργειας αυτών των κέντρων δεδομένων και με

ποιο ρυθμό αυξάνεται το ποσοστό αυτό; Οι ερευνητές έχουν διαπιστώσει ότι η τεχνολογία των πληροφοριών αποτελεί μόλις το 1% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας, ποσοστό που παραμένει αμετάβλητο τα τελευταία χρόνια. Αν και το 1% είναι σημαντικό, είναι εξαιρετικά μικρότερο και σταθερότερο σε σχέση με άλλους κλάδους (Tsirogiannis et al., 2010). Οι μεγάλες εταιρείες τεχνολογίας έχουν πραγματοποιήσει οικονομίες κλίμακας στα κέντρα δεδομένων τους, ενισχύοντας την ενεργειακή απόδοση και ελαχιστοποιώντας τα έξοδα για την επεξεργασία στο κέντρο δεδομένων. Ταυτόχρονα, η τεχνητή νοημοσύνη ωθεί αναμφίβολα στην κατασκευή σημαντικών νέων κέντρων δεδομένων, όπως παραδειγματικά δείχνει η Microsoft (Flanagan, 2024).

Πριν από δύο με τρία χρόνια, ο κλάδος της πληροφορικής ασχολήθηκε εκτενώς με συζητήσεις γύρω από τη βιωσιμότητα, ενώ οι σύγχρονες εταιρείες τείνουν να θέτουν ολοένα και πιο φιλόδοξους στόχους βιωσιμότητας. Παρ' όλα αυτά, η εμφάνιση της τεχνητής νοημοσύνης έχει μετασχηματίσει τη συζήτηση και έχει αλλάξει σημαντικά τις προτεραιότητες και τα δεδομένα, καθώς οι εταιρείες έχουν υιοθετήσει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για τη βελτιστοποίηση της τοποθέτησής τους για την ανάπτυξη και την εφαρμογή της ΤΝ σε εφαρμογές και συστήματα παραγωγής.

Στο πλαίσιο αυτό, υπάρχει αισιοδοξία ότι η αξιοποίηση της TN θα μπορούσε να επιτύχει ουδετερότητα ως προς τον άνθρακα εάν τροφοδοτείται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Korytko et al., 2018).

Η πρόοδος της τεχνητής νοημοσύνης ώστε να είναι σε θέση να εξαρτάται από πιο βιώσιμες πηγές ενέργειας θα ευθυγραμμιστεί με την ευρύτερη οικονομική στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, εξαιρώντας το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και τον άνθρακα. Η έρευνα για τη διευκόλυνση αυτής της μετάβασης βρίσκεται σε εξέλιξη- ωστόσο, η διερεύνηση αποδοτικότερων πηγών ενέργειας για τη μεταποίηση, την παραγωγή και τη μεταφορά είναι αναμφίβολα ήδη ένα κρίσιμο και ενεργό πεδίο διερεύνησης. Η πρωταρχική πρόκληση πολιτικής με την τεχνητή νοημοσύνη σήμερα είναι η διαχείριση της ταχείας ταχύτητας της καινοτομίας στον εμπορικό τομέα, με ταυτόχρονη προστασία του κοινού από συναφείς ανησυχίες, συμπεριλαμβανομένων των παραβιάσεων της ιδιωτικής ζωής, της προκατάληψης και της χειραγώγησης (Flanagan, 2024).

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει αποδειχθεί αποτελεσματική στον εντοπισμό πιθανών παραβιάσεων των περιβαλλοντικών προτύπων. Πολυάριθμες εγκεκριμένες εγκαταστάσεις που ελέγχονται από την EPA, συμπεριλαμβανομένων βαρέων βιομηχανικών εγκαταστάσεων και

σταθμών παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, υπάρχουν σε όλες τις Ηνωμένες Πολιτείες και γενικότερα στο Δυτικό κόσμο. Το γεγονός αυτό, υπερβαίνει σημαντικά την ποσότητα των εγκαταστάσεων που οι κυβερνητικοί επιθεωρητές μπορούν να αξιολογήσουν τακτικά για τη συμμόρφωση. Συνεπώς, αναγκαίο είναι να καθοριστεί η βέλτιστη κατανομή των περιορισμένων προσπάθειών επιθεώρησης μεταξύ ενός σημαντικού αριθμού πιθανών παραβατών. Η έρευνά δείχνει ότι η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να προβλέψει αποτελεσματικά ποιες εγκαταστάσεις είναι πιθανό να παραβιάζουν τα περιβαλλοντικά πρότυπα, συμβάλλοντας έτσι στην ευκολότερη εποπτεία (Yetilmezsoy et al., 2011; Himeur et al., 2022).

Εκτός από τη διευκόλυνση της περιβαλλοντικής συμμόρφωσης, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη δορυφορική παρακολούθηση για την εκτίμηση των επιπτώσεων της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής και την αξιολόγηση της προόδου προς την επίτευξη στόχων βιωσιμότητας σε διάφορες κλίμακες (Baum et al., 2023).

Ιδιαίτερα ελπιδοφόρο είναι το γεγονός ότι πλήθος επιστημόνων και ειδικών ασχολούνται με τη συζήτηση για την ΤΝ και τη βιωσιμότητα, τόσο στον βιομηχανικό τομέα όσο και στους ακαδημαϊκούς κύκλους (Ye et al., 2020). Ο χώρος των λύσεων είναι καλά καθορισμένος- απαιτείται απλώς

βελτιστοποίηση και επίτευξη της κατάλληλης ισορροπίας. Υπάρχει μια γενική κατανόηση των απαραίτητων ενεργειών, όπως η εφαρμογή της αποθήκευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και του προγραμματισμού εργασίας, που διευκολύνει την αποθήκευση ανανεώσιμης ενέργειας για μετέπειτα χρήση. Επιπλέον, οι επιστήμονες πληροφορικής πρέπει να προσδιορίσουν τη βέλτιστη θέση μέσα σε αυτόν τον εκτεταμένο χώρο λύσεων και να αξιολογήσουν τη σκοπιμότητα και την αποτελεσματικότητά τους. Η τεχνητή νοημοσύνη βρίσκεται στο αρχικό στάδιο της ανάπτυξής της και είναι έτοιμη να γίνει σημαντικά πιο αποδοτική από τα σημερινά συστήματα λόγω των συνεχιζόμενων εξελίξεων τόσο στο λογισμικό όσο και στο υλικό (Flanagan, 2024).

Εάν η τεχνητή νοημοσύνη αξιοποιηθεί κατάλληλα, μπορεί να βοηθήσει στην αντιμετώπιση διαφόρων κοινωνικών ζητημάτων και ανησυχιών. Η εφαρμογή της επεκτείνεται σταδιακά τόσο στον εμπορικό τομέα όσο και σε κυβερνητικές πρωτοβουλίες που αποσκοπούν στην προώθηση της δημόσιας ευημερίας. Αυτό που εμπνέει εμπιστοσύνη και ενθουσιασμό σχετικά με την ΤΝ είναι η δυνητικά ενισχυμένη ικανότητά της να αντιμετωπίζει περίπλοκες προκλήσεις πολιτικής που γίνονται όλο και πιο δύσκολες. Ενώ η τεχνολογία από μόνη της δεν αρκεί, η ενίσχυση της πληροφοριακής βάσης για τη λήψη αποφάσεων είναι ζωτικής σημασίας (Dhamija et al., 2020).



Η αποτελεσματική αξιοποίηση και ρύθμιση της ΤΝ επιβάλλει να αναγνωριστεί ότι η ρυθμιστική ευφυΐα συχνά συσχετίζεται με την «ανθρώπινη αριστεία». Συνεπώς, είναι απαραίτητο τα άτομα να χρησιμοποιούν αυτά τα εργαλεία ΤΝ με σύνεση και αποτελεσματικότητα, καθώς δεν θα συμβάλλουν αυτόνομα στο γενικό καλό. Η αποτελεσματικότητα της ΤΝ απαιτεί μια δημιουργική ώθηση από τα άτομα, ώστε να διακρίνουν τις βέλτιστες εφαρμογές της τεχνολογίας και στη συνέχεια να την αναπτύξουν με ακρίβεια και επιμέλεια (Flanagan, 2024).

## 5. Συμπεράσματα και Μελλοντικές Προοπτικές

### 5.1. Συνοψίζοντας τα κύρια σημεία της εργασίας

Όπως αναδείχθηκε από την έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε, η τεχνητή νοημοσύνη δύναται να συμβάλλει στην ενίσχυση της βιωσιμότητας και του περιβάλλοντος, προσφέροντας μέσα και τρόπους για την ενίσχυση της βιώσιμης ανάπτυξης, την εποπτεία της περιβαλλοντικής επίπτωσης των ανθρωπογενών ενεργειών αλλά και τη διαμόρφωση νέων λύσεων και επιχειρηματικών πεδίων, χαμηλότερων ρύπων και συνδεδεμένων με περιβαλλοντικά οφέλη.

Φυσικά, όπως αναδείχθηκε, η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης σε διάφορα πεδία του ανθρωπίνου βίου και της επιχειρηματικής δραστηριότητας πρέπει να γίνει με τρόπο συνετό και λελογισμένο, αποφεύγοντας έτσι πιθανές αρνητικές περιβαλλοντικές και ηθικές συνέπειες. Η τεχνητή νοημοσύνη, μπορεί να αποτελέσει μέσο για ένα βιώσιμο μέλλον, αν υπάρξει ένα σαφές ρυθμιστικό πλαίσιο, αν απαλλαγεί από τις προκαταλήψεις της και αν καταφέρει να τροφοδοτηθεί πλήρως από βιώσιμες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

## 5.2.Αναδεικνυοντας τη σημασία της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης για τη βιώσιμη ανάπτυξη

Η σημασία της αξιοποίησης της τεχνητής νοημοσύνης είναι εξαιρετικά κρίσιμη για τη βιώσιμη ανάπτυξη, καθώς διαθέτει δυνατότητες ταχύτατης επεξεργασίας, ιδιαίτερα σύνθετων και πολύπλοκων δεδομένων, τα οποία είναι αδύνατο ή εξαιρετικά χρονοβόρο να αναλυθούν από ανθρώπινο δυναμικό. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συμβάλλει στην οικονομική ανάπτυξη, είτε με συμβατικό, είτε με βιώσιμο τρόπο.

Συνεπώς, εξαρτάται από τον ανθρώπινο παράγοντα, το πως θα επιλέξει να την αξιοποιήσει. Αν η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιηθεί με στόχο το υπέρμετρο κέρδος και την υπερεκμετάλλευση των περιβαλλοντικών πόρων, τότε τα οφέλη που μπορεί να προσφέρει δε θα αξιοποιηθούν. Από την άλλη πλευρά, αν αξιοποιηθεί στρατηγικά και με σωστό και βιώσιμο τρόπο, τα οφέλη αναμένεται να είναι εξαιρετικά και άμεσα.

## 5.3.Προτασεις για μελλοντική έρευνα και εφαρμογές

Οι εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στο μέλλον αναμένεται να είναι ποικίλες και σχετιζόμενες με ένα εξαιρετικό εύρος τομέων, που περιλαμβάνουν την παραγωγή, τη μεταποίηση, το εμπόριο και την παροχή υπηρεσιών. Οι δυνατότητες που παρέχει έχουν ήδη αρχίσει να διακρίνονται και είναι εξαιρετικά εντυπωσιακές, ενώ κατά τα επόμενα έτη, αναμένεται να ενισχυθούν ακόμη περισσότερο.

Φυσικά, στον τομέα αυτό, μπορεί να συμβάλλει σημαντικά η μελέτη και η έρευνα στο πεδίο, μέσα από τη μέθοδο της μελέτης περίπτωσης συγκεκριμένων επιχειρήσεων που ήδη έχουν αναπτύξει εφαρμογές βιώσιμης ανάπτυξης και τη διερεύνηση με εμπειρικά δεδομένα της αποτελεσματικότητας αντίστοιχων εφαρμογών σε οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abduljabbar, R., Dia, H., Liyanage, S., & Bagloee, S. A. (2019). Applications of artificial intelligence in transport: An overview. *Sustainability*, *11*(1), 189.
- Baum, S. D., & Owe, A. (2023). Artificial intelligence needs environmental ethics. *Ethics, Policy & Environment*, *26*(1), 139-143.
- Blewitt, J. (2012). *Understanding sustainable development*. Routledge.
- Blobel, B. G. M. E., & Pharow, P. (2009). Analysis and evaluation of EHR approaches. *Methods of information in medicine*, *48*(02), 162-169.
- Broussard, M., Diakopoulos, N., Guzman, A. L., Abebe, R., Dupagne, M., & Chuan, C. H. (2019). Artificial intelligence and journalism. *Journalism & mass communication quarterly*, *96*(3), 673-695.
- Carley, M., & Christie, I. (2017). *Managing sustainable development*. Routledge.
- Castelvecchi, D. (2019). AI Copernicus' discovers' that Earth orbits the Sun. *Nature*, *575*(7782), 266-267.
- Corso, V., Mariani, L., Micucci, D., & Riganelli, O. (2024, April). Generating Java Methods: An Empirical Assessment of Four AI-Based

Code Assistants. In *Proceedings of the 32nd IEEE/ACM International Conference on Program Comprehension* (pp. 13-23).

Cox, M., & Raja, A. (2007). Metareasoning: A manifesto. *BBN Technical*.

Craig, L. (2024). *What is AI? Artificial Intelligence explained*. Tech Target, 1.

Cullen-Knox, C., Eccleston, R., Haward, M., Lester, E., & Vince, J. (2017). Contemporary Challenges in Environmental Governance: Technology, governance and the social licence. *Environmental Policy and Governance*, 27(1), 3-13.

Dhamija, P., & Bag, S. (2020). Role of artificial intelligence in operations environment: a review and bibliometric analysis. *The TQM Journal*, 32(4), 869-896.

Duan, Y., Edwards, J. S., & Dwivedi, Y. K. (2019). Artificial intelligence for decision making in the era of Big Data—evolution, challenges and research agenda. *International journal of information management*, 48, 63-71.

Flanagan, M. (2024). AI and environmental challenges. Environmental Innovations Initiative. <https://environment.upenn.edu>

Frank, B. (2021). Artificial intelligence-enabled environmental sustainability of products: Marketing benefits and their variation by

consumer, location, and product types. *Journal of Cleaner Production*, 285, 125242.

Fund, S. (2015). Sustainable development goals. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/inequality>.

Gambus, P., & Shafer, S. L. (2018). Artificial intelligence for everyone. *Anesthesiology*, 128(3), 431-433.

Gough, C., Scott, J., & Gibbs, D. (2021). Artificial intelligence and sustainability: Perspectives and directions for future research. *Environmental Science & Policy*, 120, 15-23. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.03.007>

Gupta, A. (2022). Microsoft and EDF team up to use AI to reduce methane emissions. Microsoft.

<https://news.microsoft.com/2022/03/15/microsoft-and-edf-team-up-to-use-ai-to-reduce-methane-emissions/>.

Himeur, Y., Rimal, B., Tiwary, A., & Amira, A. (2022). Using artificial intelligence and data fusion for environmental monitoring: A review and future perspectives. *Information Fusion*, 86, 44-75.

Holmes, J., Sacchi, L., & Bellazzi, R. (2004). Artificial intelligence in medicine. *Ann R Coll Surg Engl*, 86, 334-8.

Holzinger, A., Langs, G., Denk, H., Zatloukal, K., & Müller, H. (2019). Causability and explainability of artificial intelligence in medicine. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 9(4), e1312.

Huang, C., Zhang, Z., Mao, B., & Yao, X. (2022). An overview of artificial intelligence ethics. *IEEE Transactions on Artificial Intelligence*, 4(4), 799-819.

Kaplan, A., & Haenlein, M. (2020). Rulers of the world, unite! The challenges and opportunities of artificial intelligence. *Business Horizons*, 63(1), 37-50.

Kar, A. K., Choudhary, S. K., & Singh, V. K. (2022). How can artificial intelligence impact sustainability: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 376, 134120.

Khasawneh, A. J., Mihus, I., Svyrydiuk, N., & Zhyvko, Z. (2024). Nature and purpose of artificial intelligence. Political, legal, and economic challenges in the 21st century. *Clio. Revista de Historia, Ciencias Humanas y Pensamiento Crítico.*, (8), 306-320.

Kopytko, V., Shevchuk, L., Yankovska, L., Semchuk, Z., & Strilchuk, R. (2018). Smart home and artificial intelligence as environment for the



implementation of new technologies. *Traektoriâ Nauki= Path of Science*, 4(9), 2007-2012.

Kotamraju, N., & Clark, A. (2021). Building resilient data infrastructure for sustainability. *Environmental Science & Policy*, 125, 1-8.  
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.06.006>

Leahy, C. P., Gaynor, A., Sleight, S., Morgan, R., & Rees, Y. (2022). Sustainable academia: the responsibilities of academic historians in a climate-impacted world. *Environment and History*, 28(4), 545-570.

Linkov, I., Trump, B. D., Poinsette-Jones, K., & Florin, M. V. (2018). Governance strategies for a sustainable digital world. *Sustainability*, 10(2), 440.

Liu, L. (2018). IoT and a sustainable city. *Energy Procedia*, 153, 342-346.

Nikolenko, K. (2022). Artificial Intelligence and Society: Pros and Cons of the Present, Future Prospects. *Futurity Philosophy*, 1(2), 54-67.

Marjan, R. K., Hasan Z., Ali M. (2023) "Artificial Intelligence and Sustainable Development," *Al-Mustaqbal Journal of Sustainability in Engineering Sciences*: Vol. 1 : Iss. 1 , Article 1.  
<https://doi.org/10.62723/2959-5932.1005>

Mishra, N., & Mukherjee, S. (2019). Effect of artificial intelligence on customer relationship management of amazon in Bangalore. *International Journal of Management*, 10(4).

Murta, F. (2023). Artificial Intelligence for Sustainability: What is the Role of AI in Advancing Targets for Sustainability, TEMA, <https://tema-project.eu>

Nishant, R., Kennedy, M., & Corbett, J. (2020). Artificial intelligence for sustainability: Challenges, opportunities, and a research agenda. *International Journal of Information Management*, 53, 102104.

Nizetic, S., Soli, P., González-de, D. L. D. I., & Patrono, L. (2020). Internet of Things (IoT): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future. *Journal of cleaner production*, 274, 1-32.

Obschonka, M., & Audretsch, D. B. (2020). Artificial intelligence and big data in entrepreneurship: a new era has begun. *Small Business Economics*, 55, 529-539.

Okafor, C. C., Madu, C. N., Ajaero, C. C., Ibekwe, J. C., Nzekwe, C. A., Okafor, C., ... & Nzekwe, C. (2021). Sustainable management of textile and clothing. *Clean Technol. Recycl*, 1, 70-87.

Olan, F., Arakpogun, E. O., Jayawickrama, U., Suklan, J., & Liu, S. (2022). Sustainable supply chain finance and supply networks: The role of artificial intelligence. *IEEE Transactions on Engineering Management*.

Omehia, A., & Mmejim, I. C. (2020). Pros and cons of artificial intelligence in 21st century library and information service delivery. *International Journal of Scientific Research in Education*, 13(2), 220-227.

Parris, T. M., & Kates, R. W. (2003). Characterizing and measuring sustainable development. *Annual Review of Environment and Resources*, 28(1), 559-586.

Pang, K. (2021, August 25). How AI is helping AB InBev's barley farmers boost yields and cut emissions. CIO Dive. <https://www.ciodive.com/news/how-ai-is-helping-ab-inbevs-barley-farmers-boost-yields-and-cut-emissions/605619/>

Pavlik, J. V. (2024). Automation, Algorithms, Artificial Intelligence and Cross-Border Journalism. In *The Palgrave Handbook of Cross-Border Journalism* (pp. 537-552). Cham: Springer International Publishing.

Petrov, O. (2021, April 23). How Amazon uses AI to optimize its logistics. TechTalks. <https://bdtechtalks.com/2021/04/23/amazon-logistics-ai-optimization>

Pujari, D., Kumar, V., & Venkatesan, R. (2022). Artificial intelligence and sustainable retailing: A research agenda. *Journal of Retailing*, 98(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2021.03.001>

Rahwan, I., Cebrian, M., Obradovich, N., Bongard, J., Bonnefon, J. F., Breazeal, C., ... & McElreath, R. (2021). Machine behaviour. *Nature*, 594(7864), 15-24. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03552-8>

Rakha, N. A. (2023). Artificial Intelligence and Sustainability. *International Journal of Cyber Law*, 1(3).

Runiewicz-Wardyn, M. G., Rutkowski, J., & Wñacior, M. (2024). *Labor markets and modern economic cycles: The growing role of the sixth Schumpeter-Konratiev wave* (No. 150). TIGER Working Paper Series.

Sachs, J. D. (2012). From millennium development goals to sustainable development goals. *The lancet*, 379(9832), 2206-2211.

Sage, A. (2022). AI-powered software streamlines sustainable construction. *Construction Global*. Retrieved from <https://www.constructionglobal.com/sustainability/ai-powered-software-streamlines-sustainable-construction>

Shukla, M., & Patel, R. B. (2021). An AI-based Approach for Process Optimization in the Steel Industry: A Case Study. *Materials Today: Proceedings*, 46(2), 2728-2731. doi: 10.1016/j.matpr.2021.04.395

Schulte-Römer, N., Meier, J., Söding, M., & Dannemann, E. (2019). The LED paradox: how light pollution challenges experts to reconsider sustainable lighting. *Sustainability*, *11*(21), 6160.

Sharma, L., & Garg, P. K. (Eds.). (2021). Artificial intelligence: technologies, applications, and challenges.

Stern, S. (2018). Introduction: Artificial intelligence, technology, and the law. *University of Toronto Law Journal*, *68*(supplement 1), 1-11.

Sustainable Development Commission (2011). What is sustainable development. <https://www.sd-commission.org.uk>

Toniolo, K., Masiero, E., Massaro, M., & Bagnoli, C. (2020). Sustainable business models and artificial intelligence: Opportunities and challenges. Knowledge, people, and digital transformation: Approaches for a sustainable future, 103-117.

Tsirogiannis, D., Harizopoulos, S., & Shah, M. A. (2010, June). Analyzing the energy efficiency of a database server. In *Proceedings of the 2010 ACM SIGMOD International Conference on Management of data* (pp. 231-242).

United Nations Development Goals (2024). What are the Sustainable Development Goals? <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>

UNSDSN. (2013). Health in the framework of sustainable development: technical report for the post 2015 Sustainable Development Agenda.

Weaver, P., Jansen, L., Van Grootveld, G., Van Spiegel, E., & Vergragt, P. (2017). *Sustainable technology development*. Routledge.

Williams, A. (2024). Sustainable Technology: Examples, Benefits And Challenges. Forbes.

Yao, L., Wang, X., & Han, Y. (2022). Artificial intelligence for sustainable development: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 341, 130824. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.130824> 10. Pujari, D., Kumar, V., & Venkatesan, R. (

Ye, Z., Yang, J., Zhong, N., Tu, X., Jia, J., & Wang, J. (2020). Tackling environmental challenges in pollution controls using artificial intelligence: A review. *Science of the Total Environment*, 699, 134279.

Yetilmezsoy, K., Ozkaya, B., & Cakmakci, M. (2011). Artificial intelligence-based prediction models for environmental engineering. *Neural Network World*, 21(3).