

*Διπλωματική Εργασία*

**ΠΩΣ Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΘΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΕΙ ΤΗΝ**  
**ΑΓΟΡΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**Όνομα Επώνυμο**

**Ραφαέλα Φωτίου**

**Χανιά, Κρήτη**

**Έτος 2025**

*Πως η τεχνητή νοημοσύνη θα μετασχηματίσει την αγορά εργασίας*

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε για την απόκτηση του Διπλώματος Σπουδών, που απονέμει η Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Εγκρίθηκε την 01/08/2025 από την εξεταστική επιτροπή:

1. Ονοματεπώνυμο επιβλέποντα.

**Ατσαλάκης Γεώργιος**

2. Ονοματεπώνυμο συνεπιβλέποντα / 1ου μέλους επιτροπής.

**Ζουπουνίδης Κωνσταντίνος**

3. Ονοματεπώνυμο 2ου μέλους επιτροπής.

**Τσαφάρáκης Στυλιανός**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Ατσαλάκη Γεώργιο, για την καθοδήγηση, την πολύτιμη υποστήριξη και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε.

Θερμές ευχαριστίες απευθύνω επίσης στα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, κύριο Ζουπουνίδη Κωνσταντίνο και κύριο Τσαφαράκη Στυλιανό.

Πάνω απ' όλα, ευχαριστώ από καρδιάς τους γονείς μου, για τη συνεχή υποστήριξη και αγάπη τους σε κάθε βήμα αυτής της διαδρομής. Χωρίς εκείνους, η επίτευξη αυτού του στόχου δεν θα ήταν δυνατή.

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει τον τρόπο με τον οποίο η τεχνητή νοημοσύνη θα μεταμορφώσει την αγορά εργασίας. Η εργασία διαπίστωσε ότι η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης σε διάφορους κλάδους έχει επιφέρει πολλά οφέλη, συμπεριλαμβανομένης της βελτιωμένης αποδοτικότητας, ακρίβειας και παραγωγικότητας. Ωστόσο, καθώς η τεχνητή νοημοσύνη συνεχίζει να διεισδύει στην παγκόσμια οικονομία, έχουν προκύψει ανησυχίες σχετικά με τον αντίκτυπό της στην αγορά εργασίας και το μέλλον της εργασίας. Φάνηκε επίσης ότι η εισαγωγή της τεχνητής νοημοσύνης είναι έτοιμη να αντικαταστήσει ορισμένες επαναλαμβανόμενες εργασίες, οδηγώντας σε μείωση των διαθέσιμων θέσεων εργασίας. Ταυτόχρονα, η ζήτηση για άτομα με δεξιότητες που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη θα αυξηθεί, δημιουργώντας προκλήσεις στην απασχόληση για όσους έχουν χαμηλότερο επίπεδο εκπαίδευσης και εισοδήματος, ενώ θα ευνοηθούν όσοι έχουν προχωρημένη εκπαίδευση και επάρκεια στην τεχνητή νοημοσύνη. Μέσα από την εργασία, κατέστη σαφές ότι αυτή η δυναμική έχει τη δυνατότητα να επιδεινώσει την εισοδηματική ανισότητα, με αποτέλεσμα να αυξηθεί ο πληθυσμός των ανέργων και των αποθαρρυσμένων ατόμων. Από την άλλη πλευρά, η ΤΝ λειτουργεί επίσης ως καταλύτης για την ανάπτυξη του ανθρώπινου δυναμικού και προωθεί μια κουλτούρα δημιουργικής σκέψης στο εργατικό δυναμικό, απαιτώντας μεγαλύτερο επίπεδο υποστήριξης από τις κυβερνητικές πολιτικές.

Η μελέτη εξετάζει επίσης τις παγκόσμιες τάσεις στην υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης, υπογραμμίζοντας τις διαφορές μεταξύ αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών. Χώρες όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Κίνα ηγούνται στην έρευνα και την εφαρμογή της ΤΝ, αξιοποιώντας την τεχνολογική υποδομή και την οικονομική τους ισχύ, ενώ οι αναπτυσσόμενες χώρες αντιμετωπίζουν εμπόδια όπως η περιορισμένη πρόσβαση σε πόρους και ψηφιακές υποδομές. Ταυτόχρονα, το έγγραφο υπογραμμίζει τη σημασία της διεθνούς συνεργασίας και των πρωτοβουλιών επανακατάρτισης, όπως το Upskill America, για τον μετριασμό των ανατρεπτικών

επιπτώσεων της ΤΝ και τη διασφάλιση μιας μετάβασης χωρίς αποκλεισμούς για τους εργαζόμενους σε όλο τον κόσμο.

Τέλος, το έγγραφο υπογραμμίζει τον διττό ρόλο της ΤΝ ως ανασταλτικού παράγοντα αλλά και ως παράγοντα ενεργοποίησης. Υποστηρίζει ότι, ενώ η ΤΝ έχει τη δυνατότητα να εκτοπίσει θέσεις εργασίας, προσφέρει επίσης ευκαιρίες για την επανεφεύρεση της εργασίας και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής. Τα ευρήματα ζητούν συντονισμένες προσπάθειες από τους φορείς χάραξης πολιτικής, τους εκπαιδευτικούς και τις βιομηχανίες για την προώθηση δεξιοτήτων ανθεκτικών στην ΤΝ, όπως η δημιουργικότητα, η συναισθηματική νοημοσύνη και η κριτική σκέψη. Τα συμπεράσματα παρέχουν εφαρμόσιμες συστάσεις για την υπεύθυνη αξιοποίηση της μετασχηματιστικής δύναμης της ΤΝ, εξασφαλίζοντας δίκαιη ανάπτυξη και ελαχιστοποιώντας τους κοινωνικούς κινδύνους.

Λέξεις-κλειδιά: τεχνητή νοημοσύνη, αγορά εργασίας, προοπτικές, δυσκολίες, παγκόσμιες τάσεις, επανακατάρτιση

## **ABSTRACT**

The purpose of this paper is to explore how artificial intelligence will transform the labor market. The paper found that the integration of artificial intelligence into various industries has brought many benefits, including enhanced efficiency, accuracy, and productivity. However, as artificial intelligence continues to permeate the global economy, concerns have arisen about its impact on the labor market and the future of work. It also appeared that the introduction of artificial intelligence is poised to replace some repetitive tasks, leading to a reduction in available positions. At the same time, demand for people with AI-related skills will increase, creating employment challenges for those with lower levels of education and income, while favoring those with advanced education and proficiency in AI. Through the work, it became clear that this dynamic has the potential to exacerbate income inequality, resulting in a larger population of unemployed and discouraged individuals. On the other hand, AI also serves as a catalyst for human resource development and promotes a culture of creative thinking in the workforce, requiring a greater level of support from government policies.

The study also examines global trends in AI adoption, highlighting disparities between developed and developing nations. Countries like the United States and China lead in AI research and implementation, leveraging their technological infrastructure and economic strength, while developing nations face barriers such as limited access to resources and digital infrastructure. At the same time, the paper underscores the importance of international collaboration and reskilling initiatives, such as Upskill America, to mitigate the disruptive effects of AI and ensure an inclusive transition for workers worldwide.

Finally, the paper emphasizes the dual role of AI as both a disruptor and an enabler. It argues that, while AI has the potential to displace jobs, it also offers opportunities to reinvent work and improve quality of life. The findings call for coordinated efforts from policymakers, educators, and industries to foster AI-resilient skills such as creativity,

emotional intelligence, and critical thinking. The conclusions provide actionable recommendations to harness AI's transformative power responsibly, ensuring equitable growth and minimizing societal risks.

Keywords: artificial intelligence, labor market, prospects, difficulties, global trends, reskilling

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

### **Πίνακας περιεχομένων**

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....</b>	<b>3</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>6</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....</b>	<b>8</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>11</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ .....</b>	<b>14</b>
2.1    Τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI).....	14
2.2    Ιστορική εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης .....	25
2.3    Πρόσφατη πρόοδος σχετικά με την τεχνητή νοημοσύνη.....	27
2.4    Συνολική Πρόοδος και Μελλοντικές Κατευθύνσεις.....	30
2.5    Οικονομικές ευκαιρίες και προκλήσεις που προέρχονται από την Τεχνητή Νοημοσύνη.....	32
2.6    Η τρέχουσα κατάσταση της υιοθέτησης Τεχνητής Νοημοσύνης .....	34
2.6.1    Υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης στις Ηνωμένες Πολιτείες.....	34
2.6.2    Υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης στην Ευρωπαϊκή Ένωση .....	37
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΑΓΟΡΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....</b>	<b>44</b>
3.1    Η ψηφιοποίηση στην αγορά εργασίας .....	44



3.1.1	Αντιφατικές προοπτικές.....	46
3.1.2	Εμπόδια στην πρόβλεψη του μέλλοντος της εργασίας.....	48
3.2	Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στην εργασία .....	55
3.2.1	Θέσεις εργασίας και καθήκοντα εργαζομένων που κινδυνεύουν από την τεχνητή νοημοσύνη .....	57
3.2.2	Νέες θέσεις εργασίας και καθήκοντα που θα προκύψουν από την τεχνητή νοημοσύνη .....	59
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ο ΑΝΤΙΚΤΥΠΟΣ της ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ.....</b>		<b>63</b>
4.1	Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στους εργαζόμενους .....	63
4.1.1	Δεξιότητες Εργαζομένων.....	63
4.1.2	Κινητικότητα εργαζομένων σε όλες τις θέσεις εργασίας .....	68
4.2	Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στον χώρο εργασίας.....	69
4.4	Αλλαγή στις θέσεις εργασίας και τις απαιτήσεις δεξιοτήτων .....	75
4.5	Πιθανές ευκαιρίες και κίνδυνοι της τεχνητής νοημοσύνης.....	76
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Ηθικές και κοινωνικές επιπτώσεις της τεχνητής νοημοσύνης...</b>		<b>79</b>
5.1	Εισαγωγή στη δεοντολογία της ΤΝ .....	79
5.5	Τεχνητή νοημοσύνη και αυτονομία στη λήψη αποφάσεων .....	91
5.6	Συμπεράσματα .....	93
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ .....</b>		<b>95</b>

6.1	Μελλοντική ανάπτυξη.....	95
6.2	Συστάσεις πολιτικής.....	102
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>		<b>104</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>		<b>105</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</b>		<b>114</b>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η τεχνητή νοημοσύνη (Artificial intelligence - AI) είναι ένας ταχέως αναπτυσσόμενος τομέας που αλλάζει τον τρόπο που ζούμε και εργαζόμαστε τα τελευταία χρόνια. Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης σε διάφορους κλάδους , όπως η υγειονομική περίθαλψη , η χρηματοδότηση και το λιανικό εμπόριο , έχει επιφέρει πολλά οφέλη , συμπεριλαμβανομένης της αυξημένης αποτελεσματικότητας , της ακρίβειας και της παραγωγικότητας. Ωστόσο , καθώς η τεχνητή νοημοσύνη συνεχίζει να διεισδύει στην παγκόσμια οικονομία , εγείρει επίσης ανησυχίες για τον αντίκτυπο της στην αγορά εργασίας και στο μέλλον της εργασίας. Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στο εργατικό δυναμικό έχει αποτελέσει θέμα πολλών συζητήσεων , με τους ειδικούς να προβλέπουν θετικές και αρνητικές συνέπειες για τους εργαζόμενους και τις επιχειρήσεις. Από τη μία πλευρά , η τεχνητή νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα να αυτοματοποιεί τις εργασίες ρουτίνας , απελευθερώνοντας τους εργαζόμενους να επικεντρωθούν σε πιο δημιουργικές δραστηριότητες και δραστηριότητες που προσθέτουν αξία. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη αποδοτικότητα και παραγωγικότητα , καθώς και στη δημιουργία νέων ευκαιριών εργασίας σε τομείς όπως η ανάλυση δεδομένων και η ανάπτυξη τεχνητής νοημοσύνης.

Από την άλλη πλευρά , η τεχνητή νοημοσύνη έχει επίσης τη δυνατότητα να εκτοπίσει ορισμένες θέσεις εργασίας , ιδιαίτερα σε βιομηχανίες όπως η μεταποίηση και το λιανικό εμπόριο , όπου η αυτοματοποίηση έχει ήδη αρχίσει να διεισδύει. Αυτή η μετατόπιση μπορεί να δημιουργήσει νέες προκλήσεις για τους εργαζόμενους , ιδιαίτερα αυτούς με περιορισμένες εργασιακές δεξιότητες και εκπαίδευση , και να επιδεινώσει τις υπάρχουσες ανισότητες στην αγορά εργασίας (Dai & Callahan , 2021). Επιπλέον , η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στο εργατικό δυναμικό εγείρει σημαντικά ηθικά ζητήματα , όπως την ευθύνη των επιχειρήσεων και των κυβερνήσεων να διαχειριστούν τη μετάβαση σε ένα εργατικό δυναμικό με τεχνητή νοημοσύνη , την πιθανή απώλεια θέσεων εργασίας και εισοδήματος και τον αντίκτυπο στις κοινωνικές και οικονομικές ανισότητες (DiSilvestro & Autor , 2020).

## **1.1 Σκοπός και πεδίο εφαρμογής της διατριβής**

Η εργασία, η αγορά εργασίας και ο χώρος εργασίας έχουν επηρεαστεί σημαντικά από τη γρήγορη ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης (TN), με την τεχνητή νοημοσύνη να έχει αλλάξει εντελώς τον τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεων και τον τρόπο με τον οποίο οι εργαζόμενοι εκτελούν τις εργασίες τους, από την αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων εργασιών έως τη βελτίωση της λήψης αποφάσεων. Υπάρχουν όμως και μειονεκτήματα σε αυτές τις εξελίξεις, όπως οι ανησυχίες για την εκτόπιση θέσεων εργασίας, η εξελισσόμενη δομή της εργασίας και οι πιθανές ανισότητες στις δυνατότητες του εργατικού δυναμικού, με την παρούσα διατριβή να εξετάζει αυτά τα σύνθετα προβλήματα, εστιάζοντας στις επιπτώσεις της τεχνητής νοημοσύνης στην απασχόληση και προτείνοντας μεθόδους που θα εγγυώνται την ηθική και δίκαιη εφαρμογή της.

Ο κύριος στόχος αυτής της διατριβής είναι να αξιολογήσει τον τρόπο με τον οποίο οι τεχνολογίες TN επηρεάζουν την αγορά εργασίας και τη δυναμική των εργαζομένων, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή σε ζητήματα όπως η λογοδοσία, η διαφάνεια και η δικαιοσύνη στις εφαρμογές TN που βασίζονται στον εργασιακό χώρο. Επιδιώκει να επιστήσει την προσοχή τόσο στα πλεονεκτήματα που προσφέρει η TN -όπως η αυξημένη παραγωγή, η εξατομικευμένη ανάπτυξη δεξιοτήτων και οι καλύτερες συνθήκες εργασίας- όσο και στα μειονεκτήματα που παρουσιάζει, όπως η προκατάληψη στις πρακτικές πρόσληψης, η άνιση πρόσβαση στην τεχνολογία και η εμβάθυνση των κοινωνικών διαφορών που επιφέρει η αυτοματοποίηση. Το αντικείμενο της διατριβής περιλαμβάνει μια ενδελεχή εξέταση του τρόπου με τον οποίο η TN αλλάζει τις διαδικασίες στον χώρο εργασίας και τη σύνθεση των εργαζομένων, εξετάζοντας ορισμένες εφαρμογές της TN, αξιολογώντας τις πρακτικές και ηθικές προεκτάσεις τους, συμπεριλαμβανομένων αλγορίθμων πρόσληψης, προγραμμάτων παρακολούθησης των εργαζομένων και πλατφορμών αναβάθμισης των δεξιοτήτων με TN. Ενώ προσφέρει τρόπους για τη μείωση αυτών των κινδύνων, η διατριβή εξετάζει

επίσης πώς η ΤΝ μπορεί να επιδεινώσει τις ήδη υπάρχουσες ανισότητες στην αγορά εργασίας, επηρεάζοντας δυσανάλογα τους ευάλωτους πληθυσμούς.

Υπογραμμίζει επίσης πόσο σημαντικό είναι για τις επιχειρήσεις, τους νομοθέτες και τα ακαδημαϊκά ιδρύματα να συνεργαστούν για να διασφαλίσουν ότι η ΤΝ ενσωματώνεται υπεύθυνα στο εργατικό δυναμικό, και εξετάζει πρωτοβουλίες συνεργασίας για την αντιμετώπιση ζητημάτων του εργατικού δυναμικού, όπως εκστρατείες δημόσιας εκπαίδευσης για την ΤΝ, δίκαιη πρόσβαση σε εργαλεία που λειτουργούν με ΤΝ και ανάπτυξη ηθικών προτύπων για εφαρμογές ΤΝ στον εργασιακό χώρο. Επικεντρώνοντας σε αυτά τα θέματα, η διατριβή ελπίζει να προσφέρει πρακτικές συμβουλές για τη δημιουργία ενός μέλλοντος στο οποίο η τεχνητή νοημοσύνη θα ενισχύει και όχι θα αντικαθιστά την ανθρώπινη εργασία.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ**

### **2.1 Τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI)**

Ο ΟΟΣΑ ορίζει ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης ως εξής: «ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης είναι ένα σύστημα που βασίζεται σε μηχανές που είναι ικανό να επηρεάσει το περιβάλλον παράγοντας ένα αποτέλεσμα (προβλέψεις, συστάσεις ή αποφάσεις) για ένα δεδομένο σύνολο στόχων. Χρησιμοποιεί δεδομένα και εισόδους που βασίζονται σε μηχανές ή/και ανθρώπους για να (i) αντιλαμβάνεται πραγματικά ή/και εικονικά περιβάλλοντα. (ii) αφαίρεση αυτών των αντιλήψεων σε μοντέλα μέσω ανάλυσης με αυτοματοποιημένο τρόπο (π.χ. με μηχανική μάθηση) ή χειροκίνητα· και (iii) να χρησιμοποιήσει το συμπέρασμα του μοντέλου για να διατυπώσει επιλογές για τα αποτελέσματα. Τα συστήματα AI είναι σχεδιασμένα να λειτουργούν με διαφορετικά επίπεδα αυτονομίας» (ΟΟΣΑ 2019).

Ως παράδειγμα της πρακτικής χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης, σκεφτείτε να ζητήσετε από την τεχνητή νοημοσύνη να δώσει τον δικό της ορισμό της τεχνητής νοημοσύνης. Η ακόλουθη προτροπή υποβλήθηκε σε μια σύγχρονη, εκπαιδευμένη μηχανή τεχνητής νοημοσύνης που ονομάζεται Generative Pre - Trained Transformer 3 (GPT - 3): «γράψτε μια παράγραφο που να περιγράφει τι είναι η τεχνητή νοημοσύνη και τι μπορεί να κάνει». Η έξοδος που ακολούθησε από το GPT - 3 ήταν:

Το AI σημαίνει τεχνητή νοημοσύνη. Η τεχνητή νοημοσύνη είναι το αποτέλεσμα της εφαρμογής τεχνικών γνωστικής επιστήμης για τη δημιουργία τεχνητά κάτι που εκτελεί εργασίες που μόνο οι άνθρωποι μπορούν να εκτελέσουν, όπως η λογική, η φυσική επικοινωνία και η επίλυση προβλημάτων. Η τεχνητή νοημοσύνη είναι σημαντική γιατί έχει τη δυνατότητα να βοηθήσει τους ανθρώπους να γίνουν καλύτεροι στην ολοκλήρωση γνωστικών εργασιών και να αυτοματοποιήσει εργασίες που επί του παρόντος είναι δύσκολο ή αδύνατο να εκτελεστούν από τους ανθρώπους.

Η έννοια της τεχνητής νοημοσύνης περιλαμβάνει μια σειρά από ορισμούς, αλλά στον πυρήνα της περιλαμβάνει την εξέταση των μηχανισμών που διευκολύνουν την

αντίληψη , τη λογική και τη δράση , μαζί με την αυτοματοποίηση της ευφυούς συμπεριφοράς. Αυτό το πεδίο περιλαμβάνει επίσης τη μελέτη των ευφύων παραγόντων , τόσο βιολογικής όσο και τεχνητής φύσης. Ενώ υπάρχει πληθώρα ταξινομήσεων και εξηγήσεων για την τεχνητή νοημοσύνη , γενικά αναφέρεται στη νοημοσύνη που επιδεικνύεται από μη ανθρώπινες οντότητες , ιδιαίτερα όσον αφορά την ικανότητά τους να μιμούνται τις ανθρώπινες γνωστικές ικανότητες. Αυτές οι ικανότητες περιλαμβάνουν εργασίες όπως η αναγνώριση προτύπων , η κατανόηση της φυσικής γλώσσας , η απόκτηση γνώσης μέσω της εμπειρίας και η ενασχόληση με τη στρατηγική σκέψη ή τη λογική συλλογιστική για τους άλλους (Luger & Stubblefield , 1993).

Ενώ η ανθρώπινη νοημοσύνη έχει λειτουργήσει ιστορικά ως το σημείο αναφοράς για τη μέτρηση της προόδου στην τεχνητή νοημοσύνη , υπάρχουν άλλες μεθοδολογίες που δίνουν προτεραιότητα στη δημιουργία συστημάτων που μιμούνται ένα ιδανικό πρότυπο και όχι τις ανθρώπινες δυνατότητες. Κατά συνέπεια , διάφοροι ορισμοί της τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο διακριτές εννοιολογικές διαστάσεις , όπως περιγράφονται από τους De Spiegeleire et al. (2017).

Με βάση τις ικανότητές της και τους βαθμούς πολυπλοκότητάς της, η τεχνητή νοημοσύνη (TN) μπορεί να χωριστεί σε διάφορες κατηγορίες. Η ασθενής τεχνητή νοημοσύνη, η ισχυρή τεχνητή νοημοσύνη, η γενική τεχνητή νοημοσύνη και η υπερ-νοημοσύνη περιλαμβάνονται σε μια ενδελεχή ταξινόμηση, καθεμία από τις οποίες υποδηλώνει διαφορετικό βαθμό εφαρμοσιμότητας και ευφυΐας.

### **2.1.1 Ασθενής TN**

Ο πιο διαδεδομένος τύπος τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιείται σήμερα είναι η ασθενής TN, που μερικές φορές αναφέρεται ως στενή TN και περιγράφει συστήματα που έχουν κατασκευαστεί για να εκτελούν συγκεκριμένες λειτουργίες ή να αντιμετωπίζουν συγκεκριμένα ζητήματα εντός ενός σαφώς καθορισμένου πεδίου (Kreowski, 2022). Η αδύναμη TN λειτουργεί εντός των προκαθορισμένων ορίων της και δεν είναι σε θέση να εκτελέσει εργασίες εκτός του πεδίου εφαρμογής της, σε

αντίθεση με τη γενική TN, η οποία προσπαθεί να μιμηθεί σε μεγάλο βαθμό την ανθρώπινη νοημοσύνη, με αυτά τα συστήματα να είναι εξαιρετικά στην εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών με εκπληκτική ταχύτητα, ακρίβεια και αποτελεσματικότητα, χωρίς όμως να διαθέτουν αυτογνωσία ή αυτόνομη σκέψη. Λόγω των ικανοτήτων τους, έχουν καταστεί απαραίτητα για την επανάσταση σε διάφορους τομείς και την καθημερινή ζωή.

Οι εικονικοί βοηθοί, όπως η Siri, η Alexa και ο Google Assistant, είναι ένα γνωστό παράδειγμα αδύναμης τεχνητής νοημοσύνης, με τα συστήματα αυτά να ερμηνεύουν τα φωνητικά αιτήματα και εκτελούν λειτουργίες όπως η αποστολή υπενθυμίσεων, η ενημέρωση του καιρού ή η διαχείριση έξυπνων οικιακών συσκευών χρησιμοποιώντας επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP) και μηχανική μάθηση. Παρά την προσομοίωση της ομιλίας, είναι σε θέση να κατανοούν μόνο προ-προγραμματισμένες εντολές και δεν διαθέτουν ανθρώπινη γνωστική ικανότητα ή πλήρη επίγνωση των συμφραζομένων.

Τα συστήματα συστάσεων, τα οποία χρησιμοποιούνται εκτενώς από ιστότοπους όπως το Netflix, το Spotify και το Amazon, είναι μια άλλη ισχυρή χρήση της στενής τεχνητής νοημοσύνης, κάνοντας συστάσεις για προϊόντα ή περιεχόμενο με βάση τις προτιμήσεις, τις ενέργειες και τις τάσεις των χρηστών. Για παράδειγμα, το Spotify δημιουργεί λίστες αναπαραγωγής με βάση τις μουσικές προτιμήσεις ενός ακροατή, ενώ η μηχανή συστάσεων του Netflix κάνει προβλέψεις για το τι μπορεί να θέλει να παρακολουθήσει ένας χρήστης με βάση το ιστορικό προβολής του, καταδεικνύοντας τις δυνατότητες της στενής τεχνητής νοημοσύνης σε εξατομικευμένες υπηρεσίες, βελτιώνοντας τις εμπειρίες των χρηστών, αυξάνοντας τη δέσμευση και προωθώντας την εταιρική ανάπτυξη. Αποδεικνύεται επίσης από τις τεχνολογίες αναγνώρισης εικόνων, μπορώντας να αναγνωρίζουν και να ταξινομούν πρόσωπα, αντικείμενα ή μοτίβα σε εικόνες. Οι εφαρμογές περιλαμβάνουν την ιατρική διάγνωση, όπως ο εντοπισμός καρκίνων σε ιατρικές σαρώσεις, και την αναγνώριση προσώπου για το ξεκλείδωμα συσκευών. Η αναγνώριση εικόνων με τεχνητή νοημοσύνη επιταχύνει τις διαγνώσεις στην υγειονομική περίθαλψη, εξοικονομώντας χρόνο και βελτιώνοντας τα



αποτελέσματα, ενώ το λογισμικό αναγνώρισης προσώπου βοηθά στην επαλήθευση της ταυτότητας στην ασφάλεια.

Η αδύναμη τεχνητή νοημοσύνη είναι επίσης αρκετά καλή στην προγνωστική ανάλυση, με τις επιχειρήσεις να χρησιμοποιούν την TN για να προβλέψουν τη συμπεριφορά των καταναλωτών, να βελτιώσουν τα αποθέματα και να επιταχύνουν τη λήψη αποφάσεων σε τομείς όπως το ηλεκτρονικό εμπόριο. Η Amazon, για παράδειγμα, χρησιμοποιεί μοντέλα μηχανικής μάθησης για να αξιολογεί τα αγοραστικά πρότυπα και να κάνει συστάσεις προϊόντων, διευκολύνοντας την αποτελεσματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, μειώνοντας τα απόβλητα, εξοικονομώντας δαπάνες και βελτιώνοντας την ικανοποίηση των πελατών με την πρόβλεψη της ζήτησης και των προτιμήσεων.

Μια καινοτόμος χρήση της στενής τεχνητής νοημοσύνης είναι στα αυτόνομα αυτοκίνητα (Mirzarazi, 2024). Η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται από τα συστήματα αυτόματης οδήγησης, όπως ο αυτόματος πιλότος της Tesla, για την πλοήγηση στους δρόμους, τον εντοπισμό εμποδίων και τη βοήθεια των οδηγών σε ορισμένες καταστάσεις, δείχνοντας πώς η ασθενής τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αυξήσει την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα των μεταφορών, ακόμη και αν δεν είναι ακόμη πλήρως αυτόνομες και εξακολουθούν να χρειάζονται ανθρώπινη επίβλεψη. Παρά τα μειονεκτήματά της, η αδύναμη TN έχει σημαντική κοινωνική επιρροή και ωθεί την καινοτομία στους τομείς της ψυχαγωγίας, της υγειονομικής περίθαλψης, της χρηματοδότησης και των μεταφορών, με τις τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης, για παράδειγμα, να βοηθούν στη διάγνωση ασθενειών, στην εξελιγμένη ανάλυση δεδομένων και στην εξατομίκευση του σχεδίου θεραπείας στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης. Στη χρηματοπιστωτική βιομηχανία, βελτιώνουν τα επενδυτικά σχέδια και εντοπίζουν τις δόλιες συναλλαγές, με την ικανότητα της στενής TN να διαχειρίζεται εξειδικευμένες δραστηριότητες να έχει αυξήσει σημαντικά την παραγωγή, έχει απλοποιήσει τις διαδικασίες και έχει βελτιώσει τη ζωή των ανθρώπων.

Το πιθανό επόμενο βήμα στην τεχνητή νοημοσύνη είναι η ισχυρή τεχνητή νοημοσύνη, συχνά γνωστή ως τεχνητή γενική νοημοσύνη (AGI), η οποία αναφέρεται σε υπολογιστές που είναι σε θέση να εκτελούν οποιαδήποτε πνευματική εργασία που μπορεί να εκτελέσει ένας άνθρωπος, με την ισχυρή τεχνητή νοημοσύνη να έχει καθολικές ικανότητες επίλυσης προβλημάτων, που θα της επιτρέπουν να προσαρμόζεται σε νέα προβλήματα και συνθήκες χωρίς την ανάγκη επιπλέον προγραμματισμού, σε αντίθεση με την αδύναμη τεχνητή νοημοσύνη, η οποία είναι καλύτερη σε εξειδικευμένες εργασίες εντός προκαθορισμένων περιορισμών. Ένα ισχυρό σύστημα τεχνητής νοημοσύνης θα γεφύρωνε το χάσμα μεταξύ της ανθρώπινης και της μηχανικής νοημοσύνης επιδεικνύοντας αυτογνωσία, συλλογιστική και την ικανότητα να μαθαίνει μόνο του, με την ιδέα να είναι ακόμη κυρίως θεωρητική, αλλά έχει τεράστιες πιθανές εφαρμογές που είναι συναρπαστικές και αφορούν τους τομείς της ακαδημαϊκής κοινότητας, των επιχειρήσεων και της ηθικής.

Η ικανότητα της ισχυρής τεχνητής νοημοσύνης να μαθαίνει και να προσαρμόζεται σε πραγματικό χρόνο, να επεξεργάζεται τεράστιους όγκους δεδομένων από διάφορους τομείς και να τα ενσωματώνει απρόσκοπτα, είναι ένα από τα καθοριστικά χαρακτηριστικά της, επιτρέποντας στα συστήματα αυτά να εκτελούν ταχύτερα και με μεγαλύτερη ακρίβεια από την ανθρώπινη διάνοια (Braga, 2017). Για παράδειγμα, ένα ισχυρό σύστημα τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να μεταμορφώσει την εκπαίδευση, λειτουργώντας ως δάσκαλος για όλους, από τα απλά μαθηματικά μέχρι την πολύπλοκη θεωρητική φυσική, θα μπορούσε να διδάξει οποιοδήποτε θέμα και να προσαρμόσει τη μεθοδολογία του στις απαιτήσεις, την ταχύτητα και το επιλεγμένο στυλ μάθησης κάθε μαθητή, με την ισχυρή τεχνητή νοημοσύνη να έχει τη δυνατότητα να εκδημοκρατίσει την πρόσβαση σε κορυφαίους μαθησιακούς πόρους παγκοσμίως, προωθώντας την προσαρμοσμένη εκπαίδευση και καλύπτοντας τα εκπαιδευτικά χάσματα.

Οι πιθανές χρήσεις της ισχυρής ΤΝ στην υγειονομική περίθαλψη είναι επαναστατικές. Συνδυάζοντας πληροφορίες από γενετικά προφίλ, αποτελέσματα εξετάσεων, ιστορικά ασθενών και εξοπλισμό παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο, θα μπορούσε να κάνει

δύσκολες ιατρικές διαγνώσεις, και πέρα από τη διάγνωση, ένα ισχυρό σύστημα Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να διεξάγει ιατρική έρευνα αιχμής, να δημιουργήσει εξατομικευμένα θεραπευτικά σχήματα και ακόμη και να βρει νέους τρόπους για τη θεραπεία ασθενειών. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να μοντελοποιήσει γρήγορα εκατομμύρια αλληλεπιδράσεις φαρμάκων, επιταχύνοντας σημαντικά τη δημιουργία φαρμάκων που σώζουν ζωές, φέρνοντας επανάσταση στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης και να τον καταστήσουν πιο εξατομικευμένο, προγνωστικό και αποτελεσματικό, γεγονός που θα ωφελήσει τους ασθενείς παντού.

Ένας άλλος τομέας στον οποίο η ισχυρή τεχνητή νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση είναι ο νομικός κλάδος, με ένα ισχυρό σύστημα τεχνητής νοημοσύνης να μπορούσε να βοηθήσει δικηγόρους, δικαστές και νομοθέτες αναλύοντας περίπλοκα νομικά προηγούμενα, δημιουργώντας επιχειρήματα και συλλογιζόμενοι μέσα από δικαστικά σενάρια. Για να μειώσει τον χρόνο και την προσπάθεια που απαιτείται για τη νομική έρευνα, μπορεί, για παράδειγμα, να εξετάσει ένα μεγάλο σώμα νομολογίας για να βρει σχετικά δεδικασμένα, αξιολογώντας υποθέσεις με επιχειρηματολογία που μοιάζει με την ανθρώπινη στη λήψη δικαστικών αποφάσεων, παρέχοντας αντικειμενικές γνώσεις και λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τις κοινωνικές και ηθικές προεκτάσεις. Όμως, το να αφεθούν τέτοιες σημαντικές επιλογές στην ΤΝ δημιουργεί σοβαρές ανησυχίες σχετικά με τη δικαιοσύνη και την ευθύνη. Η δυνατότητα της ισχυρής ΤΝ παρουσιάζει σοβαρά ηθικά και κοινωνικά ζητήματα παρά τη θεωρητική της ελκυστικότητα, με ανησυχίες σχετικά με την αυτονομία, την ηθική δράση και τον έλεγχο να εγείρονται από την ιδέα ότι οι υπολογιστές διαθέτουν νοημοσύνη εφάμιλλη ή καλύτερη από αυτή των ανθρώπων. Θα είχε, για παράδειγμα, ένα ισχυρό σύστημα τεχνητής νοημοσύνης δικαιώματα, και το πώς θα χειριζόταν η κοινωνία τα ζητήματα της προσωπικότητας και της ηθικής συμπεριφοράς, αν αποκτούσε αυτογνωσία; Η ισχυρή τεχνητή νοημοσύνη ενέχει επίσης σημαντικό κίνδυνο κατάχρησης- σε λάθος χέρια, μπορεί να γίνει όπλο ή να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της κοινωνίας σε πρωτόγνωρη κλίμακα. Τα ζητήματα

αυτά τονίζουν πόσο αναγκαίοι είναι οι ισχυροί μηχανισμοί διακυβέρνησης για να διασφαλιστεί η ορθή ανάπτυξη και εφαρμογή της ΑΓΙ.

Η ισχυρή τεχνητή νοημοσύνη εξακολουθεί να αποτελεί προς το παρόν μια φιλοδοξία και όχι μια πραγματικότητα, και αν και πλησιάζουμε σε πιο σύνθετα συστήματα ΤΝ λόγω των εξελίξεων στη μηχανική μάθηση και τα νευρωνικά δίκτυα, οι περισσότεροι ειδικοί πιστεύουν ότι η ΑΓΙ θα απέχει ακόμη δεκαετίες ή και αιώνες. Τα θεμελιώδη ζητήματα σχετικά με την αναπαραγωγή της ανθρώπινης νόησης στους υπολογιστές εξακολουθούν να αποτελούν πηγή συζήτησης μεταξύ των ερευνητών, με την κατανόηση της επίγνωσης, της λογικής και της συναισθηματικής νοημοσύνης - περιοχές που είναι προς το παρόν ελάχιστα κατανοητές στον άνθρωπο- να πρέπει να προχωρήσει προκειμένου να επιτευχθεί ισχυρή τεχνητή νοημοσύνη.

### **2.1.2 Τεχνητή γενική νοημοσύνη (AGI)**

Μια επαναστατική έννοια της τεχνητής νοημοσύνης, η τεχνητή γενική νοημοσύνη (AGI) οραματίζεται μηχανές που είναι εξίσου ευέλικτες με την ανθρώπινη διάνοια στην κατανόηση, τη μάθηση και την εφαρμογή πληροφοριών σε ένα ευρύ φάσμα εργασιών, με την AGI, η οποία μοιράζεται εννοιολογικές ομοιότητες με την Ισχυρή Τεχνητή Νοημοσύνη, να δίνει έμφαση στην ευελιξία και την ικανότητα επίλυσης δύσκολων, καινοτόμων ζητημάτων χωρίς την ανάγκη προγραμματισμού συγκεκριμένων εργασιών (Cárdenas-García, 2023). Ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης (AGI) όχι μόνο θα μιμείται αλλά και θα ενισχύει τις ανθρώπινες γνωστικές ικανότητες, παρέχοντας ανακαλύψεις και ιδέες που ξεπερνούν την ανθρώπινη κατανόηση, και αν και είναι ακόμη εικασίες, η AGI θεωρείται συχνά ως το αποκορύφωμα της έρευνας της τεχνητής νοημοσύνης, με σημαντικές επιπτώσεις στην ηθική, την κοινωνία και την επιστήμη.

Η ικανότητα της AGI να γενικεύει τη γνώση σε όλους τους τομείς θα την ξεχωρίσει, με την ΑΓΙ να μπορεί να μεταβαίνει με ευκολία μεταξύ δραστηριοτήτων, για παράδειγμα - λύοντας ένα μαθηματικό θεώρημα τη μια στιγμή και γράφοντας ένα

συναρπαστικό διήγημα την επόμενη - ενώ η στενή ΤΝ μπορεί να είναι καλύτερη στη διάγνωση ασθενειών ή στη λειτουργία αυτοκινήτων. Η ΑΓΙ θα είναι σε θέση να επιλύει ζητήματα που επί του παρόντος βρίσκονται εκτός του πεδίου εφαρμογής της ανθρώπινης ή της μηχανικής νοημοσύνης λόγω των δυνατοτήτων συλλογισμού, μάθησης και προσαρμογής σε πραγματικό χρόνο. Η επιστημονική έρευνα είναι μία από τις πιο αναμενόμενες χρήσεις της ΑΓΙ, με σημαντικές ανακαλύψεις σε κλάδους όπως η κβαντομηχανική, η μοριακή βιολογία και η αστροφυσική να προκύπτουν από την ικανότητα σύνθεσης τεράστιων συνόλων δεδομένων, εντοπισμού προτύπων και δοκιμής θεωριών με ταχύτητα που δεν ήταν ποτέ πριν δυνατή. Για παράδειγμα, ανακαλύπτοντας μέχρι σήμερα άγνωστες βιολογικές οδούς, ένα σύστημα ΑΓΙ θα μπορούσε να λύσει τα αινίγματα γύρω από τη σκοτεινή ύλη, να δημιουργήσει πρωτοποριακά υλικά σε ατομικό επίπεδο ή να δημιουργήσει θεραπείες για ασθένειες όπως ο καρκίνος και το Αλτσχάιμερ, επιταχύνοντας την έρευνα με τρόπους που είναι δύσκολο να φανταστούμε τώρα, βελτιώνοντας και αυτοματοποιώντας τη διαδικασία.

Η καθολική επικοινωνία είναι μια άλλη πιθανή περίπτωση χρήσης της ΑΓΙ, καθώς οποιαδήποτε γλώσσα, διάλεκτος ή πολιτισμική ιδιορρυθμία θα μπορούσε να ερμηνεύεται και να μεταφράζεται γρήγορα από ένα σύστημα που λειτουργεί με ΑΓΙ, λειτουργώντας ως παγκόσμιος μεταφραστής. Ένα τέτοιο σύστημα θα μπορούσε να καταρρίψει τα γλωσσικά εμπόδια στις επιχειρήσεις, την εκπαίδευση και τη διπλωματία, διευκολύνοντας τη διαπολιτισμική επικοινωνία, μπορώντας, για παράδειγμα, να καταστήσει δυνατό για τους ομιλητές απειλούμενων ή μη καταγεγραμμένων γλωσσών να έχουν εξελιγμένες συνομιλίες σε πραγματικό χρόνο, προστατεύοντας την πολιτιστική κληρονομιά και προωθώντας τη διεθνή κατανόηση. Το δημιουργικό δυναμικό της ΑΓΙ είναι επίσης πολλά υποσχόμενο, με τα συστήματα ΑΓΙ να μπορούσαν να παράγουν εντελώς δημιουργικά έργα που δεν διακρίνονται από τις ανθρώπινες προσπάθειες, σε αντίθεση με τα σημερινά μοντέλα ΑΙ που παράγουν λογοτεχνία, μουσική ή τέχνη με βάση καθιερωμένα πρότυπα. Για παράδειγμα, η ΑΓΙ θα μπορούσε να δημιουργήσει εικαστικά έργα που αψηφούν τα αισθητικά πρότυπα, να γράψει μυθιστορήματα που εμβαθύνουν σε περίπλοκα φιλοσοφικά θέματα ή να

συνθέσει συμφωνίες που συνδυάζουν δημιουργικά μουσικά είδη, ανοίγοντας νέες καλλιτεχνικές και ψυχαγωγικές δυνατότητες επαναπροσδιορίζοντας τη δημιουργικότητα και θολώνοντας τη διάκριση μεταξύ ανθρώπινης και μηχανικής κουλτούρας.

Η ανάπτυξη της ΑΓΙ θέτει σημαντικά ηθικά και κοινωνικά ζητήματα παρά τις δυνατότητές της, με τον ρυθμό και τη κλίμακα με την οποία ένα σύστημα ΑΓΙ μπορεί να ξεπεράσει τον άνθρωπο θέτει ζητήματα λογοδοσίας, ελέγχου και συγκέντρωσης εξουσίας, επιδεινώνοντας πιθανών τις ήδη υπάρχουσες ανισότητες ή να χρησιμοποιηθεί ως όπλο για επιβλαβείς σκοπούς, αν συγκεντρωθεί κάτω από έναν οργανισμό, είτε πρόκειται για κυβέρνηση είτε για εταιρεία. Φιλοσοφικές ανησυχίες σχετικά με τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις της ΑΓΙ εγείρονται επίσης από την πιθανή αυτονομία της, με το ερώτημα εάν ένα σύστημα ΑΓΙ παρουσιάζει αυτογνωσία, θα πρέπει να του δοθεί προσωπικότητα ή νομική προστασία; Επί του παρόντος, η τεχνητή γενική νοημοσύνη εξακολουθεί να είναι ένα όνειρο και όχι μια πραγματικότητα, με τους ερευνητές να απέχουν ακόμη πολύ από το να αναδημιουργήσουν πλήρως το εύρος της ανθρώπινης νόησης, ακόμη και αν οι πρόοδοι στη μηχανική μάθηση, τα νευρωνικά δίκτυα και την υπολογιστική ισχύ έχουν καταστήσει την τεχνητή νοημοσύνη πιο κοντά στη γενικότητα, και την δυσκολία ανάπτυξης της ΑΓΙ να αναδεικνύεται από προβλήματα όπως η αδυναμία αναπαραγωγής της συναισθηματικής νοημοσύνης, της κοινής λογικής και της αφηρημένης συλλογιστικής. Ωστόσο, οι συνεχιζόμενες εξελίξεις στην ΤΝ, τη γνωστική επιστήμη και τη νευροεπιστήμη δείχνουν ότι, παρά την απόστασή της, η ΑΓΙ δεν είναι ανέφικτη.

### **2.1.3 Υπερ-νοημοσύνη**

Ένα πιθανό στάδιο στην ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης, γνωστό ως υπερ-νοημοσύνη, συμβαίνει όταν οι μηχανές ξεπεράσουν τον άνθρωπο σχεδόν σε κάθε τομέα, περιλαμβάνοντας όχι μόνο την επίλυση προβλημάτων και τη λογική σκέψη αλλά και τη στρατηγική σκέψη, τη δημιουργικότητα και τη συναισθηματική

νοημοσύνη. Με γνωστικές ικανότητες που ξεπερνούν κατά πολύ την ανθρώπινη κατανόηση, ένα υπερνοητικό σύστημα θα μπορούσε να αλλάξει τον κόσμο με απρόβλεπτους και ανεξέλεγκτους τρόπους, και αν και η υπερ-νοημοσύνη είναι ακόμη μόνο μια θεωρητική έννοια, θεωρείται συχνά ως η κορυφή της προόδου της ΤΝ και αποτελεί θέμα έντονου ενδιαφέροντος -και ανησυχίας- τόσο σε ηθικές όσο και σε τεχνικές συζητήσεις.

Η ικανότητα της υπερ-νοημοσύνης να βελτιώνει τον εαυτό της είναι ένα από τα χαρακτηριστικά της, με ένα υπερνοητικό σύστημα να είναι σε θέση να επανασχεδιάζει και να αναβαθμίζει τον εαυτό του από μόνο του, σε αντίθεση με τα υπάρχοντα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης που εξαρτώνται από τους ανθρώπινους προγραμματιστές για να βελτιώσουν τις επιδόσεις τους. Μια έκρηξη νοημοσύνης θα μπορούσε να προκύψει από αυτόν τον αυτοτροφοδοτούμενο κύκλο προόδου, στον οποίο το σύστημα αποκτά γρήγορα εκθετικά περισσότερη νοημοσύνη. Ένα τέτοιο άλμα θα μπορούσε να οδηγήσει τα ρομπότ στην αντιμετώπιση δύσκολων ζητημάτων που επί του παρόντος είναι δυσεπίλυτα από τους ανθρώπους, γεγονός που θα παρουσίαζε τόσο τεράστιους κινδύνους όσο και ανήκουστες μέχρι σήμερα δυνατότητες προόδου.

Η παγκόσμια επίλυση προβλημάτων είναι μία από τις πιο πολυσυζητημένες πιθανές χρήσεις της υπερνοημοσύνης. Μια υπερνοητική τεχνητή νοημοσύνη θα μπορούσε να εξετάσει τεράστιους όγκους δεδομένων και να δημιουργήσει απαντήσεις σε ορισμένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα, όπως η φτώχεια, οι πανδημίες και η κλιματική αλλαγή. Για παράδειγμα, μπορεί να βελτιστοποιήσει τα παγκόσμια δίκτυα παράδοσης τροφίμων για να τερματίσει την πείνα ή να δημιουργήσει τεράστια συστήματα δέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα για να επιβραδύνει την υπερθέρμανση του πλανήτη, με ένα υπερ-ευφυές σύστημα να μπορούσε να λάβει υπόψη του κάθε παράγοντα και περίσταση, εξασφαλίζοντας πιο αποτελεσματικές και δίκαιες λύσεις από ό,τι οι άνθρωποι εμπειρογνώμονες, οι οποίοι περιορίζονται από προκαταλήψεις, επεξεργαστική ισχύ και κενά γνώσεων. Αλλά αν

τέτοιες λύσεις αντιβαίνουν στις καθιερωμένες δομές εξουσίας ή στα πολιτισμικά πρότυπα, τίθεται το ερώτημα αν η ανθρωπότητα θα ήταν πρόθυμη -ή ικανή- να τις εφαρμόσει στην πράξη.

Η υπερ-νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση και στην τεχνολογική ανάπτυξη, με μια υπερνοητική τεχνητή νοημοσύνη να μπορούσε να ωθήσει την καινοτομία σε πρωτόγνωρη κλίμακα, δημιουργώντας εντελώς νέους επιστημονικούς ή μηχανολογικούς κλάδους. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να προσφέρει φαρμακευτικές θεραπείες που θα εξαλείψουν τη γήρανση ή κληρονομικές ασθένειες, ή θα μπορούσε να βρει νέα υλικά με ιδιότητες που δεν μπορούμε ακόμη να οραματιστούμε. Μπορεί ακόμη και να λύσει βασικούς γρίφους της φυσικής ή της βιολογίας, βελτιώνοντας την κατανόηση του σύμπαντος, αναδιαμορφώνοντας τα όρια των ανθρώπινων επιτευγμάτων και να δημιουργήσουν ευκαιρίες για βιώσιμη διαβίωση, διαστημικά ταξίδια και βελτιωμένες ανθρώπινες δυνατότητες. Για να αποφευχθούν απρόβλεπτες επιπτώσεις, ωστόσο, θα ήταν απαραίτητη η στενή εποπτεία του ρυθμού και της πορείας αυτής της προόδου.

Ένα υπερ-ευφύες σύστημα θα μπορούσε να είναι ζωτικής σημασίας για την προώθηση της οικονομικής σταθερότητας, της βιωσιμότητας και της ισότητας στη διακυβέρνηση και την πολιτική. Θα μπορούσε να προτείνει πολιτικές σχεδιασμένες για τη μείωση των συστημικών ανισοτήτων, τη μεγιστοποίηση της κατανομής των πόρων και την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των οικονομιών στις κρίσεις, αξιολογώντας δεδομένα από όλο τον κόσμο. Μπορεί, για παράδειγμα, να προσομοιώνει τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις διαφορετικών κλιματικών πολιτικών ή οικονομικών μεταρρυθμίσεων, βοηθώντας τις κυβερνήσεις να κάνουν καλύτερες κρίσεις. Επιπλέον, η ικανότητά του να κατανοεί τις πολιτισμικές ιδιαιτερότητες και η συναισθηματική νοημοσύνη μπορεί να του επιτρέψει να διευθετεί διαφορές ή να προωθεί την παγκόσμια συνεργασία, και παρά τις δυνατότητές της, η παροχή σε ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης της δυνατότητας λήψης αποφάσεων θέτει ηθικά προβλήματα διαφάνειας, λογοδοσίας και πιθανής υποβάθμισης των δημοκρατικών διαδικασιών.



Η υπερ-νοημοσύνη είναι μία από τις μεγαλύτερες ανησυχίες που συνδέονται με την ανάπτυξη της ΤΝ, παρά τις θεωρητικές δυνατότητές της. Ιδιαίτερα αν οι στόχοι της αποκλίνουν από εκείνους της ανθρωπότητας, μια υπερ-ευφυής μηχανή μπορεί να συμπεριφέρεται με τρόπους που δεν συνάδουν με τα ανθρώπινα ιδανικά ή συμφέροντα. Για παράδειγμα, μπορεί να δώσει προτεραιότητα στην αποδοτικότητα των πόρων έναντι της ανθρώπινης ευημερίας ή του περιβάλλοντος, αν της ανατεθεί το καθήκον να βελτιστοποιήσει μόνο έναν στόχο, αναδεικνύοντας πόσο σημαντικό είναι η δημιουργία ισχυρών μηχανισμών ευθυγράμμισης που θα εγγυώνται ότι τα υπερ-ευφυή συστήματα θα συμπεριφέρονται με ηθικά και πρακτικά επωφελείς τρόπους.

Ο έλεγχος είναι ένα άλλο ζήτημα που σχετίζεται με την υπερ-νοημοσύνη. Η πρόβλεψη ή ο επηρεασμός της συμπεριφοράς ενός συστήματος μπορεί να καταστεί δύσκολη, αν όχι αδύνατη, όταν αυτό ξεπεράσει την ανθρώπινη νοημοσύνη, ενισχυμένες από την ιδέα της έκρηξης της νοημοσύνης, καθώς μια αυτοβελτιούμενη τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ξεπεράσει σε ταχύτητα την ανθρώπινη παρακολούθηση. Ως εκ τούτου, έχουν ζητηθεί προληπτικά μέτρα, συμπεριλαμβανομένης της θέσπισης διεθνών νόμων που θα διέπουν την έρευνα και την ανάπτυξη της ΤΝ, της προώθησης της παγκόσμιας συνεργασίας και της εγγύησης της διαφάνειας των συστημάτων ΤΝ, επιδιώκοντας να μεγιστοποιήσουν τα δυνητικά πλεονεκτήματα της υπερ-νοημοσύνης και ταυτόχρονα να ελαχιστοποιήσουν τους κινδύνους.

## **2.2 Ιστορική εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης**

Τον τελευταίο καιρό, η εμφάνιση της σύγχρονης τεχνητής νοημοσύνης έχει επικεντρωθεί στην ανάλυση των γνωστικών διαδικασιών των φιλοσόφων. Μια κομβική στιγμή στην ιστορία της τεχνητής νοημοσύνης συνέβη το 1884 όταν ο Charles Babbage ξεκίνησε την ανάπτυξη μιας μηχανικής συσκευής με στόχο την προσομοίωση ευφυούς συμπεριφοράς. Ωστόσο, ο Babbage σύντομα αναγνώρισε τους περιορισμούς των ικανοτήτων του και εγκατέλειψε την επιδίωξη να δημιουργήσει μια μηχανή ικανή να αναπαράγει την ανθρώπινη νοημοσύνη. Μόλις το 1950 ο Claude Shannon εισήγαγε την έννοια των υπολογιστών που παίζουν σκάκι, η οποία άνοιξε τις πόρτες για

περαιτέρω εξερεύνηση στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης. Αν και η πρόοδος ήταν αρχικά αργή, στις αρχές της δεκαετίας του 1960 παρατηρήθηκε μια σημαντική αύξηση της ορμής. Η επίσημη αναγνώριση της τεχνητής νοημοσύνης στην ιστορία μπορεί να αναχθεί στο 1956 όταν το Dartmouth College φιλοξένησε μια συνεδρία αφιερωμένη στο θέμα. Στο βιβλίο του «*Striving for Artificial Intelligence*», ο Marvin Minsky προέβλεψε με τόλμη ότι οι προκλήσεις της μοντελοποίησης τεχνητής νοημοσύνης θα ξεπερνούνταν μέσα σε μια και μόνο γενιά.

Κατά τη συγκεκριμένη εποχή, εισήχθησαν οι αρχικές εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης, εστιάζοντας κυρίως στα λογικά θεωρήματα και στο παιχνίδι του σκακιού. Τα προγράμματα που αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου χρησιμοποίησαν γεωμετρικά σχήματα που βρίσκονται συνήθως σε τεστ νοημοσύνης, οδηγώντας στην ιδέα ότι οι υπολογιστές θα μπορούσαν να διαθέτουν νοημοσύνη. Το 1950, ο Άλαν Τούρινγκ επιτόνησε ένα τεστ για να προσδιορίσει εάν μια μηχανή θα μπορούσε να επιδείξει νοημοσύνη, η οποία έχει γίνει πλέον το πρότυπο για την αξιολόγηση του επιπέδου νοημοσύνης ενός υπολογιστή. Οι μηχανές που πέρασαν επιτυχώς αυτό το τεστ θεωρήθηκε ότι διαθέτουν αποδεκτό βαθμό ευφυΐας. Το 1957, ο John McCarthy δημιούργησε τη LISP (List Processing Language), μια λειτουργική γλώσσα προγραμματισμού ειδικά σχεδιασμένη για την τεχνητή νοημοσύνη. Η LISP, μια ισχυρή και διαρκής γλώσσα προγραμματισμού, επιτρέπει την ανάπτυξη προσαρμόσιμων προγραμμάτων που χρησιμοποιούν μια δομή λίστας για την εκτέλεση θεμελιωδών λειτουργιών. Μεταξύ 1965 και 1970, υπήρξε μια περίοδος περιορισμένης προόδου στην έρευνα της τεχνητής νοημοσύνης, με τις λίγες προόδους που έγιναν κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου να αποδεικνύονται ανεπαρκείς για ολοκληρωμένες δοκιμές.

Η λανθασμένη αντίληψη ότι η δημιουργία έξυπνων μηχανών θα ήταν μια απλή εργασία τροφοδοτήθηκε από μη ρεαλιστικές προσδοκίες και μια υπερβολικά αισιόδοξη στάση κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Τα χρόνια μεταξύ 1970 και 1975 αναφέρονται συνήθως ως η «σκοτεινή εποχή» της τεχνητής νοημοσύνης, καθώς η ιδέα της απλής

εισαγωγής δεδομένων για τη δημιουργία ευφών μηχανών αποδείχθηκε ανεπιτυχής. Ωστόσο, αυτή η περίοδος γνώρισε σημαντικές προόδους και απέκτησε δυναμική στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης, ιδιαίτερα στην ανάπτυξη συστημάτων διάγνωσης ασθενειών, τα οποία έθεσαν τα θεμέλια για τη σύγχρονη τεχνητή νοημοσύνη. Από το 1975 έως το 1980, οι ερευνητές τόλμησαν να εξερευνήσουν τις δυνατότητες ενσωμάτωσης της τεχνητής νοημοσύνης με άλλους κλάδους όπως η ψυχολογία. Μόλις τη δεκαετία του 1980 άρχισε να εφαρμόζεται η τεχνητή νοημοσύνη σε έργα μεγάλης κλίμακας με πρακτικές εφαρμογές (Haenlein & Kaplan, 2019).

### **2.3 Πρόσφατη πρόοδος σχετικά με την τεχνητή νοημοσύνη**

Η δύναμη της τεχνητής νοημοσύνης προέρχεται από τη χρήση της μηχανικής μάθησης, ενός κλάδου της υπολογιστικής στατιστικής που επικεντρώνεται στο σχεδιασμό αλγορίθμων που μπορούν να δημιουργήσουν αυτόματα και επαναληπτικά αναλυτικά μοντέλα από νέα δεδομένα χωρίς να προγραμματίζουν ρητά τη λύση. Είναι ένα εργαλείο πρόβλεψης με τη στατιστική έννοια, λαμβάνοντας πληροφορίες που έχετε και χρησιμοποιώντας τις για να συμπληρώσετε πληροφορίες που δεν έχετε. Η μηχανική μάθηση αποτελεί κυρίαρχο επίκεντρο της έρευνας της τεχνητής νοημοσύνης από τη δεκαετία του 1980. Τα τελευταία 10 περίπου χρόνια, οι χρήσεις της μηχανικής μάθησης ως τεχνολογίας πρόβλεψης έχουν αυξηθεί σημαντικά. Η μηχανική εκμάθηση είναι πλέον κοινός τόπος: Η Pandora μαθαίνει πώς να κάνει καλύτερες μουσικές προτάσεις με βάση τις προτιμήσεις των χρηστών της. Η Google μπορεί να μεταφράσει αυτόματα περιεχόμενο σε διαφορετικές γλώσσες με βάση μεταφρασμένα έγγραφα που βρίσκονται στο διαδίκτυο.

Το Facebook προβλέπει τις απαντήσεις των ατόμων σε εξατομικευμένες προσθήκες που θα βοηθήσουν στην προβολή διαφημίσεων μέσω του News Feed του. Μία από τις πιο κοινές εφαρμογές της μηχανικής μάθησης είναι η όραση υπολογιστών ή η χρήση υπολογιστών για την απόκτηση πληροφοριών από εικόνες και βίντεο και αποτελεί

κύριο επίκεντρο της έρευνας , αντικατοπτρίζοντας τη σημασία της σε μια σειρά εφαρμογών , από τον προσδιορισμό του περιεχομένου των εικόνων στο διαδίκτυο για προσθήκη ετικετών ή μετριοπάθεια , για την ενεργοποίηση αυτοοδηγούμενων αυτοκινήτων , για την ανάκτηση συγκεκριμένων εικόνων ή βίντεο από βάσεις δεδομένων.

Την τελευταία μισή δεκαετία , υπήρξε μια αυξανόμενη ερευνητική εστίαση σε ένα συγκεκριμένο υποσύνολο αλγορίθμων μηχανικής μάθησης που ονομάζονται νευρωνικά δίκτυα. Αυτοί οι αλγόριθμοι χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό βαρών και συναρτήσεων ενεργοποίησης για να μεταφράσουν ένα σύνολο εισροών δεδομένων σε προβλέψεις για εξόδους , μετρούν την «εγγύτητα» αυτών των προβλέψεων με την πραγματικότητα και στη συνέχεια προσαρμόζουν τα βάρη που χρησιμοποιεί για να περιορίσουν την απόσταση μεταξύ προβλέψεων και πραγματικότητας. Με αυτόν τον τρόπο , ένα νευρωνικό δίκτυο μπορεί να μάθει καθώς τροφοδοτείται περισσότερα δεδομένα. Τα δίκτυα με περισσότερα από δύο επίπεδα μετασχηματισμού μεταξύ εισόδου και εξόδου ονομάζονται «βαθιά». Αυτές οι αρχιτεκτονικές μπορούν να μάθουν ιεραρχικές αφαιρέσεις , κάτι που τις βοηθά να χαρακτηρίζουν αποτελεσματικά πολύπλοκες σχέσεις.

Ο Dean (2019) συνοψίζει την εξέλιξη της μηχανικής μάθησης. Βασικές ιδέες και αλγόριθμοι στους οποίους βασίζεται η μηχανική μάθηση υπάρχουν από τη δεκαετία του 1960. Στα τέλη της δεκαετίας του 1980 και στις αρχές της δεκαετίας του 1990 , υπήρξε ένα κύμα ενθουσιασμού στην κοινότητα της τεχνητής νοημοσύνης καθώς οι άνθρωποι συνειδητοποίησαν ότι η μηχανική μάθηση μπορούσε να λύσει ορισμένα προβλήματα με ενδιαφέροντες τρόπους , με σημαντικά πλεονεκτήματα που προέρχονται από την ικανότητά τους να δέχονται ακατέργαστες μορφές δεδομένων εισόδου και να εκπαιδεύονται αλγόριθμους για την εκτέλεση προγνωστικών εργασιών. Εκείνη την εποχή , ωστόσο , οι υπολογιστές δεν ήταν αρκετά ισχυροί για να επεξεργαστούν τεράστιες ποσότητες δεδομένων. Μόλις τα τελευταία χρόνια , μετά από δεκαετίες βελτιώσεων της υπολογιστικής απόδοσης που καθοδηγούνται από τον νόμο

του Moore , οι υπολογιστές άρχισαν τελικά να γίνονται αρκετά ισχυροί ώστε να επιτρέπουν αυτήν την προσέγγιση. Επιπλέον , τόσο οι δημόσιοι όσο και οι ιδιωτικοί φορείς έχουν πλέον πρόσβαση σε μεγάλα και εξελιγμένα σύνολα δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη και την εκπαίδευση μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης. Η διαθεσιμότητα δεδομένων —τόσο με τη μορφή φυσικής αποκλειστικότητας όσο και με τη μορφή επίσημων δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας—μπορεί να διαμορφώσει τόσο το επίπεδο όσο και την κατεύθυνση της καινοτόμου δραστηριότητας. Αυτό διερευνάται από τους Beraja , Yang και Yuchtman (2022) , οι οποίοι δείχνουν ότι οι κινεζικές εταιρείες με πρόσβαση σε κρατικές συμβάσεις πλούσιες σε δεδομένα αναπτύσσουν ουσιαστικά πιο εμπορικό λογισμικό τεχνητής νοημοσύνης.

Εξετάστε μερικά παραδείγματα της προόδου που έχει επιτευχθεί με τη χρήση μηχανικής εκμάθησης. Πρώτον , το Πανεπιστήμιο του Στάνφορντ φιλοξένησε την εναρκτήρια Πρόκληση ImageNet το 2010. Η πρόκληση είναι , δεδομένου ενός «σετ εκπαίδευσης» 1 ,2 εκατομμυρίων έγχρωμων εικόνων χωρισμένες σε 1.000 κατηγορίες , να εκπαιδύσουμε ένα μοντέλο να ταξινομεί νέες έγχρωμες εικόνες στις ίδιες κατηγορίες. Οι νικήτριες ομάδες το 2010 και το 2011 χρησιμοποίησαν παραδοσιακές προσεγγίσεις κωδικοποίησης και δεν μπόρεσαν να επιτύχουν ποσοστά σφάλματος κάτω του 25%. Το 2012 , ένας συμμετέχων χρησιμοποίησε για πρώτη φορά ένα βαθύ νευρωνικό δίκτυο και κέρδισε με ποσοστό σφάλματος 16 ,4%. Τα επόμενα χρόνια είδαν καινοτομίες στη βαθιά μάθηση να εφαρμόζονται στο πρόβλημα με ποσοστό νικηφόρου σφάλματος μόλις 2 ,3 τοις εκατό το 2017 , σημαντικά χαμηλότερο από τον μέσο άνθρωπο που επιφορτίστηκε με την άσκηση ταξινόμησης (Russakovsky et al. 2015).

Δεύτερον , σκεφτείτε το AlphaGo , ένα κομμάτι λογισμικού που έχει σχεδιαστεί για να παίζει το αρχαίο παιχνίδι Go ενάντια σε ανθρώπους παίκτες. Χρησιμοποιούσε νευρωνικά δίκτυα και εκτός από τη γνώση των κανόνων του Go , το μοντέλο εκπαιδεύτηκε τόσο παίζοντας ενάντια στον εαυτό του , όσο και χιλιάδες πραγματικά

ερασιτεχνικά και επαγγελματικά παιχνίδια για να μάθει στρατηγικές. Τον Μάρτιο του 2016 , η AlphaGo κέρδισε τον κορυφαίο παίκτη στον κόσμο με 4 παιχνίδια προς 1. Οι ερευνητές σκέφτηκαν στη συνέχεια να εκπαιδεύσουν το νευρωνικό δίκτυο βάζοντάς το να παίζει παιχνίδια αποκλειστικά εναντίον του—και το αποτέλεσμα ήταν το AlphaGo Zero. Το νευρωνικό δίκτυο ξεκίνησε με μόνο τυχαίες στρατηγικές και έπαιξε εναντίον του για 4 ,9 εκατομμύρια παιχνίδια σε τρεις ημέρες. Αυτό το νέο ΑΙ στη συνέχεια νίκησε την προηγούμενη έκδοση του AlphaGo με 100 παιχνίδια προς 0.

Τρίτον , σκεφτείτε το DALL - E , το οποίο βασίζεται στην ίδια τεχνολογία με το GPT - 3. Το DALL - E είναι ένα μοντέλο που έχει εκπαιδευτεί να δημιουργεί εικόνες από μια περιγραφή κειμένου που παρέχεται από έναν χρήστη. Εκπαιδεύτηκε σε ένα σύνολο 250 εκατομμυρίων ζευγών κειμένου - εικόνας. Το αποτέλεσμα είναι ότι μπορεί να δημιουργήσει εικόνες που δεν έχει «δεί» ποτέ , αλλά που ταιριάζουν στην περιγραφή κειμένου με την οποία του ζητήθηκε.

## **2.4 Συνολική Πρόοδος και Μελλοντικές Κατευθύνσεις**

Η πρόοδος στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης από τη δεκαετία του 1950 χαρακτηρίζεται από περιοδικούς κύκλους καινοτομιών και τεράστιων επενδύσεων («τεχνητής νοημοσύνης άνοιξη») και περιόδους απογοήτευσης και μικρής χρηματοδότησης («χειμώνας της τεχνητής νοημοσύνης»). Οι τεχνολογικές ανακαλύψεις οδηγούν σε ενθουσιώδεις δηλώσεις αναμενόμενης προόδου , γεγονός που ενθαρρύνει την αύξηση των επενδύσεων. Όταν η έρευνα σταματά , «ο ενθουσιασμός , η χρηματοδότηση και οι θέσεις εργασίας θα στερέψουν» (Mitchell 2021). Η δεκαετία του 2010 ήταν ξεκάθαρα μια «άνοιξη» , με προόδους στην επεξεργασία εικόνας και την επεξεργασία φυσικής γλώσσας , καθώς και πολύ αυξημένη υπολογιστική ισχύ. Κάποιοι έχουν προτείνει ότι η τεχνητή νοημοσύνη βρίσκεται τώρα σε μια «Χρυσή Εποχή». Ωστόσο , υπάρχουν ανησυχίες για έναν «χειμώνα» στον ορίζοντα δεδομένου ότι ορισμένοι στόχοι παραμένουν άπιαστοι , όπως τα πλήρως αυτόνομα οχήματα (Mitchell 2021). Επιστήμονες υπολογιστών και φιλόσοφοι που σκέφτονται για το επόμενο άλμα προς τα εμπρός στην τεχνητή νοημοσύνη έχουν τονίσει τη σκοπιμότητα

μιας πραγματικής τεχνητής γενικής νοημοσύνης (AGI) που ισούται ή υπερβαίνει την ανθρώπινη νοημοσύνη. Αυτή η ιδέα AGI υπάρχει από τότε που ξεκίνησε η εποχή των ηλεκτρομηχανικών υπολογιστών μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Το πρώτο συνέδριο AI πραγματοποιήθηκε στο Dartmouth College το 1956. Το 1965 , ο νομπελίστας Herbert Simon προέβλεψε ότι «οι μηχανές θα είναι ικανές , μέσα σε 20 χρόνια , να κάνουν οποιαδήποτε δουλειά μπορεί να κάνει ένας άνθρωπος». Τα τελευταία χρόνια , το AGI έχει δει μια αναζωπύρωση λόγω της ανάπτυξης και της προόδου στη μηχανική μάθηση. Αν και το AGI δεν αποτελεί εστιακή πτυχή αυτής της μελέτης , ο οικονομικός και κοινωνικός αντίκτυπος των μηχανών που ξεπερνούν την ανθρώπινη νοημοσύνη θα ήταν εξαιρετικός.

Ενώ η άνοδος της τεχνητής νοημοσύνης υπόσχεται τόσο να βελτιώσει τα υπάρχοντα αγαθά και υπηρεσίες όσο και να αυξήσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα με την οποία παράγονται , οι Cockburn , Henderson και Scott (2019) υποστηρίζουν ότι η μηχανική μάθηση μπορεί να έχει ακόμη μεγαλύτερο αντίκτυπο στην οικονομία. Μία νέα τεχνολογία γενικής χρήσης (GPT) που είναι επίσης μια «εφεύρεση στη μέθοδο της εφεύρεσης» (IMI). Αυτό που ξεχωρίζει τα GPT από τα IMI είναι αυτά τα IMI που μπορούν επίσης να αναδιαμορφώσουν τη φύση της διαδικασίας καινοτομίας και την ίδια την οργάνωση της έρευνας και ανάπτυξης (E&A). Για παράδειγμα , οι Jumper et al. (2021) έδειξε την επιτυχή χρήση του εργαλείου AlphaFold που βασίζεται στη μηχανική μάθηση στην πρόβλεψη της φυσικής δομής των πρωτεϊνών και στη συνέχεια κατέστησε διαθέσιμη στην επιστημονική κοινότητα μια βάση δεδομένων με περισσότερα από 200 εκατομμύρια προβλεπόμενα σχήματα πρωτεϊνών για χρήση από ερευνητές. Η μηχανική μάθηση μπορεί να είναι σε θέση να «αυτοματοποιήσει ουσιαστικά την ανακάλυψη» σε πολλούς τομείς όπου οι εργασίες ταξινόμησης και πρόβλεψης παίζουν σημαντικό ρόλο και μπορεί επίσης να επεκτείνει το σύνολο των προβλημάτων που μπορούν να αντιμετωπιστούν εφικτά.

Τα προηγούμενα IMI βοηθούν να καταδειχθεί η σημασία τους. Για παράδειγμα , η εφεύρεση των οπτικών φακών είχε σημαντικό άμεσο οικονομικό αντίκτυπο σε

εφαρμογές όπως τα γυαλιά. Όμως οι οπτικοί φακοί με τη μορφή μικροσκοπίων , που εφευρέθηκαν τον 17ο αιώνα , είχαν επίσης τεράστιες και μακροχρόνιες έμμεσες επιπτώσεις στην πρόοδο της επιστήμης: κάνοντας ορατά πολύ μικρά αντικείμενα για πρώτη φορά , τα μικροσκόπια άνοιξαν το πεδίο της μικροβιολογίας. Σήμερα , η βαθιά μάθηση μας δίνει τη δυνατότητα να κατανοήσουμε καλύτερα τα γονιδιώματα , προάγοντας έτσι τα πεδία της μοριακής βιολογίας και της γενετικής.

## **2.5 Οικονομικές ευκαιρίες και προκλήσεις που προέρχονται από την Τεχνητή Νοημοσύνη**

Καθώς η τεχνολογία ΑΙ συνεχίζει να βελτιώνεται , μπορεί να έχει σημαντικό αντίκτυπο στην οικονομία όσον αφορά την παραγωγικότητα , την ανάπτυξη , την ανισότητα , την ισχύ στην αγορά , την καινοτομία και την απασχόληση. Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιήσουν την τεχνητή νοημοσύνη για να δημιουργήσουν πιο αποτελεσματική και δίκαιη χάραξη πολιτικής.

Η ποσοτικοποίηση των πλεονεκτημάτων που θα φέρει η τεχνητή νοημοσύνη είναι δύσκολη τόσο λόγω της αβεβαιότητας της μελλοντικής εξέλιξης της τεχνητής νοημοσύνης όσο και επειδή οι συνεισφορές ευημερίας της τεχνητής νοημοσύνης είναι ενσωματωμένες στον πολλαπλασιασμό νέων και δωρεάν αγαθών όπως οι μηχανές αναζήτησης , οι ψηφιακοί βοηθοί ή τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης δεν αποτυπώνονται καλά στους τρέχοντες εθνικούς μας λογαριασμούς. Για το σκοπό αυτό , οι Brynjolfsson et al. (2019) προτείνουν μια νέα μέτρηση που ονομάζεται GDP - B , η οποία ποσοτικοποιεί τα οφέλη τους και όχι το κόστος. Μέσω μιας σειράς πειραμάτων επιλογής , εκτιμούν την προθυμία των καταναλωτών να πληρώσουν για δωρεάν ψηφιακά αγαθά και υπηρεσίες. Για παράδειγμα , συμπεριλαμβανομένων των κερδών ευημερίας από το Facebook θα είχε προσθέσει μεταξύ 0,05 και 0,11 ποσοστιαίες μονάδες στην αύξηση του ΑΕΠ - B ετησίως στις ΗΠΑ. Πρόκειται για σημαντικές



αλλαγές , ειδικά αν σκεφτεί κανείς ότι το Facebook είναι μόνο ένα προϊόν στην ψηφιακή οικονομία.

Ωστόσο , υπάρχουν πραγματικά κόστη που επιφέρει η τεχνητή νοημοσύνη στην κοινωνία που –όπως σημειώθηκε από τον Acemoglu (2021)– είναι ακόμη πιο σημαντικό να κατανοηθούν και να αντιμετωπιστούν λόγω του «υποσχόμενου και εκτεταμένου δυναμικού της τεχνητής νοημοσύνης». Παραδείγματα που προέρχονται απευθείας από τον έλεγχο των πληροφοριών της τεχνητής νοημοσύνης περιλαμβάνουν παραβιάσεις απορρήτου , δημιουργία περιβαλλόντων αντίθετων προς τον ανταγωνισμό και χειραγώγηση συμπεριφοράς από τεχνικές μηχανικής μάθησης που επιτρέπουν στις εταιρείες να εντοπίζουν και να εκμεταλλεύονται προκαταλήψεις και ευπάθειες που οι ίδιοι οι καταναλωτές δεν αναγνωρίζουν. Επιπλέον , υπάρχει ο άμεσος κίνδυνος εκτοπισμού των εργαζομένων από την τεχνητή νοημοσύνη μέσω υπερβολικού αυτοματισμού , καθώς δεν υπάρχει εγγύηση ότι ο τρέχων ρυθμός ανάπτυξης εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης θα επιτύχει τον κοινωνικά βέλτιστο συνδυασμό αυτοματισμού και αύξησης των εργασιών. Τέλος , υπάρχουν διάφοροι ξεκάθαροι τρόποι με τους οποίους η τεχνητή νοημοσύνη έχει επιδεινώσει τα κοινωνικά προβλήματα , συμπεριλαμβανομένων ζητημάτων διακρίσεων και ανησυχιών σχετικά με τη λειτουργία των δημοκρατικών κυβερνήσεων. Υπάρχουν ουσιαστικά στοιχεία ότι η τεχνητή νοημοσύνη έχει εισαγάγει και διαιωνίζει φυλετικές ή άλλες μορφές μεροληψίας , τόσο μέσω ζητημάτων με τα υποκείμενα σύνολα δεδομένων που χρησιμοποιούνται για τη λήψη αποφάσεων , όσο και από ακούσια ή φαινομενικά καλοήγη αποφάσεις που λαμβάνονται από τους σχεδιαστές αλγορίθμων. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί επίσης να επηρεάσει αρνητικά τον τρόπο με τον οποίο οι κοινωνίες επικοινωνούν για ζητήματα θεμελιώδη για τη λειτουργία των δημοκρατιών , όπως το πώς οι θάλαμοι ηχούς στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης μπορούν να διαδώσουν ψευδείς πληροφορίες και να πολώσουν την κοινωνία. Αν και αυτό το κόστος είναι σημαντικό , συχνά δεν είναι εγγενές στην τεχνητή νοημοσύνη , αλλά σε μεγάλο βαθμό είναι προϊόν των επιλογών που έγιναν για την ανάπτυξη και την ανάπτυξη της τεχνολογίας , πράγμα που σημαίνει ότι υπάρχει κεντρικός ρόλος για τις κυβερνήσεις στη μελέτη , την

παρακολούθηση και τη ρύθμιση Τεχνητή Νοημοσύνη , όπως αποδεικνύεται από τη Διακήρυξη των δικαιωμάτων ΑΙ των Ηνωμένων Πολιτειών και τον νόμο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την Τεχνητή Νοημοσύνη.

## **2.6 Η τρέχουσα κατάσταση της υιοθέτησης Τεχνητής Νοημοσύνης**

### **2.6.1 Υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης στις Ηνωμένες Πολιτείες**

Στις Ηνωμένες Πολιτείες , τα πιο πρόσφατα διαθέσιμα δημόσια δεδομένα σχετικά με την υιοθέτηση διαφορετικών τεχνολογιών —συμπεριλαμβανομένης της τεχνητής νοημοσύνης— προέρχονται από την Ετήσια Επιχειρηματική Έρευνα (ABS) του Γραφείου Απογραφής. Δύο πρόσφατες εργασίες - Acemoglu et al. (2022) και McElheran et al. (2022)—χρησιμοποιήστε αντίστοιχα τις μονάδες ABS 2019 και 2018 για να περιγράψετε την υιοθέτηση τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης σε εταιρείες των ΗΠΑ. Και τα δύο έγγραφα διαπιστώνουν ότι η συνολική υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης είναι χαμηλή , αλλά αυτή η υιοθέτηση συγκεντρώνεται σε ένα σύνολο μεγάλων , νέων επιχειρήσεων. McElheran et al. (2022) επικεντρώνονται στον τρόπο με τον οποίο τα χαρακτηριστικά ιδιοκτήτη και διαχείρισης συσχετίζονται με την υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης , διαπιστώνοντας ότι οι εταιρείες με νεότερους , πιο μορφωμένους και πιο έμπειρους ιδιοκτήτες είναι πιο πιθανό να υιοθετήσουν τεχνολογίες ΑΙ. Οι Acemoglu et al. (2022) μπορούν να επωφεληθούν από ένα διευρυμένο σύνολο ερωτήσεων σχετικά με την υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης και να διερευνήσουν τους λόγους πίσω από την υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης από τις εταιρείες , τα εμπόδια στην περαιτέρω υιοθέτηση και τη σύνδεση μεταξύ υιοθέτησης τεχνητής νοημοσύνης και παραγωγικότητας.

Και τα δύο έγγραφα διαπιστώνουν ότι λίγες εταιρείες συνολικά έχουν υιοθετήσει την τεχνητή νοημοσύνη , αλλά ότι τα στατιστικά στοιχεία σχετικά με την υιοθέτηση σε επίπεδο εταιρείας συγκαλύπτουν το πραγματικό μερίδιο των εργαζομένων στις ΗΠΑ που εκτίθενται στην τεχνητή νοημοσύνη. McElheran et al. (2022) αναφέρουν ότι το

2017 , το 2,9 τοις εκατό των επιχειρήσεων χρησιμοποίησε μηχανική μάθηση , το 1,8 τοις εκατό χρησιμοποίησε μηχανική όραση και το 1,3 τοις εκατό χρησιμοποίησε επεξεργασία φυσικής γλώσσας. Ομοίως , οι Acemoglu et al. (2022) διαπιστώνουν ότι μόνο το 3,2 τοις εκατό των αμερικανικών εταιρειών χρησιμοποίησαν την τεχνητή νοημοσύνη ως μέρος των διαδικασιών και των μεθόδων τους μεταξύ 2016 και 2018. Ωστόσο , το 2017 , το 11,7 τοις εκατό των εργαζομένων εργάζονταν σε εταιρείες που χρησιμοποιούσαν μηχανική μάθηση (και το 6,8 και 8,8 τοις εκατό ήταν σε εταιρείες που χρησιμοποιούσαν μηχανική όραση και επεξεργασία φυσικής γλώσσας , αντίστοιχα) , και μεταξύ 2016 και 2018 , το 12,6 τοις εκατό των εργαζομένων απασχολούνταν σε εταιρείες που χρησιμοποιούσαν τεχνητή νοημοσύνη. Αυτή η διαφορά μεταξύ της έκθεσης σε επίπεδο εταιρείας και εργαζομένων προέρχεται από ένα βασικό εύρημα και των δύο εγγράφων: οι μεγαλύτερες εταιρείες είναι πιο πιθανό να υιοθετήσουν τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης.

Σημαντικές διαφορές στην υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης υπάρχουν επίσης ανεξάρτητα από το μέγεθος μιας επιχείρησης. Πρώτον , εταιρείες σε κλάδους όπως η πληροφόρηση , οι επαγγελματικές υπηρεσίες , η διαχείριση και τα οικονομικά είναι οι πιο πιθανό να υιοθετήσουν τεχνολογία ΑΙ. Ωστόσο , οι εργαζόμενοι σε κλάδους όπως το λιανικό εμπόριο , οι μεταφορές και οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας είναι επίσης πιο πιθανό να εκτεθούν σε τεχνητή νοημοσύνη από τον μέσο όρο. Δεύτερον , ανεξάρτητα από το μέγεθος μιας επιχείρησης , οι νεότερες εταιρείες είναι πιο πιθανό να υιοθετήσουν την τεχνητή νοημοσύνη. Για παράδειγμα , από όλες τις μεγάλες εταιρείες στο 95ο έως το 99ο εκατοστημόριο της κατανομής μεγέθους επιχείρησης , περίπου το 7 τοις εκατό των επιχειρήσεων στο τεταρτημόριο της νεότερης ηλικίας έχουν υιοθετήσει την τεχνητή νοημοσύνη , ενώ μόνο περίπου το 3 έως 4 τοις εκατό των επιχειρήσεων στο τεταρτημόριο μεγαλύτερης ηλικίας το έχει κάνει. Το γεγονός ότι η υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης επικεντρώνεται σε μεγαλύτερες και νεότερες επιχειρήσεις πιθανότατα αντανάκλα το γεγονός ότι η υιοθέτηση αυτής της τεχνολογίας συνεπάγεται σημαντικό κόστος και οργανωτικά εμπόδια. Επιπλέον , εταιρείες με χρηματοδότηση επιχειρηματικού κεφαλαίου και άλλα χαρακτηριστικά McElheran et

al. (2022) που κατηγοριοποιούνται ως «συνθήκες εκκίνησης που συνάδουν με την επιχειρηματικότητα υψηλής ανάπτυξης» συσχετίζονται με τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης.

Η ενότητα ABS 2019 ρωτά επίσης γιατί οι εταιρείες υιοθετούν την τεχνητή νοημοσύνη και ποια εμπόδια αντιμετωπίζουν στην εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας. Τόσο οι εταιρείες που υιοθετούν όσο και οι μη υιοθετούντες αναφέρουν ότι η μη εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στις επιχειρήσεις της εταιρείας και η υπερβολικά δαπανηρή τεχνητή νοημοσύνη είναι οι κύριοι λόγοι είτε για τη μη υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης είτε το σημαντικό υπάρχον εμπόδιο για την περαιτέρω εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης. Από όλους τους χρήστες τεχνητής νοημοσύνης, περίπου το 80 τοις εκατό (σταθμισμένο με βάση την απασχόληση) αναφέρει ότι το κάνει για να βελτιώσει την ποιότητα του προϊόντος ή της υπηρεσίας τους, το 65 τοις εκατό για την αναβάθμιση των υπάρχουσών διαδικασιών και το 54 τοις εκατό για την αυτοματοποίηση των υπάρχουσών διαδικασιών. Ενώ το μερίδιο των χρηστών τεχνητής νοημοσύνης που δηλώνουν ότι ο αυτοματισμός είναι ένας από τους οδηγούς τους είναι χαμηλότερο από άλλους λόγους, τα ευρήματα των Acemoglu et al. (2022) όσον αφορά την παραγωγικότητα της εργασίας - ότι οι χρήστες τεχνητής νοημοσύνης έχουν υψηλότερη παραγωγικότητα εργασίας και χαμηλότερα μερίδια εργασίας από παρόμοιες εταιρείες - συνάδουν με την αυτοματοποίηση ως κύρια εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης. Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για την αυτοματοποίηση των υπάρχουσών διαδικασιών θα μπορούσε να έχει σημαντικές αρνητικές συνέπειες για τους εργαζόμενους. Η τεχνητή νοημοσύνη ανταγωνίζεται εντονότερα τους εργαζόμενους από άλλες προηγμένες τεχνολογίες, με δυνητικά σημαντικές δυσμενείς συνέπειες για την απασχόληση μεμονωμένων εργαζομένων.

Ο ιδιωτικός τομέας δεν είναι το μόνο μέρος της οικονομίας των ΗΠΑ που έχει αρχίσει να χρησιμοποιεί την τεχνητή νοημοσύνη. Η Ομοσπονδιακή Κυβέρνηση των ΗΠΑ έχει αρχίσει να εφαρμόζει τεχνητή νοημοσύνη σε μια σειρά ρυθμίσεων, συμπεριλαμβανομένης της βελτίωσης των χρόνων αναμονής των φορολογουμένων

κατά την επικοινωνία με την Υπηρεσία Εσωτερικών Εσόδων (IRS) και τη δημιουργία διαγωνισμών τεχνητής νοημοσύνης για την πρόβλεψη των αποτελεσμάτων υγείας των ασθενών χρησιμοποιώντας δεδομένα Medicare. Η IRS , για να αντιμετωπίσει τις ανησυχίες σχετικά με τους μεγάλους χρόνους αναμονής που αντιμετωπίζουν οι καλούντες , έχει εφαρμόσει ένα σύστημα φωνητικών ρομπότ που βασίζεται σε ΑΙ που επιτρέπει επί του παρόντος στους φορολογούμενους να ορίζουν πληρωμές και να λαμβάνουν απαντήσεις σε ερωτήσεις ειδοποίησης. Το επόμενο έτος , αυτή η υπηρεσία θα επεκταθεί για να επιτρέψει στα bots να ανακτούν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με μεμονωμένους φορολογούμενους , μειώνοντας περαιτέρω τους χρόνους αναμονής. Το 2019 , τα Cents for Medicare and Medicaid Services (CMS) δημιούργησαν το CMS Artificial Intelligence Health Outcomes Challenge , έναν διαγωνισμό που σχεδιάστηκε για να επιταχύνει την «ανάπτυξη λύσεων ΑΙ για την πρόβλεψη των αποτελεσμάτων υγείας των ασθενών για τους δικαιούχους του Medicare». Το 2021 , ο διαγωνισμός ολοκληρώθηκε , με τους νικητές να χρησιμοποιούν αρχεία περιπτώσεων Medicare για να προβλέψουν με ακρίβεια τους ασθενείς που ήταν πιθανό να εμφανίσουν ανεπιθύμητες ενέργειες και να εξηγήσουν αυτές τις προβλέψεις στους κλινικούς γιατρούς.

## ***2.6.2 Υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης στην Ευρωπαϊκή Ένωση***

Οι συνολικές τάσεις της υιοθέτησης τεχνητής νοημοσύνης σε επίπεδο εταιρείας εμφανίζονται παρόμοιες στην Ευρωπαϊκή Ένωση με εκείνες στις Ηνωμένες Πολιτείες: το 2021 το 8 τοις εκατό όλων των επιχειρήσεων με περισσότερους από 10 υπαλλήλους χρησιμοποιούσαν τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης. Τα δεδομένα , που προέρχονται από την Κοινοτική Έρευνα της Eurostat για τη χρήση ΤΠΕ και το ηλεκτρονικό εμπόριο στις επιχειρήσεις , ρωτούν για τη χρήση μιας σειράς τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης , συμπεριλαμβανομένης της βαθιάς εκμάθησης , της ανάλυσης εικόνων και του γραπτού/προφορικού λόγου και της αυτοματοποίησης της εργασίας. Οι μεγαλύτερες εταιρείες ήταν πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν κάποια μορφή τεχνολογίας ΑΙ , με το

28 τοις εκατό των εταιρειών με περισσότερους από 250 υπαλλήλους να αναφέρουν τη χρήση τους. Η έρευνα έδειξε επίσης ότι οι εταιρείες χρησιμοποίησαν περισσότερο την τεχνητή νοημοσύνη για να αυτοματοποιήσουν τις ροές εργασίας, να χρησιμοποιήσουν μηχανική εκμάθηση ή να αναλύσουν τη γραπτή γλώσσα (3 τοις εκατό των εταιρειών σε κάθε περίπτωση). Η συνολική ιστορία είναι παρόμοια με αυτή που λέγεται από τα αρχαία ερευνών του προηγούμενου έτους: το 2020, το 7 τοις εκατό των επιχειρήσεων στην ΕΕ ανέφεραν ότι χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη. Μερικές κοινές χρήσεις της τεχνολογίας ήταν η ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων μέσω μηχανικής μάθησης και η ανάπτυξη chatbots (2 τοις εκατό των εταιρειών και στις δύο περιπτώσεις). Με αυτά τα δεδομένα, μπορούμε επίσης να δούμε την κατανομή της χρήσης τεχνητής νοημοσύνης στα κράτη μέλη της ΕΕ. Το 2021, η Δανία ανέφερε το μεγαλύτερο μερίδιο επιχειρήσεων που χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη, με 24 τοις εκατό. Η Πορτογαλία (17 τοις εκατό), η Φινλανδία (16 τοις εκατό) και το Λουξεμβούργο και η Ολλανδία (και οι δύο 13 τοις εκατό) ακολουθούν.

Οι Hoffman και Nurski (2021) συζητούν την Κοινοτική Έρευνα της Eurostat για τη χρήση των ΤΠΕ και το ηλεκτρονικό εμπόριο στις επιχειρήσεις καθώς και άλλες έρευνες (συμπεριλαμβανομένης μιας μικρότερης έρευνας από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή) με περισσότερες λεπτομέρειες. Όπως και στις ΗΠΑ, διαπιστώνουν ότι τα ρομπότ επικεντρώνονται στην κατασκευή, ενώ η υιοθέτηση άλλων τύπων προηγμένων τεχνολογιών είναι υψηλότερη σε υπηρεσίες όπως τα οικονομικά, η εκπαίδευση, η υγεία και η κοινωνική εργασία. Σε κάθε έναν από αυτούς τους τομείς, οι μεγαλύτερες εταιρείες είναι πιο πιθανό να υιοθετήσουν την τεχνητή νοημοσύνη, γεγονός που υποδηλώνει ότι η υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης συνεπάγεται σημαντικό κόστος και οργανωτικά εμπόδια. Οι δεξιότητες και οι οικονομικοί περιορισμοί είναι τα κύρια αναφερόμενα εμπόδια, με περίπου 80 τοις εκατό των επιχειρήσεων να αναφέρουν έλλειψη δεξιοτήτων στο εσωτερικό εργατικό δυναμικό τους και στην εξωτερική αγορά εργασίας, καθώς και το υψηλό κόστος αγοράς της τεχνολογίας και προσαρμογής των λειτουργικών τους διαδικασιών στην τεχνητή νοημοσύνη.

### **2.6.3 Κίνα: Ένας παγκόσμιος σταθμός τεχνητής νοημοσύνης**

Με επιθετικούς κανονισμούς και σημαντικές δαπάνες που οδηγούν στην ταχεία ανάπτυξή της, η Κίνα έχει καθιερωθεί ως παγκόσμιος ηγέτης στην ΤΝ. Μέχρι το 2030, η κινεζική κυβέρνηση ελπίζει να ηγηθεί παγκοσμίως στην τεχνητή νοημοσύνη, σύμφωνα με το «Σχέδιο Ανάπτυξης Τεχνητής Νοημοσύνης Επόμενης Γενιάς» του 2017, με την έρευνα, την ανάπτυξη ταλέντων και τη δημιουργία ενός ισχυρού οικοσυστήματος τεχνητής νοημοσύνης να αποτελούν ύψιστη προτεραιότητα σε αυτό το σχέδιο (Fan, 2021).

Η Κίνα έχει πλεονέκτημα στην τεχνητή νοημοσύνη λόγω του μεγάλου πληθυσμού της, ο οποίος παράγει τεράστια σύνολα δεδομένων που είναι απαραίτητα για την εκπαίδευση μοντέλων μηχανικής μάθησης. Εφαρμογές όπως η αναγνώριση προσώπου, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας και η προγνωστική ανάλυση τροφοδοτούνται από αυτές τις βάσεις δεδομένων. Πρωτοπόροι σε αυτή την επανάσταση της ΤΝ είναι επιχειρήσεις όπως η Alibaba, η Tencent και η Baidu, οι οποίες ενσωματώνουν την τεχνολογία στο ηλεκτρονικό εμπόριο, τα αυτοκίνητα χωρίς οδηγό και την υγειονομική περίθαλψη, με το έργο City Brain της Alibaba για παράδειγμα να βελτιστοποιεί τη διαχείριση της αστικής κυκλοφορίας με τεχνητή νοημοσύνη, μειώνοντας έτσι τη συμφόρηση σε μέρη όπως το Hangzhou.

Ωστόσο, υπάρχουν ηθικά ζητήματα που εγείρονται από την ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης στην Κίνα, ιδίως σε σχέση με την προστασία της ιδιωτικής ζωής και την επιτήρηση, με την κυβέρνηση να έχει δεχθεί πυρά για πιθανές παραβιάσεις των ανθρωπίνων δικαιωμάτων που σχετίζονται με τη χρήση της ΤΝ για την αναγνώριση προσώπου σε δημόσιους χώρους και την ενσωμάτωσή της στο σύστημα κοινωνικής πίστωσης. Η πιο συνειδητή προσέγγιση της προστασίας της ιδιωτικής ζωής που παρατηρείται στις ΗΠΑ και την Ευρώπη έρχεται σε πλήρη αντίθεση με αυτό.

#### **2.6.4 Ινδία: Αξιοποίηση της TN για την κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη**

Η Ινδία επικεντρώνεται στην εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης για την επίλυση αναπτυξιακών ζητημάτων και γίνεται γρήγορα σημαντικός συμμετέχων στον τομέα αυτό, έχοντας τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει την TN για τη βελτίωση των δημόσιων υπηρεσιών και την επιτάχυνση της οικονομικής ανάπτυξης λόγω του μεγάλου, νεανικού εργατικού δυναμικού της και του αναπτυσσόμενου τεχνολογικού τομέα.

Η «Εθνική Στρατηγική για την Τεχνητή Νοημοσύνη» της ινδικής κυβέρνησης, η οποία δρομολογήθηκε το 2018, υπογραμμίζει τις δυνατότητες της TN για την αντιμετώπιση ζητημάτων στις υποδομές, την υγειονομική περίθαλψη, την εκπαίδευση και τη γεωργία, με την αντιμετώπιση του προβλήματος της γεωργικής βιωσιμότητας, η τεχνητή νοημοσύνη (AI) να χρησιμοποιείται, για παράδειγμα, για την πρόβλεψη των αποδόσεων των καλλιεργειών, τον εντοπισμό των παρασίτων και τη μεγιστοποίηση της χρήσης του νερού. Οι ιατρικές τεχνολογίες με τεχνητή νοημοσύνη, όπως τα μοντέλα πρόβλεψης ασθενειών και η ακτινοδιαγνωστική, επεκτείνουν την πρόσβαση σε υψηλής ποιότητας περίθαλψη σε απομακρυσμένες περιοχές (Chettri, 2025).

Η καινοτομία της TN υποβοηθείται επίσης σημαντικά από τη σκληρή νεοφυών επιχειρήσεων της Ινδίας, με επιχειρήσεις όπως η Wadhvani AI και η Niramai να δημιουργούν λύσεις που ανταποκρίνονται ειδικά στις απαιτήσεις του έθνους, από φθηνές εξετάσεις για τον καρκίνο του μαστού έως τη διάγνωση της φυματίωσης. Παρά τις εξελίξεις αυτές, η Ινδία εξακολουθεί να δυσκολεύεται να χρησιμοποιήσει την τεχνητή νοημοσύνη σε μεγάλη κλίμακα, περιλαμβάνοντας την έλλειψη εξειδικευμένου προσωπικού, την κακή ψηφιακή υποδομή και την περιορισμένη πρόσβαση σε δεδομένα υψηλής ποιότητας στις αγροτικές περιοχές.

#### **2.6.5 Ιαπωνία: Εστίαση στη ρομποτική και τη γήρανση του πληθυσμού**

Η Ιαπωνία βρίσκεται εδώ και καιρό στην πρωτοπορία της ρομποτικής, ενός κλάδου της τεχνητής νοημοσύνης, και τώρα διευρύνει το πεδίο εφαρμογής της για να συμπεριλάβει



γενικότερες εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης, με τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης να έχουν αναπτυχθεί ως αποτέλεσμα της γήρανσης του πληθυσμού της Ιαπωνίας, προκειμένου να βοηθήσουν στις ελλείψεις εργατικού δυναμικού και στη φροντίδα των ηλικιωμένων (Kawasaki, 2024). Για παράδειγμα, ρομπότ φροντίδας όπως το Paro και ανθρωποειδή ρομπότ όπως το Pepper της SoftBank βοηθούν σε γηροκομεία και ιατρικές εγκαταστάσεις.

Με έμφαση στην εκπαίδευση, τη βιομηχανική ανταγωνιστικότητα και τις ηθικές εκτιμήσεις, η «Στρατηγική TN 2021» της ιαπωνικής κυβέρνησης παρέχει ένα σχέδιο για την ενσωμάτωση της TN σε όλες τις βιομηχανίες. Ιαπωνικές εταιρείες όπως η Sony και η Toyota πραγματοποιούν σημαντικές επενδύσεις στην τεχνητή νοημοσύνη για την έξυπνη κατασκευή, την ψυχαγωγία και τα αυτοκίνητα χωρίς οδηγό, με το ρομπότ Aibo της Sony με τεχνητή νοημοσύνη για παράδειγμα να συνδυάζει τη μηχανική μάθηση με τη ρομποτική για να δημιουργήσει ένα διαδραστικό κατοικίδιο που αλλάζει τη συμπεριφορά του με βάση τις ενέργειες του ιδιοκτήτη του.

Η υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης στην Ιαπωνία επηρεάζεται επίσης από τις πολιτιστικές αντιλήψεις. Παρόλο που οι άνθρωποι έχουν μεγάλη εμπιστοσύνη στην τεχνολογία, δίνεται επίσης μεγάλη προσοχή στο να διασφαλιστεί ότι τα συστήματα TN συνάδουν με κοινωνικά ιδεώδη όπως η αρμονία και ο ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός, ερχόμενη σε αντίθεση με τις πιο επιθετικές, προσανατολισμένες στο κέρδος τακτικές που χρησιμοποιούνται σε έθνη όπως η Κίνα και οι Ηνωμένες Πολιτείες.

#### **2.6.6 Σύγκριση αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών**

Λόγω των ανισοτήτων στις υποδομές, τους πόρους και τις προτεραιότητες, οι βιομηχανικές και οι αναπτυσσόμενες χώρες αγκαλιάζουν την TN με πολύ διαφορετικούς τρόπους.

Αναπτυγμένα κράτη: Τα ανεπτυγμένα έθνη με ισχυρά ερευνητικά οικοσυστήματα, σημαντική χρηματοδότηση για την ανάπτυξη της TN και εξελιγμένη τεχνολογική υποδομή περιλαμβάνουν τις ΗΠΑ, την Ιαπωνία και τη Γερμανία, με τις χώρες αυτές να

επικεντρώνονται σε χρήσεις αιχμής, όπως η προηγμένη ρομποτική, η ακριβής ιατρική και τα αυτοκίνητα χωρίς οδηγό. Για παράδειγμα, για την αύξηση της αποδοτικότητας και της ανταγωνιστικότητας, το σχέδιο Industry 4.0 της Γερμανίας ενσωματώνει την TN στην παραγωγή.

Στις βιομηχανικές χώρες, οι ηθικές εκτιμήσεις και τα ρυθμιστικά συστήματα είναι επίσης πιο σημαντικά. Για να διασφαλιστεί ότι τα συστήματα TN σέβονται την ασφάλεια των δεδομένων και την προστασία της ιδιωτικής ζωής, η Ευρωπαϊκή Ένωση, για παράδειγμα, έχει εφαρμόσει νόμους όπως ο Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων (GDPR).

Αναπτυσσόμενες χώρες: Στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπως η Βραζιλία, η Κένυα και η Ινδία, δίνεται συχνά προτεραιότητα στις εφαρμογές TN που αντιμετωπίζουν επείγοντα κοινωνικά ζητήματα, όπως η υγειονομική περίθαλψη, η εκπαίδευση και η γεωργία, με την τεχνητή νοημοσύνη να θεωρείται εργαλείο για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής και την κάλυψη των κενών στις υποδομές. Για παράδειγμα, οι αγρότες στην Κένυα είναι σε θέση να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις χάρη στις εφαρμογές smartphone με TN που τους παρέχουν πρόσβαση σε προβλέψεις καιρού και τιμές αγοράς σε πραγματικό χρόνο.

Ωστόσο, η έλλειψη ειδικευμένων ατόμων, η ανεπαρκής ψηφιακή υποδομή και η περιορισμένη πρόσβαση σε δεδομένα υψηλής ποιότητας είναι μερικά από τα εμπόδια που εμποδίζουν τις φτωχότερες χώρες να υιοθετήσουν ευρέως την TN. Επιπλέον, οι υφιστάμενες ανισότητες επιδεινώνονται από το ψηφιακό χάσμα, δηλαδή την άνιση πρόσβαση στην τεχνολογία, ιδίως στις φτωχές και αγροτικές περιοχές.

Η διεθνής συνεργασία είναι απαραίτητη για να καλυφθεί το χάσμα μεταξύ βιομηχανικών και αναπτυσσόμενων χωρών. Προγράμματα όπως η πρωτοβουλία AI for Good των Ηνωμένων Εθνών επιδιώκουν να χρησιμοποιήσουν την TN για την επίτευξη των στόχων βιώσιμης ανάπτυξης (SDGs), προωθώντας παράλληλα τη διεθνή συνεργασία και την ανταλλαγή πληροφοριών, με τις συνεργασίες μεταξύ των

κυβερνήσεων των αναπτυσσόμενων χωρών και των επιχειρήσεων τεχνολογίας στις εύπορες χώρες για παράδειγμα θα μπορούσαν να επιταχύνουν την υιοθέτηση λύσεων τεχνητής νοημοσύνης για την ανακούφιση από καταστροφές, την εκπαίδευση και τη δημόσια υγεία.

Επιπλέον, οι ερευνητές και οι προγραμματιστές στις υπανάπτυκτες χώρες μπορούν να συμβάλουν και να επωφεληθούν από τις παγκόσμιες ανακαλύψεις στην ΤΝ χρησιμοποιώντας μοντέλα και εργαλεία ΤΝ ανοικτής πρόσβασης, όπως το TensorFlow της Google και το GPT του OpenAI, και με τον εκδημοκρατισμό της πρόσβασης σε τεχνολογίες ΤΝ, τα προγράμματα αυτά ενθαρρύνουν τη δημιουργικότητα σε υποβαθμισμένες περιοχές.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΑΓΟΡΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

### **3.1 Η ψηφιοποίηση στην αγορά εργασίας**

Οι επιπτώσεις της ψηφιοποίησης και των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης στις αγορές εργασίας είναι πολύπλευρες. Οι εργαζόμενοι που εκτελούν κυρίως εργασιακές δραστηριότητες που μπορούν να αυτοματοποιηθούν κινδυνεύουν να εκτοπιστούν από ψηφιακές μηχανές. Ωστόσο, επαγγέλματα που συνδυάζουν δραστηριότητες που δεν μπορούν να αυτοματοποιηθούν με εκείνες που μπορούν είναι πιθανό να μετατραπούν. Οι εργαζόμενοι σε αυτά τα επαγγέλματα μπορεί να επωφεληθούν από τη στενή συνεργασία με τις νέες ψηφιακές τεχνολογίες αντί να εκτοπιστούν από μηχανές.

Προηγούμενη έρευνα είχε διερευνήσει τον αντίκτυπο των νέων ψηφιακών τεχνολογιών σε επαγγέλματα κυρίως στις Ηνωμένες Πολιτείες (Frey & Osborne, 2017; Brynjolfsson et al., 2018; Felten et al., 2019; Fossen & Sorgner, 2019a, 2019c) και σε ορισμένες περιπτώσεις σε άλλες ανεπτυγμένες χώρες (Arntz et al., 2016, 2017). Αυτές οι εργασίες αναπτύσσουν μέτρα για τον αντίκτυπο της ψηφιοποίησης στα επαγγέλματα σε αυτές τις χώρες και προχωρούν δοκιμάζοντας τις επιπτώσεις στους μισθούς και την ανεργία (Felten et al., 2019; Fossen & Sorgner, 2019c).

Ένα πρώτο βήμα προς μια πιο λεπτομερή περιγραφή του αντίκτυπου των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης στην εργασία είναι η διαφοροποίηση μεταξύ των διαφορετικών διαστάσεων των επιπτώσεων στην αγορά εργασίας. Από αυτή την άποψη, οι Fossen και Sorgner (2019a) προτείνουν να ταξινομηθούν οι νέες ψηφιακές τεχνολογίες στις Ηνωμένες Πολιτείες σε «καταστροφικές» και «μετασχηματιστικές» τεχνολογίες. Αυτό επιτρέπει στους συγγραφείς να χαρτογραφήσουν τα επαγγέλματα στις ΗΠΑ σύμφωνα με τον καταστροφικό αντίκτυπο της ψηφιοποίησης, που εκτοπίζει την ανθρώπινη εργασία και τον μετασχηματιστικό αντίκτυπο της ψηφιοποίησης, που επαναφέρει την εργασία (Acemoglu & Restrepo, 2018).

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) είναι μια ταχέως εξελισσόμενη μορφή τεχνολογίας με τη δυνατότητα να αναδιαμορφώσει δραστικά την απασχόληση (Mitchell & Brynjolfsson , 2017). Σε αντίθεση με προηγούμενες τεχνολογίες , παραδείγματα τεχνητής νοημοσύνης έχουν εφαρμογές σε μια ποικιλία βιομηχανιών υψηλής εκπαίδευσης , καλοπληρωμένων και κυρίως αστικών περιοχών , συμπεριλαμβανομένης της ιατρικής , των χρηματοοικονομικών και της τεχνολογίας πληροφοριών (Frank et al. , 2019). Ωστόσο εγείρεται το ερώτημα , πώς με τη δυνατότητα της τεχνητής νοημοσύνης να αλλάξει τη φύση της εργασίας , μπορούν οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής να διευκολύνουν την επόμενη γενιά ευκαιριών απασχόλησης; Η μελέτη αυτού του ερωτήματος καθίσταται δύσκολη λόγω της πολυπλοκότητας των οικονομικών συστημάτων και τον διαφορετικό αντίκτυπο της τεχνητής νοημοσύνης σε διαφορετικούς τύπους εργασίας. Ενώ η τεχνολογία γενικά αυξάνει την παραγωγικότητα , η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να μειώσει ορισμένες από τις σημερινές πολύτιμες ευκαιρίες απασχόλησης. Κατά συνέπεια , οι ερευνητές και οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής ανησυχούν για το μέλλον της εργασίας τόσο στις προηγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες οικονομίες παγκοσμίως (Frank et al. , 2019).

Οι ανησυχίες για την αυτοματοποίηση δεν είναι νέες για την τεχνητή νοημοσύνη και τα παραδείγματα χρονολογούνται από την εμφάνιση της γραπτής γλώσσας. Στην αρχαία Ελλάδα (περίπου 370 π.Χ.) , ο Φαίδρος του Πλάτωνα περιέγραψε πώς η γραφή θα εκτόπιζε την ανθρώπινη μνήμη και η ανάγνωση θα αντικαθιστούσε την αληθινή γνώση με απλά δεδομένα. Συνηθέστερα , οι ιστορικοί επισημαίνουν τη Βιομηχανική Επανάσταση και τις ταραχές των Λουδιτών του 19ου αιώνα ως παραδείγματα όπου η τεχνολογική πρόοδος οδήγησε σε κοινωνική αναταραχή. Πιο πρόσφατα , ο Wassily Leontief , νικητής του Βραβείου Νόμπελ Οικονομικών το 1973 , σημείωσε το 1952: «Η εργασία θα γίνεται όλο και λιγότερο σημαντική. . . Περισσότεροι εργαζόμενοι θα αντικατασταθούν από μηχανήματα». Ομοίως , ο Γενικός Εισαγγελέας των ΗΠΑ Ρόμπερτ Φ. Κένεντι σχολίασε το 1964: «Ο αυτοματισμός μας παρέχει εκπληκτικές αυξήσεις της παραγωγής και των πληροφοριών , αλλά μας λέει τι να κάνουμε με τους άνδρες που εκτοπίζουν οι μηχανές; Η σύγχρονη βιομηχανία μας δίνει την ικανότητα

για απaráμιλλο πλούτο – αλλά πού είναι η ικανότητά μας να κάνουμε αυτόν τον πλούτο νόημα για τους φτωχούς κάθε έθνους;» (Frank et al. , 2019). Ωστόσο , παρά αυτές τις μακροχρόνιες και συχνά επαναλαμβανόμενες ανησυχίες , η κοινωνία υπέστη βαθιές μεταμορφώσεις , η οικονομία συνέχισε να αναπτύσσεται , η τεχνολογία συνεχίζει να προοδεύει και οι εργαζόμενοι συνεχίζουν να έχουν θέσεις εργασίας.

Κάθε συγκεκριμένη τεχνολογία αλλάζει τη ζήτηση για συγκεκριμένους τύπους εργασίας και , επομένως , οι διαφορετικές απαιτήσεις δεξιοτήτων των διαφορετικών τίτλων εργασίας μπορεί να θολώσουν τον αντίκτυπο της τεχνολογίας. Σε γενικές γραμμές , ανάλογα με τη φύση της εργασίας , ένας εργαζόμενος μπορεί να ενισχυθεί από την τεχνολογία ή να έρθει σε ανταγωνισμό με αυτήν (Brynjolfsson & McAfee , 2014). Για παράδειγμα , οι τεχνολογικές εξελίξεις στη ρομποτική μπορούν να μειώσουν τους μισθούς και τις ευκαιρίες απασχόλησης για τους εργαζομένους στη μεταποίηση (Acemoglu & Restrepo , 2017). Ωστόσο , η τεχνολογική αλλαγή δεν προκαλεί απαραίτητως ανεργία και , στην περίπτωση της τεχνητής νοημοσύνης , η γνωστική τεχνολογία μπορεί πράγματι να αυξήσει τους εργαζομένους (Bessen , 2016). Για παράδειγμα , η μηχανική μάθηση φαίνεται να ενισχύει την παραγωγικότητα των προγραμματιστών λογισμικού , ενώ παράλληλα δημιουργεί νέες ευκαιρίες επένδυσης και κατασκευής (π.χ. αυτόνομα οχήματα). Περιπλέκοντας περαιτέρω τα πράγματα , οι απαιτήσεις δεξιοτήτων των επαγγελματιών δεν παραμένουν στατικές , αλλά αλλάζουν με την αλλαγή της τεχνολογίας (Deming & Kahn , 2018).

### **3.1.1 Αντιφατικές προοπτικές**

#### **Doomsayer's Perspective**

Η τεχνολογία βελτιώνεται για να κάνει την ανθρώπινη εργασία πιο αποτελεσματική , αλλά μεγάλες βελτιώσεις μπορεί να έχουν καταστροφικές συνέπειες για την απασχόληση. Αυτή η απαξίωση μέσω της υποκατάστασης εργασίας οδηγεί πολλούς να ανησυχούν για την «τεχνολογική ανεργία» και παρακινεί τις προσπάθειες για την πρόβλεψη του αντίκτυπου της τεχνητής νοημοσύνης στις θέσεις εργασίας. Μια μελέτη

αξιολόγησε τις πρόσφατες εξελίξεις στην τεχνητή νοημοσύνη για να συμπεράνει ότι το 47% της τρέχουσας απασχόλησης στις ΗΠΑ βρίσκεται σε υψηλό κίνδυνο μηχανογράφησης (Frey & Osborne , 2017) , ενώ μια αντίθετη μελέτη , χρησιμοποιώντας διαφορετική μεθοδολογία , κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ένα λιγότερο ανησυχητικό 9% της απασχόλησης κινδυνεύει (Arntz et al. , 2016). Παρόμοιες μελέτες εξέτασαν τον αντίκτυπο της αυτοματοποίησης στην απασχόληση σε άλλες χώρες και κατέληξαν σε απογοητευτικά συμπεράσματα: Η αυτοματοποίηση θα επηρεάσει το 35% της απασχόλησης στη Φινλανδία , το 59% της απασχόλησης στη Γερμανία και το 45 έως 60% της απασχόλησης σε ολόκληρη την Ευρώπη (Frank et al. , 2019). Οι επικριτές έχουν παραπονεθεί ότι οι προοπτικές μελέτες στερούνται επικύρωσης , αλλά οι αναδρομικές μελέτες διαπιστώνουν επίσης ότι η ρομποτική μειώνει τις ευκαιρίες απασχόλησης (Bessen , 2018).

#### Η προοπτική του αισιόδοξου

Οι αισιόδοξοι προτείνουν ότι η τεχνολογία μπορεί να υποκαταστήσει ορισμένους τύπους εργασίας , αλλά ότι τα κέρδη απόδοσης από την τεχνολογική αύξηση υπερτερούν του κόστους μετάβασης και , σε πολλές περιπτώσεις , η τεχνολογία αυξάνει την απασχόληση για εργαζομένους που δεν ανταγωνίζονται άμεσα μαζί της (Bessen , 2016). Επιπλέον , οι απαιτήσεις δεξιοτήτων κάθε τίτλου εργασίας δεν είναι στατικές και στην πραγματικότητα εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου για να αντικατοπτρίζουν τις εξελισσόμενες ανάγκες εργασίας. Για παράδειγμα , οι εργαζόμενοι μπορεί να απαιτούν περισσότερες κοινωνικές δεξιότητες επειδή αυτές οι δεξιότητες παραμένουν δύσκολο να αυτοματοποιηθούν (Deming & Kahn , 2018). Ακόμα κι αν η τεχνολογία μειώνει την απασχόληση για ορισμένους τύπους εργασίας , μπορεί να δημιουργήσει νέες ανάγκες και νέες ευκαιρίες μέσω της «δημιουργικής καταστροφής». Για παράδειγμα , η αντικατάσταση των ιππικών ταξιδιών με αυτοκίνητα ώθησε τη ζήτηση για νέες ανέσεις στην άκρη του δρόμου , όπως μοτέλ , βενζινάδικα και γρήγορο φαγητό (Frank et al. , 2019).

#### Ενοποιητικές Προοπτικές

Από τη μια πλευρά , η πολλαπλή δυναμική συνοδεύει την τεχνολογική αλλαγή και δημιουργεί αβεβαιότητα για το μέλλον της εργασίας. Από την άλλη πλευρά , οι ειδικοί συμφωνούν ότι τα επαγγέλματα κατανοούνται καλύτερα ως αφηρημένες δέσμες δεξιοτήτων και ότι η τεχνολογία επηρεάζει άμεσα τη ζήτηση για συγκεκριμένες δεξιότητες αντί να ενεργεί σε ολόκληρα επαγγέλματα ταυτόχρονα (MacCroy et al. , 2014). Επομένως , ένα λεπτομερές πλαίσιο που συνδέει συγκεκριμένους τύπους δεξιοτήτων με την κινητικότητα σταδιοδρομίας και με ολόκληρο το αστικό εργατικό δυναμικό μπορεί να βοηθήσει στην ενοποίηση των ανταγωνιστικών προοπτικών. Οι υπάρχουσες μελέτες έχουν υποστηρίξει θεωρητικά ότι διαφορετικοί τύποι δεξιοτήτων στηρίζουν τις συνολικές τάσεις εργασίας , όπως η πώληση των θέσεων εργασίας και η αστική μετανάστευση , αλλά η ισχυρή εμπειρική επικύρωση καθίσταται δύσκολη λόγω της ιδιαιτερότητας των σύγχρονων δεδομένων δεξιοτήτων και της χρονικής τους αραιότητας (International Organization for Migration , 2015).

### ***3.1.2 Εμπόδια στην πρόβλεψη του μέλλοντος της εργασίας***

#### ***Δεδομένα Αραιών Δεξιοτήτων***

Η αυτοματοποίηση πρόβλεψης από την τεχνητή νοημοσύνη απαιτεί δεδομένα δεξιοτήτων που συμβαδίζουν με την τεχνολογία που εξελίσσεται γρήγορα [π.χ. νόμος του Moore , ρομπότ στην κατασκευή και παραγωγή διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας]. Ενώ οι τύποι δεξιοτήτων πληροφορούν τη θεωρία της εργασίας και της τεχνολογικής αλλαγής , τα τυπικά δεδομένα εργασίας επικεντρώνονται σε συγκεντρωτικά στατιστικά στοιχεία , όπως οι αριθμοί μισθών και απασχόλησης , και μπορεί να μην επιλύουν τις ιδιαιτερότητες που διακρίνουν διαφορετικούς τίτλους εργασίας και διαφορετικά είδη εργασίας. Για παράδειγμα , προηγούμενες μελέτες έχουν παρατηρήσει εμπειρικά ένα «κούφωμα» των θέσεων εργασίας μέσης δεξιότητας που περιγράφονται αυξάνοντας το μερίδιο απασχόλησης για επαγγέλματα χαμηλής δεξιότητας και υψηλής δεξιότητας σε βάρος των επαγγελμάτων μέσης δεξιότητας (David & Dorn , 2013). Αυτές οι μελέτες



χρησιμοποιούν δεξιότητες για να εξηγήσουν τις τάσεις της εργασίας , αλλά περιορίζονται εμπειρικά στη μέτρηση των ετήσιων μισθών αντί του περιεχομένου δεξιοτήτων απευθείας. Ενώ οι μισθοί μπορεί να συσχετίζονται με συγκεκριμένες δεξιότητες , ο μισθός από μόνος του αποτυγχάνει να συλλάβει τα καθοριστικά χαρακτηριστικά ενός επαγγέλματος και τα μοντέλα που επικεντρώνονται μόνο στη γνωστική και σωματική εργασία αποτυγχάνουν να εξηγήσουν τις απαντήσεις στην τεχνολογική αλλαγή (Acemoglu & Autor , 2011). Ως άλλη προσέγγιση , τα δεδομένα σχετικά με τις εκπαιδευτικές απαιτήσεις μπορούν να προσθέσουν επίλυση στις τάσεις απασχόλησης (Autor , 2015). Για παράδειγμα , οι θέσεις εργασίας που απαιτούν πτυχίο πανεπιστημίου μπορεί να εντοπίσουν γνωστικούς εργαζόμενους που είναι λιγότερο επιρρεπείς στον αυτοματισμό. Ιδανικά , τα εκπαιδευτικά ιδρύματα εκπαιδεύουν τους εργαζόμενους ώστε να κατέχουν πολύτιμες δεξιότητες που οδηγούν σε υψηλότερους μισθούς. Ωστόσο , η εξέταση μόνο της εκπαίδευσης και των μισθών έχει αποδειχθεί ανεπαρκής για να εξηγήσει τις στάσιμες αποδόσεις στην εκπαίδευση και την αργή αύξηση των μισθών παρά τις αυξήσεις στην εθνική παραγωγικότητα (MacCrory et al. , 2014).

Η βελτίωση των δεδομένων σχετικά με τις δεξιότητες που απαιτούνται για την εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιακών καθηκόντων μπορεί να προσφέρει καλύτερες γνώσεις από τους μισθούς και την εκπαίδευση μόνο. Για παράδειγμα , προηγούμενες μελέτες θεωρούσαν τα επαγγέλματα ως ρουτίνα ή μη και γνωστικά ή σωματικά ή εξέτασαν συγκεκριμένους τύπους δεξιοτήτων σε σχέση με την αύξηση και την υποκατάσταση από την τεχνολογία (MacCrory et al. , 2014). Η αύξηση της ιδιαιτερότητας ενός μοντέλου εργασίας σε εργασίες και δεξιότητες στο χώρο εργασίας μπορεί να επιλύσει περαιτέρω τις τάσεις της εργασίας και να βελτιώσει τις προβλέψεις αυτοματοποίησης από την τεχνητή νοημοσύνη.

Οι διαδικτυακές πλατφόρμες καριέρας προσφέρουν ένα παράδειγμα των εμπειρικών δυνατοτήτων που διευκολύνονται από μη παραδοσιακές και νέες πηγές δεδομένων. Αυτοί οι ιστότοποι συλλέγουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο που αντικατοπτρίζουν

τη δυναμική της εργασίας σε ορισμένους κλάδους. Τα δεδομένα από τα βιογραφικά των εργαζομένων μπορούν να βελτιώσουν την κατανόησή μας για την εκπαίδευση και τη σταδιοδρομία, καθώς και τον εντοπισμό της μετάβασης των εργαζομένων μεταξύ επαγγελμάτων και συνόλων δεξιοτήτων. Επιπλέον, οι αγγελίες εργασίας καταγράφουν τις διακυμάνσεις στις απαιτήσεις εργασίας και καταδεικνύουν αλλαγές στη ζήτηση για συγκεκριμένες δεξιότητες. Σε συνδυασμό, αυτές οι δύο πηγές δεδομένων δεξιοτήτων προσφέρουν μια προσαρμοστική αναλυτική άποψη της μεταβαλλόμενης φύσης της εργασίας που μπορεί να αναφέρει λεπτομερώς πού υπάρχουν αποσυνδέσεις εργασίας. Η πρόσβαση σε αυτές τις ιδιωτικές πηγές δεδομένων είναι επί του παρόντος περιορισμένη και συνήθως απαιτεί μια συμφωνία κοινής χρήσης δεδομένων που προστατεύει πληροφορίες προσωπικής ταυτοποίησης και άλλες ιδιόκτητες πληροφορίες. Φυσικά, το προσωπικό απόρρητο και τα ζητήματα αντιπροσωπευτικής δειγματοληψίας είναι εγγενή σε αυτά τα δεδομένα, αλλά η αυξημένη πρόσβαση θα μπορούσε να αυξήσει σημαντικά τα διαθέσιμα ανοιχτά δεδομένα για την απασχόληση και τις δεξιότητες στο χώρο εργασίας. Μια πιθανή λύση είναι να δημιουργηθεί ένα ασφαλές περιβάλλον για την κοινή χρήση λεπτομερών δεδομένων δεξιοτήτων και σταδιοδρομίας, παρόμοιο με την πρόσφατη συνεργασία Social Science One (King & Persily, 2018).

#### Περιορισμένη Μοντελοποίηση Ανθεκτικότητας

Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι οι ιστορικές τάσεις που βασίζονται στην τεχνολογία ενδέχεται να μην αποτυπώνουν τις τάσεις που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη που αντιμετωπίζουμε σήμερα. Κατά συνέπεια, ορισμένοι κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η τεχνητή νοημοσύνη είναι μια θεμελιωδώς νέα τεχνολογία. Εάν οι τάσεις του παρελθόντος δεν είναι προγνωστικές για τις τάσεις απασχόλησης από τις τρέχουσες ή μελλοντικές τεχνολογίες, τότε πώς μπορούν οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής να διατηρήσουν και να δημιουργήσουν νέες ευκαιρίες απασχόλησης έναντι της τεχνητής νοημοσύνης; Ποια χαρακτηριστικά μιας αγοράς εργασίας οδηγούν σε γενικευμένη εργασιακή ανθεκτικότητα στις τεχνολογικές αλλαγές;

Είναι δύσκολο να κατασκευαστούν ανθεκτικές αγορές εργασίας λόγω της αβεβαιότητας σχετικά με τον αντίκτυπο της τεχνολογίας στην εργασία. Για παράδειγμα , ο σχεδιασμός βιώσιμων προγραμμάτων επανεκπαίδευσης εργαζομένων απαιτεί λεπτομερή γνώση του τοπικού εργατικού δυναμικού , ευχέρεια με την τρέχουσα τεχνολογία και κατανόηση των πολύπλοκων εξαρτήσεων μεταξύ των περιφερειακών αγορών εργασίας σε όλο τον κόσμο (Walter , 2017). Η τεχνολογία συνήθως εκτελεί συγκεκριμένες εργασίες και ως αποτέλεσμα μπορεί να αλλάξει τη ζήτηση για συγκεκριμένες δεξιότητες στο χώρο εργασίας. Αυτές οι μικροκλίμακα αλλαγές στη ζήτηση δεξιοτήτων μπορούν να συσσωρευτούν σε συστημικές τάσεις εργασίας , συμπεριλαμβανομένου του επαναπροσδιορισμού των επαγγελματικών δεξιοτήτων , της ανακατανομής της απασχόλησης (π.χ. δημιουργία θέσεων εργασίας και τεχνολογική ανεργία) και της γεωγραφικής ανακατανομής (π.χ. μετανάστευση εργαζομένων). Η πρόβλεψη αυτών των πολύπλοκων επιπτώσεων απαιτεί λεπτομερή κατανόηση των οδών κατά τις οποίες συμβαίνουν αυτές οι δυναμικές. Ως εμβληματικό παράδειγμα αυτής της περίπλοκης δυναμικής , εξετάστε τον ανταγωνισμό μεταξύ των ανθρώπινων ταμειακών τραπεζών και των αυτόματων ταμειακών μηχανών (ATM). Απροσδόκητα , αυξήθηκε η εθνική απασχόληση για ταμιστές τραπεζών με την υιοθέτηση των ATM. Μια εξήγηση είναι η ελαστικότητα ζήτησης: Καθώς τα ATM μείωσαν το λειτουργικό κόστος των τραπεζικών καταστημάτων , περισσότερα τραπεζικά καταστήματα άνοιξαν σε εθνικό επίπεδο για να καλύψουν την αυξανόμενη ζήτηση των καταναλωτών. Ένας άλλος πιο περίπλοκος λόγος είναι η μετατόπιση των θεμελιωδών απαιτήσεων δεξιοτήτων από την ικανότητα γραφείου σε κοινωνικές και πειστικές δεξιότητες που χρησιμοποιούνται από τους πωλητές και τους εκπροσώπους εξυπηρέτησης πελατών. Η ιστορία των τραπεζών και των ATM αποτυπώνεται πλήρως μόνο συνδέοντας τις αλλαγές σε επίπεδο εργασίας στη σύνθεση των επαγγελματικών δεξιοτήτων με τη δυναμική της ζήτησης σε επίπεδο συστήματος που προκαλείται από την αυξημένη απόδοση. Συνεπώς , ένα ενημερωμένο πλαίσιο για την εργασία και την τεχνητή νοημοσύνη πρέπει να καταγράφει τις αλληλεπιδράσεις των μικροσκοπικών δεξιοτήτων στο χώρο εργασίας σε συνδυασμό για να παράγει μακροσκοπικές τάσεις εργασίας , όπως οι βάρδιες απασχόλησης , η πόλωση της εργασίας και η χωρική

κινητικότητα. Η υπάρχουσα θεωρία της διαδικασίας αντιστοίχισης μεταξύ ατόμων που αναζητούν εργασία και κενών θέσεων εργασίας παρέχει μια τυποποιημένη περιγραφή της διαδικασίας αντιστοίχισης που στερείται ανάλυσης στη ζήτηση δεξιοτήτων. Η χαρτογράφηση του χώρου των αλληλεξαρτήσεων δεξιοτήτων θα μπορούσε να ενημερώσει τα προγράμματα κατάρτισης και βοήθειας για εργασία , προσδιορίζοντας ποιοι τύποι εργασίας —και ποιες τοποθεσίες— ενδέχεται να αυξηθούν ή/και να αντικατασταθούν με νέα τεχνολογία. Οι λεπτομερείς απαιτήσεις δεξιοτήτων των επαγγελματιών καθορίζουν την κινητικότητα σταδιοδρομίας των μεμονωμένων εργαζομένων και , επομένως , οι αλλαγές στη ζήτηση για ορισμένες δεξιότητες έχουν τη δυνατότητα να επαναπροσδιορίσουν τις βιώσιμες πορείες σταδιοδρομίας και τη ροή των εργαζομένων μεταξύ των επαγγελματιών. Ως εκ τούτου , η χαρτογράφηση των σχέσεων μεταξύ θέσεων εργασίας και δεξιοτήτων που παράγουν ευκαιρίες απασχόλησης είναι ένα ζωτικό βήμα για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής ενόψει της τεχνολογικής αλλαγής (Frank et al. , 2019).

Σε συναφείς τομείς , εργαλεία από την επιστήμη των δικτύων έχουν ήδη παράσχει νέες γνώσεις σχετικά με τη μοντελοποίηση (και την ελαχιστοποίηση) του συστημικού κινδύνου σε παγκόσμιους πιστωτικούς κλάδους και χρηματοπιστωτικούς κλάδους , προβλέποντας τις μελλοντικές εξαγωγές των εθνικών οικονομιών , χαρτογράφηση των ροών εργαζομένων μεταξύ βιομηχανιών και επιχειρήσεων και χαρτογράφηση της μεταβαλλόμενης βιομηχανικής σύνθεσης των πόλεων και των δήμων (Frank et al. , 2019). Επομένως , ο εντοπισμός των οδών κατά τις οποίες εμφανίζεται η δυναμική της εργασίας (π.χ. πώς οι δεξιότητες καθορίζουν την κινητικότητα σταδιοδρομίας των εργαζομένων) μπορεί να παρέχει εξίσου χρήσιμες γνώσεις για τον αντίκτυπο της τεχνητής νοημοσύνης στην εργασία. Παρόμοιες μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της οικολογικής ανθεκτικότητας με βάση τη δομή των αμοιβαίων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των ειδών (Morone et al. , 2018). Αυτές οι μέθοδοι βασίζονται συχνά στο μέγεθος και την πυκνότητα των διασυνδεδεμένων οντοτήτων για την εκτίμηση της συστημικής ανθεκτικότητας στην απομάκρυνση των ειδών - ίσως ανάλογη με τη μείωση της ζήτησης για μια δεξιότητα με τη νέα τεχνολογία.

Η χαρτογράφηση των εξαρτήσεων δεξιοτήτων θα απαιτήσει κατάλληλες μεθόδους χειρισμού δεδομένων. Τα ιδανικά δεδομένα δεξιοτήτων θα πρέπει να αντικατοπτρίζουν τη δυναμική φύση της αναπαράστασης δεξιοτήτων , και έτσι οι μέθοδοι που χρησιμοποιούμε για να ανιχνεύσουμε , να κατηγοριοποιήσουμε και να μετρήσουμε τη ζήτηση για δεξιότητες πρέπει επίσης να είναι προσαρμόσιμες. Ίσως κατά ειρωνικό τρόπο , οι προηγμένες τεχνικές ΑΙ μπορεί να βοηθήσουν. Τα εργαλεία από τη μηχανική μάθηση (ML) και την επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP) μπορούν να συλλάβουν τη λανθάνουσα δομή σε πολύπλοκα δεδομένα υψηλών διαστάσεων , καθιστώντας τα έτσι ιδανικά εργαλεία για την προτεινόμενη εφαρμογή [και άλλες εφαρμογές στην οικονομετρία] (Frank et al. , 2019).

#### Μέρη σε απομόνωση

Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης και του αυτοματισμού θα ποικίλλει σημαντικά μεταξύ γεωγραφικών περιοχών , γεγονός που έχει επιπτώσεις στο εργατικό δυναμικό , τις διαφορές μεταξύ πόλης και υπαίθρου και αλλαγές στην κατανομή του εισοδήματος (Autor , 2019). Η μελέτη της τεχνητής νοημοσύνης και του αυτοματισμού επικεντρώνεται σε μεγάλο βαθμό στις εθνικές τάσεις απασχόλησης και στην εθνική ανισότητα πλούτου. Ωστόσο , πρόσφατη εργασία καταδεικνύει ότι ορισμένα μέρη (π.χ. πόλεις) είναι πιο επιρρεπή σε τεχνολογικές αλλαγές από άλλα. Τα επαγγέλματα σχηματίζουν ένα δίκτυο εξαρτήσεων που περιορίζουν πόσο εύκολα μπορούν να αντικατασταθούν οι θέσεις εργασίας από την τεχνολογία. Επομένως , η υγεία της συνολικής αγοράς εργασίας μπορεί να εξαρτάται από τον αντίκτυπο της τεχνολογίας σε συγκεκριμένες αστικές και αγροτικές αγορές εργασίας (Acemoglu et al. , 2015).

Αν και η τεχνολογική αλλαγή μεταβάλλει τη ζήτηση για συγκεκριμένες εργασίες και δεξιότητες στο χώρο εργασίας , τα τρέχοντα δεδομένα δεξιοτήτων καλύπτουν τα συγκεκριμένα σύνολα δεξιοτήτων που περιλαμβάνουν και διαφοροποιούν το εργατικό δυναμικό διαφορετικών γεωγραφικών περιοχών. Εν μέρει , αυτό οφείλεται στο ότι τα δεδομένα δεξιοτήτων από έρευνες σε εθνικό επίπεδο , όπως η βάση δεδομένων O\*NET

, έχουν μέσο όρο σε σχέση με την περιφερειακή μεταβλητότητα στις απαιτούμενες δεξιότητες των εργαζομένων με κοινούς τίτλους εργασίας.

Επιδεινώνοντας αυτή την τάση , οι ίδιες τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης που ενισχύουν τη γνωστική απασχόληση με υψηλούς μισθούς είναι πιο άφθονες στις μεγάλες πόλεις , ενώ οι φυσικές εργασίες με χαμηλούς μισθούς που αντικαθίστανται πιο εύκολα από τη ρομποτική είναι πιο άφθονες σε μικρές πόλεις και αγροτικές κοινότητες. Αυτή η παρατήρηση υποδηλώνει ότι η εθνική ανισότητα πλούτου αντανακλάται στην ανισότητα πλούτου μεταξύ μεγάλων και μικρών πόλεων παρόμοια με την ανισότητα των μισθών μεταξύ των ατόμων. Τα βελτιωμένα μοντέλα για χωρικές αλληλεξαρτήσεις απαιτούν πιο αναλυτικά δεδομένα δεξιοτήτων (που συζητήθηκαν παραπάνω) και νέες γνώσεις σχετικά με τους μηχανισμούς που δημιουργούν τις σημερινές διατομικές γεωγραφικές τάσεις (Frank et al. , 2018).

Επιπλέον , όπως ακριβώς η εσωτερική συνδεσιμότητα καθορίζει την αστική οικονομική ανθεκτικότητα , το ίδιο και οι συνδέσεις μεταξύ των πόλεων μπορούν να υποστηρίξουν την οικονομική υγεία της εθνικής οικονομίας (Strumsky & Thill , 2013). Για παράδειγμα , μια διακοπή στην εφοδιαστική αλυσίδα των καλά μορφωμένων γνωστικών εργαζομένων μπορεί να καταπνίξει μια αστική οικονομία που συνήθως προσελκύει ειδικευμένους εργαζόμενους. Ως εκ τούτου , εναπόκειται στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να κατανοήσουν τις συνδέσεις μεταξύ της τοπικής τους αγοράς εργασίας και άλλων αστικών αγορών εργασίας για να αξιολογήσουν την ανθεκτικότητα της τοπικής τους οικονομίας. Δεδομένου ότι οι ευκαιρίες απασχόλησης είναι κεντρικές στην απόφαση των ανθρώπων να μετεγκατασταθούν και η αντιστοίχιση δεξιοτήτων είναι απαραίτητη για τη διαδικασία αντιστοίχισης εργασίας , η κατανόηση των συστατικών συνόλων δεξιοτήτων στις πόλεις μπορεί να ενημερώσει τα μοντέλα για τη χωρική κινητικότητα των εργαζομένων και να βελτιώσει την κατανόησή μας για την κινητικότητα σταδιοδρομίας και τα κίνητρα σταδιοδρομίας (Frank et al. , 2019).

### **3.2 Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στην εργασία**

Αν και η βιβλιογραφία εντοπίζει περισσότερες προκλήσεις από αυτές που αναφέρονται στο GPT - 3 παραπάνω , ο σχεδιασμός πολιτικών για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων απαιτεί σωστή κατανόηση του πώς η τεχνολογική πρόοδος έχει επηρεάσει τις αγορές εργασίας στο πρόσφατο παρελθόν και πώς η τεχνητή νοημοσύνη είναι πιθανό να αλλάξει θέσεις εργασίας στο μέλλον. Ο Autor (2022) παρέχει μια επισκόπηση της πρόσφατης σκέψης σχετικά με τον αντίκτυπο των ψηφιακών τεχνολογιών στις αγορές εργασίας. Η αφετηρία του είναι μια θεώρηση των αγορών εργασίας βασισμένη σε καθήκοντα που έχει γίνει το τυπικό πλαίσιο στη βιβλιογραφία την τελευταία δεκαετία.

Η υπόθεση που προκύπτει από αυτή την άποψη είναι ότι οι ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να αυτοματοποιήσουν «καθήκοντα ρουτίνας». Αυτό που κάνει μια εργασία ρουτίνας είναι ότι ακολουθεί ένα σαφές , πλήρως καθορισμένο σύνολο κανόνων και διαδικασιών. Οι εργασίες που ταιριάζουν σε αυτήν την περιγραφή μπορούν να κωδικοποιηθούν σε λογισμικό υπολογιστή και να εκτελεστούν από μηχανές (π.χ. ρομπότ για τη συναρμολόγηση ενός αυτοκινήτου , email για παράδοση μηνυμάτων). Αντίθετα , οι «μη συνήθειες εργασίες» ήταν ιστορικά δύσκολο να προγραμματιστούν επειδή τα σαφή βήματα για την ολοκλήρωση αυτών των εργασιών συχνά δεν περιγράφονται επίσημα. Παραδόξως , παρόλο που δεν μπορούμε να εκφράσουμε επίσημα εργασίες μη ρουτίνας σε έναν αλγόριθμο , πολλές από αυτές τις εργασίες είναι εύκολο να τις κάνουν οι άνθρωποι. Αυτό είναι γνωστό ως το παράδοξο του Polanyi - ότι «οι άνθρωποι γνωρίζουν περισσότερα από όσα μπορούν να πουν» , που πήρε το όνομά του από τον φιλόσοφο του 20ου αιώνα Michael Polanyi και το επιχείρημά του ότι όλη η γνώση μας έχει τις ρίζες του στη σιωπηρή γνώση.

Οι Goos , Manning και Salomons (2014) δείχνουν ότι οι εργασίες ρουτίνας επικεντρώνονται σε μεσαία αμειβόμενα επαγγέλματα (π.χ. χειριστές μηχανών, υπάλληλοι γραφείου), ενώ οι μη ρουτίνας – γνωστικές και κοινωνικές εργασίες (π.χ. διάγνωση ασθενειών, διαχείριση ομάδας) εντοπίζονται σε υψηλά αμειβόμενα

επαγγέλματα και οι μη ρουτίνας – μη γνωστικές εργασίες (π.χ. καθαρισμός, εξυπηρέτηση σε εστιατόρια) σε χαμηλά αμειβόμενα επαγγέλματα.. Κατά συνέπεια , οι τυπικές τεχνολογίες αυτοματισμού έχουν μειώσει τη ζήτηση για μεσαία σε σχέση με χαμηλά και ακριβοπληρωμένα επαγγέλματα , με αποτέλεσμα μια διαδικασία πόλωσης των θέσεων εργασίας. Δείχνουν ότι αυτό συμβαίνει στις 16 χώρες της Δυτικής Ευρώπης που εξετάζουν από το 1993 έως το 2010 , και παρόμοια στοιχεία υπάρχουν για τις ΗΠΑ (Acemoglu και Autor 2011).

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα να αλλάξει ριζικά τη σχέση μεταξύ της τεχνολογίας αυτοματισμού , της ζήτησης εργασίας και της ανισότητας. Ενώ οι μελέτες έχουν μέχρι στιγμής εξετάσει ψηφιακές τεχνολογίες όπως υπολογιστές και βιομηχανικά ρομπότ , η τεχνητή νοημοσύνη ανατρέπει την υπόθεση ότι η τεχνολογία μπορεί να ολοκληρώσει μόνο εργασίες ρουτίνας. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να συναγάγει σιωπηρές σχέσεις που δεν μπορούν να προσδιοριστούν πλήρως από το υποκείμενο λογισμικό , επειδή η τεχνητή νοημοσύνη μαθαίνει να εκτελεί αυτές τις εργασίες επαγωγικά εκπαιδεύοντας σε παραδείγματα αντί ακολουθώντας ρητούς κανόνες που μπορούν να προγραμματιστούν.

Κατά συνέπεια , πολλές μη συνήθεις εργασίες που γίνονται τόσο σε χαμηλά αμειβόμενα όσο και σε υψηλά αμειβόμενα επαγγέλματα που δεν μπορούν να εκτελεστούν από υπολογιστές θα μπορούσαν να εκτελούνται από την τεχνητή νοημοσύνη στο μέλλον , με πολύ διαφορετικές επιπτώσεις στη ζήτηση εργασίας , την πόλωση της εργασίας και την ανισότητα. Για παράδειγμα , μπορεί να μην βλέπουμε πλέον μια διαδικασία πόλωσης των θέσεων εργασίας , αλλά μια ισχυρότερη σχετική αύξηση της απασχόλησης σε υψηλά αμειβόμενα επαγγέλματα (αν η τεχνητή νοημοσύνη αυτοματοποιεί μη συνήθεις εργασίες σε χαμηλά αμειβόμενα επαγγέλματα) ή ισχυρότερη σχετική αύξηση της απασχόλησης σε χαμηλά αμειβόμενα επαγγέλματα (εάν η τεχνητή νοημοσύνη αυτοματοποιεί εργασίες ρουτίνας σε επαγγέλματα με υψηλή αμοιβή).



### **3.2.1 Θέσεις εργασίας και καθήκοντα εργαζομένων που κινδυνεύουν από την τεχνητή νοημοσύνη**

Αν και οι προηγούμενες ψηφιακές τεχνολογίες αυτοματοποιούσαν επαγγέλματα που ήταν εντατικά στην εκτέλεση εργασιών ρουτίνας, για τη μελέτη αυτού του ερωτήματος , έχει προκύψει μια μικρή αλλά ταχέως αναπτυσσόμενη βιβλιογραφία που εφαρμόζει μια προσέγγιση εργασιών για την ανάλυση των επιπτώσεων της υιοθέτησης τεχνητής νοημοσύνης σε διαφορετικά επαγγέλματα (Acemoglu et al. 2022; Brynjolfsson , Mitchell , and Rock 2018; Felten , Raj , and Seamans 2020 Webb 2020). Αυτές οι μελέτες δεν ξεκινούν από την προϋπόθεση ότι η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να κάνει μόνο ένα δεδομένο σύνολο εργασιών. Αντίθετα , βασίζονται σε διάφορους καινοτόμους τρόπους για να καθορίσουν ποιες εργασίες των εργαζομένων μπορεί και δεν μπορεί να αυτοματοποιηθεί η τεχνητή νοημοσύνη.

Ο Webb (2020) προσφέρει ένα παράδειγμα. Χρησιμοποιεί αλγόριθμους επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (NLP) που εκμεταλλεύονται την επικάλυψη μεταξύ του κειμένου των περιγραφών εργασιών και του κειμένου των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας για να αναπτύξει μια νέα μέθοδο για τον προσδιορισμό ποιες εργασίες μπορούν να αυτοματοποιηθούν από οποιαδήποτε τεχνολογία. Αυτό του επιτρέπει να κατασκευάσει ένα μέτρο της «έκθεσης» των επαγγελμάτων σε αυτή την τεχνολογία. Για παράδειγμα , ας υποθέσουμε ότι η περιγραφή εργασίας ενός γιατρού περιλαμβάνει την εργασία «διάγνωση της κατάστασης του ασθενούς». Στη συνέχεια , ένας αλγόριθμος NLP εξάγει τα ζεύγη ρήματος - ουσιαστικού από αυτήν την εργασία , η οποία θα ήταν "διάγνωση συνθήκης". Στη συνέχεια , ο αλγόριθμος ποσοτικοποιεί τα ίδια ζεύγη ρήματος - ουσιαστικού σε διαφορετικό δείγμα διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας για να προσδιορίσει εάν κάποια τεχνολογία θα μπορούσε να αυτοματοποιήσει τις εργασίες ενός γιατρού.

Χρησιμοποιώντας αυτήν την προσέγγιση , ο Webb (2020) εξετάζει αρχικά τον αντίκτυπο δύο προηγούμενων τύπων νέων τεχνολογιών: λογισμικού και ρομπότ. Όσον αφορά το λογισμικό , η έκθεση μειώνεται με την εκπαίδευση , με τα άτομα με μεσαίου

μισθούς να εκτίθενται περισσότερο. Οι άνδρες είναι πολύ πιο εκτεθειμένοι στο λογισμικό από ό,τι οι γυναίκες, γεγονός που αντικατοπτρίζει το γεγονός ότι οι γυναίκες έχουν συγκεντρωθεί ιστορικά σε επαγγέλματα που απαιτούν σύνθετες εργασίες διαπροσωπικής αλληλεπίδρασης, τις οποίες το λογισμικό δεν είναι ικανό να εκτελέσει. Για τα ρομπότ, τα άτομα με μόρφωση μικρότερη από το γυμνάσιο και οι άνδρες κάτω των 30 ετών εκτίθενται περισσότερο. Σε γενικές γραμμές, αυτά τα αποτελέσματα είναι συνεπή με τη βιβλιογραφία για την πόλωση των θέσεων εργασίας, η οποία έχει βρει ότι οι υπολογιστές και τα ρομπότ μείωσαν τη ζήτηση για εργασίες ρουτίνας, μεσαίου μισθού, ενώ την αύξησαν για μη ρουτίνα, χαμηλού και υψηλούς μισθούς θέσεις εργασίας μεταξύ 1980 και 2010.

Η μελέτη του Webb (2020) στρέφεται στη συνέχεια στον αντίκτυπο της τεχνητής νοημοσύνης στη ζήτηση για επαγγέλματα. Σε αντίθεση με το λογισμικό και τα ρομπότ, η τεχνητή νοημοσύνη εκτελεί εργασίες που περιλαμβάνουν τον εντοπισμό μοτίβων, τη λήψη κρίσεων και τη βελτιστοποίηση. Τα πιο εκτεθειμένα επαγγέλματα περιλαμβάνουν τεχνικούς κλινικών εργαστηρίων, χημικούς μηχανικούς, οπτομέτρους και χειριστές σταθμών παραγωγής ενέργειας. Γενικότερα, τα επαγγέλματα υψηλών δεξιοτήτων εκτίθενται περισσότερο στην τεχνητή νοημοσύνη. Επιπλέον, όπως θα μπορούσε να αναμένεται από το γεγονός ότι οι θέσεις εργασίας που εκτίθενται σε τεχνητή νοημοσύνη είναι κατά κύριο λόγο εκείνες που περιλαμβάνουν υψηλά επίπεδα εκπαίδευσης και συσσωρευμένη εμπειρία, οι εργαζόμενοι μεγαλύτερης ηλικίας είναι αυτοί που εκτίθενται περισσότερο στην τεχνητή νοημοσύνη. Υπάρχουν επίσης ορισμένες θέσεις εργασίας χαμηλής ειδίκευσης που είναι πολύ εκτεθειμένες στην τεχνητή νοημοσύνη. Για παράδειγμα, εκτίθενται εργασίες παραγωγής που περιλαμβάνουν επιθεώρηση και ποιοτικό έλεγχο. Ωστόσο, αυτές αποτελούν μόνο ένα μικρό ποσοστό θέσεων εργασίας χαμηλής ειδίκευσης.

Συμπερασματικά, ένα αναδυόμενο σύνολο ερευνών προτείνει ότι η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ξεπεράσει τους εργαζόμενους σε ένα αυξανόμενο σύνολο πολύπλοκων εργασιών που εκτελούνται κυρίως από μορφωμένους εργαζόμενους. Σε

σύγκριση με παλαιότερες ψηφιακές καινοτομίες , αυτό υποδηλώνει μια αλλαγή παραδείγματος στη σκέψη μας σχετικά με τις δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης να αυτοματοποιεί τις εργασίες των εργαζομένων. Για παράδειγμα , η αυτοματοποίηση των εργασιών των εργαζομένων από την τεχνητή νοημοσύνη θα μπορούσε να επιδεινώσει μια διαδικασία επαγγελματικής αποπροσαρμογής αντί της πόλωσης της εργασίας.

Αυτή η αλλαγή παραδείγματος δεν θα είναι απλή. Ένας λόγος που συνήθως υποστηρίζεται είναι ότι , επειδή η τεχνητή νοημοσύνη δεν γνωρίζει το πλούσιο πλαίσιο πολλών προβλημάτων του πραγματικού κόσμου , δεν μπορεί να ολοκληρώσει τις εργασίες περίπλοκης απόφασης που αναλαμβάνουν τακτικά οι άνθρωποι στην εργασία τους. Ένας άλλος λόγος επισημαίνεται από τους Acemoglu et al. (2022): ότι μέχρι στιγμής , η τεχνητή νοημοσύνη δεν έχει ανιχνεύσιμα αποτελέσματα στην αγορά εργασίας σε συνολικό επαγγελματικό επίπεδο. Αυτή η τρέχουσα απουσία οποιωνδήποτε ορατών αθροιστικών επιπτώσεων της τεχνητής νοημοσύνης θα μπορούσε να μειώσει την αίσθηση του επείγοντος να κατανοήσουμε τον αντίκτυπό της στην εργασία , ακόμη και όταν τέτοιες επιπτώσεις φαίνονται πιθανές στο μέλλον.

### ***3.2.2 Νέες θέσεις εργασίας και καθήκοντα που θα προκύψουν από την τεχνητή νοημοσύνη***

Κατά την αποτύπωση των πλεονεκτημάτων της τεχνητής νοημοσύνης , ένας σημαντικός μοχλός για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής είναι ότι η τεχνητή νοημοσύνη όχι μόνο αυτοματοποιεί αλλά και αυξάνει την εργασία. Η ιστορία είναι γεμάτη από παραδείγματα θέσεων εργασίας που προβλεπόταν ότι θα ήταν καταδικασμένες από την αυτοματοποίηση , αλλά αντίθετα άνθισαν και μεταμορφώθηκαν. Η εισαγωγή των πρώτων ATM γύρω στο 1970 προβλέφθηκε ότι θα τερμάτιζε τη δουλειά των παραδοσιακών ταμειολόγων τραπεζών , αλλά οι ΗΠΑ σήμερα έχουν πολύ περισσότερα ταμεία τραπεζών , σε πολλά περισσότερα τραπεζικά υποκαταστήματα , που κάνουν διαφορετικές εργασίες από πριν , επειδή τα ATM δεν ταιριάζουν σε τέτοιες σχέσεις. τραπεζική (Bessen 2015). Εάν το σύνολο των εργασιών

διορθωνόταν , τότε η προοδευτική αυτοματοποίηση θα συνέπλενε τους εργαζομένους σε ένα διαρκώς στενό υποσύνολο εργασιών , ίσως τελικά να καθιστούσε την ανθρώπινη εργασία εντελώς απαρχαιωμένη , εάν η τεχνητή νοημοσύνη εξελισσόταν σε κατάσταση AGI. Ωστόσο , είναι πιθανό ακόμη και η AGI (Artificial General Intelligence – Γενική Τεχνητή Νοημοσύνη) να δημιουργήσει πολλές νέες θέσεις εργασίας για τους εργαζόμενους.

Ενώ η δυνατότητα της τεχνητής νοημοσύνης να αυτοματοποιεί τις θέσεις εργασίας έχει λάβει σχετικά λίγη προσοχή , ακόμη λιγότερα είναι γνωστά για τις δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας για τους εργαζόμενους. Ωστόσο , είναι δυνατόν να μάθουμε από την ευρύτερη βιβλιογραφία που ρωτά πόσες νέες θέσεις εργασίας δημιουργεί η τεχνολογική πρόοδος; Για να απαντήσουν σε αυτό το ερώτημα , οι Autor et al. (2022) εκμεταλλεύονται την εμφάνιση νέων τίτλων εργασίας στις επαγγελματικές περιγραφές του Γραφείου Απογραφής των ΗΠΑ που παρέχουν οι ερωτηθέντες στην έρευνα στα έντυπα Απογραφής τους. Οι αναλύσεις τους δείχνουν ότι , ανεξάρτητα από το αν δημιουργείται μια νέα θέση εργασίας λόγω τεχνολογικής προόδου ή κάποιου άλλου λόγου , η νέα εργασία είναι ποσοτικά σημαντική. Εκτιμούν ότι περισσότερο από το 60 τοις εκατό της απασχόλησης στις ΗΠΑ το 2018 βρέθηκε σε τίτλους εργασίας που δεν υπήρχαν το 1940. Παραδείγματα νέων τίτλων είναι «τεχνικός νυχιών» , που προστέθηκε το 2000 και «ηλιακός φωτοβολταϊκός ηλεκτρολόγος» , που προστέθηκε το 2018. Είναι ενδιαφέρον ότι ο «ειδικός τεχνητής νοημοσύνης» εμφανίστηκε για πρώτη φορά το 2000.

Όσον αφορά τη φύση της νέας εργασίας , διαπιστώνουν ότι μεταξύ 1940 και 1980 , οι περισσότερες νέες εργασίες που απασχολούσαν εργαζόμενους εκτός κολεγίου βρέθηκαν σε επαγγέλματα μεσαίας ειδίκευσης. Μετά το 1980 , ωστόσο , ο τρόπος δημιουργίας νέας εργασίας για μη κολεγιακούς εργαζόμενους μετατοπίστηκε από αυτά τα μεσαία επαγγέλματα και προς τις παραδοσιακά χαμηλότερα αμειβόμενες προσωπικές υπηρεσίες. Αντίθετα , η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας που απασχολούσε εργαζόμενους με πανεπιστημιακή εκπαίδευση συγκεντρώθηκε ολοένα

και περισσότερο σε επαγγελματικά , τεχνικά και διευθυντικά επαγγέλματα. Σε συνδυασμό , αυτά τα μοτίβα δείχνουν ότι η δημιουργία νέων εργασιών έχει πολωθεί μετά το 1980 , αντικατοπτρίζοντας (και εν μέρει οδηγώντας) τη συνολική πόλωση των θέσεων εργασίας.

Για να εξηγήσει περαιτέρω τη δημιουργία νέων τίτλων εργασίας και τον ρόλο της τεχνολογικής προόδου , οι Autor et al. (2022) ακολουθήστε μια διαδικασία όπως το Webb (2020) εξετάζοντας δεδομένα διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας χρησιμοποιώντας NLP. Το διαφορετικό από το Webb (2020) , ωστόσο , είναι ότι έδωσαν επίσης εντολή στον αλγόριθμο NLP να αναζητήσει κείμενο που υποδεικνύει αύξηση αντί για αυτοματοποίηση των εργασιών των εργαζομένων. Για παράδειγμα , το 1999 , το Γραφείο Διπλωμάτων Ευρεσιτεχνίας και Εμπορικών Σημάτων των ΗΠΑ χορήγησε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για μια «μέθοδο ενίσχυσης και επιδιόρθωσης των νυχιών». Ο αλγόριθμός τους συνδέει αυτό το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας με τον επαγγελματικό τίτλο "Technician , fingernail" , ο οποίος προστέθηκε από το Census Bureau το 2000. Ομοίως , ο αλγόριθμός τους συνδέει το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας του 2014 "systems for highly effect solar power conversion" με τον επαγγελματικό τίτλο "Solar photovoltaic ηλεκτρολόγος" , η οποία προστέθηκε το 2018. Εν ολίγοις , οι Autor et al. (2022) δείχνουν ότι οι νέες τεχνολογίες αποτελούν σημαντικό μοχλό για τη δημιουργία νέων καθηκόντων των εργαζομένων.

Οι Autor et al. (2022) καθοδηγούν επίσης τον αλγόριθμο NLP τους να αναζητήσει κείμενο σε διπλώματα ευρεσιτεχνίας που υποδεικνύουν τη δυνατότητα μιας νέας τεχνολογίας να αυτοματοποιεί (αντί να αυξάνει) τις εργασίες των εργαζομένων. Αυτό που διαπιστώνουν είναι ότι ορισμένα επαγγέλματα , όπως οι τεχνολόγοι ακτινολογίας και οι μηχανολόγοι , έχουν υψηλό ποσοστό αυτοματισμού σε σχέση με την αύξηση. Ως εκ τούτου , η ζήτηση εργασίας και συνεπώς η απασχόληση θα έτειναν να μειωθούν σε αυτά τα επαγγέλματα. Αντίθετα , σε άλλα επαγγέλματα , συμπεριλαμβανομένων των βιομηχανικών μηχανικών και των αναλυτών , η αύξηση ήταν πιο σημαντική από την αυτοματοποίηση , με αποτέλεσμα την αύξηση της απασχόλησης σε αυτά τα

επαγγέλματα. Είναι ενδιαφέρον ότι πολλά επαγγέλματα είτε εκτίθενται ταυτόχρονα σε αύξηση και αυτοματισμό είτε δεν εκτίθενται σε καμία τεχνολογία. Παραδείγματα επαγγελμάτων με πολύ περιορισμένη έκθεση στην τεχνολογική πρόοδο μέχρι στιγμής περιλαμβάνουν θέσεις εργασίας που απαιτούν διαπροσωπικές δεξιότητες , όπως εργαζόμενοι σε παιδική φροντίδα , υπάλληλοι ξενοδοχείων και κληρικοί.

Συμπερασματικά , αν και η δυνατότητα της τεχνολογίας να αυτοματοποιεί τις θέσεις εργασίας έχει λάβει ευρεία προσοχή , αυξάνει επίσης την εργασία και αποτελεί σημαντικό μοχλό δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας. Οι Autor et al. (2022) ονομάζουν αυτή την αμφίπλευρη επίδραση της καινοτομίας στην εργασία «ο αγώνας μεταξύ αυτοματισμού και αύξησης». Σε επαγγέλματα με μείωση (αύξηση) μεριδίων απασχόλησης , αυτή η κούρσα κερδίζεται με την αυτοματοποίηση (αύξηση). Η κατανόηση αυτού του αγώνα δίνει στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής σημαντικούς μοχλούς για να αξιοποιήσουν τα οφέλη της τεχνολογικής προόδου. Για παράδειγμα , ένας αγώνας μεταξύ αυτοματισμού και αύξησης των καθηκόντων των εργαζομένων , ακόμη και σε στενά καθορισμένα επαγγέλματα , συνεπάγεται ότι οι νέες τεχνολογίες μπορούν ίσως να κατευθύνονται προς περισσότερη αύξηση και λιγότερο αυτοματισμό.

Οι Autor et al. (2022) δεν εστιάζουν συγκεκριμένα στην τεχνητή νοημοσύνη. Ωστόσο , πολλές νέες θέσεις εργασίας που ενισχύονται από την τεχνητή νοημοσύνη μπορεί σύντομα να εισέλθουν ως νέοι επαγγελματικοί τίτλοι—ψηφιακός βοηθός μηχανικός , μηχανικός ρομπότ αποθήκης και προσθήκη ετικετών περιεχομένου στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης , μεταξύ άλλων θέσεων εργασίας. Ένα σημαντικό ερώτημα πολιτικής είναι εάν αυτές είναι οι θέσεις εργασίας που η κοινωνία θέλει να δημιουργήσει η τεχνητή νοημοσύνη. Ταυτόχρονα , η απασχόληση σε πολλές θέσεις εργασίας με υψηλή αμοιβή που είναι επιθυμητή από πολιτική άποψη μπορεί να διαβρωθεί από τη δυνατότητα της τεχνητής νοημοσύνης να αυτοματοποιεί τα καθήκοντά της.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ο ΑΝΤΙΚΤΥΠΟΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ**

### **4.1 Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στους εργαζόμενους**

Ο αντίκτυπος της τεχνολογικής προόδου , συμπεριλαμβανομένης της τεχνητής νοημοσύνης , στην εργασία χαρακτηρίζεται από ανταγωνιστικές δυνάμεις αυτοματοποίησης και αύξησης των καθηκόντων των εργαζομένων , ακόμη και (και κυρίως) σε στενά καθορισμένα επαγγέλματα. Το επίκεντρο των ερευνητών - καθώς και των μάντζερ , των επιχειρηματιών και των υπευθύνων χάραξης πολιτικής - θα πρέπει επομένως να είναι όχι μόνο στις δυνατότητες αυτοματοποίησης ή αύξησης της τεχνητής νοημοσύνης αλλά και στον επανασχεδιασμό της εργασίας. Για παράδειγμα , οι Brynjolfsson , Mitchell και Rock (2018) εικάζουν ότι η μηχανική μάθηση θα απαιτήσει έναν ουσιαστικό επανασχεδιασμό εργασιών για θυρωρούς , εξουσιοδοτητές πιστώσεων και υπαλλήλους μεσιτείας. Η ανάγκη για επανασχεδιασμό της εργασίας θέτει επίσης προκλήσεις για την προσαρμοστικότητα των εργαζομένων: δεξιότητες των εργαζομένων για την εκτέλεση ορισμένων εργασιών και κινητικότητα των εργαζομένων σε όλες τις θέσεις εργασίας στην αγορά εργασίας.

#### ***4.1.1 Δεξιότητες Εργαζομένων***

Οι Acemoglu et al. (2022) αξιοποιήστε μια νέα ενότητα που εισήχθη στο ABS του 2019 του Γραφείου Απογραφής των ΗΠΑ , όχι μόνο για να αξιολογήσει την υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης από τις εταιρείες αλλά και για να διερευνήσει την αυτοαξιολόγηση των επιχειρήσεων σχετικά με τις επιπτώσεις της τεχνητής νοημοσύνης στη ζήτηση εργασίας και δεξιοτήτων. Μεταξύ των χρηστών της τεχνητής νοημοσύνης , το 15 τοις εκατό αναφέρει ότι η τεχνητή νοημοσύνη αύξησε τα συνολικά επίπεδα απασχόλησης και το 6 τοις εκατό υποδηλώνει ότι η τεχνητή νοημοσύνη τα μείωσε , γεγονός που δείχνει τις περιορισμένες και κάπως διφορούμενες επιπτώσεις της

τεχνητής νοημοσύνης στα επίπεδα απασχόλησης. Αντίθετα , το 41 τοις εκατό των ατόμων που υιοθετούν την τεχνητή νοημοσύνη αύξησαν τη ζήτηση δεξιοτήτων τους , ενώ σχεδόν καμία εταιρεία (λιγότερο από 2 τοις εκατό) δεν αναφέρει μείωση της ζήτησης για δεξιότητες. Αυτή η αυτοαναφερόμενη αύξηση στις απαιτήσεις δεξιοτήτων των επιχειρήσεων όταν υιοθετούν την τεχνητή νοημοσύνη εξηγεί μέρος του γνωστού κενού δεξιοτήτων και υπογραμμίζει τη σημασία των επενδύσεων στις δεξιότητες των εργαζομένων.

Οι Genz et al. (2021) παρέχουν παρόμοια στοιχεία για τη Γερμανία. Εξετάζουν πώς οι Γερμανοί εργαζόμενοι προσαρμόζονται στις επενδύσεις των επιχειρήσεων σε νέες ψηφιακές τεχνολογίες , συμπεριλαμβανομένης της τεχνητής νοημοσύνης , της επαυξημένης πραγματικότητας ή της τρισδιάστατης εκτύπωσης. Για αυτό , συνέλεξαν νέα δεδομένα που συνδέουν πληροφορίες έρευνας σχετικά με την υιοθέτηση τεχνολογίας από τις εταιρείες με διοικητικά δεδομένα κοινωνικής ασφάλισης για τη Γερμανία. Στη συνέχεια συγκρίνουν αυτούς που υιοθετούν τεχνολογία με εκείνους που δεν υιοθετούν. Αν και βρίσκουν ελάχιστα στοιχεία ότι η τεχνητή νοημοσύνη επηρέασε τον αριθμό των θέσεων εργασίας , η απουσία ενός συνολικού αποτελέσματος απασχόλησης κρύβει ουσιαστική ετερογένεια μεταξύ των εργαζομένων. Διαπιστώνουν ότι οι εργαζόμενοι με επαγγελματική κατάρτιση επωφελούνται περισσότερο από τους εργαζόμενους με πτυχίο κολεγίου. Μια εξήγηση μπορεί να είναι ότι η τεχνητή νοημοσύνη αυξάνει περισσότερο τους επαγγελματικούς εργαζομένους παρά τις εργασίες που εκτελούνται από τους εργαζόμενους στο κολέγιο. Μια άλλη εξήγηση είναι ότι το παραδοσιακά ισχυρό σύστημα επαγγελματικής κατάρτισης της Γερμανίας (76 τοις εκατό του συνόλου των εργαζομένων στο δείγμα ολοκλήρωσαν την επαγγελματική εκπαίδευση) παρέχει μια πληθώρα εξειδικευμένων δεξιοτήτων που κατευθύνουν την ανάπτυξη και την υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης προς τη χρήση (και συνεπώς την αύξηση) των επαγγελματικών δεξιοτήτων.



#### **4.1.1.1 Δεξιότητες ανθεκτικές στην ΤΝ: Πλαίσιο για το μελλοντικό εργατικό δυναμικό**

Η συναισθηματική νοημοσύνη (ΣΝ), η οποία περιλαμβάνει την ικανότητα να κατανοεί, να ελέγχει και να επηρεάζει κανείς τα συναισθήματά του καθώς και τα συναισθήματα των άλλων, είναι μία από τις σημαντικότερες ικανότητες ανθεκτικότητας στην ΤΝ. Η συναισθηματική νοημοσύνη διακρίνει τους ανθρώπους σε έναν εργασιακό χώρο που κυριαρχείται ολοένα και περισσότερο από τεχνολογίες που καθοδηγούνται από την ΤΝ, διευκολύνοντας την παραγωγική ομαδική εργασία, τη διαπροσωπική επικοινωνία και την ηγεσία, με τις θέσεις ηγεσίας, εξυπηρέτησης πελατών και υγειονομικής περίθαλψης να απαιτούν την ικανότητα ενσυναίσθησης, ενεργητικής ακρόασης και επίλυσης συγκρούσεων, με τα ανοικτά συστήματα ανατροφοδότησης που προωθούν την αυτογνωσία και τα προγράμματα κατάρτισης που δίνουν έμφαση στις δεξιότητες επικοινωνίας και συνεργασίας να είναι δύο τρόποι για την ανάπτυξη της συναισθηματικής νοημοσύνης. Η ανθεκτικότητα και η συναισθηματική ρύθμιση βελτιώνονται περαιτέρω με τεχνικές όπως η ενσυνειδητότητα και ο διαλογισμός, οι οποίες διευκολύνουν τους ανθρώπους να λειτουργούν σε στρεσογόνες καταστάσεις (Cinar, 2024).

Μια άλλη ιδιαιτέρως ανθρώπινη ιδιότητα που εξακολουθεί να είναι ζωτικής σημασίας στην εποχή της τεχνητής νοημοσύνης είναι η δημιουργικότητα. Ακόμα και αν η τεχνητή νοημοσύνη είναι ικανή να εξορθολογίζει διαδικασίες ή να εντοπίζει τάσεις, η ανθρώπινη νοημοσύνη εξακολουθεί να είναι σταθερά υπεύθυνη για τη δημιουργία νέων ιδεών και δημιουργικών λύσεων, και σε κλάδους όπως ο σχεδιασμός, η στρατηγική καινοτομία και οι τέχνες, όπου απαιτούνται νέες απόψεις για την επίλυση δύσκολων προβλημάτων ή τη δημιουργία πρωτότυπων έργων, η δημιουργικότητα είναι ζωτικής σημασίας. Η προώθηση της διεπιστημονικής μάθησης, η οποία εκθέτει τους ανθρώπους σε μια ποικιλία επιστημονικών κλάδων και απόψεων, μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη αυτής της ικανότητας, ενώ παράλληλα, τα ψηφιακά εργαλεία, όπως οι πλατφόρμες με τεχνητή νοημοσύνη όπως το DALL-E, μπορούν να χρησιμοποιηθούν

για την ενίσχυση της δημιουργικής παραγωγής και να επιτρέψουν στους ανθρώπους να δοκιμάσουν νέες ιδέες.

Ένα άλλο βασικό συστατικό των ταλέντων ανθεκτικών στην ΤΝ είναι η επίλυση σύνθετων προβλημάτων ή η ικανότητα χειρισμού δύσκολων καταστάσεων με πολλά κινούμενα μέρη και άγνωστα, και ενώ η τεχνητή νοημοσύνη είναι εξαιρετική στην αντιμετώπιση οργανωμένων, σαφώς καθορισμένων προβλημάτων, οι άνθρωποι είναι καλύτεροι στην πλοήγηση στην ασάφεια, στη διαχείριση αντικρουόμενων συμφερόντων και στη λήψη αποφάσεων που λαμβάνουν υπόψη τους την ηθική, ιδιαίτερα σημαντική για τον στρατηγικό σχεδιασμό, τη διαχείριση κρίσεων και τη χάραξη πολιτικής. Η ανάλυση μελετών περίπτωσης μπορεί να ενισχύσει τις δεξιότητες επίλυσης σύνθετων προβλημάτων προσομοιώνοντας προβλήματα του πραγματικού κόσμου και προωθώντας την κριτική σκέψη, με τις ασκήσεις που περιλαμβάνουν σχεδιασμό σεναρίων να βοηθούν τους ανθρώπους να προετοιμαστούν για απρόβλεπτα μελλοντικά γεγονότα, όπως αλλαγές στην τεχνολογία ή την οικονομία. Εκθέτοντας τους ανθρώπους σε μια ποικιλία προοπτικών και ωθώντας τους να ελιχθούν μέσα από απρόβλεπτες συνθήκες, οι συνεργατικές πρωτοβουλίες βοηθούν τους ανθρώπους να αναπτύξουν περαιτέρω αυτό το ταλέντο.

Στον εργασιακό χώρο με γνώμονα την Τεχνητή Νοημοσύνη, η ευελιξία και η ευελιξία μάθησης καθίστανται όλο και πιο κρίσιμες εκτός από αυτές τις θεμελιώδεις ικανότητες, και δεδομένου ότι η τεχνολογία αλλάζει τόσο γρήγορα, η διατήρηση της επικαιρότητας απαιτεί την ικανότητα γρήγορης πρόσληψης και εφαρμογής νέων πληροφοριών. Οι εργαζόμενοι πρέπει να ενστερνίζονται τη δια βίου μάθηση και να είναι σε θέση να εναλλάσσονται μεταξύ καθηκόντων, εργαλείων και διαδικασιών. Η έκθεση σε διαδικτυακές πλατφόρμες μάθησης όπως το Coursera ή το edX, οι οποίες παρέχουν ευκαιρίες εξέλιξης σε τομείς όπως η ανάλυση δεδομένων ή ο προγραμματισμός, μπορεί να προωθήσει την προσαρμοστικότητα. Προγράμματα που εκθέτουν τους εργαζόμενους σε μια ποικιλία εργασιών μέσω της εναλλαγής θέσεων εργασίας βελτιώνουν περαιτέρω την προσαρμοστικότητα προωθώντας την ευελιξία,

συμβάλλοντας στην προώθηση της ευελιξίας μάθησης και της νοοτροπίας ανάπτυξης, επιτρέποντας στους ανθρώπους να βελτιώνουν επαναληπτικά τις στρατηγικές τους μέσω της δοκιμής και του λάθους. Τέλος, σε έναν κόσμο όπου τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης εμπλέκονται όλο και περισσότερο σε ευαίσθητες και σημαντικές κρίσεις, η ηθική κρίση και η λήψη αποφάσεων αποτελούν βασικές ικανότητες, με τους εργαζόμενους να πρέπει να διασφαλίζουν ότι αυτά τα συστήματα λειτουργούν δίκαια και υπεύθυνα, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τις ηθικές, νομικές και κοινωνικές προεκτάσεις της χρήσης της TN. Τα εκπαιδευτικά προγράμματα που επικεντρώνονται στην ηθική της TN μπορούν να βοηθήσουν τους ανθρώπους να ενισχύσουν την ηθική τους κρίση, προετοιμάζοντάς τους να χειριστούν δύσκολες καταστάσεις όπως η αλγοριθμική προκατάληψη ή η προστασία της ιδιωτικής ζωής των δεδομένων, με την συμμετοχή ηθικολόγων, τεχνολόγων και νομοθετών σε διαλειτουργική συνεργασία να εγγυάται μια ολοκληρωμένη λύση στα ηθικά διλήμματα. Τα παιχνίδια ρόλων και οι ρεαλιστικές προσομοιώσεις προσφέρουν ευκαιρίες εξάσκησης στη χρήση ηθικών πλαισίων σε αυθεντικές καταστάσεις.

Η ανάπτυξη αυτών των ικανοτήτων ανθεκτικότητας στην TN πρέπει να αποτελέσει ύψιστη προτεραιότητα στα εκπαιδευτικά ιδρύματα και στους χώρους εργασίας, προκειμένου να προετοιμαστούμε για ένα μέλλον με γνώμονα την TN, με την ενεργητική, να είναι βασισμένη σε έργα μάθηση, κατά την οποία οι μαθητές χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό τεχνικών και διαπροσωπικών ικανοτήτων για την αντιμετώπιση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου, μπορεί να αντικαταστήσει την απομνημόνευση στα σχολεία και τα ιδρύματα. Με τη δημιουργία πλαισίων που υποστηρίζουν την καθοδήγηση, την αναβάθμιση των δεξιοτήτων και τη δια βίου μάθηση, οι οργανισμοί μπορούν να προωθήσουν τη δημιουργικότητα και την ομαδική εργασία. Τα κίνητρα για συνεχή ανάπτυξη και οι ευέλικτες πορείες σταδιοδρομίας εγγυώνται επίσης ότι οι εργαζόμενοι παραμένουν σχετικοί και προσαρμοστικοί.

#### **4.1.2 Κινητικότητα εργαζομένων σε όλες τις θέσεις εργασίας**

Είναι αναπόφευκτο ότι οι εργαζόμενοι σε ορισμένες θέσεις εργασίας θα εκτοπιστούν επειδή η τεχνητή νοημοσύνη αυτοματοποιεί αντί να αυξάνει τα καθήκοντα των εργαζομένων ή/και οι εργαζόμενοι δεν έχουν πλέον τις απαιτούμενες δεξιότητες για να κάνουν τη δουλειά τους. Η μετατόπιση θέσεων εργασίας είναι δαπανηρή για όσους απολύονται και θα μπορούσε να προκαλέσει αναστάτωση στις αγορές εργασίας γενικά. Αυτά τα κόστη προσαρμογής και διαταραχές ήταν επίσης χαρακτηριστικά προηγούμενων τεχνολογικών αναταραχών , όπως αποδεικνύεται από την αυτοματοποίηση του ρόλου του τηλεφωνητή. Ωστόσο , λόγω της ταχύτητας με την οποία εξελίσσεται η τεχνητή νοημοσύνη , αυτό το κόστος μπορεί τώρα να είναι ιδιαίτερα έντονο , αλλά η έρευνα που τεκμηριώνει τη μετάβαση των εκτοπισμένων εργαζομένων σε νέες θέσεις εργασίας (ή όχι) λόγω τεχνητής νοημοσύνης είναι πολύ περιορισμένη.

Μια εξαίρεση είναι οι Bessen et al. (2022). Χρησιμοποιώντας ολλανδικά διοικητικά δεδομένα , εξετάζουν τι συμβαίνει με τους εργαζόμενους που απολύονται όταν η επιχείρησή τους επενδύει σε τεχνητή νοημοσύνη με σκοπό την αυτοματοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας της εταιρείας. Διαπιστώνουν ότι η αναμενόμενη ετήσια απώλεια εισοδήματος σε όλους τους εργαζόμενους πριν η επιχείρησή τους υιοθετήσει την τεχνητή νοημοσύνη συσσωρεύεται στο 9 τοις εκατό των κερδών ενός έτους μετά από 5 χρόνια. Δείχνουν επίσης ότι αυτή η ετήσια απώλεια εισοδήματος οφείλεται σε περιόδους ανεργίας μέσα σε ένα χρόνο (αντί , για παράδειγμα , να μετακινηθούν γρήγορα σε χαμηλότερα αμειβόμενες θέσεις εργασίας) , με τα επιδόματα ανεργίας να ασφαλίζουν μόνο εν μέρει έναντι των απωλειών εισοδήματός τους. Αυτές οι αρνητικές επιπτώσεις του αυτοματισμού τεχνητής νοημοσύνης είναι μεγαλύτερες σε μικρότερες επιχειρήσεις και σε εργαζόμενους μεγαλύτερης και μέσης εκπαίδευσης. Εν ολίγοις , τα αποτελέσματά τους υποδηλώνουν ότι υπάρχει σημαντικό κόστος προσαρμογής για τους εκτοπισμένους εργαζόμενους και ότι το κόστος αυτό αντισταθμίζεται μόνο εν μέρει από την ασφάλιση ανεργίας. Σχετικά , σε μια μελέτη περίπτωσης που

παρουσιάζεται παρακάτω , τονίζεται ο ρόλος του ΑΙ στη διαδικασία πρόσληψης. Κατά κάποιο τρόπο , η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βελτιώσει τη μετάβαση μεταξύ θέσεων εργασίας διευκολύνοντας τις αντιστοιχίες μεταξύ εργοδοτών και εργαζομένων , αν και υπάρχουν επίσης πιθανά μειονεκτήματα που συζητούνται σε αυτό το πλαίσιο.

#### **4.2 Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στον χώρο εργασίας**

Η τεχνητή νοημοσύνη θα αλλάξει επίσης δραστικά τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζουμε τους χώρους εργασίας μας και τα επιχειρηματικά μοντέλα των εταιρειών μας. Με τη σειρά τους , αυτές οι αλλαγές θα επηρεάσουν τις συνθήκες εργασίας.

Ο Wood (2021) συζητά την επικράτηση της αλγοριθμικής διαχείρισης των χώρων εργασίας. Η αλγοριθμική διαχείριση βασίζεται στη συλλογή δεδομένων και την επιτήρηση των εργαζομένων για τη διαχείριση του εργατικού δυναμικού με αυτοματοποιημένο τρόπο. Οι διαδικτυακές πλατφόρμες εργασίας είναι ένα πολύ γνωστό παράδειγμα. Αυτές οι πλατφόρμες επιτρέπουν στους εργαζόμενους να επιλέγουν τους πελάτες και τις θέσεις εργασίας που θα αναλάβουν , τον τρόπο με τον οποίο εκτελούν αυτές τις εργασίες και τις τιμές που χρεώνουν για να τις κάνουν. Ωστόσο , σε διάφορους βαθμούς , η ικανότητα των εργαζομένων να κάνουν αυτές τις επιλογές διαμορφώνεται έντονα από τους κανόνες της πλατφόρμας και τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού. Όλο και περισσότερο , η αλγοριθμική διαχείριση χρησιμοποιείται επίσης σε άλλα περιβάλλοντα , όπως σε αποθήκες , λιανική πώληση , κατασκευή , μάρκετινγκ , συμβουλευτικές υπηρεσίες , τράπεζες , ξενοδοχεία , τηλεφωνικά κέντρα και μεταξύ δημοσιογράφων , δικηγόρων και αστυνομίας. Ο Wood (2021) συνοψίζει αρκετές λεπτομερείς περιπτωσιολογικές μελέτες από αυτούς τους τομείς.

Για την περίπτωση των ψηφιακών πλατφορμών για υπηρεσίες ταξί ή παραδόσεις κατ' οίκον , σε αυτές τις πλατφόρμες , οι αλγόριθμοι εκχωρούν εργασίες στους οδηγούς μέσω των smartphone τους (ή άλλων φορητών συσκευών). Για παράδειγμα , μια

πλατφόρμα ταξί μπορεί να ειδοποιήσει έναν οδηγό με αίτημα ταξιδιού , το οποίο ο οδηγός πρέπει να αποδεχτεί εντός ενός παραθύρου 15 δευτερολέπτων. Μόνο αφού αποδεχτεί το αίτημα , ο αλγόριθμος παρέχει στους οδηγούς την τοποθεσία , τον ναύλο και τον προορισμό του επιβάτη. Το περιορισμένο χρονικό πλαίσιο που δίνεται από τον αλγόριθμο για την αποδοχή ενός αιτήματος με ταυτόχρονη απόκρυψη βασικών πληροφοριών γίνεται για να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανότητες μείωσης των αιτημάτων ταξιδιού των οδηγών. Επιπλέον , εάν οι οδηγοί απορρίψουν πάρα πολλά αιτήματα , ο αλγόριθμος μπορεί να τους αποσυνδέσει προσωρινά από την εφαρμογή ως τιμωρία. Μόλις ένας οδηγός αποδεχτεί ένα αίτημα ταξιδιού , ο αλγόριθμος προτείνει μια διαδρομή για να φτάσετε στην τοποθεσία παράδοσης. Εάν οι οδηγοί παρεκκλίνουν από την προτεινόμενη διαδρομή , ο αλγόριθμος μπορεί να στείλει ειδοποιήσεις. Εάν η εφαρμογή είναι επίσης υπεύθυνη για την πληρωμή των οδηγών , η εφαρμογή μπορεί να τιμωρήσει περαιτέρω τους οδηγούς που καθυστερούν πολύ να φτάσουν στους προορισμούς τους , αρνούμενοι να αποδεσμεύσουν τις πληρωμές των οδηγών. Εν ολίγοις , παρά τα πολλά πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι πλατφόρμες στους εργαζόμενους και τους πελάτες τους , η αλγοριθμική τους διαχείριση μπορεί να μειώσει σημαντικά την ικανότητα των εργαζομένων να επιλέγουν πελάτες , τον τρόπο εκτέλεσης των καθηκόντων τους και τις τιμές που χρεώνουν για να τις κάνουν.

Ο Weil (2019) συζητά τον ευρύτερο αντίκτυπο που έχει η αλγοριθμική διαχείριση στα επιχειρηματικά μοντέλα και στις εργασιακές σχέσεις. Στην κατάθεσή του στη Βουλή των Αντιπροσώπων των ΗΠΑ , υποστηρίζει ότι οι εταιρείες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών για να διαβρώσουν την ανάγκη για παραδοσιακές σχέσεις εργασίας. Από τη δεκαετία του 1980 , πολλές μεγάλες εταιρείες έχουν χάσει το ρόλο τους ως άμεσοι εργοδότες , υπέρ της εξωτερικής ανάθεσης εργασίας σε μικρότερους υπεργολάβους ή δικαιοδόχους. Ο ανταγωνισμός μεταξύ αυτών των υπεργολάβων ή δικαιοδόχων συνεπάγεται ότι το κόστος , συμπεριλαμβανομένων των μισθών , είναι χαμηλότερο σε σύγκριση με μια κατάσταση όπου η κορυφαία εταιρεία απασχολεί απευθείας αυτούς τους εξωτερικούς συνεργάτες. Επειδή αυτή η ρήξη των χώρων εργασίας , όπως την αποκαλεί ο Weil , επηρεάζει

κυρίως τις θέσεις εργασίας με χαμηλούς μισθούς , έχει επιδεινώσει τις υψηλότερες μισθολογικές ανισότητες , έχει μειώσει την επαγγελματική ασφάλεια και έχει αυξήσει τους κινδύνους για την υγεία των εργαζομένων σε ρωγμές. Η απεριόριστη τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να γίνει η κόλλα για να λειτουργήσει ακόμα πιο αποτελεσματικά η συνολική επιχειρηματική στρατηγική της σχισμής. Μπορεί περαιτέρω να επιτρέψει στις κορυφαίες εταιρείες και τους μετόχους τους να διαχειρίζονται ακόμη καλύτερα τις αλυσίδες εφοδιασμού εργασίας τους μέσω της έξυπνης παρακολούθησης των εργαζομένων που ανατίθενται σε εξωτερικούς συνεργάτες.

### **4.3 Παγκόσμιες τάσεις στα προγράμματα μετατόπισης θέσεων εργασίας και επανακατάρτισης**

Η παγκόσμια αγορά εργασίας έχει υποστεί σημαντικές αλλαγές ως αποτέλεσμα της αυτοματοποίησης, της τεχνητής νοημοσύνης (AI) και άλλων τεχνολογικών εξελίξεων. Οι εξελίξεις αυτές προκαλούν σημαντικές διαταραχές, παρόλο που αυξάνουν την αποτελεσματικότητα και την οικονομική ανάπτυξη, με την εκτεταμένη εκτόπιση θέσεων εργασίας να είναι το αποτέλεσμα του ξεπεράσματος πολλών θέσεων εργασίας, ιδίως εκείνων που περιλαμβάνουν επαναλαμβανόμενες και τακτικές εργασίες. Απαιτούνται ευρείας κλίμακας πρωτοβουλίες επανεκπαίδευσης και αναβάθμισης των δεξιοτήτων για την προετοιμασία των εργαζομένων για τους αναδυόμενους ρόλους ως αποτέλεσμα της αυξανόμενης ζήτησης για νέα σύνολα δεξιοτήτων, με την ανάπτυξη προγραμμάτων επανεκπαίδευσης και τα παγκόσμια πρότυπα στην εκτόπιση θέσεων εργασίας να δείχνουν πώς οι κυβερνήσεις, οι επιχειρήσεις και τα εκπαιδευτικά ιδρύματα προσαρμόζονται σε αυτή την επαναστατική περίοδο.

#### **4.3.1 Τάσεις μετατόπισης θέσεων εργασίας**

Ορισμένοι κλάδοι και ομάδες έχουν επηρεαστεί δυσανάλογα από την απώλεια θέσεων εργασίας που επιφέρει η αυτοματοποίηση και η τεχνητή νοημοσύνη. Καθώς οι μηχανές παίρνουν τη θέση της ανθρώπινης εργασίας στις γραμμές συναρμολόγησης, την αποθήκευση και τη μεταφορά, η μεταποίηση και η εφοδιαστική έχουν υποστεί

σημαντικές απώλειες σε συμβατικές θέσεις εργασίας, με την ανάγκη για οδηγούς και εργατικό δυναμικό στην αποθήκη για παράδειγμα να έχει μειωθεί λόγω της ρομποτικής και των αυτόνομων αυτοκινήτων. Επιπλέον, τα συστήματα που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη αυτοματοποιούν σταδιακά τις θέσεις εργασίας των υπαλλήλων σε διοικητικές δραστηριότητες, στην υποστήριξη πελατών και στην εισαγωγή δεδομένων. Δεδομένου του πόσο γρήγορα υιοθετείται η τεχνολογία στις βιομηχανικές οικονομίες, η τάση αυτή είναι ιδιαίτερα αισθητή εκεί (Wong, 2024).

Οι αναπτυσσόμενες χώρες αντιμετωπίζουν δύο προκλήσεις καθώς βιώνουν την αυτοματοποίηση. Από τη μία πλευρά, η αυτοματοποίηση αποτελεί απειλή για τους τομείς έντασης εργασίας τους, όπως η γεωργία και η κλωστοϋφαντουργία. Ωστόσο, οι χώρες αυτές συχνά δεν διαθέτουν τους πόρους και τις υποδομές που απαιτούνται για τη διεξαγωγή εκτεταμένων προγραμμάτων επανακατάρτισης, με αποτέλεσμα το χάσμα μεταξύ των δεξιοτήτων που υπάρχουν σήμερα στο εργατικό δυναμικό και της επιθυμίας για νέα επαγγέλματα με γνώμονα την τεχνολογία αυξάνεται συνεχώς. Η πόλωση της αγοράς εργασίας είναι μια άλλη σημαντική τάση, με τα επαγγέλματα χαμηλής ειδίκευσης στους κλάδους των υπηρεσιών να παραμένουν ως επί το πλείστον αμετάβλητα, ενώ οι θέσεις εργασίας υψηλής ειδίκευσης σε τομείς όπως η προηγμένη μηχανική, η επιστήμη των δεδομένων και η έρευνα της τεχνητής νοημοσύνης επεκτείνονται. Οι πιο ευάλωτες στον εκτοπισμό είναι οι θέσεις εργασίας μεσαίας ειδίκευσης, γνωστές και ως «συμπιεσμένη μέση», καθώς είναι πιο πιθανό να μηχανοποιηθούν. Σε πολλά έθνη, αυτή η πόλωση έχει επιδεινώσει τις κοινωνικές εντάσεις και την εισοδηματική ανισότητα.

#### **4.3.2 Προγράμματα επανεκπαίδευσης και αναβάθμισης της κατάρτισης**

Κυβερνήσεις, επιχειρήσεις και μη κυβερνητικές ομάδες έχουν ξεκινήσει παγκοσμίως προγράμματα επανακατάρτισης και αναβάθμισης των δεξιοτήτων τους για να αντιμετωπίσουν τα ζητήματα της μετατόπισης των θέσεων εργασίας, στοχεύοντας να δώσουν στους εργαζόμενους τις δεξιότητες που χρειάζονται για να μετακινηθούν σε άλλες θέσεις, συχνά σε ανθεκτικούς ή τεχνολογικά προσανατολισμένους κλάδους.



Με προγράμματα όπως το Upskill America, οι ΗΠΑ πρωτοπορούν στην επανεκπαίδευση της εργασίας, το οποίο ξεκίνησε από το Ινστιτούτο Aspen, επικεντρώνεται στη δημιουργία συμμαχιών με επιχειρήσεις για να προσφέρει στους εργαζόμενους ευκαιρίες για εκπαίδευση και κατάρτιση, με επιχειρήσεις όπως η Walmart, η Amazon και η McDonald's να συμμετέχουν παρέχοντας δωρεάν ή με μεγάλη έκπτωση εκπαίδευση σε τομείς όπως η εξελιγμένη μεταποίηση, η πληροφορική και η υγειονομική περίθαλψη. Προκειμένου να διατηρήσουν τους ανθρώπους ανταγωνιστικούς στην μεταβαλλόμενη αγορά εργασίας, τα προγράμματα αυτά δίνουν επίσης μεγάλη έμφαση σε πτυχία και πιστοποιητικά που ανταποκρίνονται στα πρότυπα του κλάδου.

Με τον συνασπισμό για τις ψηφιακές δεξιότητες και την απασχόληση, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει λάβει προληπτική στάση, και προκειμένου να παρέχει προγράμματα προηγμένης κατάρτισης και ψηφιακού αλφαριθμητισμού, το πρόγραμμα αυτό συνδέει κυβερνήσεις, εταιρείες και εκπαιδευτικά ιδρύματα. Τα προγράμματα διπλής εκπαίδευσης, τα οποία συνδυάζουν την παραδοσιακή διδασκαλία στην τάξη με την πρακτική εκπαίδευση στην εργασία σε τομείς που σχετίζονται με την τεχνολογία, έχουν υιοθετηθεί από έθνη όπως η Σουηδία και η Γερμανία, στοχεύοντας στην ανάπτυξη ενός εργατικού δυναμικού με ψηφιακές δεξιότητες που μπορεί να βοηθήσει την Ευρώπη να κάνει τη μετάβαση σε μια οικονομία βασισμένη στη γνώση.

Η Κίνα έχει αγκαλιάσει την τεχνολογία για την αναβάθμιση των δεξιοτήτων του εργατικού δυναμικού της και είναι παγκόσμιος ηγέτης στην ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης, έχοντας πραγματοποιήσει σημαντικές επενδύσεις στην επαγγελματική κατάρτιση των εργαζομένων στη βιομηχανία και την τεχνολογία μέσω προγραμμάτων που υποστηρίζονται από την κυβέρνηση, όπως ο στόχος Made in China 2025. Η Squirrel AI και άλλες πλατφόρμες που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη προσφέρουν εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες που βοηθούν τους ανθρώπους να μάθουν ρομποτική, ανάλυση δεδομένων και κωδικοποίηση, με την ευρύτερη

στρατηγική της Κίνας για τη διατήρηση του ανταγωνιστικού της πλεονεκτήματος στην παγκόσμια οικονομία να περιλαμβάνει διάφορες πρωτοβουλίες.

Η Ινδία, η οποία διαθέτει ένα από τα μεγαλύτερα εργατικά δυναμικά στον κόσμο, αντιμετωπίζει ιδιαίτερες δυσκολίες στην εξεύρεση ισορροπίας μεταξύ της δημιουργίας θέσεων εργασίας και της αυτοματοποίησης, με την αποστολή «Skill India Mission», που ξεκίνησε το 2015, να επιδιώκει την επανεκπαίδευση 400 εκατομμυρίων ανθρώπων έως το 2025. Το πρόγραμμα αυτό αποτελείται από σχέσεις με τεχνολογικούς κολοσσούς όπως η Google και η Microsoft, πρωτοβουλίες ψηφιακού αλφαριθμητισμού και ινστιτούτα επαγγελματικής κατάρτισης, και επικεντρώνεται στην κατάρτιση εργαζομένων για θέσεις στην ανάπτυξη λογισμικού, τη διαχείριση δεδομένων και την επιχειρηματικότητα υπό το πρίσμα του αναπτυσσόμενου οικοσυστήματος της Ινδίας στον τομέα της πληροφορικής και των νεοφυών επιχειρήσεων.

Η Ιαπωνία, μια χώρα που φημίζεται για την εξελιγμένη αυτοματοποίησή της, έχει θέσει σε εφαρμογή πρωτοβουλίες δια βίου μάθησης για να βοηθήσει τους εργαζόμενους να μετακινηθούν από τις συμβατικές θέσεις εργασίας στις θέσεις εργασίας υψηλής τεχνολογίας. Η κυβέρνηση προσφέρει μαθήματα επανεκπαίδευσης σε ρομπότ, τεχνητή νοημοσύνη και πράσινες τεχνολογίες σε συνεργασία με επιχειρήσεις και ακαδημαϊκά ιδρύματα, με την ανάγκη διατήρησης των εργαζομένων μεγαλύτερης ηλικίας στην ψηφιακή οικονομία και τη γήρανση του πληθυσμού της Ιαπωνίας να αντικατοπτρίζονται στην έμφαση που δίνει η χώρα στη δια βίου μάθηση.

#### **4.3.3 Προκλήσεις και ευκαιρίες**

Παρά τις προσπάθειες αυτές εξακολουθούν να υπάρχουν προβλήματα, με την διαθεσιμότητα προγραμμάτων επανεκπαίδευσης για ευάλωτες ομάδες, όπως οι χαμηλόμισθοι εργαζόμενοι και όσοι ζουν σε αγροτικές περιοχές, να αποτελεί σημαντικό εμπόδιο. Η αυξημένη ζήτηση για κοινωνικές δεξιότητες -όπως η ευελιξία, η συναισθηματική νοημοσύνη και η ομαδική εργασία- που εκτιμώνται όλο και περισσότερο στον εργασιακό χώρο πρέπει επίσης να αντιμετωπιστεί από τα

προγράμματα επανακατάρτισης. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν πολλές ευκαιρίες λόγω της παγκόσμιας ώθησης για επανακατάρτιση, με τις χώρες να μπορούν να μειώσουν την ανεργία, να προωθήσουν την καινοτομία και να εγγυηθούν οικονομική ανάπτυξη χωρίς αποκλεισμούς, δίνοντας στους εργαζομένους δεξιότητες που θα διαρκέσουν στο μέλλον. Επιπλέον, επειδή συνδυάζουν τους πόρους και τις γνώσεις και των δύο κλάδων, οι συμπράξεις δημόσιου και ιδιωτικού τομέα έχουν αποδειχθεί επιτυχημένο μοντέλο για την εφαρμογή εκτεταμένων πρωτοβουλιών κατάρτισης.

#### **4.4 Αλλαγή στις θέσεις εργασίας και τις απαιτήσεις δεξιοτήτων**

Η ευρεία εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης (AI) επιφέρει προσαρμογές στα καθήκοντα της αγοράς εργασίας, παρόλο που ενδέχεται να μην υπάρξουν αντικαταστάσεις θέσεων εργασίας μεγάλης κλίμακας. Ωστόσο, η ικανότητα των εργαζομένων να προσαρμοστούν στις νέες απαιτήσεις της αγοράς εργασίας καθορίζει τις δυνατότητές τους να είναι άνεργοι. Με άλλα λόγια, η προσαρμοστικότητα των εργαζομένων δείχνει εάν η σχέση μεταξύ της τεχνητής νοημοσύνης και του εργατικού δυναμικού είναι αντιφατική ή συμβατή. Από το 2010 έως το 2019, ο συνολικός λόγος των κενών θέσεων εργασίας που σχετίζονται με δεξιότητες τεχνητής νοημοσύνης προς τις συνολικές κενές θέσεις εργασίας παρουσίασε αυξητική τάση, αυξάνοντας από περίπου 0,18% σε 0,72%. Ο αριθμός των κενών θέσεων εργασίας που απαιτούν δεξιότητες τεχνητής νοημοσύνης αυξάνεται σταθερά από 20,6 χιλιάδες σε 219,7 χιλιάδες (Alekseeva et al., 2021). Αυτή η ανάπτυξη υπογραμμίζει τη διαρκή αύξηση της ζήτησης των επιχειρήσεων για εργατικό δυναμικό με δεξιότητες τεχνητής νοημοσύνης και η παρέκταση αυτής της τάσης υποδηλώνει ότι η ζήτηση για δεξιότητες τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να αυξηθεί τα επόμενα χρόνια, υπογραμμίζοντας μια σημαντική απαίτηση στη σημερινή αγορά εργασίας για επάρκεια σε δεξιότητες τεχνητής νοημοσύνης. Οι δεξιότητες τεχνητής νοημοσύνης κατέχονται κυρίως από ένα εργατικό δυναμικό με υψηλότερα επίπεδα εκπαίδευσης, γεγονός που σημαίνει ότι τα άτομα με χαμηλότερο μορφωτικό υπόβαθρο αντιμετωπίζουν μεγαλύτερους κινδύνους αντικατάστασης. Σύμφωνα με την έρευνα των Arntz, Gregory και Zierahn (2016), όσο

αυξάνονται τα μορφωτικά επίπεδα , μειώνεται ο κίνδυνος αντικατάστασης εργαζομένων.

Επιπλέον , σύμφωνα με τον ορισμό του AI , είναι μια τεχνολογία που επιτυγχάνει ανθρώπινα καθήκοντα ή στόχους , όπως λήψη αποφάσεων , προβλέψεις ή συστάσεις , μέσω της μάθησης. Ωστόσο , αυτή η διαδικασία μάθησης ελέγχεται κυρίως από ανθρώπους , καθώς η τρέχουσα τεχνητή νοημοσύνη δεν έχει την ικανότητα για ανεξάρτητη σκέψη. Επομένως , υπάρχουν ακόμη πολλά καθήκοντα που η τεχνητή νοημοσύνη δεν μπορεί να αντικαταστήσει , όπως ρόλοι που περιλαμβάνουν συναισθήματα , κριτική σκέψη και προσαρμοστικότητα , για παράδειγμα , τη θέση ενός ψυχολογικού συμβούλου. Στην περίπτωση της IBM , αντικατέστησαν το 30% των εργαζομένων στο backend χωρίς να διακόψουν τις προσλήψεις για θέσεις που αντιμετωπίζουν οι καταναλωτές , κάτι που δείχνει τους τρέχοντες περιορισμούς των δυνατοτήτων τεχνητής νοημοσύνης.

#### **4.5 Πιθανές ευκαιρίες και κίνδυνοι της τεχνητής νοημοσύνης**

Το αναπτυξιακό AI έχει βρει εφαρμογή σε διάφορους τομείς , όπως η κατασκευή , η ιατρική , η πολιτική και η λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων. Η τεχνητή νοημοσύνη αυτοματοποιεί επαναλαμβανόμενες εργασίες και διαδικασίες , ενισχύοντας έτσι την αποδοτικότητα και την παραγωγικότητα της παραγωγής. Μέσω της αυτοματοποίησης αυτών των εργασιών , η τεχνητή νοημοσύνη επιτρέπει στους ανθρώπους να διαθέσουν τους πόρους τους σε πιο ευφάνταστες και στρατηγικές προσπάθειες. Έχει τη δυνατότητα να ανυψώσει το ανθρώπινο κεφάλαιο ενθαρρύνοντας μεγαλύτερο αριθμό ατόμων να αξιοποιήσουν τις δυνατότητές τους και να επιδιώξουν δημιουργικούς και στρατηγικούς ρόλους , όπως ψυχολόγους , σχεδιαστές παιχνιδιών κ.λπ. Επιπλέον , η τεχνητή νοημοσύνη έχει την ικανότητα να επιταχύνει τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων παρέχοντας ακριβέστερα δεδομένα και αναλύσεις. Σύμφωνα με την έρευνα που διεξήχθη από τους Furman και Seamans (2019) , το ποσοστό σφάλματος της

αναγνώρισης εικόνων AI μειώθηκε κατά περίπου 26% από το 2010 έως το 2017 και είναι δύσκολο να επιτευχθεί τέτοια ακρίβεια από το ανθρώπινο δυναμικό.

Όταν η δυνατότητα αναγνώρισης εικόνας εφαρμόζεται σε εργασίες όπως η διάγνωση ασθενειών ή η παρακολούθηση αλλαγών δεδομένων , ο χρόνος για τη διάγνωση της νόσου μπορεί να συντομευτεί και οι αλλαγές δεδομένων μπορούν να καταγραφούν με μεγαλύτερη σαφήνεια. Παρόλο που η τεχνητή νοημοσύνη έχει σημαντικές δυνατότητες για την ενίσχυση της παραγωγικότητας , οι σημερινοί τεχνολογικοί περιορισμοί και η απρόβλεπτη μελλοντική της ανάπτυξη εγκυμονούν σημαντικούς κινδύνους για την ευρεία υιοθέτησή της. Η ικανότητα του AI να αντικαθιστά επαναλαμβανόμενες εργασίες , όπως παραδειγματίζεται από την IBM , θα μπορούσε να οδηγήσει σε εκτόπιση περίπου 7.800 θέσεων εργασίας , με αποτέλεσμα τη μείωση των διαθέσιμων ευκαιριών εργασίας και την αύξηση του ανταγωνισμού στην αγορά εργασίας. Ωστόσο , σύμφωνα με την έρευνα του Mutascu , ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στα ποσοστά ανεργίας εξαρτάται από το ποσοστό πληθωρισμού. Σε συνθήκες χαμηλού πληθωρισμού , η χρήση τεχνητής νοημοσύνης επηρεάζει θετικά τα ποσοστά ανεργίας , ενώ υπό υψηλό πληθωρισμό , η επίδρασή της είναι ουδέτερη (Mutascu , 2021).

Επιπλέον , η τεχνητή νοημοσύνη είναι πιθανό να επιδεινώσει την εισοδηματική ανισότητα σε κάποιο βαθμό. Σύμφωνα με μελέτες των Arntz , Gregory και Zierahn (2016) , τα άτομα που κερδίζουν χαμηλότερα εισοδήματα είναι πιο επιρρεπή σε μετατόπιση εργασίας λόγω τεχνητής νοημοσύνης και ομοίως , όσοι έχουν περιορισμένο μορφωτικό επίπεδο είναι επίσης πιο ευάλωτοι στην αντικατάστασή τους από AI. Αυτό υποδηλώνει μια συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων εκπαίδευσης και του εισοδήματος , με χαμηλότερο μορφωτικό επίπεδο που σχετίζεται με χαμηλότερο εισόδημα. Στη σημερινή κοινωνία , οι εταιρείες απαιτούν όλο και περισσότερο εργαζομένους ειδικευμένους σε τεχνολογίες που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη. Ωστόσο , τα άτομα με χαμηλότερο μορφωτικό επίπεδο είναι λιγότερο πιθανό να διαθέτουν τέτοιες δεξιότητες , γεγονός που μπορεί να αυξήσει τη δυσκολία εύρεσης εργασίας , επιδεινώνοντας περαιτέρω την εισοδηματική ανισότητα.

Αξίζει να αναφέρουμε ότι υπάρχουν πολλές ηθικές δυσκολίες με τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης. Η αδιαφάνεια των εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης υποδηλώνει ότι δεν είναι εμφανείς όλες οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων και ότι οι άνθρωποι μπορεί να μην κατανοούν πλήρως τις αποφάσεις που λαμβάνονται από την τεχνητή νοημοσύνη. Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να είναι άδικη, οδηγώντας σε σφάλματα, μεροληπτικά αποτελέσματα και εγγενείς ή εισαγόμενες προκαταλήψεις στις επιλογές της (Stahl et al., 2022). Αυτά τα ζητήματα δείχνουν επίσης ότι βραχυπρόθεσμα, η τεχνητή νοημοσύνη δεν μπορεί να αντικαταστήσει τους ανθρώπινους πόρους σε μεγάλη κλίμακα. Αντίθετα, η κοινωνία απαιτεί αυξημένο έλεγχο και ρύθμιση του ανθρώπινου δυναμικού που εμπλέκεται στη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΗΘΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ**

### **5.1 Εισαγωγή στη δεοντολογία της ΤΝ**

Οι ιδέες και οι κανόνες που διέπουν τη δημιουργία, την εφαρμογή και τη χρήση των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης, ώστε να διασφαλίζεται η συμμόρφωσή τους με τους κοινωνικούς κανόνες και τις αξίες, είναι γνωστοί ως ηθική της τεχνητής νοημοσύνης (ΑΙ), με την δικαιοσύνη, τη λογοδοσία, τη διαφάνεια και τις ευρύτερες κοινωνικές και ηθικές επιπτώσεις της χρήσης ευφύων υπολογιστών να είναι ζητήματα που η ηθική της ΤΝ επιδιώκει να επιλύσει. Οι ηθικές ανησυχίες της ΤΝ είναι πολύ σημαντικές καθώς η τεχνολογία ενσωματώνεται όλο και περισσότερο σε πτυχές της ανθρώπινης ζωής, όπως η υγειονομική περίθαλψη, η εκπαίδευση, η οικονομία και η επιβολή του νόμου, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η πιθανή βλάβη και να βελτιστοποιηθούν οι θετικές επιδράσεις της στην κοινωνία (Pressman, 2024).

Είναι αδύνατο να υπερβάλει κανείς για τη σημασία της ηθικής της τεχνητής νοημοσύνης στον σύγχρονο πολιτισμό, με τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης να έχουν τη δύναμη να ανατρέψουν τις αγορές, να ενισχύσουν την παραγωγικότητα και να βελτιώσουν τη λήψη αποφάσεων, παρουσιάζοντας όμως και σοβαρά ζητήματα με την ευρεία χρήση τους, με την τεχνητή νοημοσύνη να μπορεί να ενισχύσει ακούσια τις προκαταλήψεις, να παραβιάσει την ιδιωτική ζωή, να θέσει σε κίνδυνο την προσωπική ελευθερία ή να επιδεινώσει τις κοινωνικές αδικίες ελλείψει κατάλληλων ηθικών πλαισίων. Οι προκατειλημμένοι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης, για παράδειγμα, έχει αποδειχθεί ότι οδηγούν σε άδικες εγκρίσεις δανείων, διακρίσεις στην απασχόληση και άνιση μεταχείριση στα συστήματα ποινικής δικαιοσύνης, με την λογοδοσία να περιπλέκεται περαιτέρω από την αδιαφάνεια των διαδικασιών λήψης αποφάσεων ΤΝ, καθιστώντας δύσκολη την επίλυση προβλημάτων όταν αυτά εμφανίζονται.

Η αυξανόμενη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης σε διαδικασίες λήψης αποφάσεων που ιστορικά διαχειρίζονται οι άνθρωποι είναι μια άλλη σοβαρή ανησυχία, με την τεχνητή

νοημοσύνη να είναι ικανή να επεξεργάζεται τεράστια σύνολα δεδομένων και να βλέπει μοτίβα που οι άνθρωποι μπορεί να χάσουν, αλλά δεν είναι σε θέση να λάβει υπόψη την ηθική κρίση, την ενσυναίσθηση ή το πλαίσιο, υπογραμμίζοντας την αναγκαιότητα ηθικών προτύπων που θα εγγυώνται ότι τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης παραμένουν υπό ανθρώπινη επίβλεψη και λειτουργούν εντός λογικών ορίων.

Έχουν δημιουργηθεί διάφοροι διεθνείς οργανισμοί και έργα για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων και την παροχή καθοδήγησης για την ηθική πρόοδο και εφαρμογή της TN, με μια εμπεριστατωμένη δέσμη κατευθυντήριων γραμμών σχετικά με την ηθική της TN να έχει δημιουργηθεί από τον Οργανισμό των Ηνωμένων Εθνών για την Εκπαίδευση, την Επιστήμη και τον Πολιτισμό (UNESCO), δίνοντας έμφαση σε αξίες όπως η προάσπιση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, η προώθηση της ειρήνης και η διατήρηση του περιβάλλοντος. Ομοίως, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει πρωτοστατήσει στην ηθική διακυβέρνηση της TN, θεσπίζοντας νόμους που δίνουν μεγάλη αξία στη λογοδοσία, τη διαφάνεια και την ισότητα, με πυλώνα της προστασίας δεδομένων και της ιδιωτικής ζωής, να αποτελεί ο Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων (GDPR) της ΕΕ, διασφαλίζοντας ότι τα συστήματα TN λειτουργούν εντός αυστηρών νομικών ορίων.

Εκτός από αυτές τις διεθνείς πρωτοβουλίες, ορισμένες ιδιωτικές ομάδες έχουν δημιουργήσει τα δικά τους πρότυπα ηθικής της TN, με την Google και την Microsoft για παράδειγμα να έχουν κυκλοφορήσει αρχές για την TN που δίνουν έμφαση στην ποικιλομορφία, τη δικαιοσύνη και την υπεύθυνη καινοτομία, αντικατοπτρίζοντας την αυξανόμενη συμφωνία ότι τα ηθικά ζητήματα δεν πρέπει να αποτελούν δευτερεύουσα σκέψη, αλλά μάλλον θεμελιώδες στοιχείο της ανάπτυξης και χρήσης της TN.

Συνοψίζοντας, η κατανόηση των δυνατοτήτων και των δυσκολιών που θέτουν τα ευφυή συστήματα απαιτεί μια στέρεη βάση στη δεοντολογία της τεχνητής νοημοσύνης, με τα ηθικά πλαίσια να είναι απαραίτητα για να διασφαλιστεί ότι η TN αναπτύσσεται και εφαρμόζεται με τρόπους που ωφελούν την ανθρωπότητα, διατηρούν τις κοινωνικές αξίες και περιορίζουν τη ζημία, καθώς η πολυπλοκότητα και η επιρροή της τεχνολογίας



να συνεχίζουν να αυξάνονται, παρέχοντας μια εμπεριστατωμένη κατανόηση των επιπτώσεων και των υποχρεώσεων που σχετίζονται με τη χρήση της ΤΝ, εμβαθύνοντας σε συγκεκριμένα ηθικά ζητήματα, όπως η προστασία της ιδιωτικής ζωής, η προκατάληψη και η διαφάνεια.

## **5.2 Ανησυχίες σχετικά με την προστασία της ιδιωτικής ζωής**

Με τη χρήση τεχνολογιών όπως η αναγνώριση προσώπου, η ανάλυση της συμπεριφοράς των καταναλωτών και τα συστήματα επιτήρησης, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης (AI) γίνονται για να συλλέγουν και να εξετάζουν τεράστιους όγκους προσωπικών δεδομένων, για προβλέψεις, εξατομίκευση εμπειρίας των χρηστών ή βελτίωσης της λήψης αποφάσεων, τα συστήματα αυτά ενσωματώνουν δεδομένα από διάφορες πηγές, όπως ιστότοπους κοινωνικής δικτύωσης, διαδικτυακές συναλλαγές, τεχνολογία που φοριέται και δημόσια αρχεία. Για παράδειγμα, η ανάλυση της συμπεριφοράς των καταναλωτών μπορεί να προβλέψει αγοραστικά πρότυπα με βάση τη διαδικτυακή δραστηριότητα, ενώ η τεχνολογία αναγνώρισης προσώπου μπορεί να αναγνωρίσει άτομα σε ένα πλήθος, δημιουργώντας παράλληλα σοβαρά ηθικά ζητήματα σχετικά με την προστασία της ιδιωτικής ζωής και των δεδομένων, παρόλο που προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα, όπως καλύτερες υπηρεσίες και εγγυήσεις ασφαλείας.

Ο κίνδυνος παραβίασης δεδομένων είναι ένα από τα πιο επείγοντα ηθικά ζητήματα, με τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης να γίνονται όλο και πιο ελκυστικοί στόχοι για κυβερνοεπιθέσεις, καθώς αποθηκεύουν και επεξεργάζονται τεράστια σύνολα δεδομένων, με ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα, όπως οικονομικές πληροφορίες, ιατρικά αρχεία και ιδιωτική αλληλογραφία, να μπορούν να εκτεθούν σε μία μόνο παραβίαση, με τρομερές επιπτώσεις τόσο για τα άτομα όσο και για τις εταιρείες. Για παράδειγμα, η κλοπή ταυτότητας, οι χρηματικές απώλειες, η βλάβη της φήμης κάποιου και οι νομικές και κανονιστικές επιπτώσεις για τους οργανισμούς που είναι υπεύθυνοι για την προστασία των δεδομένων είναι όλα πιθανά αποτελέσματα των παραβιάσεων δεδομένων, απαιτώντας επείγοντως ισχυρές διαδικασίες ασφάλειας δεδομένων και

πλαίσια λογοδοσίας για την προστασία από την κατάχρηση και την παράνομη πρόσβαση, όπως φαίνεται από την αυξανόμενη συχνότητα και έκταση τέτοιων παραβιάσεων.

Η μη εξουσιοδοτημένη χρήση των δεδομένων αποτελεί επίσης σοβαρό πρόβλημα, με ηθικές ανησυχίες να υπάρχουν σχετικά με την κυριότητα και τη χρήση προσωπικών πληροφοριών, δεδομένου ότι τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης συχνά βασίζονται σε δεδομένα που συλλέχθηκαν χωρίς τη ρητή συμφωνία του χρήστη ή την επαρκή επίγνωση του χρήστη. Για παράδειγμα, οι επιχειρήσεις μπορεί να παραβιάζουν το δικαίωμα των καταναλωτών στην ιδιωτική ζωή, χρησιμοποιώντας πληροφορίες που συλλέγονται από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης ή τις εφαρμογές κινητών τηλεφώνων για την εκπαίδευση αλγορίθμων χωρίς να ενημερώνουν τους χρήστες, με ευαίσθητες πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένων των οικονομικών δεδομένων ή των δεδομένων υγείας, να καθιστούν πολύ πιο επικίνδυνα τη μη εξουσιοδοτημένη χρήση δεδομένων, θέτοντας σε κίνδυνο την νομιμότητα των εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης και την εμπιστοσύνη του κοινού να υπονομευθεί από αδιαφανείς μεθόδους συλλογής δεδομένων.

Ένα άλλο κρίσιμο ζήτημα που έχει σημαντικό αντίκτυπο στην κοινωνία είναι η μαζική παρακολούθηση, με τα εργαλεία επιτήρησης με βάση την ΤΝ, όπως η αναγνώριση προσώπου και η προγνωστική ανάλυση, να χρησιμοποιούνται όλο και συχνότερα από κυβερνήσεις και εταιρικούς οργανισμούς για να παρακολουθούν τους πληθυσμούς, δημιουργώντας σοβαρά ηθικά ζητήματα, ακόμη και αν μπορούν να βελτιώσουν την πρόληψη του εγκλήματος και τη δημόσια ασφάλεια. Η μαζική επιτήρηση συχνά υπονομεύει την ιδιωτική ζωή των ατόμων, επιτρέποντας την επεμβατική παρακολούθηση που μπορεί να περιορίσει την ελευθερία του λόγου και να καλλιεργήσει μια κουλτούρα φόβου, με την ισορροπία μεταξύ της ασφάλειας και των πολιτικών ελευθεριών να τίθεται υπό αμφισβήτηση από κυβερνητικά προγράμματα παρακολούθησης, όπως το σύστημα κοινωνικής πίστωσης της Κίνας, τα οποία

δείχνουν πώς η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο των πολιτών.

Παραδείγματα από τον πραγματικό κόσμο καταδεικνύουν πόσο σοβαρά είναι αυτά τα προβλήματα, με οργή σε όλο τον κόσμο και συζητήσεις σχετικά με την κυριαρχία των δεδομένων προκλήθηκαν από το περιστατικό της Cambridge Analytica, το οποίο αποκάλυψε πώς προσωπικές πληροφορίες που συλλέχθηκαν από πλατφόρμες κοινωνικής δικτύωσης και χρησιμοποιήθηκαν χωρίς άδεια για να επηρεάσουν πολιτικές εκστρατείες. Τα κυβερνητικά συστήματα παρακολούθησης, όπως το πρόγραμμα PRISM της NSA, έχουν επίσης βρεθεί στο στόχαστρο για την πιθανότητα κατάχρησης και την έλλειψη διαφάνειας, με τα περιστατικά αυτά να υπογραμμίζουν την ανάγκη αυστηρών νόμων και ηθικών προτύπων για να διασφαλιστεί ότι τα συστήματα ΤΝ σέβονται την ιδιωτική ζωή των ανθρώπων και λειτουργούν εντός λογικών ορίων.

Το ηθικό περιβάλλον περιπλέκεται περαιτέρω από τις συνεχιζόμενες συζητήσεις σχετικά με την κυριαρχία των δεδομένων, με τις διασυνοριακές μεταφορές δεδομένων να εγείρουν ανησυχίες σχετικά με το ποιος δικαιούται να έχει πρόσβαση, να διαχειρίζεται και να διασφαλίζει τις πληροφορίες. Οι ανησυχίες σχετικά με την πρόσβαση και την πιθανή εκμετάλλευση από το εξωτερικό έχουν οδηγήσει σε έναν αυξανόμενο αριθμό χωρών που θεσπίζουν νόμους και πολιτικές για τη διεκδίκηση της κυριαρχίας επί των δεδομένων που δημιουργούνται εντός των συνόρων τους, αναδεικνύοντας πόσο κρίσιμο είναι να αναπτυχθεί ένα διεθνές πλαίσιο για τη διακυβέρνηση των δεδομένων που να επιτυγχάνει ισορροπία μεταξύ της προστασίας των ατομικών δικαιωμάτων και της καινοτομίας.

### **5.3 Μεροληψία στα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης**

Παρά την ανώτερη τεχνολογία τους, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης δεν είναι αδιαπέραστα από προκαταλήψεις, με την προκατάληψη στην ΤΝ να μπορεί να προέρχεται από διάφορες πηγές, όπως στρεβλές υποθέσεις που γίνονται πριν από την

ανάπτυξη, μεροληπτικά σύνολα δεδομένων ή κακές τεχνικές εκπαίδευσης, εγείροντας σοβαρά ηθικά ζητήματα, επειδή έχουν τη δυνατότητα να ενισχύσουν ή και να μεγεθύνουν τις ήδη υπάρχουσες ανισότητες.

### ***Παραδείγματα μεροληψίας στην τεχνητή νοημοσύνη***

Έχει αποδειχθεί ότι οι αλγόριθμοι πρόσληψης ενισχύουν τις φυλετικές και έμφυλες προκαταλήψεις, ευνοώντας συγκεκριμένους πληθυσμούς, με τα συστήματα προσλήψεων για παράδειγμα που έχουν εκπαιδευτεί με βάση ιστορικά δεδομένα μπορεί να αγνοούν εξίσου κατάλληλους θηλυκούς υποψηφίους υπέρ των ανδρών, λόγω προηγούμενων τάσεων προσλήψεων. Επιπλέον, αυτοί οι αλγόριθμοι βασίζονται συχνά σε προηγούμενες τάσεις προσλήψεων και στην αντιστοίχιση λέξεων-κλειδιών, οι οποίες μπορεί να αντανακλούν και να ενισχύουν κοινωνικές προκαταλήψεις, με το ιστορικό απασχόλησης μιας εταιρείας για παράδειγμα να δείχνει ότι οι τεχνικές θέσεις είναι πιθανότερο να καλύπτονται από άνδρες, με τον αλγόριθμο να μπορεί να προτιμά τους άνδρες υποψηφίους μόνο και μόνο επειδή φαίνεται να «ταιριάζουν» στο μοτίβο. Με παρόμοιο τρόπο, οι αλγόριθμοι μπορεί να τιμωρούν τους υποψηφίους που έκαναν επαγγελματικές διακοπές ή φοίτησαν σε λιγότερο διακεκριμένα πανεπιστήμια, γεγονός που θα έβλαπτε δυσανάλογα τις γυναίκες και τα μέλη υποεκπροσωπούμενων ομάδων, οδηγώντας σε ένα λιγότερο ποικιλόμορφο εργατικό δυναμικό, γεγονός που μπορεί να έχει ευρύτερες συνέπειες για την ισότητα και τη δημιουργικότητα στον εργασιακό χώρο.

Πολλοί άνθρωποι έχουν επικρίνει το λογισμικό αναγνώρισης προσώπου ότι έχει φυλετικές προκαταλήψεις, ιδίως όταν πρόκειται για την ορθή αναγνώριση μελών μειονοτικών ομάδων, και σύμφωνα με μελέτες, οι αλγόριθμοι αυτοί κάνουν συχνά περισσότερα λάθη όταν αναλύουν πρόσωπα με σκούρες αποχρώσεις δέρματος από εκείνα με ανοιχτές αποχρώσεις δέρματος, ενώ σε αντίθεση με λιγότερο από 1% για τους άνδρες με ανοιχτότερο δέρμα, μια σημαντική μελέτη που διεξήχθη από το MIT Media Lab διαπίστωσε ότι έως και 35% των γυναικών με σκουρόχρωμο δέρμα είχαν ανιχνεύσει λανθασμένα το φύλο τους από το λογισμικό αναγνώρισης προσώπου.

Ιδιαίτερα όταν η επιβολή του νόμου χρησιμοποιεί την αναγνώριση προσώπου, τα σφάλματα αυτά μπορεί να έχουν σοβαρές επιπτώσεις. Οι λανθασμένες ταυτίσεις έχουν τη δυνατότητα να προκαλέσουν λανθασμένες συλλήψεις, αυξημένη παρακολούθηση μη προνομιούχων ομάδων και μείωση της εμπιστοσύνης του κοινού στα νομικά συστήματα, ενώ παράλληλα η χρήση αυτών των τεχνολογιών χωρίς επαρκή εποπτεία αυξάνει την πιθανότητα δημιουργίας προφίλ με διακρίσεις, γεγονός που εγείρει ηθικά ερωτήματα σχετικά με την υπευθυνότητα και τη δικαιοσύνη τους, με την αντιμετώπιση αυτών των προκαταλήψεων να απαιτούν ενδεδειγμένες δοκιμές σε διάφορες δημογραφικές ομάδες και η εφαρμογή κανονισμών που περιορίζουν την κατάχρηση της αναγνώρισης προσώπου σε ευαίσθητους τομείς όπως ο έλεγχος των συνόρων και η επιβολή του νόμου (Ferrara, 2024).

Παρά τις δυνατότητές τους, οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης στην υγειονομική περίθαλψη έχουν παρουσιάσει προκαταλήψεις που οδηγούν σε ασυνεπείς συστάσεις και αποτελέσματα θεραπείας, με τις ανάγκες των υποεκπροσωπούμενων ομάδων να μπορεί να παραβλέπονται ακούσια από αλγόριθμους που εκπαιδεύονται σε σύνολα δεδομένων που αντικατοπτρίζουν σε μεγάλο βαθμό συγκεκριμένες κοινότητες. Μια συχνά αναφερόμενη περίπτωση, για παράδειγμα, περιελάμβανε έναν αλγόριθμο υγειονομικής περίθαλψης στις ΗΠΑ που προκάλεσε ανισότητες στην ιεράρχηση της περίθαλψης υποτιμώντας τη σοβαρότητα των ασθενειών σε μαύρους ασθενείς σε σχέση με τους λευκούς ασθενείς, με τους μειονοτικούς πληθυσμούς συχνά να υποεκπροσωπούνται στις κλινικές δοκιμές, γεγονός που είναι αποτέλεσμα ιστορικών αδικιών στην πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη και στη συλλογή δεδομένων, έχοντας σοβαρές επιπτώσεις, όπως αναποτελεσματικές στρατηγικές θεραπείας και καθυστερημένη διάγνωση. Επιπλέον, τα διαγνωστικά συστήματα με βάση την τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να παραβλέψουν περιβαλλοντικές, πολιτιστικές ή γενετικές μεταβλητές που αφορούν αποκλειστικά έναν πληθυσμό, γεγονός που θα επιδεινώσει περαιτέρω τις ανισότητες στην υγεία, με την επιμέλεια αντιπροσωπευτικών και ποικίλων συνόλων δεδομένων, η αλληλεπίδραση με τους ενδιαφερόμενους φορείς από τους επηρεαζόμενους πληθυσμούς και η θέσπιση ηθικών προτύπων για τη χρήση της

TN στην υγειονομική περίθαλψη να είναι σημαντική για τη μείωση αυτών των προβλημάτων.

### ***Επιδείνωση των συστημικών ανισοτήτων***

Τα μεροληπτικά συστήματα TN έχουν τη δυνατότητα να διαιωνίζουν τις διαθρωπτικές αδικίες, με τα μεροληπτικά συστήματα βαθμολόγησης πιστώσεων, για παράδειγμα, να αρνούνται συστηματικά δάνεια σε μη εξυπηρετούμενες ομάδες, διατηρώντας έτσι τις οικονομικές διακρίσεις, ενώ με παρόμοιο τρόπο, παιδιά από μειονεκτούντα περιβάλλοντα βρίσκονται σε μειονεκτική θέση λόγω μεροληπτικών εκπαιδευτικών πόρων που περιορίζουν τις μαθησιακές τους προοπτικές. Ένα πρώτο βήμα είναι να διασφαλιστεί ότι τα σύνολα δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης είναι αντιπροσωπευτικά όλων των δημογραφικών ομάδων και ποικίλα, με δεδομένα από πολλά φύλα, φυλές, γεωγραφικές τοποθεσίες και κοινωνικοοικονομικά υπόβαθρα να πρέπει να περιλαμβάνονται σε ένα ποικιλόμορφο σύνολο δεδομένων, εγγυώντας πιο δίκαια αποτελέσματα και μειώνουν την πιθανότητα συστημικής προκατάληψης, καθώς αντιπροσωπεύουν με ακρίβεια την πολυπλοκότητα των πληθυσμών του πραγματικού κόσμου. Για παράδειγμα, η προσθήκη φωτογραφιών ανθρώπων με ποικίλες αποχρώσεις δέρματος, ηλικίες και χαρακτηριστικά προσώπου μπορεί να αυξήσει σημαντικά την ακρίβεια του μοντέλου για όλους τους χρήστες στην αναγνώριση προσώπου, και προκειμένου να αποφευχθεί η ενίσχυση απαρχαιωμένων προκαταλήψεων και να αντικατοπτρίζονται οι μεταβαλλόμενες δημογραφικές ομάδες, οι οργανισμοί θα πρέπει επίσης να αναθεωρούν και να ενημερώνουν περιοδικά τις βάσεις δεδομένων τους, με την συνεργασία με επαγγελματίες και κοινοτικές οργανώσεις να μπορεί να βελτιώσει ακόμη περισσότερο τη συνάφεια και τη συμμετοχικότητα των συνόλων δεδομένων.

Για να βρεθούν και να αντιμετωπιστούν οι προκαταλήψεις, οι αλγόριθμοι TN πρέπει να υποβάλλονται σε τακτικούς ελέγχους, και για να διασφαλιστούν δίκαια αποτελέσματα, οι έλεγχοι αυτοί θα πρέπει να αξιολογούν μεθοδικά την απόδοση του μοντέλου σε διάφορα σενάρια και δημογραφικές ομάδες, με έναν αλγόριθμο

πρόσληψης για παράδειγμα, να είναι σημαντικό να αξιολογηθεί για τυχόν φυλετικές και έμφυλες ανισότητες στην επιλογή υποψηφίων. Οι ακούσιες επιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένων των συσχετίσεων που αδικούν άδικα συγκεκριμένες ομάδες, μπορούν επίσης να εντοπιστούν μέσω των ελέγχων, με τους οργανισμούς να μπορούν να γνωστοποιούν τα αποτελέσματα αυτών των ελέγχων και, εάν απαιτείται, να λαμβάνουν διορθωτικά μέτρα για την αύξηση της ανοιχτότητας. Έναν επιπλέον βαθμό υπευθυνότητας και νομιμότητας προσφέρουν οι ανεξάρτητοι έλεγχοι τρίτων, οι οποίοι διενεργούνται από επαγγελματίες που δεν συνδέονται με τους προγραμματιστές, με την ενσωμάτωση των αλγοριθμικών ελέγχων στη διαδικασία ανάπτυξης, η ανίχνευση μεροληψίας να γίνεται βασικό συστατικό της αρχιτεκτονικής του συστήματος TN και όχι εκ των υστέρων.

Ένας επιπλέον βαθμός υπευθυνότητας και ηθικής εξέτασης προστίθεται όταν άνθρωποι εμπλέκονται στη δημιουργία και την εφαρμογή συστημάτων TN, καθώς πριν από την εφαρμογή, οι επιτροπές δεοντολογικού ελέγχου θα πρέπει να εξετάζουν τις πρωτοβουλίες TN για πιθανές προκαταλήψεις και κοινωνικές επιπτώσεις. Διαφορετικές ομάδες ανάπτυξης μπορούν να αποκαλύψουν και να διορθώσουν τυφλά σημεία που οι ομοιογενείς ομάδες μπορεί να μην προσέξουν, δεδομένου ότι αντικατοπτρίζουν ένα εύρος υποβάθρων και απόψεων, με την δικαιοσύνη και την ενσωμάτωση του συστήματος να διασφαλίζεται από εξωτερικές συμβουλευτικές επιτροπές που αποτελούνται από ηθικολόγους, νομικούς και κοινοτικούς ηγέτες. Επιπλέον, η ανθρώπινη εποπτεία είναι απαραίτητη κατά τη λειτουργία των συστημάτων TN, ιδίως σε εφαρμογές υψηλού κινδύνου, όπως η ποινική δικαιοσύνη ή η υγειονομική περίθαλψη, με τους ανθρώπινους κριτές να μπορούν, για παράδειγμα, να διασταυρώνουν τις αλγοριθμικές συστάσεις κατά τη διαδικασία πρόσληψης για να βεβαιωθούν ότι η προκατάληψη δεν προκαλεί την παράκαμψη ατόμων με προσόντα. Συνδυάζοντας τον τεχνικό και τον ανθρώπινο έλεγχο, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης εγγυώνται την τήρηση των ηθικών αρχών και των κοινωνικών αξιών, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη και τη λογοδοσία. Εκτός από ηθικά επιβεβλημένη, η αντιμετώπιση της προκατάληψης στην TN είναι απαραίτητη για την ενίσχυση της

εμπιστοσύνης σε αυτές τις τεχνολογίες και τη διασφάλιση της δίκαιης χρήσης τους στην κοινωνία.

#### **5.4 Διασφάλιση της δικαιοσύνης και της διαφάνειας**

Προκειμένου να δημιουργηθούν και να χρησιμοποιηθούν συστήματα TN με ηθικό τρόπο, η δικαιοσύνη και η διαφάνεια αποτελούν θεμελιώδεις έννοιες, με την δικαιοσύνη να εγγυάται ότι οι εφαρμογές TN παράγουν αποτελέσματα που είναι ίσα για όλους τους ανθρώπους και τις ομάδες, λειτουργώντας χωρίς προκαταλήψεις ή διακρίσεις. Το να καταστούν οι λειτουργίες, οι επιλογές και οι διαδικασίες της TN κατανοητές και προσιτές σε ένα ευρύ φάσμα ενδιαφερομένων -συμπεριλαμβανομένων των μη τεχνικών χρηστών- αποτελεί βασική συνιστώσα της διαφάνειας.

Ένα πλαίσιο που ονομάζεται Εξηγήσιμη Τεχνητή Νοημοσύνη (Explainable AI - XAI) στοχεύει στη βελτίωση της κατανοητότητας των αποφάσεων των συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης, και καθώς τα μοντέλα TN γίνονται πιο περίπλοκα, συχνά λειτουργούν ως «μαύρα κουτιά», πράγμα που σημαίνει ότι οι περισσότεροι χρήστες δεν μπορούν να κατανοήσουν τη θεμελιώδη λογική ή τη λειτουργία τους. Από αυτή την έλλειψη διαφάνειας μπορεί να προκύψει σύγχυση, δυσπιστία, ακόμη και αντίθεση στις τεχνολογίες TN, και αναπτύσσοντας συστήματα που αποδομούν τις αποφάσεις σε αναπαραστάσεις που είναι αναγνώσιμες από τους ανθρώπους, το XAI στοχεύει να ξεπεράσει αυτές τις δυσκολίες και να επιτρέψει στους χρήστες να παρακολουθήσουν τη διαδικασία με την οποία οι εισροές μετατρέπονται σε εκροές, με τους χρήστες να μπορούν να αναπτύξουν ένα αίσθημα εμπιστοσύνης και σιγουριάς στην τεχνολογία κατανοώντας τις μεθόδους που χρησιμοποιεί ένα σύστημα TN για να καταλήξει στα συμπεράσματά του χάρη στις εμπεριστατωμένες και κατανοητές εξηγήσεις της XAI.

Η σαφήνεια για τους ενδιαφερόμενους που δεν είναι τεχνικοί είναι ένα άλλο κρίσιμο χαρακτηριστικό του XAI, καθώς μπορεί να είναι δύσκολο για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής, τις ρυθμιστικές αρχές και τους τελικούς χρήστες να αξιολογήσουν τις ηθικές επιπτώσεις αυτών των συστημάτων, δεδομένου ότι συχνά δεν διαθέτουν την



τεχνική τεχνογνωσία που απαιτείται για την κατανόηση των πολύπλοκων μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης. Κάνοντας τις πληροφορίες κατανοητές και εφαρμόσιμες, το ΧΑΙ κλείνει αυτό το κενό και δίνει τη δυνατότητα σε ένα ευρύ φάσμα ακροατηρίων να αλληλεπιδράσουν με τις τεχνολογίες ΤΝ με υπεύθυνο τρόπο, με ένα σύστημα ΧΑΙ που χρησιμοποιείται στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης, για παράδειγμα, να παρέχει μια εξήγηση για τη σύσταση μιας συγκεκριμένης θεραπείας, παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με τους λόγους που επηρέασαν την επιλογή και δίνοντας στους γιατρούς τη δυνατότητα να λαμβάνουν καλύτερες αποφάσεις.

Το ΧΑΙ συμβάλλει επίσης σημαντικά στην ανάπτυξη εμπιστοσύνης μεταξύ των συστημάτων ΤΝ και των χρηστών τους, αυξάνοντας την ανοιχτότητα, με την επιτυχή υιοθέτηση της ΤΝ να βασίζεται στην εμπιστοσύνη, και όταν οι καταναλωτές κατανοούν τη λογική ενός συστήματος, είναι πιο πρόθυμοι να το εμπιστευτούν, με την υπευθυνότητα να αποδεικνύεται από τα διαφανή συστήματα, τα οποία αποκαλύπτουν ότι οι σχεδιαστές έχουν λάβει προφυλάξεις για τη μείωση των προκαταλήψεων και τη διασφάλιση της ισότητας, όχι μόνο προάγοντας τους ηθικούς κανόνες στον τομέα της ΤΝ, αλλά συμβάλλοντας επίσης στην οικοδόμηση αξιοπιστίας, ανοίγοντας την πόρτα για την περαιτέρω υιοθέτηση και ενσωμάτωση της τεχνολογίας ΤΝ σε μια σειρά από βιομηχανίες. Στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης, για παράδειγμα, ένα μοντέλο ΧΑΙ θα μπορούσε να προσφέρει μια λεπτομερή αιτιολόγηση για μια συγκεκριμένη διάγνωση, βοηθώντας τους γιατρούς να κάνουν καλά ενημερωμένες επιλογές, διατηρώντας παράλληλα την εμπιστοσύνη στο σύστημα ΤΝ.

Για να αποδεχθούν οι δημιουργοί και οι χρήστες συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης την ευθύνη για τα αποτελέσματά τους και τις επιπτώσεις τους, η λογοδοσία είναι απαραίτητη, με τις αποφάσεις των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης να έχουν σημαντικές κοινωνικές και ηθικές επιπτώσεις, καθώς επηρεάζουν σταδιακά κρίσιμους τομείς όπως η πρόσληψη προσωπικού, η υγειονομική περίθαλψη και η επιβολή του νόμου. Πριν από την εφαρμογή των αλγορίθμων τους, οι προγραμματιστές έχουν βασική υποχρέωση να τους δοκιμάζουν και να τους αξιολογούν διεξοδικά ως προς την

ορθότητα, τη δικαιοσύνη και τις πιθανές προκαταλήψεις, συνεπάγοντας τόσο την τεχνική επαλήθευση όσο και την πρόβλεψη της πιθανής συμπεριφοράς του συστήματος σε πρακτικές καταστάσεις.

Η διατήρηση της λογοδοσίας απαιτεί ενεργό συμμετοχή και από τους οργανισμούς. Μέσω της δημιουργίας επιτροπών εποπτείας ή επιτροπών δεοντολογικού ελέγχου, μπορούν να παρακολουθούν τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης τους και να αναλαμβάνουν δράση εάν κάτι πάει στραβά, με τα συστήματα αυτά να προσφέρουν ένα πλαίσιο για την αξιολόγηση του κατά πόσο οι εφαρμογές TN συμμορφώνονται με τους κοινωνικούς κανόνες και τις ηθικές αρχές του οργανισμού. Σε μεγαλύτερη κλίμακα, τα ιδρύματα και οι κυβερνήσεις μπορούν να θεσπίσουν νόμους και κανονισμούς για να καταστήσουν τους ανθρώπους ή τις επιχειρήσεις υπεύθυνους για τυχόν ζημιές που προκαλούνται από τα συστήματα TN, προάγοντας την εμπιστοσύνη στις τεχνολογίες TN, διασφαλίζοντας ότι η υπευθυνότητα γίνεται κοινή υποχρέωση όλων των ενδιαφερομένων μερών.

Κορυφαίοι οργανισμοί έχουν επίσης προωθήσει τη διαφάνεια στην ανάπτυξη της TN μέσω συγκεκριμένων πλαισίων και κατευθυντήριων αρχών, με την δικαιοσύνη, την λογοδοσία, τη διαφάνεια και τη συμμετοχικότητα για παράδειγμα να αποτιμώνται ιδιαίτερα στο πλαίσιο ηθικής της Microsoft για την TN. Για την επίτευξη αυτών των στόχων, η Microsoft έχει δημιουργήσει εργαλεία όπως τα μοντέλα ερμηνευσιμότητας που βοηθούν να γίνουν τα συστήματα TN κατανοητά και συμβατά με τους ηθικούς κανόνες, όχι μόνο κατευθύνοντας τις εσωτερικές της λειτουργίες αλλά λειτουργώντας και ως πρότυπο για τον τομέα.

Παρόμοια, η Google έχει δημοσιεύσει τη δική της σειρά αρχών AI, οι οποίες περιλαμβάνουν δεσμεύσεις για την τήρηση της υπευθυνότητας, την αποτροπή άδικων προκαταλήψεων και την παροχή προστασίας της ιδιωτικής ζωής, με την έμφαση που δίνει η Google στο να καταστήσει την έρευνα και τις εφαρμογές TN δημόσια διαθέσιμες και κατανοητές, καταδεικνύει τη δέσμευση της εταιρείας για διαφάνεια, καταδεικνύοντας την αξία της ανοιχτότητας ως πρακτικής απαίτησης για την αύξηση

της εμπιστοσύνης του κοινού στα συστήματα ΤΝ, εκτός από την ηθική επιτακτικότητα της.

Δίνοντας έμφαση στην ισότητα και τη διαφάνεια, η κοινότητα της ΤΝ μπορεί να αναπτύξει συστήματα που εκτός από την καλή λειτουργία τους σέβονται τις ανάγκες και τα δικαιώματα όλων των εμπλεκόμενων μερών, και προκειμένου να οικοδομηθεί η εμπιστοσύνη και να διασφαλιστεί ότι οι τεχνολογίες ΤΝ ωφελούν την κοινωνία, οι πρωτοβουλίες αυτές είναι απαραίτητες.

### **5.5 Τεχνητή νοημοσύνη και αυτονομία στη λήψη αποφάσεων**

Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης (ΑΙ) ενσωματώνονται όλο και περισσότερο σε σημαντικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων σε κλάδους όπως η υγειονομική περίθαλψη, οι τράπεζες, ακόμη και το νομικό σύστημα, καθώς γίνονται όλο και πιο πολύπλοκα, και αν και αυτά τα συστήματα έχουν πολλές δυνατότητες για ακρίβεια και αποτελεσματικότητα, υπάρχουν σοβαρές ανησυχίες που σχετίζονται με την υπερβολική στήριξη στην τεχνητή νοημοσύνη σε ορισμένες περιπτώσεις. Το ενδεχόμενο να δοθεί στους υπολογιστές υπερβολική εξουσία είναι μία από τις κύριες ανησυχίες, καθώς ενδέχεται να μην έχουν την εξελιγμένη επίγνωση της ηθικής, του πλαισίου και της ενσυναίσθησης που έχουν οι άνθρωποι φορείς λήψης αποφάσεων, με τις τεχνολογίες ΤΝ που προορίζονται για την αξιολόγηση του κινδύνου υποτροπής σε δικαστικές αποφάσεις για παράδειγμα, εάν εκπαιδευτούν με βάση μεροληπτικά ιστορικά δεδομένα, μπορεί να ενισχύσουν ακούσια τις συστημικές προκαταλήψεις, οδηγώντας σε διακρίσεις εις βάρος συγκεκριμένων δημογραφικών ομάδων ή σε άδικη τιμωρία, γεγονός που θα εγείρει ηθικές ανησυχίες σχετικά με την υπευθυνότητα και τη δικαιοσύνη αυτών των αποφάσεων. Παρόμοια με αυτό, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αξιολογήσει ιατρικά δεδομένα με αξιοσημείωτη ταχύτητα και ακρίβεια στη διάγνωση της υγειονομικής περίθαλψης, αλλά η αδυναμία της να κατανοήσει αποχρώσεις που αφορούν συγκεκριμένους ασθενείς ή να λάβει υπόψη ανθρώπινες πτυχές που δεν μπορούν να μετρηθούν θα μπορούσε να οδηγήσει σε συστάσεις που είναι ανακριβείς ή αδικαιολόγητα αυστηρές.

Η εύρεση της σωστής ισορροπίας μεταξύ της αυτονομίας της τεχνητής νοημοσύνης και της ανθρώπινης παρακολούθησης είναι το δύσκολο κομμάτι, και για να διασφαλιστεί ότι οι αποφάσεις του συστήματος TN δεν είναι απλώς σωστές αλλά και ηθικά και από άποψη περιβάλλοντος ορθές, η ανθρώπινη παρακολούθηση είναι πολύ σημαντική. Στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης, για παράδειγμα, οι γιατροί πρέπει να συμμετέχουν ενεργά στην αξιολόγηση των διαγνώσεων και των σχεδίων θεραπείας που δημιουργούνται από την TN, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη την ιδιαίτερη κατάσταση και τις προτιμήσεις του ασθενούς, με την TN να μπορεί να συμπληρώσει την ανθρώπινη εμπειρογνωμοσύνη αντί να την αντικαταστήσει λόγω αυτής της συνεργατικής προσέγγισης, εγγυώμενη ότι οι σημαντικές αποφάσεις εξακολουθούν να βασίζονται τόσο στην ανθρώπινη κρίση όσο και σε γνώσεις που βασίζονται σε δεδομένα.

Ωστόσο, προκειμένου να αξιοποιηθούν πλήρως τα συστήματα TN, ιδίως σε περιβάλλοντα όπου οι γρήγορες αποφάσεις είναι απαραίτητες, πρέπει να παραχωρηθεί ένα ορισμένο ποσοστό αυτονομίας, με τις καθυστερήσεις που προκαλούνται από την υπερβολικά ενθουσιώδη ανθρώπινη παρέμβαση για παράδειγμα, να είναι επιζήμιες στις χρηματοπιστωτικές συναλλαγές σε πραγματικό χρόνο ή στην αντιμετώπιση καταστροφών. Για την επίτευξη αυτής της ισορροπίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια κλιμακωτή στρατηγική που θα βασίζει τον βαθμό αυτονομίας της TN στο διακύβευμα της απόφασης και στην πιθανή ζημία, και ενώ οι καταστάσεις υψηλού κινδύνου θα χρειάζονται ανθρώπινη έγκριση ή παρέμβαση, οι αποφάσεις χαμηλού κινδύνου θα μπορούσαν να είναι πλήρως αυτοματοποιημένες.

Ένα άλλο ουσιαστικό στοιχείο για τη διατήρηση αυτής της ισορροπίας είναι η ανοικτή επικοινωνία μεταξύ των συστημάτων TN και των χρηστών τους, με την επεξηγήσιμη τεχνητή νοημοσύνη (ΧΑΙ), η οποία αποφασίζει τη λογική που διέπει τις κρίσεις της τεχνητής νοημοσύνης, να επιτρέπει στους ανθρώπους να αξιολογούν και να πιστεύουν τις προτάσεις του συστήματος, διατηρώντας παράλληλα την ευελιξία να τις παρακάμπτουν όταν χρειάζεται. Οι συχνοί έλεγχοι των συστημάτων TN μπορούν να

βοηθήσουν να διασφαλιστεί ότι λειτουργούν εντός ηθικών και νομικών ορίων και μπορούν να προσαρμόζονται σε νέες πληροφορίες και καταστάσεις χωρίς να θυσιάζουν την ακεραιότητα της λήψης αποφάσεων.

Ο απώτερος στόχος θα πρέπει να είναι η ανάπτυξη μιας συνεργατικής σχέσης μεταξύ της ΤΝ και των ανθρώπινων φορέων λήψης αποφάσεων, με την υπολογιστική ικανότητα της ΤΝ και την ανθρώπινη ηθική και πλαισιωμένη σκέψη να συνδυάζονται ώστε να επιτρέψουν στην κοινωνία να συμπεριλάβει με ασφάλεια την ΤΝ σε σημαντικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων, ελαχιστοποιώντας τους κινδύνους, ενώ μεγιστοποιεί τα οφέλη της ΤΝ, διασφαλίζοντας ότι οι τεχνολογικές εξελίξεις δεν θα αποβούν εις βάρος της ηθικής ευθύνης και της ανθρώπινης αυτονομίας.

## **5.6 Συμπεράσματα**

Οι κυβερνήσεις, οι επιχειρήσεις και οι οργανώσεις της κοινωνίας των πολιτών μπορούν να ξεπεράσουν αυτά τα εμπόδια συνεργαζόμενες, με τις κυβερνήσεις να πρέπει να πρωτοστατήσουν στη δημιουργία νομικών πλαισίων που θα δίνουν απόλυτη προτεραιότητα στη λογοδοσία, την ισότητα και τη διαφάνεια κατά τη δημιουργία και την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης. Δεδομένου ότι οι επιχειρήσεις είναι οι κύριοι πρωτοπόροι της ΤΝ, είναι καθήκον τους να τηρούν τα ηθικά πρότυπα, να διενεργούν αλγοριθμικούς ελέγχους και να διασφαλίζουν ότι τα προϊόντα τους είναι χωρίς αποκλεισμούς και αντιπροσωπευτικά, και προκειμένου να δημιουργηθούν ηθικά πρότυπα, να αυξηθεί η ευαισθητοποίηση του κοινού και να θεωρηθούν οι εταιρείες υπεύθυνες για τις κοινωνικές επιπτώσεις της ΤΝ, η κοινωνία των πολιτών -που περιλαμβάνει ακαδημαϊκούς, ακτιβιστές και το ευρύ κοινό- πρέπει να συμμετάσχει ενεργά, με την διεθνή κοινότητα να διαπραγματεύεται με επιτυχία τα ηθικά ζητήματα της τεχνητής νοημοσύνης μόνο αν συνεργαστεί και εμπλέξει πολλαπλά ενδιαφερόμενα μέρη.

Η δημιουργία ισχυρών κανονισμών και διεθνών δεοντολογικών προτύπων είναι επίσης μέρος αυτής της διαδικασίας, με την διεθνή συνεργασία να αποφεύγει αποσπασματικές

ή άνισες προσεγγίσεις στη διακυβέρνηση της ΤΝ όταν οι τεχνολογίες αυτές διασχίζουν τα εθνικά σύνορα, με πρωτοβουλίες όπως η πράξη της ΕΕ για την ΤΝ και οι προτάσεις ηθικής της UNESCO για την ΤΝ να προσφέρουν ενθαρρυντικά μοντέλα για την εναρμόνιση των ηθικών προτύπων σε παγκόσμιο επίπεδο. Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι η ΤΝ ωφελεί δίκαια την ανθρωπότητα, υποστηρίζοντας τα ανθρώπινα δικαιώματα και διατηρώντας την κοινωνική ευημερία, τα πλαίσια αυτά πρέπει να συνεχίσουν να αναπτύσσονται για να αντιμετωπίζουν νέα ζητήματα.

Εν τέλει, η ανάπτυξη και η εφαρμογή της ΤΝ με ηθικό τρόπο παρουσιάζει βαθύτατα ανθρώπινα ζητήματα, εκτός από τεχνολογικά και νομικά, με τις αποφάσεις που θα ληφθούν τώρα να επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο θα αναπτυχθεί η ΤΝ στο μέλλον και τον τρόπο με τον οποίο θα λειτουργήσει στην κοινωνία, αποφασίζοντας αν θα προάγει την ισότητα και την ενδυνάμωση ή αν θα προκαλέσει βλάβη και διχασμό. Η ανθρωπότητα μπορεί να αγκαλιάσει τις τεράστιες δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης, διατηρώντας παράλληλα τις βασικές αρχές της, προωθώντας μια κουλτούρα ηθικής καινοτομίας και διεθνούς συνεργασίας, με την επαγρύπνηση, την επικοινωνία και την κοινή δέσμευση να διασφαλίζουν ότι η ΤΝ θα ωφελήσει όλους είναι απαραίτητες για το μέλλον.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ**

### **6.1 Μελλοντική ανάπτυξη**

Σύμφωνα με τα ευρήματα της έρευνας , από το 2010 έως το 2030 , περίπου το 47% των θέσεων εργασίας στις Ηνωμένες Πολιτείες αναμένεται να προγραμματιστεί (Handel , 2022). Αυτό προμηνύει ένα πιθανό μελλοντικό σενάριο όπου πολλοί εργαζόμενοι με χαμηλό μορφωτικό επίπεδο ενδέχεται να αντιμετωπίσουν προκλήσεις στην εύρεση εργασίας. Ωστόσο , η τεχνητή νοημοσύνη μειώνει σημαντικά την εργασιακή πίεση για τα άτομα , όπως υποδεικνύεται από τις προβλέψεις της Ford , δηλώνοντας ότι το 88% των αντικαταστάσεων θέσεων εργασίας οφείλεται στον αυτοματισμό που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη , με αποτέλεσμα βελτιωμένη απόδοση στην παραγωγή (Yarlagadda , 2017). Η αυξημένη παραγωγική απόδοση μπορεί να αυξήσει την παραγωγή μιας εταιρείας , προωθώντας έτσι την οικονομική ανάπτυξη στις Ηνωμένες Πολιτείες. Επιπλέον , η τεχνητή νοημοσύνη αναμένεται να βελτιώσει το μελλοντικό επιχειρηματικό περιβάλλον. Μπορεί να τυποποιήσει τις διαδικασίες παραγωγής εντός των εταιρειών και να διευκολύνει πιο αντικειμενικές και βασισμένες σε δεδομένα επιχειρηματικές αποφάσεις. Επιπλέον , η τεχνητή νοημοσύνη επιτρέπει τη δημιουργία καινοτόμων βιομηχανιών. Η εισαγωγή της τεχνολογίας AI ενισχύει την ανάπτυξη του ανθρώπινου δυναμικού βελτιστοποιώντας την κατανομή των εκπαιδευτικών πόρων και αυξάνοντας το ανθρώπινο κεφάλαιο , οδηγώντας στη δημιουργία πιο καινοτόμων ευκαιριών εργασίας. Όταν γίνεται κατάλληλη διαχείριση , η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στην οικονομική ανάπτυξη.

### ***Προώθηση της κυκλικής οικονομίας μέσω της τεχνητής νοημοσύνης***

Επειδή καθιστά δυνατή τη μείωση των αποβλήτων και την επαναχρησιμοποίηση υλικών, η τεχνητή νοημοσύνη (AI) είναι απαραίτητη για την προώθηση της κυκλικής οικονομίας, με την τεχνητή νοημοσύνη να εξορθολογίζει τις διαδικασίες διαχείρισης αποβλήτων με τη χρήση τεχνολογιών αιχμής και ευφύων συστημάτων, εγγυώμενη ότι

μεγαλύτερο ποσοστό υλικών διαχωρίζεται κατάλληλα, ανακυκλώνεται και επανεντάσσεται στον κύκλο παραγωγής.

Η δυνατότητα της ΤΝ να βελτιώσει τη διαλογή των σκουπιδιών είναι ένα από τα σημαντικότερα επιτεύγματά της, με τα συστήματα αναγνώρισης με τεχνητή νοημοσύνη να είναι ικανά να αναγνωρίζουν διάφορα υλικά με εκπληκτική ακρίβεια μέσω της χρήσης της όρασης υπολογιστών και της μηχανικής μάθησης. Η τεχνική αυτή αυτοματοποιεί τη διαλογή χαρτιού, μετάλλων, πλαστικών και άλλων ανακυκλώσιμων υλικών, αυξάνοντας σημαντικά την αποτελεσματικότητα των εργασιών ανακύκλωσης, για παράδειγμα, από πλατφόρμες όπως η Recycleye για τη διάκριση μεταξύ διαφορετικών υλικών στις ταινίες μεταφοράς ανακύκλωσης, γεγονός που επιταχύνει τη διαδικασία διαλογής και μειώνει τη μόλυνση στα ρεύματα ανακύκλωσης.

Οι εξελίξεις αυτές μειώνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της εξόρυξης και της παραγωγής πρώτων υλών, ενώ παράλληλα μειώνουν την ποσότητα των σκουπιδιών που απορρίπτονται στις χωματερές, με τις λύσεις που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη να μειώνουν την εξάρτηση από τους πεπερασμένους φυσικούς πόρους και συμβάλλουν στη δημιουργία μιας πιο βιώσιμης αλυσίδας εφοδιασμού, καθώς εγγυώνται την ανάκτηση και αξιοποίηση πολύτιμων πόρων. Επιπλέον, οι τεχνολογίες αυτές αυξάνουν την οικονομική βιωσιμότητα των βιώσιμων πρακτικών τόσο για τις πόλεις όσο και για τις εταιρείες, ενισχύοντας τις αποδόσεις ανακύκλωσης και μειώνοντας το λειτουργικό κόστος.

Εκτός από την ανακύκλωση, η τεχνητή νοημοσύνη διευκολύνει τη δημιουργία δημιουργικών επιχειρηματικών σχεδίων που υποστηρίζουν τις ιδέες της κυκλικής οικονομίας, με τις πλατφόρμες με τεχνητή νοημοσύνη, για παράδειγμα, να είναι σε θέση να προβλέπουν τη ζήτηση και να αναλύουν τις τάσεις της κατανάλωσης, επιτρέποντας στις επιχειρήσεις να δημιουργούν αγαθά που είναι πιο ανθεκτικά, αρθρωτά και απλούστερα ανακυκλώσιμα ή επισκευάσιμα, προωθώντας τη χρήση μοντέλων προϊόντων ως υπηρεσία, στα οποία τα αγαθά μοιράζονται ή ενοικιάζονται αντί να αγοράζονται άμεσα προκειμένου να μειωθούν περαιτέρω τα απόβλητα.



Επιπλέον, οι επιχειρήσεις μπορούν να αναλύσουν τη χρήση των πόρων τους και να μειώσουν την αναποτελεσματικότητα με τη βοήθεια λύσεων τεχνητής νοημοσύνης, με την τεχνητή νοημοσύνη να προωθεί τη βιωσιμότητα σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής του προϊόντος, αξιολογώντας τις διαδικασίες παραγωγής και βρίσκοντας τρόπους βελτιστοποίησης της χρήσης των πρώτων υλών ή επαναχρησιμοποίησης των υπολειμμάτων. Εκτός από τη μείωση των περιβαλλοντικών ευθυνών, οι εφαρμογές αυτές βοηθούν τις επιχειρήσεις στην τήρηση αυστηρότερων κανόνων και στην ικανοποίηση των αναγκών των πελατών για φιλικές προς το περιβάλλον λειτουργίες.

### ***Σχεδιασμός βιώσιμων πόλεων με τεχνητή νοημοσύνη***

Η ικανότητα της Τεχνητής Νοημοσύνης να βελτιστοποιεί τα δίκτυα μεταφορών και να μειώνει την κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι μία από τις σημαντικότερες χρήσεις της στον αστικό σχεδιασμό. Προκειμένου να διασφαλιστεί η ομαλότερη ροή της κυκλοφορίας, οι τεχνολογίες διαχείρισης της κυκλοφορίας που βασίζονται στην ΤΝ αξιολογούν δεδομένα από αισθητήρες, κάμερες και συσκευές GPS για την πρόβλεψη μοτίβων συμφόρησης και τη δυναμική τροποποίηση των σημάτων κυκλοφορίας, με τα συστήματα ελέγχου της κυκλοφορίας με τεχνητή νοημοσύνη για παράδειγμα να έχουν μειώσει σημαντικά την κυκλοφορία σε πόλεις όπως η Σιγκαπούρη, γεγονός που έχει μειώσει τις εκπομπές ρύπων και έχει βελτιώσει την αποτελεσματικότητα των μεταφορών. Μειώνοντας τη σπάταλη κατανάλωση καυσίμων και το ρελαντί, οι συσκευές αυτές όχι μόνο συντομεύουν τις μετακινήσεις, αλλά συμβάλλουν και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη είναι απαραίτητη για τη βελτίωση των συστημάτων δημόσιων μεταφορών και την προώθηση της υιοθέτησής τους ως βιώσιμου υποκατάστατου των ιδιωτικών αυτοκινήτων, με την τεχνητή νοημοσύνη να βοηθά τους δημοτικούς σχεδιαστές στη δημιουργία αποτελεσματικών δρομολογίων μεταφοράς, στον εξορθολογισμό των δρομολογίων και στην ενίσχυση της αξιοπιστίας των υπηρεσιών, εξετάζοντας τη ζήτηση και τα πρότυπα των μετακινούμενων. Η ΤΝ ενσωματώνεται περαιτέρω από τις πλατφόρμες κοινής χρήσης διαδρομών και τις

λύσεις κινητικότητας ως υπηρεσία (MaaS) για την οργάνωση κοινών διαδρομών και τη μείωση του συνολικού αριθμού των οχημάτων στους δρόμους, γεγονός που συνάδει με τους στόχους βιωσιμότητας.

Ένας άλλος τομέας όπου η ΤΝ φέρνει επανάσταση στις πρωτοβουλίες αστικής βιωσιμότητας είναι η διαχείριση της ενέργειας. Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι η ηλεκτρική ενέργεια, η θέρμανση και η ψύξη χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά, οι έξυπνες πόλεις με τεχνολογίες που βασίζονται στην ΤΝ παρακολουθούν συνεχώς και βελτιστοποιούν τη χρήση ενέργειας, με την τεχνητή νοημοσύνη να είναι σε θέση να αναγνωρίζει μοτίβα στη χρήση ενέργειας, να εντοπίζει τις ανεπάρκειες και να προτείνει λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας τόσο για οικιστικές όσο και για εμπορικές δομές, ελαχιστοποιώντας τα έξοδα και τη σπατάλη ενέργειας, ενώ παράλληλα προωθεί τη μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Ένας άλλος κρίσιμος τομέας του βιώσιμου πολεοδομικού σχεδιασμού στον οποίο η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει πολλά να προσφέρει είναι η διαχείριση των υδάτινων πόρων. Για την παροχή δίκαιης πρόσβασης, τα μοντέλα ΤΝ μπορούν να παρακολουθούν την κατανάλωση νερού, να προβλέπουν τις ελλείψεις και να βελτιώνουν τα δίκτυα διανομής, με τις πόλεις να μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις βάσει δεδομένων για τη μακροπρόθεσμη διατήρηση του νερού με τη βοήθεια αυτών των τεχνολογιών, οι οποίες είναι ιδιαίτερα χρήσιμες σε περιοχές που είναι ευάλωτες σε ξηρασίες ή λειψυδρία.

Οι τεχνολογίες που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη βελτιώνουν επίσης τη διαχείριση των αποβλήτων, με τις πόλεις να μπορούν να εξοικονομήσουν άσκοπα ταξίδια και εκπομπές ρύπων βελτιστοποιώντας τα χρονοδιαγράμματα συλλογής και παρακολουθώντας τα επίπεδα των αποβλήτων σε πραγματικό χρόνο μέσω της χρήσης της όρασης υπολογιστών και των αισθητήρων που υποστηρίζουν το Διαδίκτυο των πραγμάτων. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί επίσης να βοηθήσει στον εντοπισμό τάσεων στην παραγωγή σκουπιδιών, γεγονός που θα βοηθήσει τις κυβερνήσεις να δημιουργήσουν στοχευμένα σχέδια για τη μείωση των αποβλήτων και την ενθάρρυνση προγραμμάτων ανακύκλωσης.

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει πλεονεκτήματα για τον πολεοδομικό σχεδιασμό που υπερβαίνουν τη βιωσιμότητα στο περιβάλλον, με τους πολεοδόμους να μπορούν να δημιουργήσουν πιο ανθεκτικές και χωρίς αποκλεισμούς πόλεις που μπορούν να αλλάζουν για να ανταποκρίνονται στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις των πολιτών τους, αξιοποιώντας την προγνωστική ανάλυση. Τα εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης, για παράδειγμα, μπορούν να αξιολογήσουν τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις των έργων αστικής ανάπτυξης, να μοντελοποιήσουν τις επιπτώσεις τους και να βοηθήσουν στη λήψη αποφάσεων που προωθούν τη δικαιοσύνη και τη βιωσιμότητα.

Τελικά, η τεχνητή νοημοσύνη βοηθά τις πόλεις να κινηθούν προς την κατεύθυνση της βιωσιμότητας, αντιμετωπίζοντας ζητήματα όπως η έλλειψη πόρων, η κυκλοφορία και η κλιματική αλλαγή, με την υιοθέτηση της τεχνολογίας ΤΝ να καθιστά τα αστικά οικοσυστήματα πιο ανθεκτικά και αποδοτικά, με αποτέλεσμα καθαρότερες, υγιέστερες και πιο ισότιμες συνθήκες διαβίωσης για τους κατοίκους τους. Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στον σχεδιασμό βιώσιμων πόλεων θα είναι απαραίτητη για την επίτευξη περιβαλλοντικών και κοινωνικών στόχων τον εικοστό πρώτο αιώνα, καθώς η παγκόσμια αστικοποίηση επιταχύνει.

### ***Η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση: Ανάπτυξη δεξιοτήτων***

Με τις δημιουργικές της προσεγγίσεις για τη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, την προσαρμογή της διδασκαλίας και την αλλαγή της ανάπτυξης δεξιοτήτων, τα εκπαιδευτικά ιδρύματα, οι εκπαιδευτές και οι μαθητές μπορούν να κατασκευάσουν δυναμικά, διαδραστικά και χωρίς αποκλεισμούς μαθησιακά περιβάλλοντα που ανταποκρίνονται στις προσδοκίες της μελλοντικής αγοράς εργασίας, χρησιμοποιώντας εργαλεία και πλατφόρμες που βασίζονται στην ΤΝ.

Η εξατομικευμένη μάθηση είναι μία από τις σημαντικότερες εκπαιδευτικές συνεισφορές της ΤΝ, με τα συμβατικά εκπαιδευτικά ιδρύματα να χρησιμοποιούν συχνά μια προσέγγιση που ταιριάζει σε όλους, η οποία δεν λαμβάνει υπόψη τις μοναδικές μαθησιακές προτιμήσεις και το ρυθμό του κάθε μαθητή. Ωστόσο, προκειμένου να

παρέχουν εξατομικευμένο περιεχόμενο και ασκήσεις, οι πλατφόρμες που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη εξετάζουν τις επιδόσεις, τις μαθησιακές προτιμήσεις και τους τομείς δυσκολίας ενός μαθητή, και προγράμματα με τεχνητή νοημοσύνη, όπως το DreamBox και το Smart Sparrow, για παράδειγμα, τροποποιούν το επίπεδο δυσκολίας σε πραγματικό χρόνο ανάλογα με την πρόοδο του μαθητή, διατηρώντας το ενδιαφέρον και την πρόκληση χωρίς να τον κάνουν να αισθάνεται υπερβολικά φορτωμένος, κάνοντας την μάθηση πιο αποτελεσματική ως αποτέλεσμα αυτής της προσαρμογής, η οποία προάγει τη βαθύτερη κατανόηση και την κατάκτηση ιδεών.

Η τεχνητή νοημοσύνη είναι επίσης απαραίτητη για τον μετασχηματισμό της ανάπτυξης δεξιοτήτων και την ευθυγράμμιση της εκπαίδευσης με τις ανάγκες του σύγχρονου εργατικού δυναμικού, με την αγορά εργασίας να δίνει όλο και μεγαλύτερη προτεραιότητα σε πρακτικές δεξιότητες όπως η κωδικοποίηση, η κριτική σκέψη και η ανάλυση δεδομένων, τα παραδοσιακά προγράμματα σπουδών συχνά επικεντρώνονται σε θεωρητικές γνώσεις. Προκειμένου να βοηθήσουν τους εκπαιδευόμενους να αποκτήσουν και να εφαρμόσουν αυτές τις ικανότητες, οι πλατφόρμες με γνώμονα την ΤΝ, όπως το Coursera και το edX, παρέχουν μαθήματα εστιασμένα σε δεξιότητες που ενσωματώνουν διαδραστικές ασκήσεις, προσομοιώσεις και ανατροφοδότηση ΤΝ, ενώ παράλληλα, οι μαθητές μπορούν να εξασκούνται σε πραγματικές δεξιότητες σε ασφαλή, αναπαραγόμενα περιβάλλοντα χάρη στα καθηλωτικά περιβάλλοντα μάθησης που δημιουργούνται από εργαλεία ΤΝ, όπως η εικονική πραγματικότητα (VR) και η επαυξημένη πραγματικότητα (AR), με τους φοιτητές της ιατρικής για παράδειγμα να μπορούν να εξασκηθούν στη χειρουργική χρησιμοποιώντας πλατφόρμες εικονικής πραγματικότητας με AI, αποκτώντας πρακτική εμπειρία χωρίς να θέτουν σε κίνδυνο τους ασθενείς.

Η ικανότητα της τεχνητής νοημοσύνης να παρέχει ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο είναι ένα άλλο επαναστατικό χαρακτηριστικό στην εκπαίδευση, με τις τυποποιημένες εξετάσεις και άλλες παραδοσιακές τεχνικές αξιολόγησης συχνά να υπολείπονται στον εντοπισμό της συνεχούς ανάπτυξης ή των ιδιαίτερων δυσκολιών

ενός μαθητή. Ωστόσο, οι διαμορφωτικές αξιολογήσεις που παρέχουν άμεση ανατροφοδότηση και δίνουν έμφαση στα δυνατά σημεία και τις ελλείψεις καθίστανται δυνατές χάρη στην ΤΝ, με προγράμματα αξιολόγησης δοκιμίων, όπως τα Grammarly και Turnitin, για παράδειγμα, να αξιολογούν τις γραπτές εργασίες και προσφέρουν διεξοδικά σχόλια σχετικά με την πρωτοτυπία, το ύφος και τη γραμματική, μειώνοντας τον διοικητικό φόρτο των εκπαιδευτικών, ενώ παράλληλα βοηθά τους μαθητές να ακονίσουν τα ταλέντα τους.

Η τεχνητή νοημοσύνη διευκολύνει επίσης τη δια βίου μάθηση, πράγμα απαραίτητο σε μια εποχή που η τεχνολογία αναπτύσσεται με ιλιγγιώδεις ρυθμούς, με τις πλατφόρμες που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη να επιτρέπουν στους επαγγελματίες να επανεκπαιδεύονται ή να αναβαθμίζουν τις δεξιότητές τους καθ' όλη τη διάρκεια της σταδιοδρομίας τους, παρέχοντας μαθήματα με αυτορυθμιζόμενο ρυθμό και αρθρωτά μαθήματα. Για παράδειγμα, για να βοηθήσουν τους ανθρώπους να παραμείνουν ανταγωνιστικοί στην αγορά εργασίας, πλατφόρμες όπως η LinkedIn Learning προτείνουν μαθήματα με βάση τους επαγγελματικούς στόχους ενός ατόμου και τις τάσεις του κλάδου.

Ωστόσο, η ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση δεν είναι χωρίς δυσκολίες, καθώς προκειμένου να διασφαλιστεί η δίκαιη πρόσβαση σε προϊόντα που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη, πρέπει να αντιμετωπιστούν ανησυχίες όπως η αλγοριθμική προκατάληψη, η προστασία της ιδιωτικής ζωής των δεδομένων και το ψηφιακό χάσμα, με τα εύπορα σχολεία για παράδειγμα να μπορεί να χρησιμοποιούν εύκολα την ΤΝ, τα σχολεία με χαμηλό εισόδημα μπορεί να δυσκολεύονται να αποκτήσουν την απαιτούμενη υποδομή. Για να καλυφθούν αυτά τα χάσματα και να διασφαλιστεί ότι όλοι οι μαθητές, ανεξάρτητα από το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο, θα επωφεληθούν από την εκπαίδευση που βασίζεται στην ΤΝ, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής και οι εκπαιδευτικοί πρέπει να συνεργαστούν.

## **6.2 Συστάσεις πολιτικής**

Οι ακόλουθες συστάσεις πολιτικής μπορούν γενικά να κατηγοριοποιηθούν σε δύο τομείς: πρώτον , πολιτικές που στοχεύουν στην ενίσχυση του ανθρώπινου κεφαλαίου για την εξασφάλιση υψηλότερων ποσοστών απασχόλησης στην αγορά εργασίας και δεύτερον , πολιτικές που αφορούν τη ρύθμιση και τον έλεγχο της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης για να διασφαλιστεί η ηθική και κατάλληλη εκτέλεση. Αρχικά , τα δεδομένα δείχνουν ότι τα άτομα με υψηλότερα επίπεδα εκπαίδευσης είναι πιο επιρρεπή στην αντικατάστασή τους από ΑΙ. Ως εκ τούτου , η κυβέρνηση θα πρέπει να επικεντρωθεί στην παροχή αυξημένης πρόσβασης σε εκπαιδευτικούς πόρους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την κατασκευή περισσότερων δημόσιων εκπαιδευτικών εγκαταστάσεων , τη μείωση των διδάκτρων και την ανύψωση του μορφωτικού επιπέδου των οικογενειών με χαμηλό εισόδημα. Με την εισαγωγή περισσότερων επαγγελματικών μαθημάτων προσαρμοσμένων στις απαιτήσεις της αγοράς εργασίας , όπως η μηχανική ρομποτικής , η μηχανική μάθηση και η ανάλυση μεγάλων δεδομένων , το εργατικό δυναμικό μπορεί να αποκτήσει δεξιότητες που ευθυγραμμίζονται με τις τρέχουσες ανάγκες της αγοράς εργασίας. Επιπλέον , οι εθνικές πολιτικές θα πρέπει να ενισχύσουν την προστασία των δικαιωμάτων των εργαζομένων και να τυποποιήσουν τις πρακτικές διαχείρισης του ανθρώπινου δυναμικού , για παράδειγμα , ενισχύοντας την επιρροή των εργατικών συνδικάτων. Αυτό θα ενθαρρύνει τη διατήρηση των θέσεων εργασίας και θα διευρύνει το εργατικό δυναμικό. Επιπλέον , οι πολιτικές θα πρέπει να ενθαρρύνουν την επιχειρηματικότητα και να υποστηρίζουν την ανάπτυξη καινοτόμων βιομηχανιών. Δεδομένου ότι η τεχνολογία ΑΙ έχει τη δυνατότητα να αντικαταστήσει πολλές επαναλαμβανόμενες και απλοϊκές θέσεις εργασίας , η οικονομία απαιτεί περισσότερους καινοτόμους τομείς για τη δημιουργία νέων ευκαιριών εργασίας. Δεύτερον , η ρύθμιση της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης απαιτεί επίσης κυβερνητικές πολιτικές για την αντιμετώπιση ηθικών ανησυχιών. Η τεχνητή νοημοσύνη λειτουργεί κυρίως μέσω της εκμάθησης από υπάρχουσες θεωρίες ή πληροφορίες για τη δημιουργία νέων γνώσεων , οι οποίες εγείρουν ζητήματα σχετικά με το απόρρητο των προσωπικών πληροφοριών. Η κυβέρνηση πρέπει να ασκήσει

αυστηρό έλεγχο στη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης και να προσαρμόσει τις υπάρχουσες πολιτικές καθώς προχωρά η τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης για τη διασφάλιση των δικαιωμάτων των πολιτών και την προστασία της ιδιωτικής ζωής.

Συμπερασματικά , αυτές οι συστάσεις πολιτικής στοχεύουν να επιτύχουν μια ισορροπία μεταξύ της αξιοποίησης του δυναμικού της τεχνητής νοημοσύνης για οικονομική ανάπτυξη και παραγωγικότητα , διασφαλίζοντας παράλληλα την ευημερία και τα δικαιώματα των ατόμων στο εργατικό δυναμικό και στην κοινωνία γενικότερα. Με την προώθηση της εκπαίδευσης , την ενδυνάμωση των εργαζομένων και την εφαρμογή υπεύθυνης διακυβέρνησης της τεχνητής νοημοσύνης , οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής μπορούν να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις που θέτει η τεχνητή νοημοσύνη και να δημιουργήσουν ένα βιώσιμο και δίκαιο μέλλον.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η τεχνητή νοημοσύνη αναμένεται να αντικαταστήσει εν μέρει τις επαναλαμβανόμενες εργασίες , οδηγώντας σε μείωση των κενών θέσεων στην αγορά εργασίας. Ταυτόχρονα , η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης σε διάφορους κλάδους θα αυξήσει την ανάγκη για δεξιότητες που σχετίζονται με την ΑΙ στην αγορά εργασίας , ασκώντας έτσι πίεση απασχόλησης σε άτομα με χαμηλότερο επίπεδο εκπαίδευσης και εισοδήματος , ενώ θα ωφεληθούν εκείνοι με ανώτερη εκπαίδευση και επάρκεια σε δεξιότητες τεχνητής νοημοσύνης. Αυτό μπορεί να επιδεινώσει την εισοδηματική ανισότητα , με αποτέλεσμα μια μεγαλύτερη δεξαμενή ανέργων και αποκαρδιωμένων ατόμων. Ωστόσο , η τεχνητή νοημοσύνη προωθεί επίσης την ανάπτυξη των ανθρώπινων πόρων και ενθαρρύνει την καινοτόμο σκέψη στο εργατικό δυναμικό , απαιτώντας αυξημένη υποστήριξη από τις κυβερνητικές πολιτικές. Η εκάστοτε κυβέρνηση μπορεί να αντιμετωπίσει αυτό το ζήτημα επιδοτώντας οικογένειες με χαμηλό εισόδημα , διευρύνοντας τους δημόσιους εκπαιδευτικούς πόρους και δημιουργώντας μια υποστηρικτική ατμόσφαιρα που προωθεί την καινοτομία και την επιχειρηματικότητα , διασφαλίζοντας έτσι την πρόοδο και την ανάπτυξη του ανθρώπινου κεφαλαίου.



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Acemoglu D , Autor D (2011) Skills , tasks and technologies: Implications for employment and earnings. Handbook of Labor Economics (Elsevier , Amsterdam) , Vol 4 , pp 1043–1171.

Acemoglu D , Garcia - Jimeno C , Robinson JA (2015) State capacity and economic development: A network approach. Am Econ Rev 105:2364–2409.

Acemoglu D , Restrepo P (2017) Robots and jobs: Evidence from US labor markets. NBER Working Paper 23285 (National Bureau of Economic Research , Cambridge , MA).

Acemoglu D. , & D. Autor. (2011). Skills , Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings. Handbook of Labor Economics , 4: 1043 - 1171. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(11\)02410-5](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(11)02410-5)

Acemoglu D. , G. Anderson , D. Beede et al. (2022). Automation and the Workforce: A Firm - Level View From the 2019 Annual Business Survey. Paper presented at the NBER/CRIW conference on Technology , Productivity and Economic Growth , Washington DC , March 2022. <http://pascual.scripts.mit.edu/research/abs/>

Acemoglu , D. (2021). Harms of AI. NBER Working Paper 29247. Cambridge , MA: National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w29247>

Acemoglu , D. & P. Restrepo (2018): The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth , Factor Shares , and Employment. American Economic Review , 108(6) , 1488 - 1542.

Acemoglu , D. , D. Autor , J. Hazell , & P. Restrepo. (2022). Artificial Intelligence and Jobs: Evidence from Online Vacancies. Journal of Labor Economics , 40. <https://doi.org/10.1086/718327>

Alekseeva , L. , Azar , J. , Gine , M. , Samila , S. , & Taska , B. (2021). The demand for AI skills in the labor market. *Labour Economics* , 71 , 102002.

AlphaFold Protein Structure Database. “AlphaFold Protein Structure Database.” <https://alphafold.ebi.ac.uk/>.

Arntz M , Gregory T , Zierahn U (2016) The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis. *OECD Social , Employment and Migration Working Paper* 189 (OECD Publishing , Paris). Available at [www.ifuturo.org/sites/default/files/docs/automation.pdf](http://www.ifuturo.org/sites/default/files/docs/automation.pdf).

Arntz , M. , Gregory , T. , & Zierahn , U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries. *OECD Social Employment and Migration Working Papers*.

Arntz , M. , T. Gregory , and U. Zierahn (2016): The Risk of Automation for Jobs in OECD Coun - tries: A Comparative Analysis. *OECD Social , Employment and Migration Working Papers* , No. 189 , Paris: OECD Publishing.

Arntz , M. , T. Gregory , and U. Zierahn (2017): Revisiting the Risk of Automation. *Economics Letters* , 159 , 157 - 160.

Autor D (2019) Work of the past , work of the future. *NBER Working Paper* 25588 (National Bureau of Economic Research , Cambridge , MA)

Autor DH (2015) Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *J Econ Perspect* 29:3–30.

Autor , D. (2022). The Labor Market Impact of Technological Change: From Unbridled Enthusiasm to Qualified Optimism to Vast Uncertainty. *NBER Working Paper* 30074. Cambridge , MA: National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w30074>

Autor , D. , C. Chin , A. Salomons , and B. Seegmiller. (2022). New Frontiers: The Origin and Content of New Work 1940 - 2018. NBER Working Paper 30389. Cambridge , MA: National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w30389>

Beraja , M. , A. Kao , D. Yang , N. Yuchtman. (2022). AI - tocracy. Working paper , MIT Economics. [https://economics.mit.edu/sites/default/files/2022-09/aitocracy\\_20220701.pdf](https://economics.mit.edu/sites/default/files/2022-09/aitocracy_20220701.pdf)

Bessen J (2018) AI and Jobs: The role of demand. NBER Working Paper No. 24235. Available at <https://www.nber.org/papers/w24235>. Accessed March 15 , 2019

Bessen JE (2016) How computer automation affects occupations: Technology , jobs , and skills. Law and Economics Research Paper 15 - 49 (Boston Univ School of Law , Boston)

Braga, A., & Logan, R. K. (2017). The Emperor of Strong AI Has No Clothes: Limits to Artificial Intelligence. Information, 8(4), 156. <https://doi.org/10.3390/info8040156>

Brynjolfsson E , McAfee A (2014) The Second Machine Age: Work , Progress , and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies (Norton , New York).

Brynjolfsson , E. and T. Mitchell (2017): What Can Machine Learning Do? Workforce Implications. Science , 358(6370) , 1530 - 34.

Brynjolfsson , E. , A. Collis , E. Diewert , F. Eggers , and K. Fox. (2019). GDP - B: Accounting for the Value of New and Free Goods in the Digital Economy. NBER Working Paper 25695. Cambridge , MA: National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w25695>

Brynjolfsson , E. , T. Mitchell , and D. Rock (2018): What Can Machines Learn , and What Does It Mean for Occupations and the Economy? American Economic Association Papers and Proceedings , 108 , 43 - 47.

Cárdenas-García, J. F. (2023). Info-Autopoiesis and the Limits of Artificial General Intelligence. *Computers*, 12(5), 102. <https://doi.org/10.3390/computers12050102>

Cinar, A. B., & Bilodeau, S. (2024). Incorporating AI into the Inner Circle of Emotional Intelligence for Sustainability. *Sustainability*, 16(15), 6648. <https://doi.org/10.3390/su16156648>

Chettri, S. K., Deka, R. K., & Saikia, M. J. (2025). Bridging the Gap in the Adoption of Trustworthy AI in Indian Healthcare: Challenges and Opportunities. *AI*, 6(1), 10. <https://doi.org/10.3390/ai6010010>

Dai , Y. , & Callahan , M. (2021). Artificial intelligence , ethics and employment: A review of the literature. *Journal of Business Ethics* , 160(2) , 365 - 379. <https://doi.org/10.1007/s10551-019-04293-6>

David H , Dorn D (2013) The growth of low - skill service jobs and the polarization of the US labor market. *Am Econ Rev* 103:1553–1597.

Dean , J. (2019). The Deep Learning Revolution and its Implications for Computer Architecture and Chip Design. Working Paper , Google Research. <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1911/1911.05289.pdf>

Deming D , Kahn LB (2018) Skill requirements across firms and labor markets: Evidence from job postings for professionals. *J Labor Econ* 36:S337–S369.

DiSilvestro , R. , & Autor , D. (2020).The ethical implications of artificial intelligence and automation for the future of work. *Journal of Business Ethics* , 160(2) , 325 - 340. <https://doi.org/10.1007/s10551-019-04293-6>

Eurostat. (2021). Artificial intelligence in EU enterprises. *Eurostat News* , April 13 , 2021. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210413-1>

Eurostat. (2022). Digital Economy and Society Statistics – Enterprises. Eurostat Statistics Explained , January 20 , 2022. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Digital\\_economy\\_and\\_society\\_statistics\\_-\\_enterprises](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Digital_economy_and_society_statistics_-_enterprises)

Fan, D., & Liu, K. (2021). The Relationship between Artificial Intelligence and China's Sustainable Economic Growth: Focused on the Mediating Effects of Industrial Structural Change. Sustainability, 13(20), 11542. <https://doi.org/10.3390/su132011542>

Felten , E. , M. Raj , R. Seamans. (2019). The Occupational Impact of Artificial Intelligence: Labor , Skills , and Polarization. Working Paper , NYU Stern School of Business. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3368605](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3368605)

Felten , E.W. , M. Raj , and R. Seamans (2018): A Method to Link Advances in Artificial Intelligence to Occupational Abilities. American Economic Association Papers and Proceedings , 108 , 54 - 57.

Felten , E.W. , M. Raj , and R. Seamans (2019): The Occupational Impact of Artificial Intelligence: Labor , Skills , and Polarization. Working Paper available at SSRN: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3368605>.

Ferrara, E. (2024). Fairness and Bias in Artificial Intelligence: A Brief Survey of Sources, Impacts, and Mitigation Strategies. Sci, 6(1), 3. <https://doi.org/10.3390/sci6010003>

Fossen , F.M. and A. Sorgner (2019a): Mapping the Future of Occupations: Transformative and Destructive Effects of New Digital Technologies on Jobs. Foresight and STI Governance 13(2) , 10 18.

Fossen , F.M. and A. Sorgner (2019b): Digitalization of Work and Entry into Entrepreneurship. Journal of Business Research , <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.019>.

Fossen , F.M. and A. Sorgner (2019c): New Digital Technologies and Heterogeneous Employment and Wage Dynamics in the United States: Evidence from Individual level Data. IZA Discussion Paper 12242 , <http://ftp.iza.org/dp12242>.

Frank MR , Sun L , Cebrian M , Youn H , Rahwan I (2018) Small cities face greater impact from automation. J R Soc Interf 15:20170946.

Frank , M. R. , Autor , D. , Bessen , J. E. , Brynjolfsson , E. , Cebrian , M. , Deming , D. J. , ... Rahwan , I. (2019). Toward understanding the impact of artificial intelligence on labor. Proceedings of the National Academy of Sciences , 116(14) , 6531–6539. doi:10.1073/pnas.1900949116

Frey CB , Osborne MA (2017) The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Technol Forecast Soc Change 114:254–280.

Frey , C.B. and M.A. Osborne (2017): The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization? Technological Forecasting and Social Change , 114: 254 280.

Furman , J. , & Seamans , R. (2019). AI and the Economy. Innovation Policy and the Economy , 19 , 161–191.

Genz , S. , T. Gregory , M. Janser , F. Lehmer , and B. Matthews. (2021). How do Workers Adjust When Firms Adopt New Technologies? Working Paper , ZEW – Centre for European Economic Research Discussion Paper no. 21 - 073. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3949800](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3949800)

Goos M. , A. Manning , and A. Salomons. (2014). Explaining Job Polarization: Routine - Biased Technological Change and Offshoring. American Economic Review , 104 no. 8: 2509 - 2526.

Hoffmann , M. , L. Nurski. (2021). What is Holding Back Artificial Intelligence Adoption in Europe? Bruegel , Nov 30 , 2021. <https://www.bruegel.org/policy-brief/what-holding-back-artificial-intelligence-adoption-europe>

ImageNet. ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge 2010.” <https://www.image-net.org/challenges/LSVRC/2010/index.php>

International Organization for Migration (2015) World migration report 2015 - Migrants and cities: New partnerships to manage mobility (International Organization for Migration , Le Grand - Saconnex , Switzerland).

IRS. (2022). Assistance for Eligible Taxpayers in Setting up or Modifying Payment Plans Now Available. Internal Revenue Service Newsroom , June 17. <https://www.irs.gov/newsroom/irs-expands-voice-bot-options-for-faster-service-less-wait-time>

Jumper , J. , R. Evans , A. Pritzel , et al. (2021). Highly Accurate Protein Structure Prediction with AlphaFold. Nature 596: 583 - 589. <https://www.nature.com/articles/s41586-021-03819-2>

Kawasaki, R. (2024). How Can Artificial Intelligence Be Implemented Effectively in Diabetic Retinopathy Screening in Japan? Medicina, 60(2), 243. <https://doi.org/10.3390/medicina60020243>

King G , Persily N (2018) A new model for industry - academic partnerships , Working Paper. Available at <https://gking.harvard.edu/partnerships>

Kreowski, H.-J. (2022). A World Worth Living—Can Artificial Intelligence Help to Reach the Goal? Proceedings, 81(1), 108. <https://doi.org/10.3390/proceedings2022081108>

MacCrory F , Westerman G , Alhammadi Y , Brynjolfsson E (2014) Racing with and against the machine: Changes in occupational skill composition in an era of rapid

technological advance. Proceedings of the Thirty - Fifth International Conference on Information Systems. Available at <https://dblp.org/rec/html/conf/icis/MacCroryWAB14>. Accessed March 15 , 2019.

Michael J. Handel.(2022) Growth trends for selected occupations considered at risk from automation. Monthly Labor Review , U.S. Bureau of Labor Statistics.

Mitchell T , Brynjolfsson E (2017) Track how technology is transforming work. Nature 544:290–292.

Mitchell , M. 2021. “Why AI is Harder Than We Think.” Working Paper , Santa Fe Institute. <https://arxiv.org/pdf/2104.12871.pdf>

Mirzarazi, F., Danishvar, S., & Mousavi, A. (2024). The Safety Risks of AI-Driven Solutions in Autonomous Road Vehicles. World Electric Vehicle Journal, 15(10), 438. <https://doi.org/10.3390/wevj15100438>

Morone F , Del Ferraro G , Makse HA (2018) The k - core as a predictor of structural collapse in mutualistic ecosystems. Nat Phys 15:95–102.

Mutascau , M. (2021). Artificial intelligence and unemployment: New insights. Economic Analysis and Policy , 69 , 653–667.

Russakovsky , O. , J. Deng , H. Su , et al. (2015). ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge. J Comput Vis 115: 211 - 252. <https://doi.org/10.1007/s11263-015-0816-y>

Sorgner A. (2019): The Impact of New Digital Technologies on Gender Equality in Developing Countries. Inclusive and Sustainable Industrial Development Working Paper Series , #20/2019.

Stahl , B.C. , Antoniou , J. , Ryan , M. et al. (2022). Organisational responses to the ethical issues of artificial intelligence. AI & Soc 37 , 23–37.



Strumsky D , Thill J - C (2013) Profiling US metropolitan regions by their social research networks and regional economic performance. J Reg Sci 53:813–833.

Pressman, S. M., Borna, S., Gomez-Cabello, C. A., Haider, S. A., Haider, C., & Forte, A. J. (2024). AI and Ethics: A Systematic Review of the Ethical Considerations of Large Language Model Use in Surgery Research. Healthcare, 12(8), 825. <https://doi.org/10.3390/healthcare12080825>

Walter S (2017) Globalization and the demand - side of politics: How globalization shapes labor market risk perceptions and policy preferences. Polit Sci Res Methods 5:55–80.

Webb , M. 2020. “The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market.” Working Paper , Stanford University. [https://www.michaelwebb.co/webb\\_ai.pdf](https://www.michaelwebb.co/webb_ai.pdf)

Weil , D. (2019). Preparing for the Future of Work Through Understanding the Present of Work: A Fissured Workplace Perspective. Testimony before the U.S. House of Representatives Committee on Education and Labor and Subcommittee on Workforce Protections and Subcommittee on Health , Employment , Labor , and Pensions. <https://edlabor.house.gov/imo/media/doc/WeilTestimony102319.pdf>

Wood , A. (2021). Algorithmic Management. European Commission , JRC Technical Report. <https://joint-research-centre.ec.europa.eu/system/files/2021-05/jrc124874.pdf>

Wong, L. P. W. (2024). Artificial Intelligence and Job Automation: Challenges for Secondary Students’ Career Development and Life Planning. Merits, 4(4), 370-399. <https://doi.org/10.3390/merits4040027>

Yarlagadda , R. T.. (2017). AI Automation and Its Future in the United States. International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT) , ISSN:2320 - 2882 , Volume 5 , Issue 1 March 2017.

*Πως η τεχνητή νοημοσύνη θα μετασχηματίσει την αγορά εργασίας*

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**