



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΟΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ
ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΡΙΟ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τεχνολογία, ανάπτυξη και απασχόληση: συστημική θεώρηση

Γεώργιος-Ιάσωνας Τσέλλος

247057

Αν. Καθηγητής: Αδαμίδης Εμμανουήλ

ΠΑΤΡΑ, Οκτώβριος 2022

Πανεπιστήμιο Πατρών, Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών
[Όνομα Συγγραφέα]
© 2022 – Με την επιφύλαξη παντός δικαιώματος

Τεχνολογία, ανάπτυξη και απασχόληση: Συστημική θεώρηση

Γεώργιος-Ιάσωνας Τσέλλος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Συχνά η εισαγωγή νέων τεχνολογιών στην παραγωγή έχει επιδράσεις στην εργασία. Η ποιότητα και το πρόσημο ωστόσο των επιδράσεων αυτών, είναι δύσκολο να καθοριστούν. Ο λόγος για αυτό είναι ότι αφενός οι νέες τεχνολογίες παραγωγής που εισάγονται μπορεί όντως να καταστήσουν ορισμένα επαγγέλματα ή δεξιότητες ως προχυμένα και να οδηγήσουν σε απώλεια ή και εξαφάνιση θέσεων εργασίας, ωστόσο αφετέρου, η ανάγκη λειτουργίας των νέων τεχνολογικών καινοτομιών που εισάγονται μπορεί επίσης να οδηγήσει στην ανάδειξη νέων δεξιοτήτων και αντίστοιχα νέων θέσεων εργασίας που ενδεχόμενα να είναι καλύτερα αμειβόμενες. Αυτή η αμφίδρομη σχέση, έχει εξεταστεί από σειρά ερευνητών στην συναφή βιβλιογραφία, με αφετηρία συνήθως την πρώτη περίπτωση αθρόας εισαγωγής τεχνολογικών καινοτομιών στην παραγωγή, κατά την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης. Η παρούσα εργασία, εκκινώντας από μια ιστορική αναδρομή και παρουσίαση των επιπτώσεων της διαδικασίας εκβιομηχάνισης κατά την περίοδο αυτή, διερευνά μέσω της κριτικής ανασκόπησης των αναφερόμενων στην συναφή βιβλιογραφία να εξαγάγει αρχικά συμπεράσματα σε σχέση με την επίδραση που έχει η τεχνολογία στην εργασία. Έπειτα, εστιάζει στην παρουσίαση του

θεωρητικού υποβάθρου και των βασικών εννοιών που αξιοποιούνται στην διερεύνηση αυτής της σχέσης μέσω της παρουσίασης των αντίστοιχων θεωριών από την συναφή βιβλιογραφία.

Λέξεις κλειδιά: Εκβιομηχανοποίηση, Τεχνολογία, τεχνολογική καινοτομία, εργασία, θέσεις εργασίας

Technology, Growth and Labor: A systemic view**Georgios-Iasonas Tsellos****ABSTRACT**

Often the introduction of new technologies in production has effects on work. The quality and sign of these effects, however, are difficult to determine. The reason for this is that, on the one hand, the new production technologies introduced may indeed make certain professions or skills obsolete and lead to the loss or even disappearance of jobs, but on the other hand, the need to operate the new technological innovations introduced may also lead to highlighting new skills and correspondingly new jobs that may be better paid. This two-way relationship has been examined by a number of researchers in the relevant literature, usually starting from the first case of the introduction of technological innovations in production, during the era of the industrial revolution. The present paper, starting from a historical review and presentation of the effects of the industrialization process during this period, investigates through a critical review of those mentioned in the relevant literature to draw initial conclusions in relation to the effect that technology has on work. Then, it focuses on the presentation of the theoretical background and the main concepts used in the investigation of this relationship through the presentation of the corresponding theories from the relevant literature.

Keywords: Industrialization, Technology, technological innovation, work, jobs

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Τέσσερα σενάρια για το μέλλον της εργασίας το 2030 (προσαρμογή από τους Rhisiart et al., 2016, σελ. 6).....	51
Πίνακας 2 Μηχανισμοί αποζημίωσης για την απασχόληση ως αποτέλεσμα της τεχνολογικής αλλαγής (προσαρμογή από Calvino & Virgilito, 2017; Vivarelli, 2014, 2015)	53
Πίνακας 3 Αντίκτυπος της καινοτομίας προϊόντων και διαδικασιών της απασχόλησης σε επίπεδο επιχείρησης και κλάδου (προσαρμογή από Calvino & Virgillito, 2017)	56

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 Η απασχόληση στις ΗΠΑ επηρεάζεται από την αυτοματοποίηση εργασίας (προσαρμογή από Frey & Osborne, 2017, σελ. 267).....	43
Εικόνα 2 Επίδραση στην απασχόληση στις ΗΠΑ από την αυτοματοποίηση εργασίας: προσέγγιση βάσει επαγγέλματος έναντι προσέγγισης βάσει εργασιών (προσαρμογή από Arntz et al., 2017, σελ. 158).....	44
Εικόνα 3 Ποσοστό εργαζομένων που επηρεάζονται από την αυτοματοποίηση σε 21 ανεπτυγμένες χώρες (Arntz et al., 2016; OECD, 2016, σελ. 2).....	45
Εικόνα 4 Δυνατότητα τεχνικής αυτοματοποίησης 820 επαγγελμάτων στις ΗΠΑ (McKinsey Global Institute, 2017, σελ. 5)	46
Εικόνα 5 Τεχνικές δυνατότητες για την αυτοματοποίηση στους βιομηχανικούς κλάδους στις ΗΠΑ (McKinsey Global Institute, 2017, σελ. 7).....	48
Εικόνα 6 Εκτίμηση του μεριδίου της απασχόλησης που είναι επιρρεπές στον αυτοματισμό στις αναδυόμενες οικονομίες (World Bank Group, 2016, σελ. 129)	50
Εικόνα 7 Αλληλεπίδραση μεταξύ τεχνολογίας και δεξιοτήτων (προσαρμογή από Acemoglu και Autor, 2011· World Bank Group, 2016).....	58

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	V
ABSTRACT.....	VIII
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	X
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	XII
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	XIII
1.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	2
1.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	2
1.3 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	3
2.0 Η ΕΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ	
ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ.....	5
2.1 Η ΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ.....	7
2.2 Η ΑΝΟΔΟΣ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ.....	10
2.3 ΣΙΔΗΡΟΣ, ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΙ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣ.....	15
2.4 ΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ	21
2.5 ΟΙ ΛΟΥΔΙΤΕΣ.....	29
2.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	34

3.0	Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ	37
3.1	ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	38
3.2	ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΟΥ ΠΡΟΒΛΕΠΟΥΝ ΤΟΝ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	42
3.3	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΡΥΘΜΟ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ.....	49
3.4	ΤΟ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	51
3.5	ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	57
	3.5.1 Το μοντέλο τεχνολογικής αλλαγής με προκατάληψη ρουτίνας	58
	3.5.2 Το μοντέλο τεχνολογικής αλλαγής με προκατάληψη ρουτίνας	60
	3.5.3 Το μοντέλο τεχνολογικής αλλαγής με προκατάληψη σύνθετων καθηκόντων	61
4.0	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	64
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	67

1.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από την εφεύρεση του τροχού, η ανθρωπότητα γνώρισε το φαινόμενο της τεχνολογικής αλλαγής και μέσω αυτού τον ορισμό της «τεχνολογικής ανεργίας» (Woirol, 1996). Αυτό δείχνει το γεγονός ότι η ανθρώπινη φυλή ανέκαθεν ανησυχούσε για τις επιπτώσεις των ταχέως αναπτυσσόμενων τεχνολογικών αλλαγών στην απασχόλησή. Η ανησυχία αυτή δεν προκύπτει επιπόλαια, αλλά από πραγματικά παραδείγματα ότι οι τεχνολογικές αλλαγές έχουν πραγματικά υποκαταστήσει ή εξαλείψει ορισμένα επαγγέλματα ή εργασίες στο πέρασμα των ετών. Σύμφωνα με τον Autor (2015) παραδείγματος χάριν, το σχετικό μερίδιο του εργατικού δυναμικού των ΗΠΑ που απασχολούνταν στη γεωργία μειώθηκε από 41 τοις εκατό σε 2 τοις εκατό κατά τα έτη 1900-2000, λόγω της τεχνολογικής ανάπτυξης όπως π.χ. των αυτοματοποιημένων γεωργικών μηχανήματων. Επιπλέον, ο Autor (2015) ανέφερε ότι δεν ήταν η πρώτη φορά που η τεχνολογία οδηγούσε σε μια αύξηση στην ανεργία στην ιστορία της ανθρωπότητας. Ένα πιο διάσημο παράδειγμα αύξησης της ανεργίας εξαιτίας της τεχνολογικής αλλαγής αποτελούν οι αντιδράσεις των Άγγλων εργατών/τριών κλωστοϋφαντουργίας καθώς η εγκατάσταση μηχανημάτων παραγωγής που έκαναν χρήση αυτοματισμών στα εργοστάσια οδήγησε σε δραματική μείωση και σημαντικές απώλειες των θέσεων εργασίας στις αρχές του 19ου αιώνα. Είναι συνεπώς σαφές, ότι η ανθρωπότητα έχει στην ιστορία της σειρά παραδειγμάτων για την πιθανώς βίαιη επίδραση των τεχνολογικών εξελίξεων και αλλαγών στην απασχόληση και τα διάφορα επαγγέλματα. Πολλοί οικονομολόγοι αλλά και ερευνητές του τομέα της εργασίας έχουν μελετήσει την περίπτωση των επιπτώσεων της τεχνολογικής αλλαγής στην απασχόληση (βλ. π.χ. Autor, 2003; Bessen, 2015; Brynjolfsson, 1998; et al.) τις τελευταίες δεκαετίες λόγω του γεγονότος ότι η τεχνολογία αναπτύσσεται με ταχείς και εκθετικούς ρυθμούς.

1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο την διερεύνηση της επίδρασης της τεχνολογικής εξέλιξης στην εργασία, τις δομές του εργατικού δυναμικού και την ανάπτυξη γενικότερα. Επιμέρους στόχοι της εργασίας είναι η παρουσίαση του θεωρικού πλαισίου που διέπει την επίδραση της τεχνολογικής ανάπτυξης στην εργασία καθώς και η εξέταση σχετικών στοιχείων τόσο από θεωρητικές όσο και από εμπειρικές έρευνες που υπάρχουν στην σχετική βιβλιογραφία και των αποτελεσμάτων τους.

Τελικός σκοπός από την εξέταση των ανωτέρω και την ολοκλήρωση των στόχων της εργασίας είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων βάση των αναφερόμενων ευρημάτων στην σχετική βιβλιογραφία σχετικά με το κατά πόσο η επίδραση της τεχνολογικής ανάπτυξης στην εργασία έχει θετικό ή αρνητικό πρόσημο. Επιπλέον, εξετάζεται και η «ποιότητα» αυτής της αρνητικής ή θετικής συσχέτισης μεταξύ εργασίας και τεχνολογικής εξέλιξης. Η εξέταση κάτω από το πρίσμα της ποιότητας της σχέσης των δύο εννοιών αφορά κυρίως στο κατά πόσο η εν γένει αρνητική επίδραση της τεχνολογικής εξέλιξης σε ορισμένους επαγγελματικούς κλάδους (μείωση υπαρχόντων θέσεων εργασίας, καθιέρωση επαγγελμάτων ως παρωχημένα) αντισταθμίζεται από την θετική επίδραση που ενδεχόμενα υπάρχει σε άλλους κλάδους (ανάπτυξη νέων επαγγελμάτων και θέσεων εργασίας).

1.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η ερευνητική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία εστιάζει κυρίως στην συλλογή και κριτική ανασκόπηση αντίστοιχων εργασιών από την συναφή βιβλιογραφία. Η συλλογή και μελέτη σχετικών δημοσιεύσεων, αναφορών από διεθνείς οργανισμούς και σχετικά βιβλία, επιτρέπει την συγκέντρωση σημαντικού όγκου υλικού, που θα αποδώσει τα απαραίτητα δεδομένα για την εκπλήρωση των στόχων της εργασίας.

Με στόχο να αναδειχθούν τα βασικά ζητήματα που αφορούν στην επίδραση της τεχνολογίας στην εργασία, η έρευνα εστιάζει στην περίοδο της βιομηχανικής επανάστασης, ως μελέτης περίπτωσης, εξετάζοντας τα αντίστοιχα δεδομένα από διάφορες πηγές με στόχο να καταλήξει σε αρχικά συμπεράσματα σχετικά με την ποιότητα και κατεύθυνση αυτής της επίδρασης.

Περαιτέρω, η εργασία συνεχίζει εξετάζοντας το θεωρητικό πλαίσιο για την διερεύνηση της επίδρασης της τεχνολογίας στην εργασία όπως προκύπτει από την συναφή βιβλιογραφία και τις αντίστοιχες μελέτες που έλαβαν χώρα από την μεταπολεμική περίοδο (πέρας του Β' Π.Π.) μέχρι και σήμερα. Αυτό, δεδομένου αφενός ότι οι περισσότερες έρευνες που εξετάστηκαν αναφέροντα στην περίοδο αυτή και αφετέρου, του γεγονότος ότι στην περίοδο αυτή προτάθηκαν και αναπτύχθηκαν οι περισσότερες από τις σχετικές θεωρίες που άπτονται του εξεταζόμενου θέματος.

1.3 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Πέραν του παρόντος εισαγωγικού κεφαλαίου η εργασία περιλαμβάνει άλλα τρία κεφάλαια και είναι δομημένη ως εξής.

Στο δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζονται οι εξελίξεις και η διαδρομή που ακολουθήθηκε για την εισαγωγή της τεχνολογίας κατά την βιομηχανική επανάσταση και την επίδραση που αυτή είχε στην εργασία, ως μελέτη περίπτωσης, για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Το Τρίτο κεφάλαιο της εργασίας, έχοντας υπόψη τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εξέταση της περιόδου της βιομηχανικής επανάστασης παρουσιάζει το θεωρητικό υπόβαθρο αυτής, με την παρουσίαση και τον σχολιασμό των σχετικών εννοιών, θεωριών και μοντέλων που άπτονται στο θέμα της εργασίας.

Η εργασία κλείνει στο τέταρτο κεφάλαιο αυτό των συμπερασμάτων, με την παρουσίαση των τελικών συμπερασμάτων που προέκυψαν από την ανάλυση και κριτική των δεδομένων που εξετάστηκαν και παρουσιάστηκαν.

2.0 Η ΕΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η «άνοδος των μηχανών» κατά την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης έκανε τους εργάτες να επαναστατήσουν ενάντια στην τεχνολογική πρόοδο. Όπως θα δούμε, οι τεχνολογίες που προκάλεσαν τη Βιομηχανική Επανάσταση κύριο λόγο αντικατέστησαν τους εργάτες, γεγονός που εξηγεί την ευρεία αντίσταση σε αυτές. Αυτή τη φορά, ωστόσο, η πολιτική εξουσία ήταν σταθερά με αυτούς που επρόκειτο να κερδίσουν από τη μηχανοποίηση.

Η εκβιομηχάνιση ξεκίνησε με αυτό που στο σύγχρονο μάτι φαίνεται να είναι μερικές μικρές εφευρέσεις που επέτρεψαν την εγκαθίδρυση του εργοστασιακού συστήματος και εγκαινίασαν μια εποχή συνεχούς βιομηχανικής επέκτασης που δημιούργησε τον σύγχρονο κόσμο. Η ιστορία του εργοστασίου μοιάζει πολύ με αυτή της επιστήμης. Αν και θα ήταν παράλογο να αποδοθεί η σύγχρονη επιστήμη στον Galileo Galilei, τον Francis Bacon ή τον René Descartes, δίκαια μπορούν να θεωρηθούν ως «πατέρες» αυτής. Με παρόμοιο τρόπο, ήταν η εποχή των Richard Arkwright, Samuel Crompton και James Watt που εμφανίστηκαν τα τεχνολογικά θεμέλια του εργοστασιακού συστήματος. Τα εργοστάσια υπήρχαν πολύ πριν από τη Βιομηχανική Επανάσταση, αλλά πρέπει να διακρίνονται από το σύγχρονο εργοστασιακό σύστημα — του οποίου το χαρακτηριστικό γνώρισμα, όπως σημείωσε ο Καρλ Μαρξ, ήταν η εισαγωγή των μηχανών (Moore & Aveling, 1999).

Οι εφευρέτες αυτών των μηχανών μπορούν επομένως να θεωρηθούν εξίσου εφευρέτες της σύγχρονης βιομηχανίας. Όπως η εξέλιξη της επιστήμης, η άνοδος του εργοστασιακού συστήματος ήταν μια σταδιακή και άνιση διαδικασία. Η πρόταση του οικονομολόγου Walt Rostow, ότι η Βιομηχανική Επανάσταση αποτελούσε μια «απογείωση» σε μια αυτό-συντηρούμενη ανάπτυξη έχει αποφασιστικά διαψευστεί από μεταγενέστερες εμπειρικές

αναλύσεις, οι οποίες δείχνουν μια πιο σταδιακή ερμηνεία (Rostow, 1960). Όχι μόνο η συνολική ανάπτυξη ήταν αργή κατά τη διάρκεια τη Βιομηχανική Επανάσταση, αλλά ακόμη και η βιομηχανική παραγωγή δεν γνώρισε το είδος της ξαφνικής αύξησης που θα υποδείκνυε μια επανάσταση (Phyllis & Cole, 1962). Η αύξηση του κατά κεφαλήν εισοδήματος μεταξύ 1750 και 1800 ήταν ελάχιστα ταχύτερη από ό,τι στις αρχές του αιώνα, αλλά μέχρι το 1870 το κατά κεφαλήν εισόδημα των κατοίκων στη Βρετανία ήταν 82 τοις εκατό υψηλότερο από ό,τι ήταν το 1750. Ο αντίστοιχος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης του 0,53 τοις εκατό ήταν αργός με τα σύγχρονα πρότυπα. Ωστόσο, ήταν σημαντικά ταχύτερος από τους ρυθμούς ανάπτυξης που πέτυχαν οι προβιομηχανικές οικονομίες.

Ο μακροοικονομικός αντίκτυπος της Βιομηχανικής Επανάστασης δεν ήταν αρκετά μεγάλος για να ονομαστεί οικονομική επανάσταση, ωστόσο υπάρχουν μεταβλητές που υποδηλώνουν ότι υπήρξε τεχνολογική επανάσταση μετά το 1750. Ο μέσος ετήσιος αριθμός των χορηγούμενων διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας υπερδιπλασιάστηκε τη δεκαετία του 1760 σε σχέση με την προηγούμενη δεκαετία και συνέχισε να αναπτύσσεται γρήγορα στη συνέχεια (Mitchell, 1975). Θα μπορούσε σίγουρα να αμφισβητηθεί η οικονομική συνάφεια ορισμένων διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας, αλλά ο χρόνος της αύξησης των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας υποστηρίζει την αξιοσημείωτη φράση του ιστορικού T. S. Ashton: «Περίπου το 1760 ένα κύμα *gadgets* σάρωσε την Αγγλία» (Ashton, 1948).

Εκείνη την εποχή, εμφανίστηκαν πολλές από τις καθοριστικές εφευρέσεις της Βιομηχανικής Επανάστασης, συμπεριλαμβανομένου του πλαισίου νερού του Arkwright και του χωριστού συμπυκνωτή του Watt για την ατμομηχανή, οι οποίες κατοχυρώθηκαν με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το 1769.

Η απουσία οικονομικής επανάστασης δεν είναι μυστήριο. Η απλή ύπαρξη καλύτερης τεχνολογίας δεν μεταφράζεται αναπόφευκτα σε ταχύτερη οικονομική ανάπτυξη. Για αυτό, απαιτείται ευρεία υιοθέτηση, αλλά η Βιομηχανική Επανάσταση αρχικά περιορίστηκε σε έναν μικρό αριθμό κλάδων που αποτελούσαν συλλογικά ένα κλάσμα της συνολικής οικονομίας. Έτσι, στις πρώτες μέρες της, η Βιομηχανική Επανάσταση δεν ήταν ένα συνολικό φαινόμενο. Όπως εξηγεί ο οικονομικός ιστορικός Michael Flinn, «*Το μάθημα που πρέπει να αντληθεί από τις στατιστικές αναλύσεις φαίνεται να προέρχεται από την επίδραση της ανάπτυξης σε μια σταθερά*

αναπτυσσόμενη οικονομία μιας μικρής ομάδας εξαιρετικά δυναμικών κλάδων. Στατιστικά αντιπροσώπευαν, ακόμη και μέχρι το τέλος του [18^{ου}] αιώνα, ένα πολύ μικρό μερίδιο του εθνικού προϊόντος, αλλά η ανάπτυξή τους ήταν αρκετή για να διπλασιάσει τον υπάρχοντα ρυθμό συνολικής ανάπτυξης της οικονομίας.»(Flinn, 1966) Η Βιομηχανική Επανάσταση ξεκίνησε στο κλάδο της κλωστοϋφαντουργίας, και εκεί οι εργάτες ένιωσαν πιο έντονα τη δύναμη του μηχανοποιημένου εργοστασίου. Αυτή η μηχανοποίηση, όπως θα δούμε, έθεσε σε κίνηση τους τροχούς για αυτό που οι οικονομικοί ιστορικοί έχουν ονομάσει Μεγάλη Απόκλιση—την περίοδο μετά τη Βιομηχανική Επανάσταση, όταν η Δύση έγινε πολύ πλουσιότερη από τον υπόλοιπο κόσμο. Αλλά στις πρώτες μέρες της εκβιομηχάνισης, μια μεγάλη απόκλιση συνέβη και στο εσωτερικό της Βρετανίας: οι μισθοί παρέμειναν στάσιμοι, τα κέρδη αυξήθηκαν και η εισοδηματική ανισότητα εκτοξεύτηκε στα ύψη.

2.1 Η ΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ

Το *annus mirabilis*¹ του 1769, όπως το ονόμασε ο Donald Cardwell, θεωρείται συχνά ως η συμβολική αρχή της Βιομηχανικής Επανάστασης (Cardwell, 1972). Όπως σημειώθηκε, ήταν η χρονιά που ο Richard Arkwright και ο James Watt κατοχύρωσαν τις καθοριστικές εφευρέσεις τους. Αλλά οι απαρχές της Βιομηχανικής Επανάστασης μπορούν στην πραγματικότητα να εντοπιστούν πολύ πιο πίσω στο χρόνο και σε μεγάλο βαθμό συνέβησαν ταυτόχρονα με την εξέλιξη του εργοστασιακού συστήματος. Το πότε ακριβώς εμφανίστηκε το εργοστασιακό σύστημα είναι αβέβαιο. Ορίστηκε για πρώτη φορά στο έργο *Philosophy of Manufactures*² του Andrew Ure το 1835 ως κάτι που προσδιορίζει «τις συνδυασμένες λειτουργίες πολλών εργαζομένων, ενήλικων και νέων, που φροντίζουν με επιμέλεια μια σειρά παραγωγικών μηχανών, που ωθούνται συνεχώς από μια κεντρική δύναμη». Ο πρώτος νομικός ορισμός χρονολογείται από το 1844, όπου αναφέρεται ως «όλα τα κτίρια και οι εγκαταστάσεις [...] εντός των οποίων θα

¹ Θαυμαστό έτος

² Φιλοσοφία των Κατασκευών

χρησιμοποιηθεί ατμός ή οποιαδήποτε άλλη μηχανική ισχύς για τη μετακίνηση ή την εργασία οποιουδήποτε μηχανήματος.»(Mantoux, 1961)

Η ανίχνευση της αρχής του εργοστασιακού συστήματος, με άλλα λόγια, απαιτεί τον εντοπισμό της εφαρμογής μηχανών που τροφοδοτούνται από μηχανική ισχύ στην παραγωγή. Με την άνοδο των μηχανών που αντικαθιστούν τους εργάτες επήλθε η έλευση της μοντέρνας βιομηχανίας.

Το εργοστασιακό σύστημα είναι καλύτερα κατανοητό σε αντίθεση με παλαιότερους τρόπους παραγωγής. Στις αρχές του δέκατου όγδοου αιώνα, το εγχώριο σύστημα ήταν ακόμα κυρίαρχο στη Βρετανία. Οι περιγραφές του οικονομικού ιστορικού Paul Mantoux για τη ζωή και την εργασία πριν από την έλευση και άνοδο του εργοστασίου είναι διδακτικές για να καταδείξουν πόσο μεταμορφωτική ήταν η Βιομηχανική Επανάσταση. Η οργάνωση της εργασίας ήταν απλή. Αν η οικογένεια του τεχνίτη ήταν αρκετά μεγάλη, έκανε τα πάντα διαχωρίζοντας τις εργασίες στα μέλη της. Παράλληλα ορισμένοι τεχνίτες απασχολούσαν άλλους τεχνίτες ή εργάτες, αυτοί διέμεναν στο ίδιο σπίτι με τον τεχνίτη αφέντη τους και δεν τον θεωρούσαν ότι ανήκε σε διαφορετική κοινωνική τάξη. Ο τεχνίτης έλεγχε την παραγωγή και δεν εξαρτιόταν από κανέναν χρηματοδότη, αφού κατείχε τόσο τις πρώτες ύλες όσο και τα απαιτούμενα εργαλεία. Μέρος της διαβίωσής του προερχόταν από τη γη, με τη βιομηχανία συχνά να αποτελεί τίποτε περισσότερο από ένα επιπλέον επάγγελμα. Η παραγωγή είχε αλλάξει ελάχιστα από τον Μεσαίωνα.

Η αύξηση της παραγωγής στην εγχώρια βιομηχανία ήταν αργή αλλά σταθερή. Καθώς οι αγορές έγιναν πιο ενοποιημένες, ο έμπορος έγινε απαραίτητος μεσολαβητής για ορισμένους τεχνίτες, επιτρέποντάς τους να πωλούν τα προϊόντα τους στο εξωτερικό. Επειδή το ύφασμα που παρήγαγε ο τεχνίτης συνήθως δεν ήταν ντυμένο ή βαμμένο, ο έμπορος χρειαζόταν να συμμετάσχει στη διαδικασία φινιρίσματος των προϊόντων προτού μπορέσουν να πουληθούν στην αγορά. Για το σκοπό αυτό, ο έμπορος έπρεπε να απασχολήσει εργάτες και έτσι έγινε έμπορος-κατασκευαστής. Αυτοί οι εργάτες ζούσαν ακόμα στην ύπαιθρο, όπου ήταν ανεξάρτητοι εργολάβοι, αλλά η επιβίωσή τους εξαρτιόταν όλο και περισσότερο από τον έμπορο-κατασκευαστή. Εάν η συγκομιδή ήταν κακή, μπορεί να μην είχαν πλέον τα μέσα για να αντικαταστήσουν ορισμένα από τα εργαλεία και τον εξοπλισμό τους. Έχοντας επίγνωση αυτού

του διλήμματος, οι έμποροι κατασκευαστές άρχισαν να παρέχουν τα εργαλεία για την παραγωγή. Οι ανεξάρτητοι εργολάβοι που ζούσαν στην ύπαιθρο τώρα εργάζονταν και συγκεντρώνονταν κάτω από μια στέγη στην πόλη όπου διέμενε ο έμπορος κατασκευαστής. Με άλλα λόγια, οι άνθρωποι έχασαν σταδιακά την κυριότητα των μέσων παραγωγής και την αυτονομία τους έναντι του ρυθμού εργασίας, οδηγώντας στη δημιουργία αυτού που ο Καρλ Μαρξ θα αποκαλούσε εργατική τάξη. Το αργό αλλά αδυσώπητο διαζύγιο μεταξύ κεφαλαίου και εργασίας που χαρακτηρίζει τη διαδικασία της εκβιομηχάνισης είχε αρχίσει. Από τα τέλη του δέκατου έβδομου αιώνα και μετά, αυτή η διαδικασία αποξένωσης σάρωσε την Ευρωπαϊκή ήπειρο κυρίως με εστίαση στην Μεγάλη Βρετανία, αν και με άνισο τρόπο. Στο Γιορκσάιρ η ανεξαρτησία του τεχνίτη παρέμεινε σχεδόν ανέγγιχτη, ενώ στην περιοχή του Μπράντφορντ, πλούσιοι έμποροι έλεγχαν τη βιομηχανία. Όμως πουθενά δεν άλλαξαν τα μέσα παραγωγής. Δεν υπήρχε μηχανοποίηση. (Mantoux, 1961)

Όπως σημειώθηκε παραπάνω, η άνοδος του διεθνούς εμπορίου και ο αυξανόμενος ανταγωνισμός μεταξύ των εθνών-κρατών κατέστησε δυσκολότερη την ευθυγράμμιση του τεχνολογικού συντηρητισμού με την πολιτική σταθερότητα. Στη Βρετανία, η αύξηση των μισθών σήμαινε ότι η εκμηχάνιση ήταν απαραίτητη για να παραμείνει η χώρα ανταγωνιστική στο εμπόριο. Οι κατασκευαστές που πουλούσαν στο εξωτερικό είχαν κίνητρα να βρουν τρόπους μείωσης του κόστους εργασίας λόγω του αυξανόμενου μεγέθους της αγοράς και ο αυξανόμενος ανταγωνισμός τροφοδότησε την πολιτική βούληση να τους επιτραπεί να μηχανοποιηθούν. Επιπλέον, οι κατασκευαστές είχαν τα οικονομικά μέσα να υιοθετήσουν ακριβά μηχανήματα για να αντικαταστήσουν τους εργάτες, κάτι που ως επί το πλείστον ήταν οικονομικά και τεχνικά εφικτό μόνο σε εργοστασιακό περιβάλλον. Κάποιος εξοπλισμός απαιτούσε μεγάλες εγκαταστάσεις και επομένως ήταν απλώς πολύ μεγάλος και περίπλοκος για να χωρέσει στα σαλόνια των εξοχικών κατοικιών των εργαζομένων. Ατμομηχανές, φούρνοι σιδήρου, μεταξουργεία και ούτω καθεξής όλα τα απαιτούμενα εργοστάσια. (Mokyr, 2001) Η ανάπτυξη του εργοστασιακού συστήματος ήταν επομένως μια διαδικασία τεχνολογικής εξέλιξης, που οδηγήθηκε από οικονομικά και πολιτικά κίνητρα για μηχανοποίηση. Και ενώ όπως αναφέρθηκε παραπάνω η άφιξή του χρονολογείται συνήθως στα τέλη της δεκαετίας του 1760, υπήρχαν

εργοστάσια και παλαιότερα: μέχρι το 1718, το εργοστάσιο μεταξιού στο Ντέρμπι απασχολούσε περίπου τριακόσιους εργάτες σε ένα πεντάωροφο κτίριο.

2.2 Η ΑΝΟΔΟΣ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Η βιομηχανία μεταξιού ξεκίνησε στη Βρετανία όταν μια αποικία ειδικευμένων εργατών εγκατέλειψε τη Γαλλία μετά την ανάκληση του Διατάγματος της Νάντης και εγκαταστάθηκε στα περίχωρα του Λονδίνου. Στις πρώτες μέρες της, η βρετανική βιομηχανία μεταξιού πάλευε, καθώς οι λαθρέμποροι έφεραν στην αγορά φθινό εισαγόμενο μετάξι. Οι σχετικά υψηλοί μισθοί στη Βρετανία άφηναν τους εγχώριους κατασκευαστές ανίκανους να ανταγωνιστούν. Η εξεύρεση τρόπων μείωσης του κόστους εργασίας ήταν επομένως προτεραιότητα. Έγιναν σοβαρές προσπάθειες για την ανάπτυξη μηχανών για το σκοπό αυτό, αλλά απέτυχαν. Παρόλα αυτά, διαδόθηκαν φήμες ότι τέτοια μηχανήματα υπήρχαν ήδη στην Ιταλία. Το 1716, ο John Lombe έκανε ένα ριψοκίνδυνο ταξίδι για να ανακαλύψει το ιταλικό μυστικό. Μαζί με έναν Ιταλό ιερέα που ήταν ο εξομολογητής του ιδιοκτήτη ενός εργοστασίου μεταξιού, ο Λόμπε επινόησε ένα σχέδιο που του έδινε πρόσβαση στις μηχανές και κατάφερε κρυφά να κάνει σχέδια από αυτά. Αυτά στη συνέχεια στάλθηκαν πίσω στη Βρετανία κρυμμένα σε κομμάτια μεταξιού. Μετά την επιστροφή του ένα χρόνο αργότερα, ο John Lombe και ο αδελφός του, ο οποίος προμήθευε το απαραίτητο κεφάλαιο, δημιούργησαν το πρώτο εργοστάσιο μεταξιού κοντά στο Ντέρμπι. Οι μηχανές κατασκευάστηκαν με βάση τα σχέδια από την Ιταλία. Εκτός από τον πλούτο που συσσώρευσε μέσω αυτού του κομματιού βιομηχανικής κατασκοπείας, έλαβε τον τίτλο του ιππότη για τις υπηρεσίες του στη Βρετανία. Τα μηχανοποιημένα εργοστάσια μεταξιού του Derby ήταν σίγουρα εντυπωσιακά. Όμως, παρόλο που υπήρχαν τεράστιες βιομηχανικές επιχειρήσεις στο Derby και στο Stockport, ήταν πολύ μικρές για να έχουν ουσιαστικό αντίκτυπο στη συνολική οικονομική δραστηριότητα. Τα μεταξουργεία ήταν *«γίγαντες στην εποχή των πυγμαίων»*. (Flinn, 1962)

Η Βιομηχανική Επανάσταση προαναγγέλθηκε από τις εξελίξεις στη βιομηχανία μεταξίου, αλλά είχε την πραγματική της αρχή στο βαμβάκι. Όντας μόνο μια περιθωριακή βιομηχανία το 1750, η βιομηχανία βαμβακιού επεκτάθηκε γρήγορα και τελικά έγινε η μεγαλύτερη στη Βρετανία, αντιπροσωπεύοντας έως και το 8 τοις εκατό του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος (ΑΕΠ) μέχρι το 1830. Η άνοδος βιομηχανικών κέντρων όπως η πόλη του Μάντσεστερ ήταν μόνο μια συνέπεια της επέκτασής του, η οποία ήρθε καθώς οι βρετανικές βαμβακοβιομηχανίες ξεπέρασαν την Κίνα και την Ινδία — τους κορυφαίους παραγωγούς βαμβακιού τον δέκατο έβδομο αιώνα. Ακόμη και το 1750, περίπου ογδόντα πέντε εκατομμύρια λίβρες βαμβακιού βρίσκονταν υπό επεξεργασία ετησίως στη Βεγγάλη, ενώ οι Βρετανοί παραγωγοί έβγαζαν μόλις τρία εκατομμύρια. (Allen, 2009) Ένας λόγος που η Βρετανία πάλευε με τον ανταγωνισμό ήταν ότι η εργασία στην Ασία ήταν φθηνότερη. Αλλά το μειονέκτημα κόστους επρόκειτο σύντομα να γίνει πλεονέκτημα, καθώς ο διεθνής ανταγωνισμός ώθησε τις προσπάθειες για τη μηχανοποίηση της παραγωγής.

Πριν από την εποχή των μηχανών, η κλώση του βαμβακιού ήταν μια επίπονη διαδικασία. Ο στρόβιλος και ο άξονας εξακολουθούσαν να χρησιμοποιούνταν για την κατασκευή λεπτών νημάτων, ενώ ο περιστρεφόμενος τροχός έφτιαχνε χοντρό νήμα. Στην αυγή της Βιομηχανικής Επανάστασης, τα βαμβακερά νήματα κατασκευάζονταν σε τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο, επεξεργάζονταν οι συσκευασίες ακατέργαστου βαμβακιού και αφαιρούνταν τυχόν βρομιές. Το βαμβάκι στη συνέχεια περνούσε στην φάση του λαναρίσματος - μια διαδικασία κατά την οποία τα νήματα του βαμβακιού ευθυγραμμίζονται σε μια πλέξη. Στο τελικό στάδιο, η πλέξη στη συνέχεια μετατρέπεται σε νήμα. Σε ένα εργοστασιακό περιβάλλον, καθένα από αυτά τα στάδια ήταν μηχανοποιημένο. Ο πρωτοπόρος της σύγχρονης βιομηχανίας βαμβακιού, και συνεπώς της Βιομηχανικής Επανάστασης, ήταν ο Arkwright. Όπως γράφει ο Mantoux, *«η βιομηχανία μηχανών του Arkwright έπαψε να ανήκει αποκλειστικά στις σφαίρες της τεχνικής ιστορίας και έγινε οικονομικό γεγονός, με την ευρύτερη έννοια της λέξης»*. (Mantoux, 1961) Αν και ο Arkwright ήταν υπεύθυνος για αρκετές εφευρέσεις, το μεγαλύτερο επίτευγμά του ήταν σίγουρα ο δευτερος μύλος Cromford, ο οποίος άνοιξε το 1776. Στον μύλο, δημιουργήθηκαν μηχανές που κινούνταν με νερό σε μια σειριακή διαδικασία παραγωγής, η οποία έγινε το σχέδιο για τα άλλα πρώιμα εργοστάσια βαμβακιού.

Η επιτυχία του Arkwright δεν ήταν αυτή ενός λαμπρού καινοτόμου. Αντίθετα, τα επιτεύγματά του βασίστηκαν στην επιτυχία του να ξεπεραστούν τα τεχνολογικά εμπόδια επιτρέποντας έτσι την πρακτική χρήση των μηχανών που εισήγαγε. Σε αντίθεση με τις τεχνολογίες της Αναγέννησης, οι εφευρέσεις που εμφανίστηκαν στη Βρετανία του δέκατου όγδοου αιώνα ήταν στην πραγματικότητα 1 τοις εκατό έμπνευση και 99 τοις εκατό αποτέλεσμα σκληρής εργασίας. Όλες αναπτύχθηκαν με τον ίδιο στόχο: μείωση του κόστους εργασίας στην παραγωγή. Η χρήση του νερού στην εφεύρεση του Arkwright, το οποίο έκανε πράξη την περιστροφή κυλίνδρων, εκτιμάται ότι μείωσε το κόστος της εργασίας για την κλώση κατά τα δύο τρίτα και το συνολικό κόστος της παραγωγής χονδροειδούς βαμβακιού κατά 20%. Τα οικονομικά της δεύτερης εφεύρεσης του Arkwright, της μηχανής λαναρίσματος, ήταν παρόμοια. (Allen, 2009)

Η άλλη βασική εφεύρεση ήταν το spinning jenny του James Hargreaves. Λέγεται ότι ο Hargreaves διαμόρφωσε την ιδέα όταν είδε έναν περιστρεφόμενο τροχό να πέφτει στο πάτωμα και, ενώ περιστρεφόταν, φαινόταν ότι λειτουργούσε μόνος του. Το σίγουρο είναι ότι το μηχάνημα ήταν πολύ απλό. Ήταν ένα ορθογώνιο πλαίσιο σε τέσσερα πόδια με μια σειρά από κάθετες ατράκτους στη μια άκρη. Όπως και οι προηγούμενες που αναφέρθηκαν, ήταν μια εφεύρεση που δεν απαιτούσε επιστημονικές ανακαλύψεις. Το μεγάλο του πλεονέκτημα σε σχέση με τον περιστρεφόμενο τροχό που αντικατέστησε ήταν ότι επέτρεπε σε έναν εργάτη να περιστρέφει πολλά νήματα ταυτόχρονα. Παρόλο που το κλωστήριο αυτό ήταν περίπου εβδομήντα φορές πιο ακριβό από έναν περιστρεφόμενο τροχό, ήταν πολύ φθηνότερο από την κατασκευή ενός μύλου Arkwright. έπιανε λίγο χώρο και δεν απαιτούσε εργοστασιακή ρύθμιση. (Allen, 2009) Το γεγονός ότι δεν απαιτούσε μεγάλη αλλαγή στη διαδικασία παραγωγής ήταν πιθανώς ένας λόγος για την ταχεία υιοθέτησή του.

Αν και το spinning jenny δεν διευκόλυνε την άνοδο του εργοστασιακού συστήματος άμεσα, το έκανε έμμεσα. Ο Samuel Crompton, ο οποίος άρχισε να εργάζεται χρησιμοποιώντας ένα τέτοιο μηχανισμό ως αγόρι, ήταν μεταξύ εκείνων που θέλησαν να το βελτιώσουν. Το αποτέλεσμα ήταν το mule του Crompton, που εφευρέθηκε το 1779, το οποίο συνδύαζε τις ράβδους έλξης του spinning jenny του Hargreaves με τους κυλίνδρους του υδατικού πλαισίου του Arkwright. Το mule υιοθετήθηκε για πρώτη φορά στην εγχώρια βιομηχανία, αλλά σύντομα

εφαρμόστηκε σε εργοστασιακό περιβάλλον, όπου οι αρχικοί ξύλινοι κύλινδροι του αντικαταστάθηκαν με χαλύβδινους κυλίνδρους όπως αυτοί που χρησιμοποιούσε ο Arkwright.

Καθώς οι μηχανές αντικατέστησαν τον περιστρεφόμενο τροχό, εκδιώχθηκαν και οι αντίστοιχοι εργάτες. Δεν αποτελεί λοιπόν έκπληξη το γεγονός ότι λίγοι εργαζόμενοι το καλωσόρισαν. Όταν οι φήμες διαδόθηκαν ότι ο Hargreaves είχε αναπτύξει μια τέτοια μηχανή, κάτοικοι του Blackburn εισέβαλαν στο σπίτι του. Πράγματι, περιστατικά εργατών που κατέστρεφαν μηχανήματα συνέβαιναν τακτικά κατά τα κλασικά χρόνια της βρετανικής εκβιομηχάνισης. Ως εκ τούτου, παρόλο που η πολιτική εξουσία είχε μετατοπιστεί σε εκείνους που επρόκειτο να κερδίσουν από τη μηχανοποίηση, οι εφευρέτες εξακολουθούσαν να είναι απίθανο να περιγράψουν τις τεχνολογίες τους ως εκτόπιση εργαζομένων ή ακόμη και ως εξοικονόμηση εργασίας.

Ο βαθμός στον οποίο οι κλωστικές μηχανές εξοικονομούσαν εργατικό δυναμικό έχει συζητηθεί έντονα. Αυτό που είναι ξεκάθαρο είναι ότι εξοικονόμησαν το κόστος εργασίας και αντικατέστησαν εργάτες χειρωνακτικής εργασίας. Η υιοθεσία του spinning jenny, για παράδειγμα, δεν ήταν απλώς θέμα αντικατάστασης του κεφαλαίου με εργασία, αλλά και αντικατάστασης της σχετικά ακριβής εργασίας των ενηλίκων με αυτή των παιδιών. Για παράδειγμα, ο Arkwright έγραψε για την άφθονη προσφορά παιδιών στη νότια περιοχή Peak District, κάτι που πιθανώς εξηγεί την απόφασή του να εγκαταστήσει την παραγωγή εκεί. Πράγματι, οι πρώιμες μηχανές κλωστηρίου σχεδιάστηκαν ειδικά για εργασία από παιδιά. Όπως σημείωσε ο αιχμηρός σύγχρονος σχολιαστής Andrew Ure, *«Ο σταθερός στόχος και η τάση κάθε βελτίωσης στα μηχανήματα [είναι] να μειώσει το κόστος αντικαθιστώντας τη βιομηχανία των γυναικών και των παιδιών με αυτή των ανδρών»*.

Τα οφέλη, φυσικά, ξεπερνούσαν την αντικατάσταση του ακριβού εργατικού δυναμικού με μηχανές και φθηνότερο εργατικό δυναμικό. Ένα άλλο κίνητρο ήταν να αποκτηθεί μεγαλύτερος έλεγχος στο εργατικό δυναμικό του εργοστασίου, το οποίο συμβάδιζε με την απασχόληση των παιδιών. Πολλοί ήταν φτωχοί μαθητευόμενοι που δούλευαν σε εργοστάσια μακριά από τις οικογένειες και τους φίλους τους. Όταν αποτελούσαν το μεγαλύτερο μέρος του εργατικού δυναμικού, όπως συχνά συνέβαινε, τους έλειπε η προστασία που έδινε στους άλλους η απλή παρουσία ενηλίκων συναδέλφων. Συχνά τους έβαζαν να εργάζονται χωρίς μισθούς ή

ανταμοιβές. Έτσι, για να ελέγξουν έναν μεγάλο αριθμό παράνομων παιδιών εργατών, πολλοί επόπτες και διευθυντές κατέφυγαν στη χρήση *«της ράβδου και όχι του καρότου»*. Σε σχέση με τους ενήλικες εργάτες, είχαν πολύ μικρή διαπραγματευτική δύναμη και ήταν εύκολο να τους επιβληθεί η πειθαρχία του εργοστασίου. (Humphries, 20101) Είναι σαφές ότι, όπως γράφει ο Humphries, οι κατασκευαστές γνώριζαν καλά τα πλεονεκτήματα της εφεύρεσης με τρόπους ώστε *«να παρακάμπτουν τις πρακτικές και τους ελέγχους των χειροτεχνών και ούτω καθεξής να μειώνουν κάθε πιθανή αντίσταση στην αλλαγή.»*(Humphries, 2013)

Παρόλα αυτά, ενώ η κλώση μετατράπηκε σε εργοστασιακό σύστημα στα τέλη του δέκατου όγδοου αιώνα, η ύφανση εξακολουθούσε να γίνεται με χειροκίνητους αργαλειούς σε οικιακά περιβάλλοντα. Ως εκ τούτου, μια ανησυχία ήταν ότι μετά τη λήξη του διπλώματος ευρεσιτεχνίας του Arkwright, ο αριθμός των κλωστηρίων θα αυξανόταν σε βαθμό που δεν θα υπήρχαν αρκετά εργατικά χέρια για να πλέξουν όλο το παραγόμενο νήμα από βαμβάκι. Αυτό συζητήθηκε από τον αιδεσιμότατο Edmund Cartwright έναντι αυτών που έκριναν την κατασκευή υφαντηρίων ανέφικτη. Ο Cartwright χρησιμοποίησε τη βοήθεια ενός ξυλουργού και ενός σιδηρουργού για να αποδείξει την άποψη του. Επένδυσε δεκαετίες και μια περιουσία στην κατασκευή του μηχανικού του αργαλειού. Μαζί με τους αδερφούς Grimshaw, ο Cartwright δημιούργησε ένα εργοστάσιο που περιείχε τετρακόσιους αργαλειούς που κινούνταν με ατμό. Φοβούμενοι όμως ότι θα χάσουν τη δουλειά τους, οι υφαντές το έκαψαν ολοσχερώς. Κατά τη διάρκεια της βασιλείας της Ελισάβετ Α', ο αργαλειός του Cartwright σχεδόν σίγουρα θα είχε απαγορευτεί από φόβο ότι θα μπορούσε να προκαλέσει αναταραχή. Αλλά τη δεδομένη στιγμή, οι βρετανικές κυβερνήσεις τυπικά τάχθηκαν στο πλευρό των καινοτόμων. Αντί να απαγορεύσει την εφεύρεση, η κυβέρνηση βοήθησε στη χρηματοδότησή της. Ο Cartwright υπέβαλε επιτυχώς αίτηση στο Κοινοβούλιο για επιχορήγηση το 1809, υποστηρίζοντας ότι οι μηχανές του είχαν μεγάλη σημασία για την ανταγωνιστικότητα της Βρετανίας στο εμπόριο. (Mantoux, 1961)

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ο μηχανικός αργαλειός ήταν μια σημαντική εφεύρεση. Καθώς βελτιώθηκε κατά τη διάρκεια του δέκατου ένατου αιώνα, το ίδιο βελτιώθηκε και η παραγωγικότητα: ο οικονομικός ιστορικός James Bessen υπολόγισε ότι το 1800 χρειαζόταν σχεδόν σαράντα λεπτά ώστε ένας υφαντής χειροποίητου αργαλειού χρησιμοποιώντας έναν μόνο αργαλειό να παραγάγει μια ποσότητα από χοντρό ύφασμα. Το 1902 ένας υφαντής μπορούσε να

παράγει την ίδια ποσότητα σε λιγότερο από ένα λεπτό, λειτουργώντας δεκαοκτώ αυτόματους αργαλειούς. (Bessen, 2015) Αλλά το έκανε εις βάρος των υφαντών χειροποίητου αργαλειού που αντικατέστησε.

2.3 ΣΙΔΗΡΟΣ, ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΙ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣ

Οι περισσότεροι άνθρωποι πιστεύουν ότι η Βιομηχανική Επανάσταση τροφοδοτήθηκε από τον ατμό. Σίγουρα υπάρχει κάποια αλήθεια σε αυτό, κατ' ουσία η ισχύς του ατμού εισήλθε καθυστερημένα στην διαδικασία της εκβιομηχάνισης. Ενώ η μετάβαση από τη μυϊκή ισχύ των ανθρώπων και των ζώων στη μηχανική ισχύ ήταν ένα καθοριστικό χαρακτηριστικό της ανόδου του εργοστασιακού συστήματος, οι οικονομικές επιπτώσεις της ατμομηχανής έγιναν εμφανείς μόνο στα μέσα του δέκατου ένατου αιώνα. Χωρίς αμφιβολία, η ενέργεια του ατμού είχε σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι της υδάτινης ενέργειας, της οποίας η χρήση περιοριζόταν πάντα από τη γεωγραφία. Όπως γράφει ο Μαρξ, με την ατμομηχανή έφτασε επιτέλους ένας πρωταρχικός μηχανισμός, *«του οποίου η ισχύς ήταν εξ ολοκλήρου υπό τον έλεγχο του ανθρώπου, που ήταν κινητή και παράλληλα μέσο κίνησης, που ήταν αστικό και όχι, όπως οι υδατοτροχοί, αγροτικό, που επέτρεπε τη συγκέντρωση της παραγωγής στις πόλεις αντί, να είναι διασκορπισμένη στην στη χώρα.»*

Αλλά ίσως το πιο σημαντικό, η εφαρμογή του δεν περιοριζόταν σε κανένα μεμονωμένο έργο ή βιομηχανία: σε αντίθεση με την ενέργεια του νερού, θα μπορούσε να εφαρμοστεί και στις χερσαίες μεταφορές. Όπως ο υπολογιστής και η ηλεκτρική ενέργεια, η ατμομηχανή ήταν ένα παράδειγμα αυτού που οι οικονομολόγοι αποκαλούν τεχνολογία γενικού σκοπού..

Σε αντίθεση με άλλες σημαντικές τεχνολογίες του δέκατου όγδοου αιώνα, οι οποίες ήταν καθαρές προσπάθειες μηχανικής, η ενέργεια του ατμού ήταν αποτέλεσμα της επιστημονικής επανάστασης, βασιζόμενη στην ανακάλυψη ότι η ατμόσφαιρα έχει βάρος. Με την ατμομηχανή, η επιστήμη κατέλαβε αρχικά το επίκεντρο της τεχνολογικής ανάπτυξης και η σημασία της συνέχισε να αυξάνεται. Η πρακτική χρήση της ανακάλυψης της ατμοσφαιρικής πίεσης ξεκίνησε

στα τέλη του δέκατου έβδομου αιώνα με τον Thomas Savery. Στις πρώτες μέρες της, η ατμομηχανή δεν ήταν παρά μια αντλία, αποτελούμενη από ένα λέβητα συνδεδεμένο με μια δεξαμενή. Ο κινητήρας αναπτύχθηκε ειδικά για την αποστράγγιση ορυχείων χαλκού, αλλά ο Savery συνειδητοποίησε τη γενική του φύση. Πέρα από την εξόρυξη, οραματίστηκε να χρησιμοποιείται για την παροχή νερού σε πόλεις και τα σπίτια, την κατάσβεση πυρκαγιών και την περιστροφή των τροχών των μύλων. Ωστόσο, η εφεύρεση του Savery δεν ήταν καν κατάλληλη για το σκοπό της αποστράγγισης ορυχείων. Λειτουργούσε μόνο σε βάθος που περιοριζόταν σε περίπου τριάντα πόδια. Μόλις εμφανίστηκε η μηχανή του Thomas Newcomen το 1712, εγκαταλείφθηκε. Όμως, λόγω της αναποτελεσματικότητάς του, ο κινητήρας Newcomen απέτυχε παρομοίως να βρει ευρεία χρήση. Οι τεράστιες ποσότητες ενέργειας που απαιτούνται στην παραγωγή σήμαιναν ότι λίγοι κατασκευαστές την υιοθέτησαν. Μέχρι το 1770, χρησιμοποιήθηκε σχεδόν αποκλειστικά για την αποστράγγιση ανθρακωρυχείων και σε μέρη όπου ο άνθρακας ήταν πολύ φθηνός.

Η ισχύς ατμού έγινε οικονομικά βιώσιμη μόνο με τον ξεχωριστό θάλαμο συμπίκνωσης του James Watt, ο οποίος επέτρεψε τη συμπίκνωση να πραγματοποιείται χωρίς μεγάλη απώλεια θερμότητας από τον κύλινδρο. Ωστόσο, χρειάστηκαν αρκετές δεκαετίες για να γίνει βιώσιμος ο κινητήρας Watt και απαιτήθηκε συνεργασία με τον Matthew Boulton για την οικονομική υποστήριξη. Η ατμομηχανή του Watt χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1784 στον αλευρόμυλο Albion, στον οποίο η εταιρεία Boulton & Watt είχε επενδύσει για διαφημιστικούς σκοπούς. Ένα χρόνο αργότερα, εφαρμόστηκε στην παραγωγή βαμβακιού και σταδιακά εξαπλώθηκε σε κλωστήρια μαλλιού, πριονιστήρια, μύλους βύνης για ζυθοποιεία, την κεραμοποιία, την επεξεργασία τροφίμων και ζαχαροκάλαμων και την εξόρυξη σιδήρου και άνθρακα. Ωστόσο, οι άμεσες μακροοικονομικές επιπτώσεις της ενέργειας του ατμού ήταν αρκετά περιορισμένες. Υπολογίζοντας τη λεγόμενη κοινωνική εξοικονόμηση της ατμομηχανής, συγκρίνοντάς την με την επόμενη καλύτερη τεχνολογία, ο οικονομικός ιστορικός G. N. Von Tunzelmann υπολόγισε ότι το εθνικό εισόδημα της Βρετανίας το 1800 θα είχε μειωθεί μόνο κατά 0,1 τοις εκατό εάν ο Watt δεν είχε εφεύρει τον χωριστό συμπυκνωτή. (Von Tunzelmann, 1978)

Τέτοιες εκτιμήσεις είναι πάντα τόσο καλές όσο οι υποθέσεις στις οποίες βασίζονται, αλλά είναι κατανοητό ότι οι συνολικές οικονομικές επιπτώσεις της ατμομηχανής ήταν αμελητέες πριν από το 1800. Τα διαθέσιμα δεδομένα υποδηλώνουν ότι συνολικά 2.400–2.500 ατμομηχανές κατασκευάστηκαν τον δέκατο όγδοο αιώνα. (Kanefsky & Robey, 1980) Και ο αντίκτυπος του ατμού στη συνολική οικονομία ήταν ακόμη πολύ μικρός μέχρι το 1830, όπως έδειξε ο οικονομικός ιστορικός Nicholas Crafts. (Crafts, 2004) Αν και η συνεισφορά του στην παραγωγικότητά του επιταχύνθηκε στη συνέχεια, ειδικά στην την περίοδο 1850–70, οι οικονομικές επιπτώσεις του ατμού ήταν μέτριες σε σχέση με αυτές των μεταγενέστερων τεχνολογιών γενικού σκοπού όπως ο ηλεκτρισμός και οι υπολογιστές. Πολλοί τομείς, συμπεριλαμβανομένης της γεωργίας και των κατασκευών, έμειναν σε μεγάλο βαθμό ανέγγιχτοι. Ούτε η ατμοηλεκτρική ενέργεια μπήκε στα σπίτια των ανθρώπων. Παρόμοια με τα οικονομικά οφέλη του ηλεκτρισμού και των υπολογιστών, ωστόσο, τα αποτελέσματα της παραγωγικότητας του ατμού καθυστέρησαν. Ένας λόγος είναι ότι η υιοθέτηση ήταν αργή επειδή το νερό παρέμεινε φθηνότερο για μεγάλο χρονικό διάστημα. Δεν υπήρχε ισοδύναμο σύμφωνα με τον νόμο του Moore που λειτουργούσε στον ατμό. Έτσι, τα περισσότερα εργοστάσια οδηγούνταν από την ισχύ του νερού μέχρι τη δεκαετία του 1840. Μόνο εκείνη την εποχή η κατανάλωση καυσίμου των ατμομηχανών μειώθηκε αρκετά ώστε να είναι οικονομικά βιώσιμες.

Η οικονομική σημασία της ατμομηχανής έγινε εμφανής καθώς έφερε επανάσταση στις μεταφορές κατά τα μέσα του δέκατου ένατου αιώνα. Πριν από τον σιδηρόδρομο, η Βιομηχανική Επανάσταση ήταν σε μεγάλο βαθμό τοπική. Μεγάλα τμήματα της Βρετανίας έμειναν ανεπηρέαστα από αυτή. Αυτό χωρίς να συνυπολογίζονται οι πρόοδοι που έλαβαν χώρα στις μεταφορές κατά τη διάρκεια του δέκατου όγδου αιώνα: τα καταπιστεύματα «turnpike», που εξουσιοδοτήθηκαν με νόμους του Κοινοβουλίου επιβάλλοντας φόρους και να εκδίδοντας ομόλογα για την κατασκευή δρόμων, άνοιξαν το δρόμο για ένα μεγάλο οδικό δίκτυο στη Βρετανία. (Hopit, 2008)

Η ανάπτυξη του συστήματος turnpike κατά τη διάρκεια του δέκατου όγδου αιώνα βελτίωσε σημαντικά τους βρετανικούς δρόμους, οι οποίοι μαζί με την καλύτερη τεχνολογία των οχημάτων μείωσαν δραματικά τον χρόνο ταξιδιού. Στη δεκαετία του 1750, χρειαζόνταν περίπου δέκα με δώδεκα ημέρες για να ταξιδέψετε από το Λονδίνο στο Εδιμβούργο. Μέχρι την εποχή

των πρώτων σιδηροδρόμων στη δεκαετία του 1830, η ίδια απόσταση μπορούσε να διανυθεί με το αμαξίδιο σε περίπου σαράντα πέντε ώρες. (Mokyr, 2011) Ωστόσο, σε κανένα προηγούμενο σημείο της ιστορίας οι άνθρωποι δεν μπορούσαν να ταξιδέψουν ταχύτερα από την ταχύτητα ενός αλόγου, και Τα ταξίδια με άλογα ήταν μια πολυτέλεια διαθέσιμη μόνο σε ένα μικρό ποσοστό του πληθυσμού. Οι περισσότεροι Βρετανοί που επρόκειτο να γίνουν επιβάτες τρένου έπρεπε να περπατήσουν μέχρι τους προορισμούς τους πριν από την εφεύρεση του σιδηροδρόμου. Και σε σχέση με τα ιππήλατά οχήματα, τα τρένα ήταν πολύ πιο γρήγορα και φθηνότερα. Τα πρώτα τρένα ταξίδευαν τρεις φορές γρηγορότερα από ό,τι ένα όχημα και περίπου δέκα φορές πιο γρήγορα από τις υψηλότερες εκτιμήσεις για την ταχύτητα περπατήματος. (Leunig, 2006).

Παρόλα αυτά, η άφιξη του σιδηροδρόμου ήταν από μόνη της ένα μακρύ ταξίδι. Όχι μόνο απαιτούσε ενέργεια ατμού, αλλά το φθινό σίδηρο ήταν μια άλλη κρίσιμη τεχνολογία για τον σιδηρόδρομο και μάλιστα μεγάλο μέρος της Βιομηχανικής Επανάστασης. Πριν από τον δέκατο όγδοο αιώνα, ο χυτοσίδηρος που παραγόταν σε υψικάμινους ήταν ακριβός και εύθραυστος. Η πρώτη ανακάλυψη έγινε το 1709 - τρία χρόνια πριν από την άφιξη του κινητήρα Newcomen - όταν ο Abraham Darby ανέπτυξε μια μέθοδο παραγωγής χυτοσιδήρου σε φούρνους χρησιμοποιώντας οπτάνθρακα αντί για κάρβουνο. Αν και στον Darby δεν μπορεί να πιστωθεί η εφεύρεση της τήξης με οπτάνθρακα, ήταν αυτός που την έκανε οικονομική. Την περίοδο 1709–1850, το μέσο κόστος του χυτοσιδήρου εκτιμάται ότι μειώθηκε κατά 63 τοις εκατό. (Allen, 2009) Η μέθοδος παραγωγής σιδήρου του Darby έκανε τους κυλίνδρους σε ατμομηχανές πιο ακριβείς, και επίσης έκανε τις ατμομηχανές πιο ενεργειακά αποδοτικές—πράγμα που βοήθησε στη μείωση του κόστους παραγωγής χυτοσιδήρου από οπτάνθρακα. Ένας κινητήρας Bouton & Watt εγκαταστάθηκε στο χυτήριο Coalbrookdale το 1774 και αναβαθμίστηκε με νεότερο σχεδιασμό το 1805. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου ο ρυθμός παραγωγής τριπλασιάστηκε από δεκαπέντε σε σαράντα πέντε τόνους χυτοσιδήρου την ημέρα. Για τη μεταφορά των τόνων υλικών, το Coalbrookdale είχε ένα δίκτυο με ξύλινες ράγες 16 μιλίων μέχρι το 1757. Μια δεκαετία αργότερα, οι ξύλινες ράγες αντικαταστάθηκαν με σιδηροτροχίες, δημιουργώντας τον πρώτο σιδηρόδρομο στον κόσμο. Η μέθοδος του Darby, με άλλα λόγια, ήταν κάτι περισσότερο από μια ευνοϊκή τεχνολογία του σιδηροδρόμου. Η τήξη οπτάνθρακα ήταν ο τρόπος με τον οποίο άρχισαν να χρησιμοποιούνται οι σιδερένιες ράγες. (Allen, 2009)

Ο πρώτος επιβατικός σιδηρόδρομος άνοιξε το 1805, ωστόσο τα βαγόνια σύρονταν με άλογο. Πριν από τον σιδηρόδρομο, έγιναν πολλές προσπάθειες να χρησιμοποιηθεί η ατμοηλεκτρική ενέργεια για χερσαία οχήματα, αλλά οι προσπάθειες είχαν αποτύχει. Ο Richard Trevithick, ο οποίος κατασκεύασε το London Steam Carriage το 1803, ήταν ένα από τα βασικά πρόσωπα πίσω από την ανάπτυξη του σιδηροδρόμου με ατμό. Το επίτευγμά του συνίστατο στο να κάνει την ατμομηχανή ελαφρύτερη και μικρότερη εγκαταλείποντας τον χωριστό συμπυκνωτή, που της επέτρεψε να χρησιμοποιηθεί πιο αποτελεσματικά στις μεταφορές. Ωστόσο, απαιτήθηκαν επίσης μια σειρά από άλλες σημαντικές τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένων νέων και καλύτερων γραναζιών, μετρητών, συνδέσμων και ούτω καθεξής. Αυτή η σειρά εφευρέσεων κατέληξε τελικά στο Rocket του George Stephenson - την ατμομηχανή που θα χρησιμοποιούσε για ταξίδια στον πρώτο δημόσιο και πλήρως ατμοκίνητο σιδηρόδρομο μεταξύ του Λίβερπουλ και του Μάντσεστερ.

Η ημέρα έναρξης του σιδηροδρόμου Λίβερπουλ-Μάντσεστερ το 1830 ήταν ένα από τα σημαντικότερα δημόσια γεγονότα εκείνης της χρονιάς. Αν και ένας θρίαμβος της βρετανικής μηχανικής, η εισαγωγή του ατμοκίνητου ταξιδιού επιβατών δεν ήταν χωρίς θύματα. Σε αντίθεση όμως με την καταστροφή του Hindenburg τον εικοστό αιώνα, που σήμανε το τέλος της τεχνολογίας αερόπλοιων, αυτά τα θύματα που υπήρξαν δεν μείωσαν τη φρενίτιδα για τον σιδηρόδρομο. Καθώς οι άνθρωποι σε όλη τη Βρετανία αντιλήφθηκαν αυτή τη νέα μορφή μεταφοράς μεγάλων αποστάσεων, δεν υπήρχε τίποτα να εμποδίσει τη διάδοσή της. Το σιδηροδρομικό δίκτυο στη Βρετανία επεκτάθηκε στα 6.200 μίλια το 1850 και κάλυψε 15.600 μίλια μέχρι το 1880. Με αυτόν, τα βιβλία, τα γράμματα, οι εφημερίδες και οι άνθρωποι έγιναν πιο κινητικοί, ενώ οι εφευρέσεις και οι ιδέες ταξίδευαν με μεγαλύτερη ταχύτητα. Οι εργαζόμενοι θα μπορούσαν να ταξιδεύουν πιο εύκολα αναζητώντας καλύτερες θέσεις εργασίας. Και η μείωση του κόστους μεταφοράς σήμαινε επέκταση των αγορών για τους κατασκευαστές, γεγονός που επέτρεψε στις περιφέρειες να εξειδικεύονται στην παραγωγή αγαθών των οποίων είχαν συγκριτικό πλεονέκτημα. Καθώς τα ολοένα μεγαλύτερα εργοστάσια άρχισαν να επωφελούνται από οικονομίες κλίμακας, τα τοπικά μονοπώλια αντιμετώπιζαν αυξανόμενο ανταγωνισμό από βιομήχανους του εξωτερικού. Τα εργοστάσια αυξανόμενου μεγέθους βρήκαν επίσης πιο οικονομικό να υιοθετήσουν την ενέργεια του ατμού στην παραγωγή. Με άλλα λόγια, ο

σιδηρόδρομος ώθησε την υιοθέτηση του ατμού στη μεταποίηση, η οποία με τη σειρά της οδήγησε σε μια σειρά από νέα επαγγέλματα έντασης εργασίας.

Η συμβολή του σιδηροδρόμου στη συνολική ανάπτυξη έχει εκτιμηθεί από αρκετούς οικονομικούς ιστορικούς που εφάρμοσαν την έννοια της κοινωνικής αποταμίευσης, συγκρίνοντας τα οφέλη του σιδηροδρόμου με την επόμενη καλύτερη διαθέσιμη τεχνολογία. Μια πρόωπη μελέτη από τον Gary Hawke τοποθετεί τη συνολική εξοικονόμηση που σχετίζεται με τους σιδηρόδρομους στο εύρος του 6,0-10,0 τοις εκατό του ΑΕΠ το 1865. Μόνο τα εμπορεύματα αντιπροσώπευαν περίπου το 4,0 τοις εκατό του ΑΕΠ, ενώ τα ταξίδια επιβατών εκτιμάται ότι αντιστοιχούσαν στο 1,5-6,0 τοις εκατό, ανάλογα με την αξία που αποδίδουν οι επιβάτες στην άνεση. Ωστόσο, η εξοικονόμηση του Hawke για τα ταξίδια επιβατών είναι προς τα κάτω, καθώς δεν περιλαμβάνει κανένα όφελος για την εξοικονόμηση χρόνου. περίπου 5 τοις εκατό του ΑΕΠ το 1865 και έφτασε στο 14 τοις εκατό μέχρι το 1912, και κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, οι σιδηρόδρομοι αντιπροσώπευαν το ένα έκτο της συνολικής αύξησης της παραγωγικότητας. Τα καταπιστεύματα στις παραμονές της εποχής των σιδηροδρόμων πρόσθεσαν 1 τοις εκατό σε μια πολύ χαμηλότερη βάση του ΑΕΠ. (Bogart, 2005) Ωστόσο, τα κύρια οφέλη του σιδηροδρόμου ήρθαν πολύ μετά την εφεύρεσή του. Η οικονομική σημασία αυτών των πλεονεκτημάτων αυξήθηκε ιδιαίτερα από τη δεκαετία του 1870 και μετά, καθώς η τιμή των ταξιδιών τρίτης θέσης μειώθηκε αρκετά ώστε να επιτρέψει σε άτομα που δεν είχαν προηγουμένως ποτέ να ταξιδέψουν καθόλου να το κάνουν για πρώτη φορά.

Με άλλα λόγια, τα πλήρη οφέλη της Βιομηχανικής Επανάστασης χρειάστηκαν περισσότερο από έναν αιώνα για να γίνουν ορατά. Τμήματα της Βρετανίας δεν επηρεάστηκαν σε μεγάλο βαθμό και οι συνολικές οικονομικές επιπτώσεις του ατμού και των σιδηροδρόμων έγιναν σημαντικές μόνο στο δεύτερο μισό του δέκατου ένατου αιώνα. Αλλά ορισμένα μέρη και βιομηχανίες ένιωσαν τον επιταχυνόμενο ρυθμό της αλλαγής πολύ νωρίτερα, και η επέκταση ορισμένων από αυτές τις βιομηχανίες είχε πράγματι επίδραση στις συγκεντρωτικές στατιστικές μετά το 1800.

2.4 ΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ

Μέχρι το 1844, περίπου τα δύο τρίτα της βρετανικής παραγωγής βαμβακιού πραγματοποιούνταν σε εργοστάσια. Η τεχνολογία ατμού αντικαθιστούσε τη μυϊκή ισχύ και ο πρώτος σιδηρόδρομος γενικής χρήσης μεταξύ Λίβερπουλ και Μάντσεστερ είχε ανοίξει περισσότερο από μια δεκαετία πριν. Η σύγχρονη βιομηχανία βρισκόταν σε άνοδο. Όμως, παρ' όλη τη δόξα που περιέβαλλε την πόλη του Μάντσεστερ και άλλες βιομηχανικές δυνάμεις, υπήρχε μεγάλη ανησυχία ότι τα οφέλη των μηχανών δεν κοινοποιούνταν ευρέως. Την ίδια, ο Φρίντριχ Ένγκελς δημοσίευσε το *The Condition of the Working Class in England*³. Το έργο γράφτηκε κατά τη διάρκεια παραμονής του στο Μάντσεστερ, ωστόσο, σε αντίθεση με τους εκείνους που εντυπωσιάστηκαν από τους στρατούς των μηχανών του, ο Ένγκελς πίστευε ότι οι μηχανές εξυπηρετούσαν μόνο τη μείωση των εισοδημάτων των απλών ανθρώπων, ενώ ωφελούσαν λίγους βιομήχανους: «Το γεγονός ότι οι βελτιωμένοι μηχανισμοί μειώνουν τους μισθούς έχει αμφισβητηθεί βίαια από την αστική τάξη, όπως αντίστοιχα επαναλαμβάνεται συνεχώς από τους εργάτες.... Η αγγλική μεσαία τάξη προτιμά να αγνοεί τη στενοχώρια των εργατών και αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τους βιομήχανους, οι οποίοι πλουτίζουν από τη μιζέρια της μάζας των μισθωτών.» Η στάση των εργατών και της «μεσαίας τάξης» απέναντι στην τεχνολογική πρόοδο διέφεραν. Όπως γράφει ο David Landes, οι μεσαίες και ανώτερες τάξεις ήταν πεπεισμένες ότι ζούσαν στον καλύτερο από όλους τους δυνατούς κόσμους. Για αυτούς, η τεχνολογία ήταν μια νέα αποκάλυψη και το εργοστασιακό σύστημα παρείχε τα στοιχεία που δικαιολογούσαν τη νέα τους θρησκεία προόδου. Αλλά οι φτωχοί εργαζόμενοι, «ειδικά εκείνες οι ομάδες που παρακάμπτονται ή στριμώχνονται από τη βιομηχανία μηχανών... αναμφίβολα είχαν άλλες ιδέες». (Landes, 1969) Ενώ οι βιομήχανοι θαύμαζαν την άνοδο των μηχανών, οι εργάτες συχνά αντιστέκονταν στην εισαγωγή τους και εξέφραζαν τον φόβο τους για την ανεργία σε στίχους όπως ο ακόλουθος:

³ Η Κατάσταση της Εργατικής Τάξης στην Αγγλία
Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών – Τομέας Διοίκησης και Οργάνωσης 21

«Mechanics and poor labourers Are wandering up and down There is nothing now but poverty In country and in town; Machinery and steam power has The poor man's hopes destroyed, Then pray behold the numbers of The suffering unemployed.⁴». (Landes, 1969)

Οι φτωχοί εργαζόμενοι είχαν σίγουρα πολλούς λόγους για παράπονα. Οι συνθήκες της εργατικής τάξης δεν βελτιώθηκαν πριν από τη δεκαετία του 1840, και για πολλούς ανθρώπους, το βιοτικό επίπεδο χειροτέρευε. Σε ταχέως αναπτυσσόμενες μεταποιητικές πόλεις όπως το Μάντσεστερ και η Γλασκώβη, το προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση ήταν περίπου δέκα χρόνια μικρότερο από τον εθνικό μέσο όρο, που ούτως ή άλλως ήταν μόνο σαράντα χρόνια. Μια σημαντική αύξηση στα εισοδήματα μπορεί να αντιστάθμισε τις ανεπιθύμητες παρενέργειες της εργασίας και της ζωής σε εργοστασιακές πόλεις, αλλά αυτή η αποζημίωση απουσίαζε σε μεγάλο βαθμό. Αν και ορισμένα στοιχεία υποδηλώνουν ότι οι μισθοί στις πόλεις-εργοστάσια ήταν υψηλότεροι από ό,τι στις αγροτικές περιοχές, αντισταθμίζοντας σε κάποιο βαθμό τις βρώμικες και ανθυγιεινές συνθήκες, δεν υπήρχε πριμοδότηση αστικών μισθών στο βόρειο τμήμα της Βρετανίας, όταν συνυπολογίζεται και το κόστος ζωής. (Williamson, 1987) Κατά τα κλασικά χρόνια της Βιομηχανικής Επανάστασης, η παραγωγή γνώρισε μια άνευ προηγουμένου επέκταση, ωστόσο τα κέρδη από την ανάπτυξη δεν κατέληξαν στην εργασία. (Harley, 1992) Την περίοδο 1780–1840, η παραγωγή ανά εργαζόμενο αυξήθηκε κατά 46 τοις εκατό. Οι πραγματικοί εβδομαδιαίοι μισθοί, αντίθετα, αυξήθηκαν κατά μόλις 12 τοις εκατό. (Feinstein, 1998) Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι μέσες ώρες εργασίας αυξήθηκαν κατά 20 τοις εκατό την περίοδο 1760–1840.

Το 1830, δεν είναι καθόλου υπερβολή να προταθεί ότι οι ωριαίες αποδοχές μειώθηκαν σε πραγματικούς όρους για ένα σημαντικό μερίδιο του πληθυσμού. (Voth, 2000) Τα κέρδη της Βιομηχανικής Επανάστασης πήγαν στους πρωτοπόρους της βιομηχανίας, καθώς το ποσοστό κέρδους διπλασιάστηκε. το μερίδιο κεφαλαίου του εθνικού εισοδήματος διευρύνθηκε, ο Peter Lindert υπολόγισε ότι το μερίδιο εισοδήματος που καταλαμβάνουν το κορυφαίο 5 τοις εκατό

⁴ Οι μηχανικοί και οι φτωχοί εργάτες τριγυρνούν πάνω κάτω Δεν υπάρχει τίποτα πλέον εκτός από φτώχεια Σε εξοχή και πόλη. Τα μηχανήματα και η δύναμη του ατμού έχουν καταστρέψει τις ελπίδες του φτωχού, τότε προσευχηθείτε, δείτε τους αριθμούς των υποφέρων ανέργων

σχεδόν διπλασιάστηκε επίσης, αυξάνοντας από 21 τοις εκατό σε 37 τοις εκατό την περίοδο 1759–1867. (Lindert, 2000)

Διάφοροι ορισμοί και μετρήσεις υποστηρίζουν την άποψη ότι πολλοί απλοί άνθρωποι τα πήγαιναν χειρότερα κατά τις πρώτες ημέρες της διαδικασίας εκβιομηχάνισης. Υπάρχει ευρεία συναίνεση ότι η μέση ποσότητα φαγητού που καταναλίσκονταν για παράδειγμα στην Αγγλία δεν αυξήθηκε μέχρι τη δεκαετία του 1840. (Clark et al, 1995)

Πέρα από τα τρόφιμα, τα νοικοκυριά μείωσαν το μερίδιό τους στις δαπάνες για μη βασικά βιομηχανικά αγαθά. Η μείωση της κατανάλωσης μεταξύ των εργατικών τάξεων σήμαινε ότι η αυξανόμενη ζήτηση για τέτοια αγαθά προερχόταν από τις μεσαίες τάξεις. Πράγματι, υπήρξε ραγδαία αυξανόμενη ανισότητα στην κατανάλωση τα κλασικά χρόνια. Ενώ η συνολική κατανάλωση μεταξύ των νοικοκυριών αυξήθηκε, το ποσοστό των νοικοκυριών που μπορούσαν να αντέξουν οικονομικά προϊόντα μειώθηκε μεταξύ των εργαζομένων στα εργοστάσια και εκείνων που παγιδεύτηκαν στη γεωργία κατά το πρώτο μισό του δέκατου ένατου αιώνα. Έχοντας κατά νου ότι όλα τα άλλα πράγματα είναι ίσα, τα άτομα που απολαμβάνουν καλύτερη διατροφή γίνονται ψηλότερα, το ύψος των ενηλίκων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης των υλικών προτύπων των ανθρώπων. (Steckel, 2008)

Μια συνέπεια της Βιομηχανικής Επανάστασης ήταν η άνοδος των βιομηχανικών κέντρων, τα οποία ήταν διαβόητα όχι μόνο για την έλλειψη αισθητικής έλξης αλλά και για το υπερπλήρες και ανθυγιεινό περιβάλλον τους. Καθώς τα εισοδήματα μειώνονταν και οι ευκαιρίες απασχόλησης σταδιακά μειώθηκαν στην ύπαιθρο, οι εργαζόμενοι μετακινούνταν ολοένα και περισσότερο στις αστικές περιοχές. Την περίοδο 1750–1850, το μερίδιο του πληθυσμού που ζούσε σε πόλεις με περισσότερους από πέντε χιλιάδες κατοίκους αυξήθηκε από 21 τοις εκατό σε 45 τοις εκατό. Λόγω των φρικτών συνθηκών διαβίωσης στις βιομηχανικές πόλεις, οι οικονομικοί ιστορικοί μιλούν για μια «αστική ποινή» που σχετίζεται με την άνοδο του εργοστασιακού συστήματος. Ακόμη και το 1850, το προσδόκιμο ζωής στο Μάντσεστερ και το Λίβερπουλ έχει υπολογιστεί σε τριάντα δύο και τριάντα ένα χρόνια, αντίστοιχα—πολύ κάτω από τον εθνικό μέσο όρο των σαράντα ενός ετών. Επιπλέον, η περιβαλλοντική προοπτική αγνοεί το γεγονός ότι τα χαμηλότερα εισοδήματα μεταφράζονται επίσης σε φτωχότερη διατροφή και πιο κοντούς ανθρώπους. Ακόμα κι αν τα εισοδήματα αυξάνονταν κατά μέσο όρο, πολλοί απλοί πολίτες είδαν

τα εισοδήματά τους να εξαφανίζονται ενώ τα εισοδήματα της μεσαίας τάξης υποχώρησαν, όπως συνέβη και στην Αμερική, όπου οι τιμές των τροφίμων αυξήθηκαν πιο γρήγορα από τους μισθούς της εργατικής τάξης στις πρώτες μέρες της εκβιομηχάνισης (Szreter & Mooney, 1998).

Καθώς η μηχανοποίηση επιταχύνθηκε στη βιομηχανία και τη γεωργία, οι ανησυχίες σχετικά με το λεγόμενο ζήτημα των μηχανών εντάθηκαν κατά τη διάρκεια των αρχών του δέκατου ένατου αιώνα. Μεταξύ των οικονομολόγων, ο David Ricardo υποστήριξε ότι «*η άποψη της εργατικής τάξης, ότι η χρήση των μηχανημάτων είναι συχνά επιζήμια για τα συμφέροντά της, δεν βασίζεται σε προκατάληψη και λάθος, αλλά είναι σύμφωνη με τις σωστές αρχές της πολιτικής οικονομίας.*» Το διάσημο κεφάλαιο του για τα μηχανήματα, στο οποίο υποστήριξε ότι οι μηχανές μειώνουν τη ζήτηση για αδιαφοροποίητη εργασία και οδηγούν σε τεχνολογική ανεργία, οδήγησε μια σειρά από θεωρητικές προσεγγίσεις για να αποδείξουν ότι αυτή η ανεργία ήταν μόνο ένα βραχυπρόθεσμο πρόβλημα. Ωστόσο, ο φόβος για τις μηχανές, αν μη τι άλλο, επικράτησε τις επόμενες δεκαετίες. Οι βικτωριανοί μυθιστοριογράφοι όπως ο Charles Dickens και η Elizabeth Gaskell, των οποίων τα γραπτά συλλαμβάνουν πολλές από τις ανησυχίες της εποχής, απηχούσαν συχνά το συναίσθημα των εργατών προς τα μηχανήματα. Στο Mary Barton του Gaskell, που διαδραματίζεται στο Μάντσεστερ την περίοδο 1839–42, ένας χαρακτήρας παρατηρεί πριν από μια κοινοβουλευτική ακρόαση στο Λονδίνο: «*Λοιπόν, θα μιλήσεις επιτέλους. Σε παρακαλώ, παλικάρι, ζήτησέ τους να σπάσουν τις μηχανές. Δεν υπήρξαν ποτέ καλές στιγμές από τότε που εμφανίστηκαν τα spinning-jennies της αμαρτίας. Οι μηχανές είναι η καταστροφή του φτωχού λαού.*» (Frey, 2019)

Ξεκινώντας από τη δεκαετία του 1830, το ζήτημα των μηχανών έγινε μέρος της ευρύτερης συζήτησης για το «*ζήτημα των συνθηκών της Αγγλίας*» - ένας όρος που επινοήθηκε για πρώτη φορά από τον Thomas Carlyle για να αναφέρεται στις συνθήκες ζωής και εργασίας των απλών εργατών στη Βρετανία κατά τα κλασικά χρόνια της Βιομηχανικής Επανάστασης. Ο Carlyle ήταν σκληρός επικριτής της εκβιομηχάνισης και πίστευε ότι οι μηχανές εξυπηρετούσαν μόνο την υποβάθμιση των εργαζομένων. Άλλοι κοινωνικοί μεταρρυθμιστές, όπως ο Peter Gaskell και ο Sir James Kay-Shuttleworth, πίστευαν παρομοίως ότι οι πολλές ώρες εργασίας στα εργοστάσια και η επιβεβλημένη εστίαση των εργαζομένων στις επαναλαμβανόμενες κινήσεις των μηχανών απορρόφησε την προσοχή των ανθρώπων σε τέτοιο βαθμό που οι δυσμενείς

επιπτώσεις τους στην ηθική και πνευματική ανάπτυξη ήταν αναπόφευκτες. Το εγχώριο σύστημα περιγράφονταν συχνά με εξιδανικευμένους όρους σε αντίθεση με το εργοστάσιο και κοινώς αναφερόταν ως η χρυσή εποχή της βιομηχανίας. Σε σχέση με τους ανθρώπους που κατοικούσαν σε βιομηχανικές πόλεις, υποστηρίχθηκε ότι οι οικογένειες στην ύπαιθρο προστατεύονταν από οποιαδήποτε εξωτερική επιρροή που θα μπορούσε να βλάψει την ηθική ανάπτυξη των παιδιών τους, επιτρέποντας στους γονείς τους να καθοδηγούν τις σκέψεις και τα συναισθήματά τους. Και ήταν ευρέως η πεποίθηση ότι η εγχώρια βιομηχανία υποστήριζε την οικογενειακή δομή, ενώ στο εργοστάσιο συνωστιζόταν εργάτες που είχαν προηγουμένως διασκορπιστεί σε διάφορα μέρη της χώρας, δημιουργώντας μια νέα κοινωνικά στερημένη τάξη (Frey, 2019).

Ακόμα κι αν υπήρχε μια υπερβολή στην αναφορά των αντιθέσεων, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι οι εργαζόμενοι στο οικιακό σύστημα ζούσαν πολύ διαφορετικές ζωές από αυτές των ομολόγων τους στο εργοστάσιο. Στο οικιακό σύστημα, η απουσία οποιουδήποτε σαφούς διαχωρισμού μεταξύ σπιτιού και εργαστηρίου σήμαινε ότι ο τεχνίτης περνούσε περισσότερο χρόνο με τη γυναίκα και τα παιδιά του. Ο τεχνίτης δούλευε σύμφωνα με τις δικές του ανάγκες, όχι τις ανάγκες κάποιου αφεντικού. Αν και έπρεπε να δουλεύει πολλές ώρες, αποφάσιζε μόνος του πότε άρχιζε και πότε τελείωσε η δουλειά της ημέρας. Η απώθηση που αισθάνονται πολλοί εργαζόμενοι προς το εργοστάσιο είναι επομένως εύκολα κατανοητή. Γι' αυτούς, το εργοστάσιο, με το αναγκαστικό ωράριο και την έλλειψη ελευθερίας, έμοιαζε πολύ με φυλακή. Όπως γράφει ο Landes, το εργοστασιακό σύστημα *«απαίτησε και τελικά δημιούργησε μια νέα φυλή εργατών, παραδομένων στις αδυσώπητες απαιτήσεις του ρολογιού»*.

Παρόμοια με τα αποκαλυπτικά σενάρια που ζωγραφίζονται από ορισμένους μελετητές για το μέλλον της τεχνητής νοημοσύνης σήμερα, οι άνθρωποι την εποχή της Βιομηχανικής Επανάστασης έβλεπαν ένα μέλλον στο οποίο η τεχνολογία θα έκανε περισσότερο κακό παρά καλό. Ο Gaskell πίστευε ακράδαντα ότι ήταν μάρτυρας μόνο της αρχής, προτείνοντας ότι στο μέλλον η παραγωγή θα ήταν σχεδόν εξ ολοκλήρου αυτοματοποιημένη, με σοβαρές δυσμενείς συνέπειες για την απασχόληση:

«Η προσαρμογή των μηχανικών επινοήσεων σε όλες σχεδόν τις διαδικασίες που επιθυμούσαν ακόμη τη λεπτή διακριτικότητα του ανθρώπινου χεριού, σύντομα είτε θα εξαλείφει

την ανάγκη χρήσης του, είτε θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε μια τιμή που δεν θα του επιτρέψει να ανταγωνιστεί τους μηχανισμούς. Αυτό δεν μπορεί να συμβεί: η ανθρώπινη ισχύς πρέπει πάντα να είναι μια ακριβή ισχύς. Δεν μπορεί να μεταφερθεί πέρα από ένα ορισμένο σημείο, ούτε θα επιτρέψει μια μείωση της πληρωμής κάτω από αυτό που είναι απαραίτητο για την ύπαρξή του ατόμου - και είναι ο καθορισμός αυτού του ελάχιστου ποσού αποζημίωσης όπου βρίσκεται η δυσκολία....

Η ώρα, πράγματι, φαίνεται να πλησιάζει γρήγορα... όπου τα εργοστάσια θα γεμίσουν με μηχανήματα, ωθούμενα από ατμό, τόσο αξιοθαύμαστα κατασκευασμένα, ώστε να εκτελούν σχεδόν όλες τις διαδικασίες που απαιτούνται, και όπου η γη θα καλλιεργείται με τα ίδια μέσα. Αυτές οι οραματικές προσδοκίες περιλαμβάνουν μόνο ένα κλάσμα των ισχυρών εναλλαγών που θα γεννήσει ο επόμενος αιώνας. Συνεπώς, μπορεί να τεθεί το ερώτημα—τι πρέπει να γίνει; Μεγάλες συμφορές θα πρέπει να αντιμετωπισθούν». (Frey, 2019)

Τα στοιχεία για το πώς τα πήγαν οι εργάτες οικονομικά καθώς το μηχανοποιημένο εργοστάσιο εκτόπισε το οικιακό σύστημα είναι ανούσια. Όπως είδαμε, τόσο οι οικονομικοί όσο και οι βιολογικοί δείκτες υποδηλώνουν ότι τα υλικά πρότυπα κατά τα κλασικά χρόνια της Βιομηχανικής Επανάστασης παρέμεναν στάσιμα ή ακόμη και μειώθηκαν για τμήματα του πληθυσμού. Τέτοιοι δείκτες είναι ενημερωτικοί καθώς αποτυπώνουν τις συγκεντρωτικές τροχιές της υλικής ευημερίας. Στις πρώτες μέρες της, ωστόσο, η Βιομηχανική Επανάσταση δεν ήταν ένα συνολικό φαινόμενο. Η κλωστοϋφαντουργία ήταν ο πρώτος κλάδος που εκβιομηχανίστηκε, και εκεί έγινε πιο έντονα αισθητή η δύναμη του εργοστασίου. Οι οικονομικοί ιστορικοί όπως η Jane Humphries και ο Benjamin Schneider έχουν πρόσφατα επιστήσει την προσοχή στις προσωπικές τραγωδίες που προκάλεσε το μηχανοποιημένο εργοστάσιο σε μέρη του πληθυσμού. Η χειρονακτική εργασία, που παρείχε εργασία μερικής απασχόλησης σε εκατοντάδες χιλιάδες ενήλικες —κυρίως γυναίκες— στην αγροτική Βρετανία ήταν ο πρώτος κλάδος που επηρεάστηκε. Η Humphries και ο Schneider έδειξαν ότι αυτή η συγκεκριμένη εργασία καταδικάστηκε από τη μηχανοποίηση στα τέλη του δέκατου όγδοου αιώνα και ο χαμός της προκάλεσε παρατεταμένες αγωνίες για οικογένειες σε όλη την αγροτική Βρετανία. Καθώς οι

ευκαιρίες απασχόλησης εξαντλούνταν για τους χειρωνακτικούς εργάτες, τα οικογενειακά εισοδήματα υπέστησαν ένα πλήγμα από το οποίο δυσκολεύονταν να ανακάμψουν (Frey, 2019).

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι οι άνθρωποι υπέφεραν καθώς οι δουλειές τους εξαφανίστηκαν. Ωστόσο, ο βαθμός στον οποίο η ανεργία ήταν αποτέλεσμα της μηχανοποίησης κατά τη διάρκεια της Βιομηχανικής Επανάστασης είναι πιο δύσκολο να κριθεί, όχι μόνο λόγω των αραιών στατιστικών αλλά επειδή η ανεργία έχει πολλές αιτίες. Το γεγονός ότι τα χρόνια της υψηλής ανεργίας μεταξύ των υφαντών συνδυάστηκαν με την οικονομική ύφεση υποδηλώνει ότι η ανεργία ήταν εν μέρει κυκλική παρά τεχνολογική. Μπορεί να θεωρηθεί τεχνολογική: σε μια έρευνα μεταξύ των φτωχών σε τριάντα τρεις δήμους στο Λανκασάιρ και στο Γιορκσάιρ, οι οποίοι εργάζονταν κυρίως ως υφαντές αργαλειών, ο Fielden's βρήκε ότι το ποσοστό ανεργίας ήταν περίπου 9 τοις εκατό (Frey, 2019).

Το αν αυτή η ανεργία ήταν μόνιμη ή προσωρινή είναι ένα άλλο θέμα. Ακόμα κι αν η άφιξη της υφαντικής με μηχανικό αργαλειό προκάλεσε ανεργία μεταξύ των υφαντών χειροποίητου αργαλειού σε ορισμένες τοποθεσίες, ορισμένοι τελικά μετανάστευσαν σε θέσεις εργασίας αλλού (Frey, 2019).

Τα στοιχεία για την κινητικότητα των εργαζομένων είναι εξίσου ασήμαντα. Το 1850, μόνο το ένα τέταρτο των ενηλίκων σε μεγάλες βιομηχανικές πόλεις όπως το Μάντσεστερ, η Γλασκώβη και το Λίβερπουλ γεννήθηκαν στην πραγματικότητα εκεί, υποδηλώνοντας ότι οι Βρετανοί εργάτες ήταν πολύ κινητικοί. Ωστόσο, οι πιο ικανοί και νεότεροι εργαζόμενοι ήταν πολύ πιο κινητικοί από τα άτομα τριάντα ετών, τα οποία έτειναν να παραμένουν στενά συνδεδεμένα με την τοποθεσία και το επάγγελμά τους και, αν μετανάστευαν, συνήθως μετακινούνταν σε κοντινές τοποθεσίες. Ελάχιστοι μετακινήθηκαν από τον αγροτικό νότο στις εργοστασιακές πόλεις του βορρά (Frey, 2019).

Για τους ιδιοκτήτες εργοστασίων, τα παιδιά παρείχαν φθηνότερα υποκατάστατα για ενήλικες εργάτες. Το μόνο κόστος των παιδιών ήταν συχνά το φαγητό και η διαμονή τους. Και όταν πληρώνονταν, ο μισθός τους ήταν μεταξύ ενός τρίτου και ενός έκτου του μισθού ενός ενήλικα.⁵¹ Τα παιδιά δεν ήταν μόνο φθηνότεροι εργάτες, αλλά ήταν και πιο εύκολο να πειθαρχήσουν. Οι εργάσιμες ημέρες τους διήρκεσαν έως και δεκαοκτώ ώρες, και καθώς οι μηχανές μπορούσαν να λειτουργούν ασταμάτητα μέρα και νύχτα, τα παιδιά αναγκάζονταν συχνά

σε βάρδιες για να εκμεταλλευτούν πλήρως τις τεχνολογικές δυνατότητες του εργοστασίου. Το μοναδικό γεύμα της ημέρας, συχνά δεν ξεπερνούσε τα σαράντα λεπτά και έπρεπε να χρησιμοποιήσουν μέρος του διαλείμματός τους για να καθαρίσουν τις μηχανές. Όποιος δεν υπάκουε στην πειθαρχία του εργοστασίου κινδύνευε με σωματική τιμωρία (Frey, 2019).

Οι ενήλικες εργαζόμενοι σπάνια αντιμετώπιζονταν με το ίδιο επίπεδο σκληρότητας. κύριο μέλημά τους ήταν η απειλή για τα εισοδήματά τους. Ακόμη και αν υποτεθεί ότι οι μηχανές δεν μείωσαν προσωρινά τη συνολική ζήτηση για εργάτες, δεν υπήρχε καμία εγγύηση ότι οι εργαζόμενοι που εκτοπίστηκαν θα έβρισκαν καλύτερα αμειβόμενες ή λιγότερο επικίνδυνες θέσεις εργασίας. Μερικοί τεχνίτες βρήκαν αναμφίβολα δουλειά στα εργοστάσια, αλλά το κόστος της μετάβασης σε μια νέα δουλειά ήταν συχνά σημαντικό, καθώς απαιτούσε επαγγελματική και γεωγραφική κινητικότητα. Μια πρόσφατη μελέτη του Northamptonshire παρέχει μια ενδεικτική περίπτωση. Καθώς η βιομηχανία έγινε ολοένα και πιο μηχανοποιημένη στη Βρετανία, η εγχώρια βιομηχανία στο Northamptonshire κατέρρευσε και οι τοπικοί παραγωγοί έμειναν ανίκανοι να ανταγωνιστούν. Το μερίδιο της απασχόλησης στην κλωστοϋφαντουργία της οικονομίας του Northamptonshire μειώθηκε από 11 τοις εκατό το 1777 σε 1 τοις εκατό το 1851, και το μερίδιο των υφαντών στο εργατικό δυναμικό μειώθηκε με ακόμη ταχύτερο ρυθμό. Η καθαρή μείωση του πληθυσμού κατά τις δύο πρώτες δεκαετίες της περιόδου υποδηλώνει ότι ορισμένοι εργαζόμενοι μετακόμισαν, ίσως σε εργοστασιακές θέσεις εργασίας σε άλλες περιοχές. Αλλά το γεγονός ότι η αγροτική απασχόληση στο Northamptonshire αυξήθηκε καθώς η απασχόληση στα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα μειώθηκε υποδηλώνει εξίσου ότι πολλοί εργάτες κλωστοϋφαντουργίας μετακόμισαν σε χαμηλά αμειβόμενες αγροτικές θέσεις εργασίας. Και επειδή η εισροή εργαζομένων στη γεωργία δεν μπορούσε να απορροφηθεί, μπορεί να υποτεθεί ότι η ανεργία αυξήθηκε (Frey, 2019).

Καθώς οι διαδικασίες παραγωγής συνέχιζαν να αλλάζουν, οι δεξιότητες των εργαζομένων γίνονταν παρωχημένες με επιταχυνόμενο ρυθμό, ασκώντας πίεση στο εργατικό δυναμικό να γίνει πιο ευέλικτο και προσαρμόσιμο στη βιασύνη της προόδου. Ακόμα κι αν η ανεργία ήταν απλώς προσωρινή, οι άνθρωποι έπρεπε να εξασφαλίσουν τον εαυτό τους όταν ήταν χωρίς δουλειά, αποταμιεύοντας μέρος των περιορισμένων αποδοχών τους όταν εργάζονταν: η κρατική ασφάλιση ανεργίας δεν ήταν διαθέσιμη στη Βρετανία μέχρι το 1911 (Frey, 2019)

2.5 ΟΙ ΛΟΥΔΙΤΕΣ

Οποιαδήποτε συζήτηση για το ζήτημα της τεχνολογίας και της επίδρασης στην εργασία πρέπει να διακρίνει το βραχυπρόθεσμο από το μακροπρόθεσμο. Αν και οι εργάτες των οποίων οι δεξιότητες είχαν καταστεί απαρχαιωμένες υπέφεραν αρχικά, η Βιομηχανική Επανάσταση έφερε τελικά νέα αγαθά που ήταν απρόσιτα στις προηγούμενες γενιές στην εμβέλεια των φτωχών, ενώ δημιούργησε νέες και καλύτερα αμειβόμενες θέσεις εργασίας στην πορεία. Οι υπερασπιστές της μηχανοποίησης του 19^{ου} αιώνα μπορεί να είχαν δίκιο όταν πίστευαν ότι τα συναισθήματα των εργατών που επαναστατούσαν ενάντια στις μηχανές ήταν ισχυρότερα από την κρίση τους. Επειδή τα οφέλη και τα κέρδη από τη μηχανοποίηση περιήλθαν στους ιδιοκτήτες των εργοστασίων σε βάρος των εργαζομένων, πολλοί σκέφτηκαν ότι τα μηχανήματα απειλούσαν τη ζωή τους και ως εκ τούτου πρέπει να καταστραφούν (Frey, 2019).

Στην πραγματικότητα, ένας οικονομολόγος θα μπορούσε να αναρωτηθεί γιατί οι πολίτες θα συμφωνούσαν ποτέ οικειοθελώς να συμμετάσχουν στη διαδικασία εκβιομηχάνισης εάν αυτή μείωνε τη δική τους χρησιμότητα. Μια εξήγηση, φυσικά, είναι ότι το κόστος ευκαιρίας της ανάληψης εργασίας στο εργοστάσιο μειώθηκε από τη σταθερά φθίνουσα δυνατότητα κερδών των ανθρώπων στην εγχώρια βιομηχανία. Η εκβιομηχάνιση μείωσε αμείλικτα την τιμή των μεταποιημένων αγαθών, αφήνοντας την αγροτική βιομηχανία μη ανταγωνιστική, μειώνοντας τις αποδοχές των εργατών της υπαίθρου και έτσι αναγκάζοντάς τους να αναζητήσουν εργασία στα εργοστάσια. Επιπλέον, η μετακίνηση των ανθρώπων από το οικιακό σύστημα στο εργοστασιακό σύστημα είναι μόνο ένας γρίφος αν πιστεύει κανείς ότι είχαν οποιαδήποτε άλλη επιλογή - αλλά δεν είχαν. Μερικοί εργάτες ξεσηκώθηκαν ενάντια στο όλο και πιο μηχανοποιημένο εργοστάσιο. Αλλά οι προσπάθειές τους να σταματήσουν την εξάπλωση των μηχανών ήταν ανεπιτυχείς, καθώς η βρετανική κυβέρνηση τάχθηκε στο πλευρό των πρωτοπόρων της βιομηχανίας. Όπως γράφει ο Paul Mantoux, *«Είτε η αντίσταση [των εργατών] ήταν ενστικτώδης ή θεωρούμενη, ειρηνική ή βίαιη, προφανώς δεν είχε καμία πιθανότητα επιτυχίας, καθώς η όλη τάση των γεγονότων ήταν εναντίον της»*.

Οι συγκρούσεις μεταξύ των εργατικών και της βρετανικής κυβέρνησης για την υιοθέτηση της τεχνολογίας μηχανών δεν ήταν ασυνήθιστες. Στις 10 Μαΐου 1768, το πρώτο Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών – Τομέας Διοίκησης και Οργάνωσης 29

ατμοκίνητο πριονιστήριο στο Limehouse - για το οποίο στον ιδρυτή του Charles Dingley είχε απονεμηθεί το χρυσό μετάλλιο της Εταιρείας Τεχνών - κάηκε ολοσχερώς από περίπου πεντακόσιους εργάτες που ισχυρίστηκαν ότι τους είχε στερήσει της απασχόλησης. Τέσσερις μέρες νωρίτερα, οι εργάτες είχαν ενημερώσει τον Dingley για την πρόθεσή τους, αλλά εκείνος απέρριψε άσκοπα την ικανότητά τους να κάνουν τα λόγια πράξη. Η απάντηση της βρετανικής κυβέρνησης στην εξέγερση του Limehouse είναι ακόμη πιο χαρακτηριστική από την οργή των εργαζόμενων εναντίον των μηχανών. Σε αντίθεση με τους προβιομηχανικούς μονάρχες που προσπάθησαν να σταματήσουν την τεχνολογική πρόοδο που αντικαθιστούσε τους εργάτες υπό τον φόβο της κοινωνικής αναταραχής, το Κοινοβούλιο ψήφισε νόμο το 1769 που καθιστούσε την καταστροφή μηχανών κακούργημα που τιμωρείται με θάνατο (Frey, 2019).

Ωστόσο, η πράξη του 1769 δεν απέτρεψε παρόμοιες αναταραχές. Το 1772, ένα εργοστάσιο που χρησιμοποιούσε τον αργαλειό του Cartwright στο Μάντσεστερ κάηκε. Και οι ταραχές του 1779 στο Lancashire, όπου η χρήση μηχανών είχε εξαπλωθεί πιο γρήγορα, ήταν εξίσου επικίνδυνες. Μια επιστολή του βιομήχανου Josiah Wedgwood, ο οποίος βρισκόταν στην περιοχή εκείνη την εποχή, περιγράφει τη σοβαρότητα της κατάστασης. Τον συνάντησε ένας όχλος πολλών εκατοντάδων εργατών στο δρόμο και ένας από αυτούς του είπε ότι είχαν καταστρέψει όλες τις μηχανές που μπορούσαν να βρουν και σκόπευαν να το κάνουν σε όλη τη χώρα. Η βρετανική κυβέρνηση ήταν αποφασιστική στην απάντησή της και ακολούθησε άμεση καταστολή. Στάλθηκαν στρατεύματα από το Λίβερπουλ και οι ταραχοποιοί διαλύθηκαν χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία. Ένα ψήφισμα που εγκρίθηκε μετά τις ταραχές του Lancashire, το οποίο υποδηλώνει ότι οι περιορισμοί στη χρήση μηχανημάτων θα επιδείνωναν την ανταγωνιστικότητα της Βρετανίας στο εμπόριο υπογραμμίζει όχι μόνο τη λογική της βρετανικής κυβέρνησης, αλλά και την πολιτική επιρροή που απέκτησαν οι έμποροι σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή. Ακόμα κι αν η διάχυση των μηχανών έγινε εις βάρος της χρησιμότητας των εργαζομένων και ακολουθούσαν κοινωνικές αναταραχές, το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα της Βρετανίας στο εμπόριο δεν επρόκειτο να τεθεί σε κίνδυνο. Και τα γεγονότα στο Limehouse και στο Lancashire δύσκολα μπορούν να περιγραφούν ως μεμονωμένα παραδείγματα. Περαιτέρω ταραχές μηχανημάτων σημειώθηκαν στο West Riding, στο Yorkshire και στο Somerset, για να

αναφέρουμε μόνο μερικά μέρη. Οποιαδήποτε βίαιη προσπάθεια να τεθεί σε κίνδυνο η εξάπλωση των μηχανών συντρίφτηκε γρήγορα από διαδοχικές βρετανικές κυβερνήσεις.

Οι εργαζόμενοι διερεύνησαν επίσης άλλους τρόπους για να εμποδίσουν τη διάδοση της τεχνολογίας των μηχανών. Αναφορές κατά διαφόρων μηχανημάτων κατατέθηκαν ενώπιον του Κοινοβουλίου. Μεταξύ των πολυάριθμων προσφυγών, οι εργάτες της επεξεργασίας μαλλιού υπέβαλαν έκκληση κατά της μηχανής του Cartwright, οι τεχνίτες κατά της χρήσης μηχανών στην χαρτοποιία και οι βαμβακουφάντρες έκαναν έκκληση εναντίον μηχανημάτων που ισχυρίστηκαν ότι τους έδιωξαν από τη δουλειά. Η προσπάθεια ωστόσο να σταματήσει η διάχυση των μηχανών με πολιτικά μέσα απέτυχε. Και πάλι, το επιχείρημα που προβλήθηκε από τους εργοδότες ότι οι μηχανές ήταν απαραίτητες για το εμπόριο, πάνω στο οποίο βασιζόταν η τύχη της Βρετανίας ως χώρας, είχε μεγαλύτερη απήχηση στο Κοινοβούλιο από τα παράπονα των εργαζομένων (Frey, 2019).

Ωστόσο, οι ανησυχίες των εργαζομένων δεν πέρασαν απαρατήρητες. Δημιουργήθηκε κοινοβουλευτική έρευνα για τη βιομηχανία μάλλινων, η οποία κατέληξε σε μια περίφημη έκθεση του 1806. Απευθυνόμενος στην επιτροπή της Βουλής των Κοινοτήτων, ο Randle Jackson δοκίμασε μια διαφορετική επιχειρηματολογία, προτείνοντας ότι η μηχανοποίηση στέρησε τους παραγωγούς από τους πελάτες τους. Παρά το επιχείρημα ότι οι περιορισμοί στη χρήση μηχανών ήταν επίσης προς το συμφέρον των βιομηχανών και την υπόδειξη πολλών μαρτύρων ότι οι μηχανές είχαν δυσμενείς επιπτώσεις στους ανθρώπους μειώνοντας την αποζημίωση της εργασίας, η επιτροπή κατέληξε σε πολύ πιο αισιόδοξο συμπέρασμα, με το επιχείρημα ότι η χρήση των μηχανών έχει καθιερωθεί σταδιακά, χωρίς, όπως φαίνεται, να μειώνονται οι ανέσεις ή να μειώνεται ο αριθμός των εργατών (Frey, 2019).

Το πόρισμα της έρευνας για την κατάσταση της βιομηχανίας μάλλινων υπογραμμίζει την απελπισία της υπόθεσης των Βρετανών εργατών. Εκτός από το ότι απέτυχαν να εμποδίσουν τη διάδοση των νέων τεχνολογιών, δεν κατάφεραν επίσης να πείσουν το Κοινοβούλιο να επιβάλει νομοθεσία που απαγορεύει την υιοθέτηση παλαιών τεχνολογιών αντικατάστασης. Παρά το γεγονός ότι είχε υποβάλει αίτηση για μια δεκαετία για να επιβληθεί η απαγόρευση των μύλων συναυλιών που χρονολογούνταν από τον δέκατο έκτο αιώνα, το Κοινοβούλιο κατάργησε την παλιά νομοθεσία το 1809. Ακολούθησαν και άλλες ταραχές. Κατά τη διάρκεια των εξεγέρσεων

των Λουδιτών την περίοδο 1811–16, οι ταραχοποιοί στόχευαν κυρίως μηχανές και εργοστάσια πλεξίματος, ενώ στο Γιορκσάιρ, οι ταραχές ηγήθηκαν από τους καλλιεργητές που επαναστάτησαν ενάντια στην εξάπλωση των μύλων— τόσο παλιών όσο και καθιερωμένων τεχνολογιών. Το κοινό χαρακτηριστικό των διαφόρων μηχανημάτων που καταστράφηκαν είναι ότι απειλούσαν θέσεις εργασίας (Frey, 2019).

Ωστόσο, οι Λουδίτες δεν ήταν πιο επιτυχημένοι από τους προκατόχους τους, εκτός από το ότι ανάγκασαν τη βρετανική κυβέρνηση να αναπτύξει όλο και περισσότερα στρατεύματα εναντίον τους. Ως εκ τούτου, η πολιτική κατάσταση των εργαζομένων παρέμεινε μια κατάσταση απόγνωσης. Όταν ξέσπασαν οι ταραχές των Λουδιτών, μια άλλη κοινοβουλευτική επιτροπή άκουσε αιτήματα για ανακούφιση από τους εργάτες βαμβακιού και ανέφερε στο Κοινοβούλιο το 1812. Η έκθεση καθιστούσε σαφές ότι η κυβέρνηση δεν θα έκανε τίποτα για να θέσει τη Βρετανία σε μειονεκτική θέση στο διεθνές εμπόριο, ακόμη και αν σήμαινε ότι οι εργαζόμενοι υπέφεραν: *«Ενώ η Επιτροπή αναγνωρίζει πλήρως και βαθύτατα θρηνεί τη μεγάλη αγωνία πολλών ατόμων που ασχολούνται με τη βαμβακοβιομηχανία, είναι της γνώμης ότι [δεν θα έπρεπε να υπάρξει] καμία παρέμβαση του νομοθέτη στην ελευθερία του εμπορίου»*. Ο Λόρδος Λίβερπουλ, ο οποίος έγινε πρωθυπουργός εκείνο το έτος, ήταν ακόμη της άποψης ότι οποιαδήποτε προσωρινή βοήθεια σε εργαζομένους που απολύονταν θα εμπόδιζε μόνο την αναδιάταξή τους, εις βάρος της βρετανικής οικονομίας. Σε μια επιστολή που έστειλε στο Λίβερπουλ, ο Λόρδος Κένιον εξήγησε ότι παρόλο που δεν περίμενε να βελτιωθούν οι συνθήκες των εργατικών τάξεων ως αποτέλεσμα της επιτάχυνσης της μηχανοποίησης, η κυβέρνηση δεν πρέπει να επιδιώξει να αντιμετωπίσει τη δύναμη της τεχνολογίας. Πράγματι, το 1812 και το 1813 απαγχονίστηκαν περισσότεροι από τριάντα Λουδίτες (Frey, 2019).

Όπως έχουν σημειώσει πολλοί ιστορικοί, οι εξεγέρσεις κατά των μηχανημάτων της Βιομηχανικής Επανάστασης δεν ήταν μόνο το αποτέλεσμα των εργαζομένων που φοβούνταν τον εκτοπισμό και την ανεργία λόγω της τεχνολογικής προόδου. Το γεγονός ότι τα περιστατικά στα οποία οι εργάτες οργιάζαν ενάντια στις μηχανές έγιναν όλο και πιο συνηθισμένα κατά τη διάρκεια του Ναπολεόντειου Πολέμου και του ηπειρωτικού αποκλεισμού του 1806 υποδηλώνει ότι άλλοι σημαντικοί παράγοντες συνέβαλαν στην κοινωνική αναταραχή. Πέρα από τις κυκλικές οικονομικές πτώσεις που προκλήθηκαν από τον πόλεμο και τις διαταραχές στο εμπόριο, η

καταστροφή μηχανημάτων ήταν έκφραση δυσaréσκειας για την επιδείνωση των εισοδημάτων, τις πολλές ώρες εργασίας και την έλλειψη δικαιώματος ψήφου, ελευθερίας και αξιοπρέπειας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι άνθρωποι ξεσηκώθηκαν ενάντια στο εργοστασιακό σύστημα ως τέτοιο, όχι μόνο ενάντια στη διάδοση των μηχανών. Η σχετική σημασία αυτών των παραγόντων για την εξήγηση των πολλών ταραχών κατά των μηχανών είναι δύσκολο να διαχωριστεί, ειδικά επειδή ορισμένοι από αυτούς είναι στενά αλληλένδετοι. Ωστόσο, υπάρχουν σαφείς περιπτώσεις όπου οι εργαζόμενοι στόχευαν ιδιαίτερα μηχανήματα που θεωρούσαν ότι ήταν η αιτία των κακοτυχιών τους. Στο Lancashire, οι κλώστριες δεν άγγιζαν τα spinning jennies με είκοσι τέσσερις ή λιγότερους άξονες, ενώ οι μεγαλύτερες μηχανές καταστράφηκαν. Επιπλέον, οι ταραχοποιοί κατά καιρούς έσπασαν μηχανές που δεν είχαν καμία σχέση με το εργοστασιακό σύστημα. Οι ταραχές του «Captain Swing» που ξέσπασαν το 1830 περιλάμβαναν περισσότερες από δύο χιλιάδες ταραχές σε ολόκληρη τη Βρετανία που στόχευαν αποκλειστικά γεωργικά μηχανήματα. Μεταξύ Σεπτεμβρίου και τέλους Νοεμβρίου 1830, καταστράφηκαν 492 μηχανές, η συντριπτική πλειονότητα των οποίων ήταν αλωνιστικές μηχανές. Ενώ οι ιστορικοί έχουν συζητήσει για πολύ καιρό τα αίτια των αναταραχών του Captain Swing, ο Bruno Caprettini και ο Hans-Joachim Voth, δύο οικονομικοί ιστορικοί, έχουν ρίξει νέο φως για το θέμα, χρησιμοποιώντας πρόσφατα συγκεντρωμένα δεδομένα για τη διάχυση των αλωνιστικών μηχανών. Η ανακάλυψή τους είναι διαισθητική: η τεχνολογία που αντικαθιστούσε τους εργάτες ήταν ο καθοριστικός παράγοντας για την πιθανότητα αναταραχής. Όπου υιοθετήθηκαν μηχανές, η πιθανότητα ταραχών ήταν περίπου 50 τοις εκατό υψηλότερη. Ως εκ τούτου, αν και η καταστροφή μηχανών σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να αντανakλούσε τη γενική οικονομική και κοινωνική δυσaréσκεια μεταξύ των εργαζομένων, τα στατιστικά στοιχεία σχετικά με το θέμα δείχνουν ότι οι ίδιες οι μηχανές ήταν η βασική αιτία των ανησυχιών των εργαζομένων (Frey, 2019).

2.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συχνά υποστηρίζεται ότι η Βρετανική Βιομηχανική Επανάσταση σηματοδότησε την αρχή μιας μεγάλης απόκλισης μεταξύ της Δύσης και των υπολοίπων. Αλλά εξίσου σημαντικό, η πρώιμη μηχανοποίηση συνοδεύτηκε από μεγάλη απόκλιση και στο εσωτερικό της Βρετανίας. Χρειάστηκαν περίπου επτά δεκαετίες για να δουν οι απλοί άνθρωποι τα οφέλη της τεχνολογικής προόδου στα οικονομικά τους. Τα κέρδη των υφαντών χειροποίητου αργαλειού, για παράδειγμα, μειώθηκαν γρήγορα ως απάντηση στην εξάπλωση του μηχανικού αργαλειού. Στις πρώτες μέρες της εκβιομηχάνισης, τα κέρδη από την ανάπτυξη πήγαν σε συντριπτική πλειοψηφία στους ιδιοκτήτες κεφαλαίων

Στην προβιομηχανική εποχή, οι μονάρχες συχνά επιβράδυναν την τεχνολογία και την είσοδο της στην παραγωγή για να μειώσουν τον κίνδυνο πολιτικής αναταραχής, καθώς είχαν λίγα κέρδη και πολλά να χάσουν από τη δημιουργική καταστροφή. Μέχρι τον δέκατο όγδοο αιώνα, ωστόσο, μια νέα βιομηχανική τάξη είχε γίνει ισχυρή πολιτική δύναμη στη Βρετανία. Δεδομένου ότι οι μηχανές ήταν κρίσιμες για το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα της Βρετανίας στο εμπόριο, και συνεπώς για τις τύχες των βιομηχάνων, οι πολιτικοί ηγέτες ήταν αποφασισμένοι να διευκολύνουν τη διάδοση της τεχνολογίας των μηχανών —ακόμα κι αν αυτό γινόταν εις βάρος της χρησιμότητας των εργαζομένων. Όπως συζητήθηκε παραπάνω, ίσως πιο σημαντικός ήταν ο αυξανόμενος ανταγωνισμός μεταξύ των εθνών-κρατών και η διάβρωση της πολιτικής ισχύος των συντεχνιών βιοτεχνίας, που σήμαινε ότι οι άρχουσες τάξεις είχαν ξαφνικά λιγότερα να χάσουν και περισσότερα να κερδίσουν από τη μηχανοποίηση. Έτσι, οι κυβερνήσεις άρχισαν να συντάσσονται με τους καινοτόμους και τους πρωτοπόρους της βιομηχανίας και όχι με τους θυμωμένους εργάτες. Αν και μπορεί να φαίνεται παράλογο το ότι οι εργάτες αποδέχτηκαν πρόθυμα την άνοδο του εργοστασίου ακόμα και εάν μείωνε την ευημερία τους, αυτό προϋποθέτει εσφαλμένα την απουσία εξαναγκασμού. Καθώς το μηχανοποιημένο εργοστάσιο εκτόπισε το οικιακό σύστημα, με αποτέλεσμα να εξαφανιστούν τα εισοδήματα των τεχνιτών εργατών, πολλοί οργίασαν ενάντια στη μηχανή. Οι Λουδίτες έκαναν ό,τι μπορούσαν για να σταματήσουν την πρόοδο, αλλά η αντίδραση τους είχε χαρακτηριστικά απελπισίας, καθώς δεν

είχαν πολιτική δύναμη. Αυτό το είχαν τώρα εκείνοι που όφειλαν να κερδίσουν από την πρόοδο, εις βάρος πολλών άλλων ανθρώπων.

Η βραχυπρόθεσμη επίδραση, ωστόσο, πρέπει να διακρίνεται από τη μακροπρόθεσμη. Κατά τις τελευταίες δεκαετίες της Βιομηχανικής Επανάστασης στη Βρετανία, εμφανίστηκε ένα νέο αναπτυξιακό πρότυπο: καθώς η αύξηση της παραγωγικότητας επιταχύνθηκε με την υιοθέτηση του ατμού, οι πραγματικοί μισθοί άρχισαν να αυξάνονται παράλληλα. Αυτό συνέβη σε μεγάλο βαθμό απουσία οργανωμένης εργασίας ή οποιαδήποτε σημαντική κυβερνητική παρέμβαση για την αύξηση των μισθών. Ο λόγος είναι ξεκάθαρος. Κατά τα κλασικά χρόνια της εκβιομηχάνισης, η τεχνολογία πήρε τη μορφή κεφαλαίου που αντικατέστησε τους ειδικευμένους εργάτες στις υπάρχουσες εργασίες, καθώς το μηχανοποιημένο εργοστάσιο εκτόπισε το οικιακό σύστημα. Ενώ νέα καθήκοντα εμφανίστηκαν επίσης στα πρώτα εργοστάσια, απαιτούσαν μια διαφορετική φυλή εργαζομένων: οι κλωστικές μηχανές σχεδιάστηκαν για να φροντίζονται από παιδιά που κόστιζαν ελάχιστα, δεν είχαν διαπραγματευτική δύναμη και ήταν σχετικά εύκολο να ελεγχθούν. Όπως και η προηγμένη ρομποτική σήμερα, τα παιδιά που εργάζονταν με τις μηχανές αντικατέστησαν τους εργαζόμενους μεσαίου εισοδήματος. Αντίθετα, στα μεταγενέστερα στάδια η άφιξη πιο σύνθετων μηχανών απαιτούσε περισσότερους ειδικευμένους εργάτες στα εργοστάσια που βρήκαν τις δεξιότητές τους ενισχυμένες από την τεχνολογία. Και τα ολοένα μεγαλύτερα εργοστάσια απαιτούσαν περισσότερους μηχανικούς και πιο εξειδικευμένους ανθρώπους στη διαχείριση και τη διοίκηση. Η τεχνική αλλαγή μετατράπηκε από αντικατάσταση σε εξουσιοδότηση, η οποία συνέβαλε στην αύξηση της διαπραγματευτικής δύναμης της εργασίας καθώς οι δεξιότητες των εργαζομένων έγιναν πιο πολύτιμες. Δεν είναι καθόλου τυχαίο ότι η άφιξη του σύγχρονου προτύπου ανάπτυξης σήμανε το τέλος της ευρείας αντίστασης στα μηχανήματα. Οι στάσεις απέναντι στην τεχνολογική αλλαγή, όπως θα δούμε, διαμορφώνονται από το αν οι άνθρωποι μπορούν να αναμένουν να επωφεληθούν από αυτήν.

Γίνεται κατανοητό από την εξέταση της βιομηχανικής επανάστασης και της εισαγωγής της τεχνολογίας στην παραγωγή ότι υφίσταται μια σαφής επίδραση στην εργασία, με την μείωση ή και την εξάλειψη ακόμα ορισμένων θέσεων εργασίας που τα καθήκοντα τους μπορούν να μηχανοποιηθούν, αλλά παράλληλα, έστω και μακροπρόθεσμα, μπορεί να εισαγάγει νέες θέσεις

εργασίας με διαφορετικά καθήκοντα και απαίτηση ιδιαίτερων δεξιοτήτων που μπορούν να αποφέρουν σημαντικά αυξημένους μισθούς.

3.0 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

Σκοπός αυτής της έρευνας είναι να αξιολογήσει τον αντίκτυπο της τεχνολογικής αλλαγής στις θέσεις εργασίας και τις δομές του εργατικού δυναμικού. Η ακόλουθη βιβλιογραφική έρευνα στοχεύει να παρουσιάσει το θεωρητικό υπόβαθρο και παρέχει μια εικόνα για τις τρέχουσες θεωρίες, υποθέσεις και συζητήσεις που υφίσταται και απαντώνται στην υπάρχουσα βιβλιογραφία. Αυτή η βιβλιογραφική έρευνα δομείται ως εξής:

Πρώτον, περιγράφεται μια ανασκόπηση της πρόσφατης ακαδημαϊκής βιβλιογραφίας που είχε ως στόχο να προβλέψει τον αντίκτυπο της τεχνολογικής αλλαγής στις θέσεις εργασίας. Αυτό υπογραμμίζει τις τρέχουσες συζητήσεις στην ακαδημαϊκή βιβλιογραφία σχετικά με τον αντίκτυπο της τεχνολογικής αλλαγής στις θέσεις εργασίας. Περιγράφονται μοντέλα που στόχευαν να προβλέψουν τον αντίκτυπο της τεχνολογικής αλλαγής στις θέσεις εργασίας, μαζί με παράγοντες που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την έκταση και το ρυθμό της τεχνολογικής αλλαγής.

Δεύτερον, μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για την οικονομία της εργασίας περιγράφει διάφορους μηχανισμούς αποζημίωσης. Αυτό υπογραμμίζει το τρόπο με τον οποίο οι διαφορετικοί τύποι τεχνολογικών αλλαγών επηρεάζουν την απασχόληση, το πώς διάφοροι μηχανισμοί αποζημίωσης αντισταθμίζουν την επίδραση στην απασχόληση και το πώς αυτοί οι μηχανισμοί αποζημίωσης αλληλεπιδρούν με βάση εμπειρικά στοιχεία σε επίπεδο επιχείρησης και κλάδου.

Τρίτον, μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας της οικονομίας της εργασίας σκιαγραφεί τρία μοντέλα τεχνολογικής αλλαγής που εξετάζουν προκαταλήψεις και αλλαγές στα ιστορικά δεδομένα απασχόλησης και μισθών. Αυτά τα μοντέλα τεχνολογικής αλλαγής ποσοτικοποίησαν

την επίδραση της τεχνολογίας στην απασχόληση και τους μισθούς χρησιμοποιώντας παραμέτρους που σχετίζονται με τις επαγγελματικές δεξιότητες, τη ρουτίνα των εργασιών και την πολυπλοκότητα των εργασιών.

Τέταρτον, μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας οργανωτικού σχεδιασμού παρέχει ένα κοινό πλαίσιο για την ταξινόμηση των επαγγελμάτων σε δομές εργατικού δυναμικού σε διάφορους κλάδους. Εισάγεται μια θεωρία που σχετίζεται με την ιεραρχική δομή των επιχειρήσεων, μαζί με τη θεωρία των στρωματοποιημένων συστημάτων, η οποία επιτρέπει την ταξινόμηση των επαγγελμάτων σε στρώματα εργασίας με βάση το χρονικό διάστημα της διακριτικότητας, την πολυπλοκότητα της εργασίας και τους γνωστικούς μηχανισμούς που απαιτεί κάθε ρόλος.

Τέλος, παρουσιάζεται μια επισκόπηση των κύριων ευρημάτων που οδηγούν στα ερευνητικά ερωτήματα και τη μεθοδολογία της έρευνας.

3.1 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΙΣ

ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι προβλέψεις της τεχνολογικής αλλαγής στην απασχόληση μπορούν να ανιχνευθούν στην οικονομική βιβλιογραφία που έχει τις ρίζες της στην ρικαρδιανή⁵ εννοιολόγηση και στην

⁵ Ricardian: Τα ρικαρδιανά οικονομικά είναι οι οικονομικές θεωρίες του David Ricardo, ενός Άγγλου πολιτικού οικονομολόγου που γεννήθηκε το 1772 και έκανε περιουσία ως χρηματιστής και χρηματιστής δανείων. Μια άλλη ιδέα για την οποία είναι γνωστός ο Ricardo στο Δοκίμιό του σχετικά με την επιρροή μιας χαμηλής τιμής του καλαμποκιού στα κέρδη των αποθεμάτων είναι ο νόμος της φθίνουσας απόδοσης. Ο νόμος των φθίνουσας απόδοσης δηλώνει ότι εάν προστεθούν περισσότερες μονάδες σε έναν από τους συντελεστές παραγωγής και διατηρηθούν οι υπόλοιποι σταθεροί, η ποσότητα ή η παραγωγή που δημιουργείται από τις επιπλέον μονάδες θα μειωθεί τελικά σε ένα σημείο όπου η συνολική παραγωγή δεν θα αυξηθεί. Ο Ricardo ήταν αντίθετος με τους δασμούς και άλλους περιορισμούς στο διεθνές εμπόριο. Ο Ricardo επινόησε μια ιδέα που είναι πολύ γνωστή ως η θεωρία του συγκριτικού πλεονεκτήματος. Σύμφωνα με το Συμβούλιο Διεθνούς Εμπορίου της Ουάσιγκτον, συγκριτικό πλεονέκτημα είναι η ικανότητα παραγωγής ενός αγαθού με χαμηλότερο κόστος, σε σχέση με άλλα αγαθά, σε σύγκριση με μια άλλη χώρα. Στις Αρχές των Οικονομικών, ο Ricardo δηλώνει ότι το συγκριτικό πλεονέκτημα είναι μια τεχνική εξειδίκευσης που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία πιο αποτελεσματικής παραγωγής και περιγράφει το κόστος ευκαιρίας μεταξύ των παραγωγών. Με τέλειο ανταγωνισμό και αγορές χωρίς στρεβλώσεις, οι χώρες τείνουν να εξαγωγή αγαθά στα οποία έχουν συγκριτικό πλεονέκτημα.

κεϋνσιανή πρόβλεψη της εκτεταμένης «τεχνολογικής ανεργίας» (Keynes, 1931). Ο Keynes προέβλεψε ότι η ικανότητα του ανθρώπου να ανακαλύπτει νέους τρόπους εξοικονόμησης της εργασίας θα ξεπερνούσε μια μέρα τον ρυθμό με τον οποίο εντοπίζονται νέες χρήσεις για την εργασία, με αποτέλεσμα τελικά την τεχνολογική ανεργία. Στην παγκόσμια οικονομική ιστορία έχει αποδειχθεί η ύπαρξη αυτής της διαδικασίας δημιουργικής καταστροφής σε συνδυασμό με την τεχνολογική ανάπτυξη (Schumpeter, 1927).

Ωστόσο, η σημαντική τεχνολογική πρόοδος σπάνια συμβαίνει απουσία «τεχνολογικού άγχους»⁶ (Mokyr et al., 2015). Δύο τέτοιες ανησυχίες είναι (i) η ευρεία υποκατάσταση της εργασίας από μηχανές που θα μπορούσε να οδηγήσει σε τεχνολογική ανεργία και ανισότητα βραχυπρόθεσμα, ακόμη και αν οι επιπτώσεις μακροπρόθεσμα είναι θετικές, και (ii) το προκύπτον απανθρωπιστικό αποτέλεσμα, το οποίο θα μπορούσε να έχει σοβαρές ηθικές συνέπειες για την ανθρώπινη ευημερία. Αυτές οι ανησυχίες δεν αποτελούν κάτι το νέο. Το 1586 η Βασίλισσα Ελισάβετ Α αρνήθηκε να χορηγήσει δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για μια μηχανή πλεξίματος καλτσών, φοβούμενη ότι θα στερούσε από τα υποκείμενά της την εργασία, «...καθιστώντας τους έτσι ζητιάνους» (αναφέρεται στο Acemoglu & Robinson, 2012, σ. 182). Άλλα διάσημα παραδείγματα περιλαμβάνουν τις ταραχές του Lancashire (1779)⁷ και τις ταραχές των Λουδιτών (μεταξύ 1811 και 1816)⁸ ως απάντηση στη εκμηχανοποίηση στις βιομηχανίες

⁶ Το τεχνολογικό άγχος είναι μια αρνητική συναισθηματική αντίδραση, όπως ο φόβος ή η δυσφορία που βιώνουν οι άνθρωποι όταν σκέφτονται ότι πρέπει να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία. Ως εκ τούτου, το τεχνολογικό άγχος αναμένεται να επηρεάσει άμεσα τη χρήση νέων τεχνολογικών προϊόντων και διεργασιών.

⁷ Οι εξεγέρσεις του αργαλειού του 1826 έλαβαν χώρα στο Lancashire της Αγγλίας, σε ένδειξη διαμαρτυρίας για την οικονομική δυσπραγία που υπέστησαν οι παραδοσιακοί υφαντές αργαλειού που προκλήθηκε από την ευρεία εισαγωγή του πολύ πιο αποτελεσματικού μηχανικού αργαλειού. Οι ταραχές ξέσπασαν στις 24 Απριλίου και συνεχίστηκαν για τρεις ημέρες, με ευρεία υποστήριξη από τον ντόπιο πληθυσμό, ο οποίος ήταν συμπαθής στη δεινή κατάσταση των υφαντών.

⁸ Οι Λουδίτες ήταν μια μυστική οργάνωση Άγγλων εργατών κλωστοϋφαντουργίας τον 19ο αιώνα, οι οποίοι σχημάτισαν μια ριζοσπαστική φατρία που κατέστρεφε τα κλωστοϋφαντουργικά μηχανήματα. Η ομάδα πιστεύεται ότι πήρε το όνομά της από τον Ned Ludd, έναν θρυλικό υφαντή που υποτίθεται ότι από το Anstey, κοντά στο Leicester. Διαμαρτυρήθηκαν ενάντια στους κατασκευαστές που χρησιμοποιούσαν μηχανές με αυτό που αποκαλούσαν «δόλιο τρόπο» για να παρακάμψουν τις συνήθεις πρακτικές εργασίας. Οι Λουδίτες φοβήθηκαν ότι ο χρόνος που αφιερώνονταν στην εκμάθηση των δεξιοτήτων της τέχνης τους θα πήγαινε χαμένος, καθώς οι μηχανές θα αντικαθιστούσαν τον ρόλο τους στη βιομηχανία. Πολλοί Λουδίτες ήταν ιδιοκτήτες εργαστηρίων που είχαν κλείσει επειδή τα εργοστάσια μπορούσαν να πουλήσουν τα ίδια προϊόντα πιο φθηνά με μικρότερο κόστος. Όταν οι ιδιοκτήτες εργαστηρίων προσπαθούσαν να βρουν δουλειά σε ένα εργοστάσιο, ήταν πολύ δύσκολο να βρουν μια δουλειά γιατί η παραγωγή αντικειμένων στα εργοστάσια απαιτούσε λιγότερους εργάτες από την παραγωγή σε ένα εργαστήριο. Αυτό άφησε πολλούς ανθρώπους άνεργους και θυμωμένους. Το κίνημα των Luddite ξεκίνησε στο Nottingham της Αγγλίας και κορυφώθηκε σε μια εξέγερση σε όλη την περιοχή που διήρκεσε από το 1811 έως το Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών – Τομέας Διοίκησης και Οργάνωσης 39

επεξεργασίας βαμβακιού και μαλλιού. Ωστόσο, όπως προτείνει ο νόμος του Amara⁹, οι επιπτώσεις της τεχνολογίας συχνά υπερεκτιμώνται βραχυπρόθεσμα, αλλά υποτιμούνται μακροπρόθεσμα.

Η σημερινή τεχνολογική πρόοδος, ιδιαίτερα στον τομέα της ρομποτικής, της συνδεσιμότητας και της διεργασιών νέφους (cloud processes) έχει παρομοιαστεί με την «Εκρηξη της Κάμπριας» – μια σύντομη περίοδο στην ιστορία της γης που είδε τη ταχεία διαφοροποίηση της ζωής, που αποδίδεται κυρίως στην εξέλιξη της όρασης. Αυτή η έκρηξη φερ' ειπείν στη ρομποτική υπόσχεται να βελτιώσει σημαντικά την ανθρώπινη ζωή, αλλά θα μπορούσε επίσης να είναι μια ανατρεπτική οικονομική δύναμη όταν πρόκειται για την παραγωγικότητα και την ανθρώπινη απασχόληση (Pratt, 2015). Όπως και η βιομηχανική και η ψηφιακή επανάσταση, η επερχόμενη επανάσταση της τεχνητής νοημοσύνης (AI) προβλέπεται να έχει σημαντικό αντίκτυπο στις κοινωνίες, τη ζωή, την απασχόληση και τις επιχειρήσεις (Makridakis, 2017). Ο Makridakis (2017) προέβλεψε ότι η επανάσταση της τεχνητής νοημοσύνης θα έχει ως στόχο «να υποκαταστήσει, να συμπληρώσει και να ενισχύσει πρακτικά όλες τις εργασίες που εκτελούνται σήμερα από τον άνθρωπο, καθιστώντας ουσιαστικά, για πρώτη φορά, σοβαρό ανταγωνιστή τους» (Makridakis, 2017, σελ. 47). Μερικοί συγγραφείς εξέτασαν τη δυνατότητα οικονομικής ενικότητας: «Η ιδέα ότι η ταχεία ανάπτυξη στον υπολογισμό και την τεχνητή νοημοσύνη θα ξεπεράσει κάποιο όριο ενικότητας μετά το οποίο η οικονομική ανάπτυξη θα επιταχυνθεί απότομα ως ένας διαρκώς επιταχυνόμενος καταρράκτης βελτίωσης μέσω της οικονομίας» (Nordhaus, 2015, σελ. 1), Ωστόσο, ο Nordhaus (2015) διαπίστωσε ότι αυτό απέτυχε σε πέντε από τα επτά τεστ υποκατάστασης από την πλευρά της ζήτησης και της προσφοράς

Η ανάλυση του ιστορικού αντίκτυπου της τεχνολογίας στην απασχόληση και τους μισθούς τους τελευταίους τρεις αιώνες, μαζί με μελέτες που απεικονίζουν την ελαστικότητα των υποκαταστάσεων μεταξύ ανθρώπινης και μηχανικής εργασίας, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η

1816. Οι ιδιοκτήτες εργοστασίων πυροβολούσαν διαδηλωτές και τελικά το κίνημα καταπνίγηκε με νομική και στρατιωτική βία, η οποία περιελάμβανε την εκτέλεση και την ποινική καταδίκη κατηγορουμένων και καταδικασθέντων Λουδίων. Με την πάροδο του χρόνου, ο όρος έφτασε να σημαίνει κάποιον που αντιτίθεται στην εκβιομηχάνιση, τον αυτοματισμό, τη μηχανογράφηση ή γενικά τις νέες τεχνολογίες.

⁹ Ο Roy Amara ήταν Αμερικανός επιστήμονας και πρόεδρος του Ινστιτούτου του Μέλλοντος. Επινόησε περίφημα την ακόλουθη παροιμία, η οποία επρόκειτο να γίνει ο νόμος της Amara: «Τείνουμε να υπερεκτιμούμε το αποτέλεσμα μιας τεχνολογίας βραχυπρόθεσμα και να υποτιμούμε το αποτέλεσμα μακροπρόθεσμα.»

πρόοδος στην τεχνητή νοημοσύνη και τη ρομποτική θα έχει μεγάλη και ισχυρή αρνητική επίδραση σχετικά με την απασχόληση και τους μισθούς (Acemoglu & Restrepo, 2016; DeCanio, 2016; Gregory, Salomons, & Zierahn, 2016).

Οι Sachs, Benzell και LaGarda (2015) αναφέρθηκαν σε αυτό ως το «*παράδοξο της ρομποτικής παραγωγικότητας*». Καινοτομίες που οδηγούν σε αύξηση της παραγωγικότητας των ρομποτικών επενδύσεων, είναι πιθανό να μειώσουν τόσο τη ρομποτική όσο και τη συνολική παραγωγή. Αυτό, μέσω της μείωσης των ανθρώπινων μισθών, θα οδηγήσει σε μείωση της ευημερίας των μελλοντικών γενεών (Sachs et al., 2015).

Σε μια ευρέως αναφερόμενη στην σχετική βιβλιογραφία εργασία, οι Frey και Osborne (2017) υπολόγισαν ότι το 47 τοις εκατό της τρέχουσας απασχόλησης στις ΗΠΑ έχει μεγάλη πιθανότητα να αυτοματοποιηθεί τις επόμενες δύο δεκαετίες. Αυτά τα ευρήματα έχουν πυροδοτήσει ευρεία συζήτηση μεταξύ οικονομολόγων, υπευθύνων χάραξης πολιτικής, και ηγέτες επιχειρήσεων σχετικά με τον βαθμό στον οποίο η τεχνολογία θα εκτοπίσει, θα τροποποιήσει ή θα δημιουργήσει τις μελλοντικές θέσεις εργασίας (Autor, 2015; Autor & Dorn, 2013; Autor et al., 2015; Frey & Osborne, 2017). Παρά την κριτική για την υπερεκτίμηση του αντίκτυπου της τεχνολογικής αλλαγής (Arntz et al., 2017; Autor, 2015; Wajcman, 2017), αυτή η μελέτη έχει χρησιμοποιηθεί ως βάση για εκτενείς δημοσιεύσεις και την ανάπτυξη μοντέλων που στοχεύουν στην πρόβλεψη του αντίκτυπου τεχνολογική αλλαγή στις θέσεις εργασίας (Deloitte, 2016; McKinsey Global Institute, 2017; Purdy & Daugherty, 2016; World Bank Group, 2016; World Economic Forum, 2016).

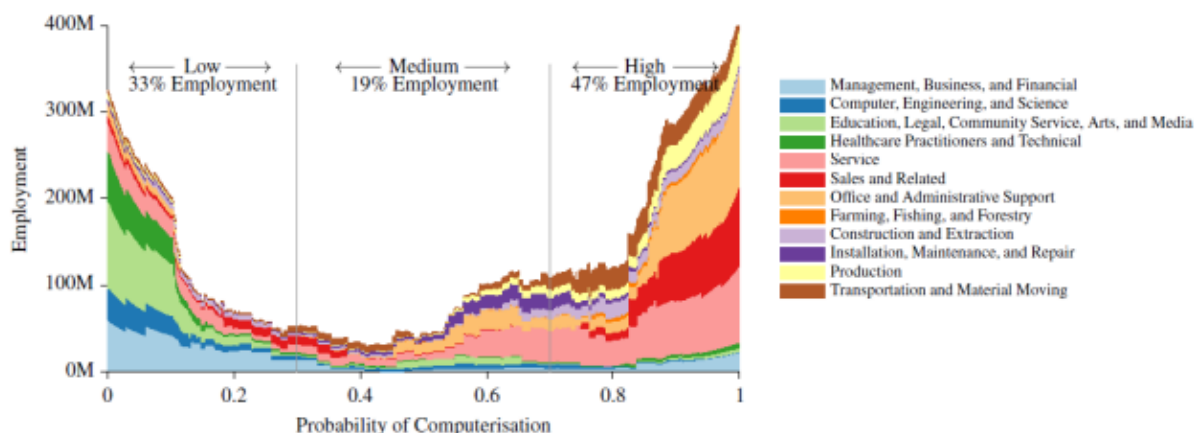
Ως απάντηση απέναντι σε ευρέως διαδεδομένες προβλέψεις για τεχνολογική διαταραχή των θέσεων εργασίας, έχει υποστηριχθεί ότι το αποτέλεσμα υποκατάστασης της αυτοματοποίησης στην εργασία συχνά υπερεκτιμάται, ενώ το ισχυρό συμπληρωματικό αποτέλεσμα μεταξύ αυτοματισμού και εργασίας αγνοείται. Αυτό το συμπληρωματικό αποτέλεσμα αυξάνει την παραγωγικότητα, αυξάνει τους μισθούς και αυξάνει τη ζήτηση για εργασία (Autor, 2015). Λαμβάνοντας υπόψη τις πρόσφατες και μελλοντικές προόδους στην τεχνητή νοημοσύνη και τη ρομποτική, ο Autor (2015) προέβλεψε ότι οι υπολογιστές θα υποκαθιστούσαν τόσο τους εργαζόμενους που εκτελούν κωδικοποιημένες εργασίες ρουτίνας όσο

και θα συμπλήρωναν τους ειδικευμένους εργαζόμενους ενισχύοντας τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, την προσαρμοστικότητα και τη δημιουργικότητα.

3.2 ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΟΥ ΠΡΟΒΛΕΠΟΥΝ ΤΟΝ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ένας αριθμός μοντέλων έχει αναπτυχθεί με στόχο την πρόβλεψη του αντίκτυπου της τεχνολογικής αλλαγής στις θέσεις εργασίας. Αυτά τα μοντέλα βασίστηκαν γενικά σε δεξιότητες, ικανότητες και χαρακτηριστικά που είναι πιθανό να αυτοματοποιηθούν στο μέλλον. Η ανάλυση έγινε σε επαγγελματικό επίπεδο και τα αποτελέσματα συγκεντρώθηκαν σε επίπεδο οικονομίας.

Με γνώσεις από τη μηχανική μάθηση και τη ρομποτική, οι Frey and Osborne (2017) προσάρμοσαν ένα μοντέλο κατηγοριοποίησης εργασιών από τους Autor, Levy και Murnane (2003), για να προβλέψουν την πιθανότητα αυτοματοποίησης εργασίας στις ΗΠΑ. Το μοντέλο τους έλαβε υπόψη τα τυπικά σημεία συμφοράρησης στον αυτοματισμό της εργασίας, δηλαδή την αντίληψη και τη χειραγώγηση, τη δημιουργική νοημοσύνη και την κοινωνική νοημοσύνη. Οι συγγραφείς χρησιμοποίησαν ένα μοντέλο ταξινόμησης διεργασιών Gauss για να υπολογίσουν την πιθανότητα αυτοματοποίησης της εργασίας για 702 επαγγέλματα στις ΗΠΑ. Αυτό το μοντέλο υπολόγισε ότι το 47 τοις εκατό της τρέχουσας απασχόλησης στις ΗΠΑ έχει μεγάλη πιθανότητα να αυτοματοποιηθεί τις επόμενες δύο δεκαετίες. Το 19 τοις εκατό της απασχόλησης στις ΗΠΑ βρέθηκε να έχει μέση πιθανότητα αυτοματοποίησης της εργασίας ($0,3 < p < 0,7$) και το 33 τοις εκατό της απασχόλησης στις ΗΠΑ θεωρήθηκε ότι δεν ήταν αυτοματοποιήσιμο ($p < 0,3$). Η εικόνα 1 συνοψίζει τις επιπτώσεις της αυτοματοποίησης εργασίας στην απασχόληση σε 702 επαγγέλματα σε διάφορους κλάδους της οικονομίας των ΗΠΑ.

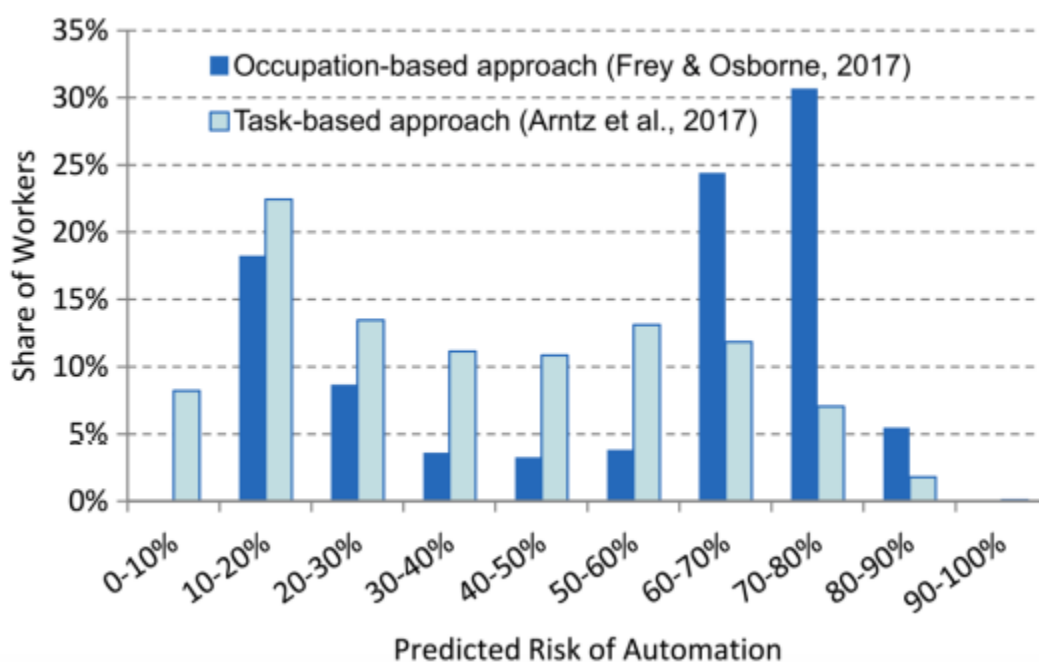


Εικόνα 1 Η απασχόληση στις ΗΠΑ επηρεάζεται από την αυτοματοποίηση εργασίας (προσαρμογή από Frey & Osborne, 2017, σελ. 267)

Το μοντέλο των Frey και Osborne (2017) προέβλεψε ότι η πλειονότητα των εργαζομένων στις μεταφορές και τα logistics, την υποστήριξη γραφείου και τη διοικητική υποστήριξη, την παραγωγή και τα επαγγέλματα υπηρεσιών ήταν πολύ ευαίσθητοι στον αυτοματισμό. Επιπλέον, προέβλεψε ότι η αυτοματοποίηση θέσεων εργασίας θα περιοριζόταν κυρίως σε επαγγέλματα χαμηλής ειδίκευσης, ενώ τα επαγγέλματα υψηλής ειδίκευσης βρέθηκαν να είναι σχετικά ανθεκτικά στον αυτοματισμό. Αυτά τα ευρήματα έχουν πυροδοτήσει ευρεία συζήτηση μεταξύ οικονομολόγων, υπευθύνων χάραξης πολιτικής, μελλοντολόγους και ηγέτες επιχειρήσεων σχετικά με τον βαθμό στον οποίο η τεχνολογία θα εκτοπίσει, θα τροποποιήσει ή θα δημιουργήσει τις μελλοντικές θέσεις εργασίας (Autor, 2015; Autor & Dorn, 2013; Autor et al. , 2015, Frey & Osborne, 2017).

Οι Arntz, Gregory and Zierahn (2017) διαφώνησαν με την προσέγγιση που βασίζεται στο επάγγελμα των Frey and Osborne (2017) και υποστήριξαν ότι μια προσέγγιση που βασίζεται σε καθήκοντα ήταν πιο κατάλληλη. Οι συγγραφείς ανακατασκεύασαν το μοντέλο των Frey και Osborne (2017), αλλά αντί να εξετάζουν τα σημεία έντασης αυτοματισμού εργασίας σε επαγγελματικό επίπεδο, χρησιμοποίησαν δεδομένα έρευνας εργασιών σε ατομικό επίπεδο και δεδομένα δομής εργασιών για να εκτιμήσουν την πιθανότητα αυτοματοποίησης εργασίας. Χρησιμοποιώντας αυτή την προσέγγιση, οι Arntz et al. (2017) προέβλεψαν ότι περίπου το εννέα τοις εκατό της συνολικής απασχόλησης στις ΗΠΑ έχει υψηλή πιθανότητα αυτοματοποίησης της

εργασίας, σε αντίθεση με το 47 τοις εκατό που αναφέρουν οι Frey και Osborne (2017). Ωστόσο, οι συγγραφείς απέτυχαν να εξετάσουν το σημαντικά υψηλότερο ποσοστό απασχόλησης στις ΗΠΑ με μέτρια πιθανότητα αυτοματοποίησης της εργασίας (Εικόνα 2). Χρησιμοποιώντας τα ίδια κριτήρια με τους Frey και Osborne (2017), δηλαδή $0,3 < p < 0,7$, το ποσοστό απασχόλησης στις ΗΠΑ με μέτρια πιθανότητα αυτοματοποίησης εργασίας εκτιμάται ότι είναι 66 τοις εκατό – σημαντικά υψηλότερο από το 19 τοις εκατό που προβλέπεται από Frey and Osborne (2017). Συνολικά το 25 τοις εκατό της απασχόλησης στις ΗΠΑ εκτιμήθηκε ότι δεν ήταν αυτοματοποιήσιμο ($p < 0,3$).

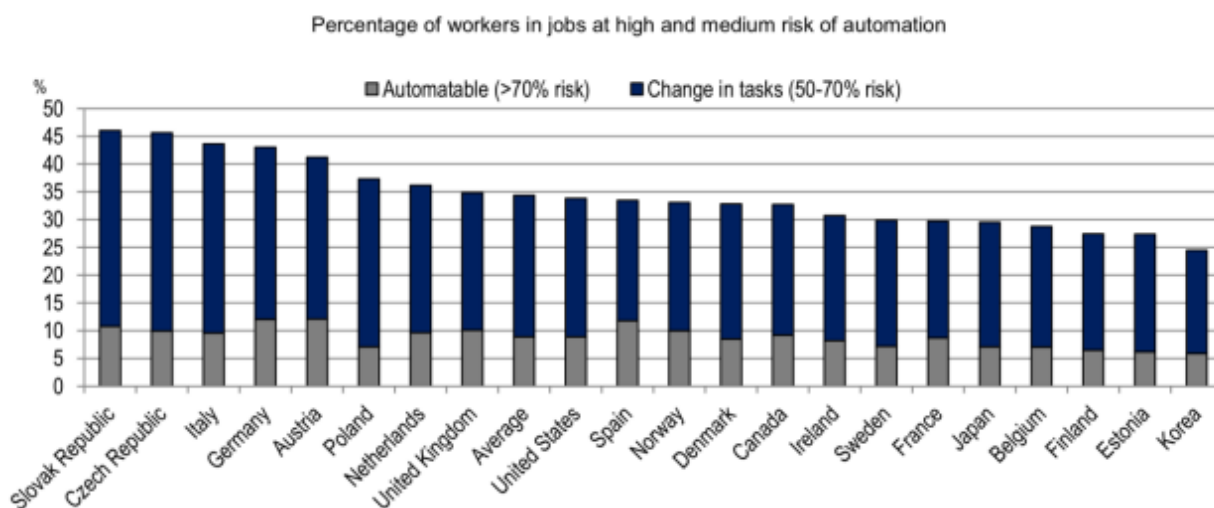


Εικόνα 2 Επίδραση στην απασχόληση στις ΗΠΑ από την αυτοματοποίηση εργασίας: προσέγγιση βάσει επαγγέλματος έναντι προσέγγισης βάσει εργασιών (προσαρμογή από Arntz et al., 2017, σελ. 158)

Με βάση αυτή την ανάλυση, το δυναμικό αυτοματισμού βρέθηκε να είναι χαμηλότερο για θέσεις εργασίας που περιελάμβαναν παρουσίαση, εκπαίδευση, προγραμματισμό και επιρροή σε άλλους. Το δυναμικό αυτοματισμού βρέθηκε να είναι υψηλότερο για θέσεις εργασίας που περιλαμβάνουν πωλήσεις, χειρωνακτικές εργασίες και ανταλλαγή πληροφοριών. Οι συγγραφείς υποστήριξαν ότι αυτό ήταν ευθυγραμμισμένο με τη βιβλιογραφία που βασίζεται σε εργασίες που

προτείνει ότι οι εργασίες ρουτίνας υπόκεινται σε αυτοματοποίηση, ενώ οι διαδραστικές και οι γνωστικές εργασίες είναι λιγότερο επιρρεπείς στον αυτοματισμό (Acemoglu & Autor, 2011).

Οι Arntz, Gregory και Zierahn (2016) χρησιμοποίησαν το ίδιο μοντέλο για να εκτιμήσουν τις δυνατότητες αυτοματοποίησης της απασχόλησης σε 21 ανεπτυγμένες χώρες. Διαπιστώθηκε ότι το ποσοστό των εργαζομένων σε επαγγέλματα με πιθανότητα αυτοματοποίησης εργασίας μεγαλύτερη από 0,5 κυμαινόταν μεταξύ 25 και 46 τοις εκατό στις 21 εξεταζόμενες χώρες (Εικόνα 3)Δ. Οι διαφορές μεταξύ των χωρών αποδίδονταν σε διαφορετικές οργανωτικές δομές στο χώρο εργασίας, στις επενδύσεις στην τεχνολογία και στα εκπαιδευτικά επίπεδα (Arntz et al., 2016).

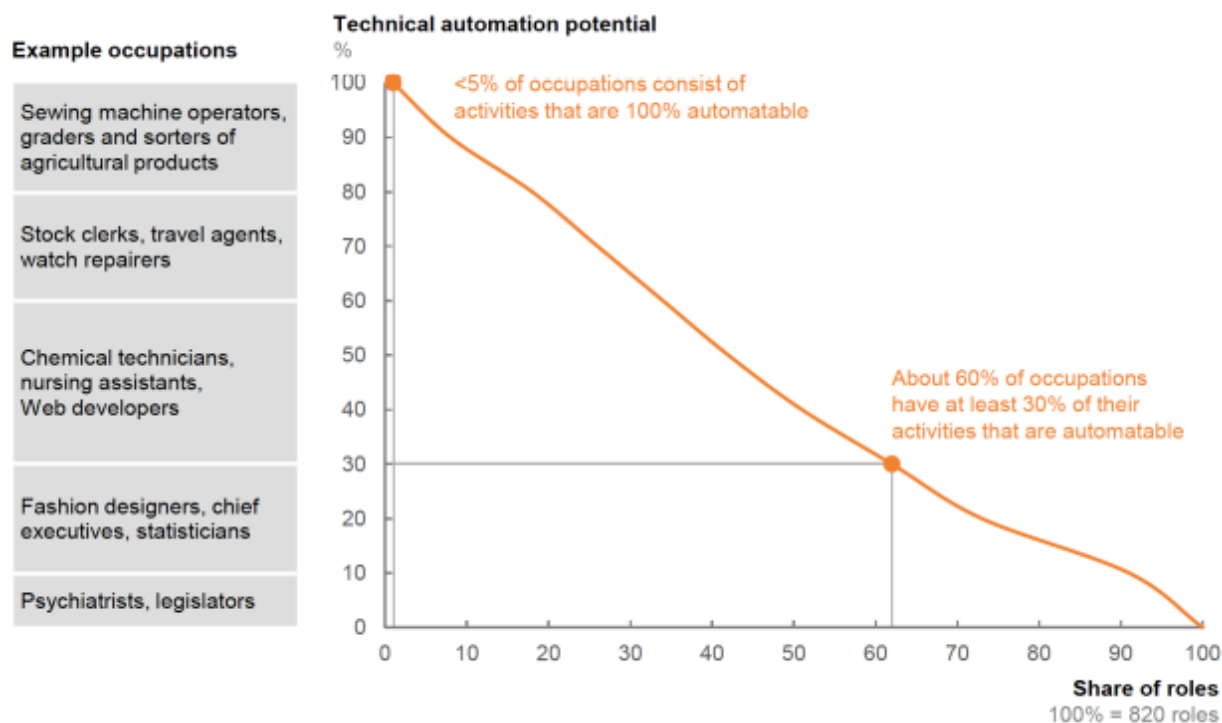


Εικόνα 3 Ποσοστό εργαζομένων που επηρεάζονται από την αυτοματοποίηση σε 21 ανεπτυγμένες χώρες (Arntz et al., 2016; OECD, 2016, σελ. 2)

Ο David (2017) εφάρμοσε ένα παρόμοιο μοντέλο με αυτό των Frey και Osborne (2017) για την ιαπωνική αγορά εργασίας για να ελέγξει εάν ο αντίκτυπος της τεχνολογικής αλλαγής ήταν πιο έντονος δεδομένου του υψηλότερου επιπέδου τεχνολογικής διάδοσης της χώρας και του κυρίαρχου ρόλου της στην παραγωγή καινοτομίες. Χρησιμοποιήθηκαν παρόμοια σημεία έντασης αυτοματισμού, δηλαδή αντίληψη και χειραγώγηση, δημιουργική νοημοσύνη, κοινωνική νοημοσύνη και δυνατότητα εκτίμησης. Ο συγγραφέας διαπίστωσε ότι το 56 τοις εκατό των θέσεων εργασίας στην Ιαπωνία ήταν πολύ ευαίσθητα στην αυτοματοποίηση της εργασίας ($p > 0,7$). Περίπου το 25% βρέθηκε να διατρέχει μέτριο κίνδυνο αυτοματοποίησης της εργασίας και

το 19% θεωρήθηκε μη αυτοματοποιήσιμο. Δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές με βάση το φύλο, αλλά τα προσωρινά και τα επαγγέλματα μερικής απασχόλησης βρέθηκαν να είναι πιο ευαίσθητα από τα κανονικά επαγγέλματα.

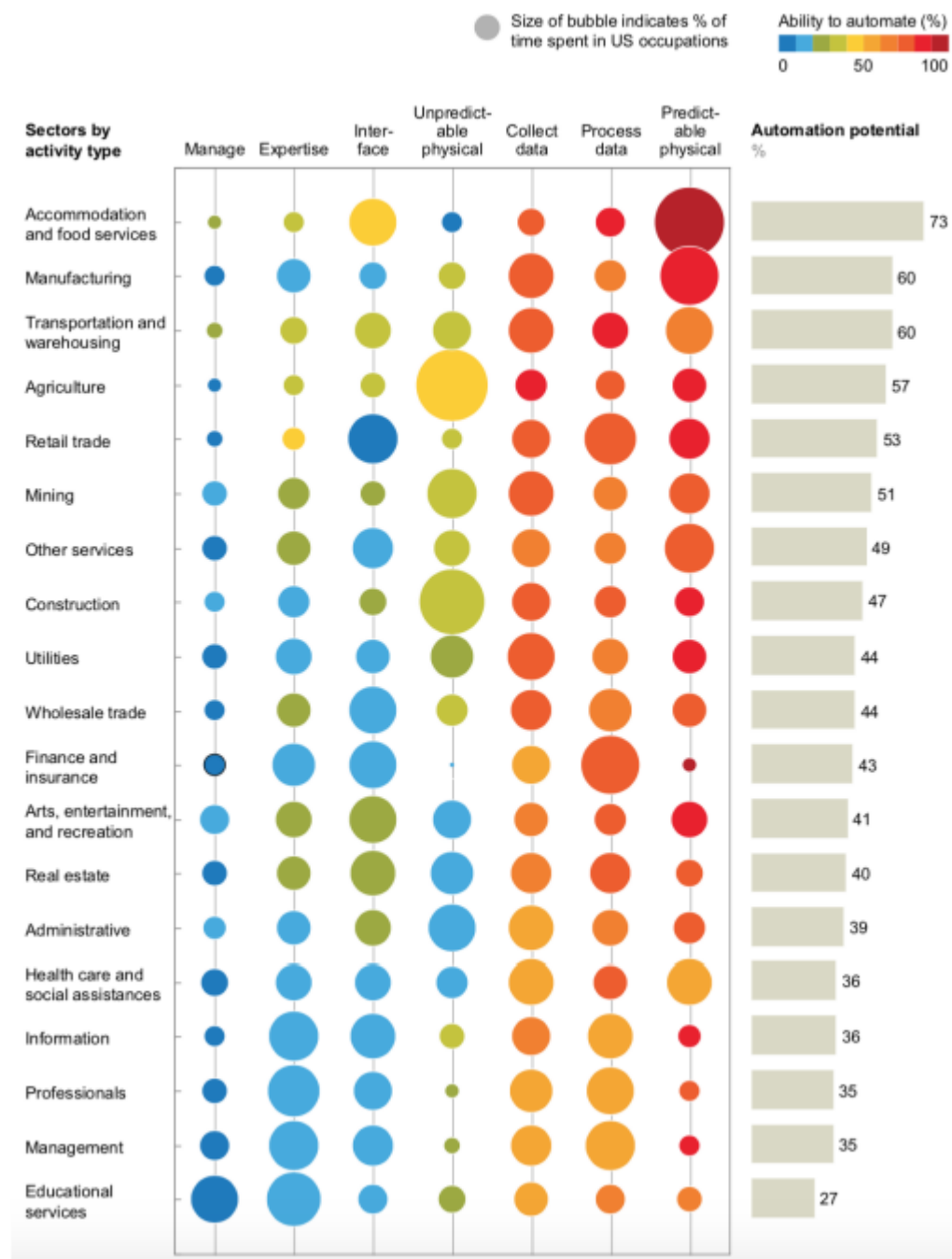
Με βάση τη μελέτη των Frey και Osborne (2017), το McKinsey Global Institute (2017) αξιολόγησε τις τεχνικές δυνατότητες για την αυτοματοποίηση σε 2.000 εργασιακές δραστηριότητες. Οι συγγραφείς χρησιμοποίησαν πέντε ομάδες ικανοτήτων, δηλαδή την αισθητηριακή αντίληψη, τις γνωστικές ικανότητες, την επεξεργασία της φυσικής γλώσσας, τις κοινωνικές και συναισθηματικές ικανότητες και τις σωματικές ικανότητες. Υπολογίστηκε ότι το 50 τοις εκατό των δραστηριοτήτων σε όλα τα επαγγέλματα θα μπορούσαν να αυτοματοποιηθούν χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα τεχνολογία. Ενώ λίγα επαγγέλματα (λιγότερο από πέντε τοις εκατό) βρέθηκαν να είναι πλήρως αυτοματοποιήσιμα, περίπου το 60 τοις εκατό των επαγγελματιών αποτελούνταν από τουλάχιστον 30 τοις εκατό αυτοματοποιήσιμες δραστηριότητες (Εικόνα 4).



Εικόνα 4 Δυνατότητα τεχνικής αυτοματοποίησης 820 επαγγελμάτων στις ΗΠΑ (McKinsey Global Institute, 2017, σελ. 5)

Οι εργασιακές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν την εκτέλεση φυσικών δραστηριοτήτων σε προβλέψιμα περιβάλλοντα, την επεξεργασία δεδομένων και τη συλλογή δεδομένων βρέθηκαν να έχουν τις υψηλότερες τεχνικές δυνατότητες (πιθανότητα) για αυτοματοποίηση. Άλλες δραστηριότητες όπως η διαχείριση και η ανάπτυξη ανθρώπων, η εφαρμογή τεχνογνωσίας στη λήψη αποφάσεων, ο σχεδιασμός και οι δημιουργικές εργασίες, η διασύνδεση με τους ενδιαφερόμενους και η εκτέλεση σωματικών δραστηριοτήτων σε απρόβλεπτα περιβάλλοντα έδειξαν σημαντικά χαμηλότερες δυνατότητες αυτοματισμού (McKinsey Global Institute, 2017). Το δυναμικό αυτοματισμού για ανά τύπο δραστηριότητας προσδιορίστηκε για διάφορους κλάδους της βιομηχανίας των ΗΠΑ. Αυτά παρουσιάζονται στην εικόνα 5.

Βιομηχανίες όπου η πλειονότητα των δραστηριοτήτων περιλαμβάνει προβλέψιμες φυσικές δραστηριότητες, επεξεργασία δεδομένων και συλλογή δεδομένων βρέθηκε ότι έχουν υψηλότερες δυνατότητες αυτοματισμού. Αυτές περιελάμβαναν βιομηχανίες όπως η στέγαση και οι υπηρεσίες τροφίμων, η μεταποίηση, οι μεταφορές και η αποθήκευση και το λιανικό εμπόριο. Βιομηχανίες όπου η πλειονότητα των δραστηριοτήτων περιλαμβάνει τη διαχείριση και την ανάπτυξη ανθρώπων, την εφαρμογή τεχνογνωσίας στη λήψη αποφάσεων, τον προγραμματισμό και τις δημιουργικές εργασίες και τη διασύνδεση με τους ενδιαφερόμενους, βρέθηκε ότι έχουν χαμηλότερες δυνατότητες αυτοματισμού. Αυτές περιελάμβαναν κλάδους όπως η υγειονομική περίθαλψη και η κοινωνική βοήθεια, οι υπηρεσίες επαγγελματιών, η διαχείριση εταιρειών και επιχειρήσεων και οι εκπαιδευτικές υπηρεσίες (McKinsey Global Institute, 2017).



Εικόνα 5 Τεχνικές δυνατότητες για την αυτοματοποίηση στους βιομηχανικούς κλάδους στις ΗΠΑ (McKinsey Global Institute, 2017, σελ. 7)

3.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΡΥΘΜΟ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

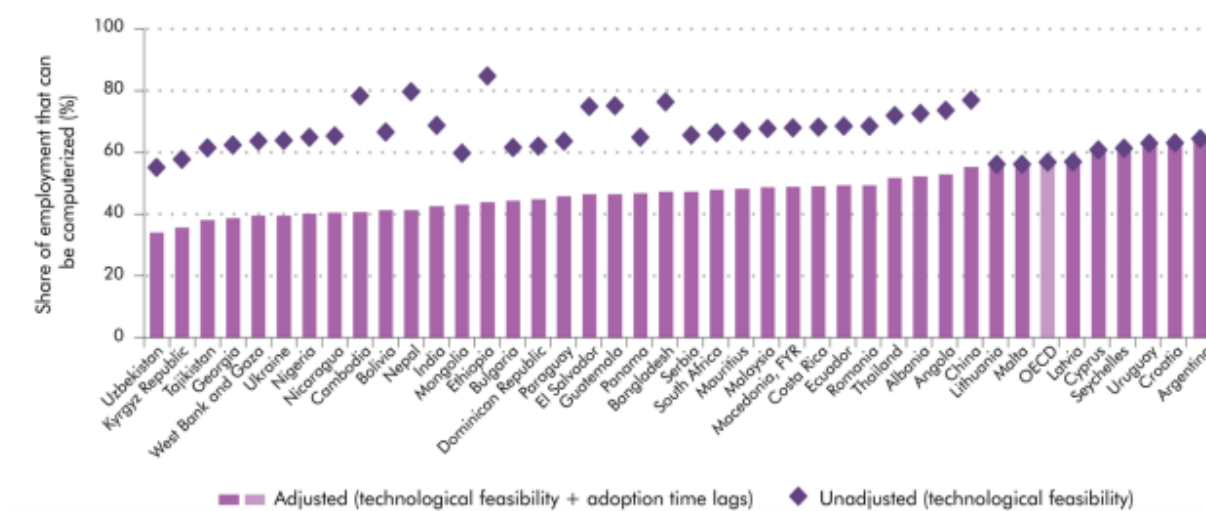
Ορισμένες μελέτες έδειξαν ότι ο αντίκτυπος της τεχνολογικής αλλαγής στις θέσεις εργασίας είναι πιθανό να μετριαστεί από την κυβερνητική παρέμβαση και τις αλλαγές πολιτικής (David, 2017; Kim, Kim, & Lee, 2017). Χρησιμοποιώντας τεχνικές προσομοίωσης σεναρίων για το μέλλον, οι Kim, Kim and Lee (2017) προέβλεψαν ότι θα δημιουργηθούν νέες τεχνικές θέσεις εργασίας. Αυτές οι θέσεις εργασίας θα αποτελέσουν σημαντικό μέρος της μελλοντικής απασχόλησης στις ανεπτυγμένες οικονομίες. Επιπλέον, οι συγγραφείς αναμένουν ότι οι κυβερνητικές πρωτοβουλίες και η τροποποίηση των εκπαιδευτικών συστημάτων θα αποτρέψουν μια κρίση απασχόλησης.

Οι Conti και Sulis (2016) υποστήριζαν ότι η υιοθέτηση τεχνολογίας είναι συνάρτηση του επιπέδου δεξιοτήτων του εργατικού δυναμικού και της ικανότητας της επιχείρησης να προσαρμοστεί στην τεχνολογική αλλαγή. Δεδομένου ότι οι ανεπτυγμένες οικονομίες χαρακτηρίζονται από προηγμένες βιομηχανίες, αυτές οι οικονομίες επιδεικνύουν γενικά ταχύτερη υιοθέτηση τεχνολογίας. Έτσι, είναι πιο επιρρεπείς στην τεχνολογική αλλαγή σε τομείς όπου είναι δυνατή η αυτοματοποίηση της εργασίας. Επιπλέον, οι υψηλότεροι μισθοί στις ανεπτυγμένες οικονομίες καθιστούν την αυτοματοποίηση θέσεων εργασίας οικονομικά βιώσιμη (World Bank Group, 2016). Οι αναδυόμενες οικονομίες, από την άλλη πλευρά, έχουν λιγότερο αναπτυγμένες βιομηχανίες, πιο αργή τεχνολογική υιοθέτηση και δομές χαμηλότερων μισθών (Ugur & Mitra, 2017).

Ανάλογα με το είδος και το σχετικό μέγεθος των βιομηχανιών στη χώρα, τα περιθώρια για τεχνολογικές αλλαγές σε μια αναδυόμενη οικονομία είναι γενικά μεγάλα. Ωστόσο, ως αποτέλεσμα της αργής τεχνολογικής υιοθέτησης, ο αντίκτυπος της τεχνολογικής αλλαγής είναι πιθανό να είναι μικρότερος, πιο αργός ή σημαντικά καθυστερημένος (Conti & Sulis, 2016; World Bank Group, 2016).

Χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία των Frey και Osborne (2017), η Παγκόσμια Τράπεζα (2016) υπολόγισε το μερίδιο της απασχόλησης που είναι επιρρεπές στην αυτοματοποίηση για

μια σειρά αναδυόμενων οικονομιών. Οι συγγραφείς έκαναν προσαρμογή των δεδομένων για πιο αργό ρυθμό υιοθέτησης τεχνολογίας και χαμηλότερους μισθούς σε αυτές τις οικονομίες (Εικόνα 6)



Εικόνα 6 Εκτίμηση του μεριδίου της απασχόλησης που είναι επιρρεπές στον αυτοματισμό στις αναδυόμενες οικονομίες (World Bank Group, 2016, σελ. 129)

Το μοντέλο που παρουσιάστηκε από το McKinsey Global Institute (2017) εξέτασε πέντε παράγοντες που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τον ρυθμό και την έκταση του αυτοματισμού. Αυτοί οι παράγοντες ήταν: η τεχνική σκοπιμότητα της τεχνολογίας, το κόστος ανάπτυξης και ανάπτυξης τεχνολογικών λύσεων, η δυναμική της αγοράς εργασίας, τα οικονομικά οφέλη και η ρυθμιστική και κοινωνική αποδοχή. Αυτό το μοντέλο προέβλεψε ότι η αυτοματοποίηση θα ήταν μια παγκόσμια δύναμη, αλλά λόγω της σημαντικής αβεβαιότητας σχετικά με το χρονοδιάγραμμα, η υιοθέτηση της τεχνολογίας θα γινόταν σε πλαίσιο δεκαετιών.

Χρησιμοποιώντας μια διαδικασία σχεδιασμού προοπτικών σεναρίων, οι Rhisiart, Störmer and Daheim (2016) προσδιόρισαν τέσσερα πιθανά σενάρια για το μέλλον της εργασίας στο Ηνωμένο Βασίλειο. Αυτά τα σενάρια ήταν η ευελιξία του εργατικού δυναμικού, ο μεγάλος διαχωρισμός, ο ακτιβισμός δεξιοτήτων και η προσαρμογή στην καινοτομία (Πίνακας 1). Αυτά τα σενάρια βασίστηκαν σε πιθανές κοινωνικές, τεχνολογικές, οικονομικές, περιβαλλοντικές, κανονιστικές και πολιτικές επιδράσεις της τεχνολογίας, συμπεριλαμβανομένης της τεχνητής νοημοσύνης και της ρομποτικής.

Πίνακας 1 Τέσσερα σενάρια για το μέλλον της εργασίας το 2030 (προσαρμογή από τους Rhisiart et al., 2016, σελ. 6)

<i>Σενάριο</i>	<i>Περιγραφή</i>
Ευελιξία του εργατικού δυναμικού (business-as-usual)	Η μεγαλύτερη ευελιξία στις επιχειρήσεις, σε συνδυασμό με τη σταδιακή υιοθέτηση της καινοτομίας έχουν ως αποτέλεσμα την οικονομική ανάπτυξη σε βάρος των θέσεων εργασίας με χαμηλή ειδίκευση
Ο Μεγάλος Διχασμός	Η ισχυρή ανάπτυξη σε εταιρείες υψηλής τεχνολογίας έχει ως αποτέλεσμα ένα κοινωνικό και οικονομικό χάσμα μεταξύ των «εχόντων» και «μη εχόντων».
Ακτιβισμός δεξιοτήτων	Η τεχνολογική καινοτομία οδηγεί σε αυτοματοποίηση θέσεων εργασίας και μεγάλης κλίμακας απώλειες θέσεων εργασίας, ακολουθούμενες από πολιτική πίεση για τη δημιουργία προγραμμάτων ανάπτυξης δεξιοτήτων υπό την καθοδήγηση της κυβέρνησης.
Προσαρμογή στην Καινοτομία	Η εφαρμογή καινοτόμου τεχνολογίας βελτιώνει την παραγωγικότητα σε στάσιμες οικονομίες

3.4 ΤΟ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ

ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σε απάντηση στην ευρέως διαδεδομένη πρόβλεψη σχετικά με την αρνητική επίδραση της τεχνολογίας στις θέσεις εργασίας, έχει υποστηριχθεί ότι η επίδραση της αυτοματοποίησης στην εργασία συχνά υπερεκτιμάται, ενώ η ισχυρή συμπληρωματική επίδραση μεταξύ αυτοματισμού και εργασίας αγνοείται (Autor, 2015). Αυτό το συμπληρωματικό αποτέλεσμα αυξάνει την παραγωγικότητα, αυξάνει τους μισθούς και μεταβάλλει τη ζήτηση για εργασία. Ο Autor (2015) υποστήριξε ότι «...τα συγκριτικά πλεονεκτήματά από την αλληλεπίδραση μεταξύ μηχανών και

Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών – Τομέας Διοίκησης και Οργάνωσης 51

ανθρώπων επιτρέπουν στους υπολογιστές να υποκαθιστούν τους εργαζόμενους στην εκτέλεση συνηθισμένων, κωδικοποιημένων εργασιών, ενώ ενισχύουν το συγκριτικό πλεονέκτημα των εργαζομένων στην παροχή δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, προσαρμοστικότητας και δημιουργικότητας» (Autor, 2015, σελ. 5). Οι ακόλουθες ενότητες περιγράφουν τις συμπληρωματικές επιπτώσεις της τεχνολογικής αλλαγής μαζί με τους μηχανισμούς αποζημίωσης της απασχόλησης.

Η τεχνολογική αλλαγή μπορεί να ταξινομηθεί είτε ως καινοτομία προϊόντος είτε ως καινοτομία διαδικασίας. Η καινοτομία προϊόντων σχετίζεται με την εισαγωγή νέων αγαθών και υπηρεσιών, ενώ η καινοτομία διαδικασίας σχετίζεται με την εφαρμογή μιας νέας ή βελτιωμένης μεθόδου παραγωγής ή παράδοσης. Διάφορες μελέτες συμφώνησαν ότι η καινοτομία προϊόντων έχει καθαρό θετικό αντίκτυπο στην απασχόληση, ενώ η καινοτομία στη διαδικασία μειώνει είτε την εισροή εργασίας είτε την εισροή κεφαλαίου σε έναν κλάδο (Bogliacino, Piva, & Vivarelli, 2012; Harrison, Jaumandreu, Mairesse, & Peters, 2014; Lachenmaier & Rottmann, 2011· Van Reenen, 1997).

Η μικροοικονομική θεωρία προτείνει ότι η καινοτομία της διαδικασίας εισάγει είτε μια ανοδική μετατόπιση στη βραχυπρόθεσμη συνάρτηση παραγωγής, είτε μια κίνηση προς τα κάτω της ισοδύναμης καμπύλης¹⁰ (Vivarelli, 2013, 2014, 2015). Ωστόσο, η θεωρία της αποζημίωσης της εργασίας προτείνει ότι ο άμεσος αντίκτυπος της καινοτομίας στη διαδικασία αντισταθμίζεται συχνά από οικονομικές δυνάμεις που αντισταθμίζουν τη μείωση της απασχόλησης. Ο Πίνακας 2 συνοψίζει έναν αριθμό μηχανισμών αντιστάθμισης (Calvino & Virgillito, 2017; Vivarelli, 2014, 2015).

¹⁰ Μια ισοδύναμη καμπύλη είναι μια γραφική παράσταση που δείχνει τους άπειρους συνδυασμούς δύο παραγόντων με τους οποίους μπορεί να ληφθεί η ίδια ποσότητα προϊόντος

Πίνακας 2 Μηχανισμοί αποζημίωσης για την απασχόληση ως αποτέλεσμα της τεχνολογικής αλλαγής (προσαρμογή από Calvino & Virgilito, 2017; Vivarelli, 2014, 2015)

Θεωρητική ταξινόμηση μηχανισμού	Μηχανισμών αποζημίωσης	Περιγραφή
Κλασσικοί ¹¹ - Νεοκλασσικοί ¹² μηχανισμοί	Καινούργια μηχανήματα	Η τεχνολογική πρόοδος εισάγει νέες μηχανές, εκτοπίζοντας πιθανώς την εργασία. Το εργατικό δυναμικό μετατοπίζεται στη βιομηχανία παραγωγής μηχανών (κλαδική μετατόπιση), αντισταθμίζοντας έτσι τις αρχικές αρνητικές επιπτώσεις στην απασχόληση.
	Μείωση των τιμών	Οι νέες τεχνολογίες επιτρέπουν μεγαλύτερη παραγωγικότητα, εκτοπίζουν την εργασία και μειώνουν το κόστος παραγωγής. Σε μια ανταγωνιστική αγορά, αυτό έχει ως αποτέλεσμα

¹¹ Η κλασική οικονομική θεωρία είναι ένας ευρύς όρος που αναφέρεται στην κυρίαρχη σχολή σκέψης για τα οικονομικά τον 18ο και 19ο αιώνα. Οι περισσότεροι θεωρούν τον Σκωτσέζο οικονομολόγο Άνταμ Σμιθ τον πρόγονο της κλασικής οικονομικής θεωρίας. Ωστόσο, οι Ισπανοί σχολαστικοί και οι Γάλλοι φυσιοκράτες έκαναν παλαιότερες συνεισφορές. Άλλοι αξιολόγοι συνεισφέροντες στα κλασικά οικονομικά είναι οι David Ricardo, Thomas Malthus, Anne Robert Jacques Turgot, John Stuart Mill, Jean-Baptiste Say και Eugen Böhm von Bawerk. Η κυκλοφορία του «*Wealth of Nations*» από τον Άνταμ Σμιθ το 1776 υπογραμμίζει μερικές από τις πιο εξέχουσες εξελίξεις στην κλασική οικονομία. Οι αποκαλύψεις του επικεντρώθηκαν γύρω από το ελεύθερο εμπόριο και μια έννοια που ονομάζεται «*αόρατο χέρι*» που χρησίμευσε ως θεωρία για τα αρχικά στάδια της εγχώριας και διεθνούς προσφοράς και ζήτησης. Αυτή η θεωρία, οι διπλές και ανταγωνιστικές δυνάμεις από την πλευρά της ζήτησης και από την πλευρά της πώλησης, κινεί την αγορά σε ισορροπία τιμών και παραγωγής. Οι μελέτες του Smith βοήθησαν στην προώθηση του εγχώριου εμπορίου και οδήγησαν σε πιο αποτελεσματική και ορθολογική τιμολόγηση στις αγορές προϊόντων με βάση την προσφορά και τη ζήτηση.

¹² Η νεοκλασική οικονομική θεωρία είναι μια ευρεία θεωρία που εστιάζει στην προσφορά και τη ζήτηση ως τις κινητήριες δυνάμεις πίσω από την παραγωγή, την τιμολόγηση και την κατανάλωση αγαθών και υπηρεσιών. Εμφανίστηκε γύρω στο 1900 για να ανταγωνιστεί τις προηγούμενες θεωρίες της κλασικής οικονομικής θεωρίας. Μία από τις βασικές πρώτες παραδοχές είναι ότι η χρησιμότητα για τους καταναλωτές και όχι το κόστος παραγωγής, είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας για τον προσδιορισμό της αξίας ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας. Αυτή η προσέγγιση αναπτύχθηκε στα τέλη του 19ου αιώνα με βάση βιβλία των William Stanley Jevons, Carl Menger και Léon Walras. Οι νεοκλασικές οικονομικές θεωρίες αποτελούν τη βάση της σύγχρονης οικονομίας, μαζί με τις αρχές της κενσσιανής οικονομίας. Αν και η νεοκλασική προσέγγιση είναι η πιο ευρέως διδασκόμενη θεωρία των οικονομικών, έχει τους επικριτές της

<i>Keynesian</i> ¹³⁻ <i>Schumpeterian</i> ¹⁴ <i>μηχανισμοί</i>		μειωμένες τιμές. Οι χαμηλότερες τιμές τονώνουν την υψηλότερη ζήτηση, η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε αύξηση της απασχόλησης.
	Μείωση μισθών	Η νέα τεχνολογία εκτοπίζει την εργασία, ακολουθούμενη από μια προσαρμογή των τιμών στην αγορά εργασίας. Υποθέτοντας τον ελεύθερο ανταγωνισμό και την πλήρη υποκατάσταση της εργασίας και του κεφαλαίου (νεοκλασικό μοντέλο), η μείωση των μισθών θα αυξήσει τη ζήτηση για εργασία.
	Νέες επενδύσεις	Όταν η ανταγωνιστική σύγκλιση δεν είναι στιγμιαία, οι καινοτόμοι επιχειρηματίες μπορούν να αποκομίσουν μεγαλύτερα κέρδη στο διάστημα μεταξύ της εφαρμογής νέων τεχνολογιών και του χρόνου που μειώνονται οι τιμές. Αυτά τα κέρδη με τη σειρά τους επενδύονται για τη δημιουργία νέας παραγωγής και θέσεων εργασίας
	Αύξηση εισοδημάτων	Η τεχνολογική πρόοδος έχει ως αποτέλεσμα αυξημένο εισόδημα και υψηλότερη κατανάλωση για το εξειδικευμένο προσωπικό. Αυτή η αύξηση της

¹³ Η κεϋνσιανή οικονομική θεωρία είναι μια μακροοικονομική θεωρία της συνολικής δαπάνης στην οικονομία και των επιπτώσεών τους στην παραγωγή, την απασχόληση και τον πληθωρισμό. Τα κεϋνσιανά οικονομικά αναπτύχθηκαν από τον Βρετανό οικονομολόγο John Maynard Keynes κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1930 σε μια προσπάθεια κατανόησης της Μεγάλης Ύφεσης. Η κεϋνσιανή θεωρία θεωρείται ως μια θεωρία από την πλευρά της ζήτησης που εστιάζει στις αλλαγές στην οικονομία βραχυπρόθεσμα. Η κεντρική του πεποίθηση είναι ότι η κρατική παρέμβαση μπορεί να σταθεροποιήσει την οικονομία. Η θεωρία του Keynes ήταν η πρώτη που διαχώρισε έντονα τη μελέτη της οικονομικής συμπεριφοράς και των αγορών που βασίζονται σε μεμονωμένα κίνητρα από τη μελέτη των ευρείων εθνικών οικονομικών μεταβλητών και δομών. Με βάση τη θεωρία του, ο Keynes υποστήριξε την αύξηση των κρατικών δαπανών και τη μείωση των φόρων για την τόνωση της ζήτησης και την έξοδο της παγκόσμιας οικονομίας από την Ύφεση. Στη συνέχεια, τα κεϋνσιανά οικονομικά χρησιμοποιήθηκαν για να αναφερθούν στην έννοια ότι θα μπορούσαν να επιτευχθούν βέλτιστες οικονομικές επιδόσεις - και να αποτραπούν οι οικονομικές πτώσεις - επηρεάζοντας τη συνολική ζήτηση μέσω ακτιβιστικής σταθεροποίησης και οικονομικής παρέμβασης από την κυβέρνηση. Οι κεϋνσιανοί οικονομολόγοι δικαιολογούν μια τέτοια παρέμβαση λόγω των πολιτικών της που στοχεύουν στην επίτευξη πλήρους απασχόλησης και σταθερότητας των τιμών.

	ζήτησης οδηγεί σε αύξηση της απασχόλησης.
Νέα Προϊόντα	Η εισαγωγή νέων προϊόντων και οικονομικών κλάδων τονώνει την κατανάλωση, η οποία μεταφράζεται σε μεγαλύτερη ζήτηση και απασχόληση. Ωστόσο, τα νέα προϊόντα μπορεί να «κανιβαλίσουν» παλιά προϊόντα, να προκαλέσουν επέκταση της αγοράς ή να διαβρώσουν το μερίδιο αγοράς των ανταγωνιστών (κλοπή επιχειρήσεων).

Οι κλασικοί-νεοκλασικοί μηχανισμοί εξηγούν πώς η εισαγωγή νέων μηχανών, η μείωση των τιμών, η μείωση των μισθών και οι νέες επενδύσεις μπορούν να αντισταθμίσουν την εργασία. Ομοίως, οι Keynesian -Schumpeterian μηχανισμοί περιγράφουν πώς η αύξηση του εισοδήματος και η εισαγωγή νέων προϊόντων μεταφράζονται σε αύξηση της απασχόλησης. Ωστόσο, από τον Πίνακα 2 είναι σαφές ότι οι αλληλεπιδράσεις του μηχανισμού αντιστάθμισης είναι πολύπλοκες, δεν είναι ντετερμινιστικές και υπόκεινται σε περιορισμούς (Calvino & Virgilito, 2017).

Επιπλέον, ο καθαρός αντίκτυπος των μηχανισμών αποζημίωσης είναι συνάρτηση του θεσμικού πλαισίου και παραγόντων όπως η ελαστικότητα της ζήτησης, ο βαθμός ανταγωνισμού, η υποκατάσταση της εργασίας κεφαλαίου και οι προσδοκίες ζήτησης εντός του συγκεκριμένου συστήματος που εξετάζεται (Vivarelli, 2014, 2015).

¹⁴ Η θεωρία ανάπτυξης του Schumpeter αποδίδει πρωταρχικό ρόλο στον επιχειρηματία και στις καινοτομίες που εισάγει στη διαδικασία της οικονομικής ανάπτυξης. Σύμφωνα με τον Schumpeter, η διαδικασία παραγωγής χαρακτηρίζεται από έναν συνδυασμό υλικών και άυλων παραγωγικών δυνάμεων. Οι υλικές παραγωγικές δυνάμεις προκύπτουν από τους αρχικούς συντελεστές παραγωγής, δηλαδή τη γη και την εργασία κ.λπ., ενώ το άυλο σύνολο των παραγωγικών δυνάμεων εξαρτώνται από τα «τεχνικά δεδομένα» και τα «γεγονότα της κοινωνικής οργάνωσης». Ο Schumpeter υποστήριξε ότι οι αλλαγές στην προσφορά παραγωγικών παραγόντων μπορούν να επιφέρουν μόνο σταδιακή, συνεχή και αργή εξέλιξη του οικονομικού συστήματος. Από την άλλη πλευρά, ο αντίκτυπος της τεχνολογικής και κοινωνικής αλλαγής απαιτεί αυθόρμητη, ασυνεχή αλλαγή στα κανάλια ροής παραγωγής. Έτσι, λαμβάνοντας υπόψη αυτούς τους δύο τύπους διακριτών επιρροών, ο Schumpeter διέκρινε δύο συνιστώσες στη δυναμική εξέλιξη της οικονομίας – (α) το «*συστατικό της ανάπτυξης*» (growth component) που επιφέρει σταδιακή, συνεχή και αργή εξέλιξη λόγω των αλλαγών στη διαθεσιμότητα των παραγόντων, (β) το «*συστατικό εξέλιξης*» (development component) που επιφέρει αυθόρμητη και ασυνεχή αλλαγή στα κανάλια ροής εξόδου λόγω αλλαγών στο τεχνικό και κοινωνικό περιβάλλον.

Τα εμπειρικά στοιχεία σε επίπεδο εταιρείας υποστήριξαν σε μεγάλο βαθμό μια θετική σχέση μεταξύ της τεχνολογικής αλλαγής και της απασχόλησης, όπως μετράται μέσω της έντασης διεργασιών Έρευνας και Ανάπτυξης και του αριθμού των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για εταιρείες στον τομέα της υψηλής τεχνολογίας (Bogliacino, 2014; Calvino & Virgillito, 2017; Evangelista & Vezzani, 2012; Harrison et al., 2014; Lachenmaier & Rottmann, & Córcoles, 2011; Cuerva, 2014· Van Roy, Vertesy, & Vivarelli, 2015). Μια περίληψη των επιπτώσεων της καινοτομίας προϊόντων και διαδικασιών στην απασχόληση σε επίπεδο επιχείρησης και κλάδου δίνεται στον Πίνακα 3 (Calvino & Virgillito, 2017).

Πίνακας 3 Αντίκτυπος της καινοτομίας προϊόντων και διαδικασιών της απασχόλησης σε επίπεδο επιχείρησης και κλάδου (προσαρμογή από Calvino & Virgillito, 2017)

<i>Επίπεδο</i>	<i>Καινοτομία προϊόντος</i>	<i>Καινοτομία διαδικασίας</i>
Επίπεδο επιχείρησης	Θετικός: Μηχανισμός αντιστάθμισης προϊόντος	Μικτός: Μηχανισμός αντιστάθμισης τιμής
Επίπεδο βιομηχανικού κλάδου	Κανένα αποτέλεσμα: Επιχειρηματική κλοπή (χωρίς αποτέλεσμα) Θετικός Επέκταση αγοράς (θετική)	Μικτός: Κλαδική μετατόπιση (αρνητική) Διάχυση τεχνολογίας (Θετική)

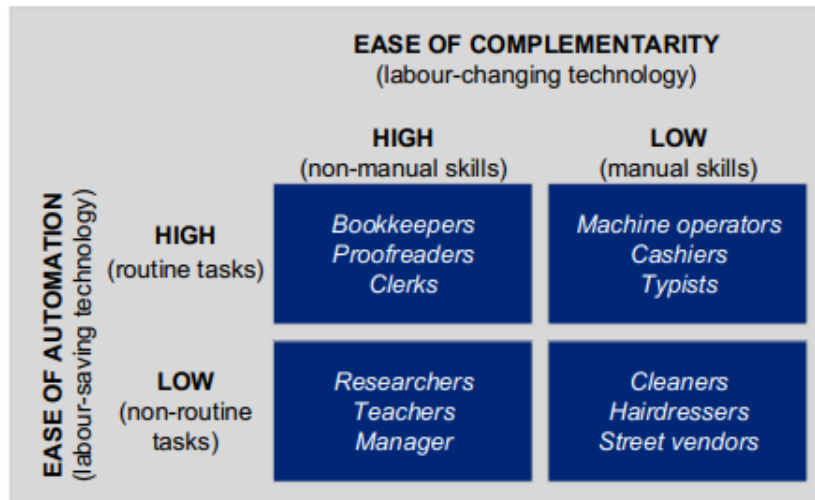
Ο Πίνακας 3 δείχνει ότι η καινοτομία προϊόντων σε επίπεδο επιχείρησης γενικά έχει θετικό αντίκτυπο στην απασχόληση, ενώ ο αντίκτυπος της καινοτομίας στη διαδικασία είναι μικτός λόγω των μηχανισμών αντιστάθμισης των τιμών. Σε επίπεδο βιομηχανίας, η καινοτομία προϊόντων δεν έχει καμία επίδραση στην απασχόληση σε περίπτωση επιχειρηματικής κλοπής¹⁵, αλλά έχει θετικό αντίκτυπο στην απασχόληση σε περίπτωση επέκτασης της αγοράς. Ο

¹⁵ Η Επιχειρηματική κλοπή (Business stealing) είναι η (αρνητική) επίδραση στη ζήτηση των ανταγωνιστών όταν μια επιχείρηση αλλάζει κάποια ενέργεια (συνήθως σε σχέση με την τιμολόγηση, αλλά θα μπορούσε να είναι οποιαδήποτε μεταβλητή στρατηγικής επιλογής της επιχείρησης). Αυτό έρχεται σε αντίθεση με την αύξηση της ζήτησης μέσω των καταναλωτών που ήδη αγοράζουν από την επιχείρηση ή φέρνουν νέους καταναλωτές στην αγορά. Το τελευταίο σημείο ακούγεται σαν επιχειρηματική κλοπή, αλλά μπορεί κανείς να το θεωρήσει ως μια προσέγγιση όπου η ελαστικότητα μεταξύ των τιμών με οποιαδήποτε πηγή ζήτησης εκτός της αγοράς είναι μηδενική. Τότε μπορεί να αγνοηθεί οποιαδήποτε πιθανή στρατηγική συμπεριφορά εκ μέρους των επιχειρήσεων σε οποιαδήποτε από τις αγορές όπου συμβαίνει η μείωση (δεσμοί με συζητήσεις για τη «σχετική αγορά»).

αντίκτυπος της καινοτομίας διαδικασιών στην απασχόληση σε επίπεδο βιομηχανίας είναι ανάμεικτος λόγω του αντιστάθμισης ενός μηχανισμού κλαδικής μετατόπισης (νέες μηχανές) (που έχει αρνητικό αντίκτυπο στην απασχόληση) και ενός μηχανισμού διάχυσης τεχνολογίας (που έχει θετικό αντίκτυπο στην απασχόληση) (Calvino & Virgilito, 2017).

3.5 ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο αντίκτυπος της τεχνολογικής αλλαγής στις θέσεις εργασίας είναι συνάρτηση της φύσης των καθηκόντων που καθορίζουν μια συγκεκριμένη εργασία και του βαθμού στον οποίο η τεχνολογία θα συμπληρώσει ή θα υποκαταστήσει τους εργαζόμενους που εκτελούν αυτά τα καθήκοντα (Autor & Dorn, 2013). Τα καθήκοντα χαρακτηρίζονται από ένα σύνολο δεξιοτήτων, δηλαδή γνωστικές, αναλυτικές, κοινωνικο-συναισθηματικές και χειρωνακτικές δεξιότητες (Acemoglu & Autor, 2011). Η σχέση μεταξύ τεχνολογίας και δεξιοτήτων για συγκεκριμένες θέσεις εργασίας είναι επομένως συνάρτηση της ευκολίας του αυτοματισμού και της ευκολίας της συμπληρωματικότητας (Acemoglu & Autor, 2011) (Εικόνα 7).



Εικόνα 7 Αλληλεπίδραση μεταξύ τεχνολογίας και δεξιοτήτων (προσαρμογή από Acemoglu και Autor, 2011· World Bank Group, 2016)

Ένας αριθμός μοντέλων τεχνολογικής αλλαγής έχει αναπτυχθεί στην συναφή βιβλιογραφία, που στοχεύουν να εξηγήσουν τις αλλαγές στην απασχόληση και τις μισθολογικές αλλαγές με την πάροδο του χρόνου ως απάντηση στην τεχνολογική αλλαγή. Τα πιο σημαντικά μοντέλα ήταν το μοντέλο τεχνολογικής αλλαγής με προκατάληψη δεξιοτήτων (SBTC¹⁶), το μοντέλο τεχνολογικής αλλαγής με προκατάληψη ρουτίνας (RBTC¹⁷) και το μοντέλο τεχνολογικής αλλαγής με προκατάληψη σύνθετων καθηκόντων (CBTC¹⁸). Η παρούσα ενότητα περιγράφει την ανάπτυξη και τα χαρακτηριστικά αυτών των μοντέλων τεχνολογικής αλλαγής.

3.5.1 Το μοντέλο τεχνολογικής αλλαγής με προκατάληψη ρουτίνας

Η υπόθεση της τεχνολογικής αλλαγής με προκατάληψη δεξιοτήτων (SBTC) (αναφέρεται επίσης ως κανονικό μοντέλο) παρουσιάστηκε στις θεμελιώδεις εργασίες των Zvi Griliches (1969) και Finis Welch (1970). Η βασική προϋπόθεση αυτού του μοντέλου ήταν ότι η

¹⁶ Skill-biased technological change model

¹⁷ Routine-biased technological change model

¹⁸ Complex-task biased technological change

τεχνολογική αλλαγή παρουσιάζει μια μεροληψία ως προς τις δεξιότητες (Ugur, Churchill, & Solomon, 2017; Ugur & Mitra, 2017; Vivarelli, 2013, 2014, 2015), δηλαδή οδηγεί στο να αντικαθιστούνται καθήκοντα που παραδοσιακά εκτελούνται από ανειδίκευτους εργάτες, με νέα καθήκοντα που απαιτούν ειδικευμένους εργαζόμενους. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, οι νέες τεχνολογίες βασίζονται σε ειδικευμένους εργάτες για να εφαρμοστούν αποτελεσματικά και αποδοτικά και η ζήτηση για εργατικό δυναμικό θα μετατοπιστεί προς όφελος των πιο εξειδικευμένων εργαζομένων (Acemoglu & Autor, 2011· Vivarelli, 2014, 2015). Αυτό ουσιαστικά απηχεί τις ιστορικές τάσεις απασχόλησης και την εξέλιξη νέων θέσεων εργασίας που απαιτούν μεγαλύτερες κοινωνικο-συναισθηματικές και υψηλότερης τάξης γνωστικές δεξιότητες (Cunningham & Villaseñor, 2016; Deming, 2017).

Μια άμεση συνέπεια της υπόθεσης SBTC είναι ότι μπορεί να υπάρχει ένας «*περιορισμός ανθρώπινου δυναμικού*» (Amendola & Gaffard, 1988). Με άλλα λόγια, ένας ανεπαρκής αριθμός ειδικευμένων εργαζομένων μπορεί να περιορίσει την υιοθέτηση και τη διάδοση της νέας τεχνολογίας και την επιδίωξη πλήρους απασχόλησης. Έτσι, η τεχνολογική αλλαγή έχει την ικανότητα να προκαλέσει ανεργία στους ανειδίκευτους εργάτες, εκτός εάν υπάρχουν κατάλληλες στρατηγικές για το εργατικό δυναμικό (Vivarelli, 2014, 2015).

Το μοντέλο SBTC, ωστόσο, απέτυχε να εξηγήσει την εξέλιξη της ανισότητας και της πόλωσης των θέσεων εργασίας¹⁹, δηλαδή την ανάπτυξη τόσο σε θέσεις υψηλής ειδίκευσης όσο και σε θέσεις εργασίας χαμηλής ειδίκευσης σε βάρος των θέσεων εργασίας μέσης ειδίκευσης. Αυτό το φαινόμενο παρατηρήθηκε σε πολλές ανεπτυγμένες οικονομίες όπως οι ΗΠΑ (Autor & Dorn, 2013; Autor, Katz, & Kearney, 2006, 2008), το Ηνωμένο Βασίλειο (Goos & Manning, 2007), η Ιαπωνία (Ikenaga & Kambayashi, 2016; Jung & Mercenier, 2014) και η Ευρώπη εν γένει (Goos, Manning, & Salomons, 2009; Goos et al., 2014; Michaels et al., 2014; Spitz-Oener, 2006). Το SBTC επίσης δεν έλαβε υπόψη την ταχεία διάδοση νέων τεχνολογιών που υποκαθιστούσαν άμεσα το κεφάλαιο εργασίας γύρω από καθήκοντα που εκτελούνται από εργάτες μέτριας εξειδίκευσης (Acemoglu & Autor, 2011).

¹⁹ Οι οικονομολόγοι αναφέρονται στην πόλωση του εργατικού δυναμικού όταν οι θέσεις εργασίας της μεσαίας τάξης - που απαιτούν μέτριο επίπεδο δεξιοτήτων, όπως οι θέσεις εργασίας των εργαζομένων σε αυτοκινητοβιομηχανίες - φαίνεται να εξαφανίζονται σε σχέση με εκείνες που απαιτούν λίγες δεξιότητες, και αυτές που απαιτούν περισσότερες δεξιότητες.

3.5.2 Το μοντέλο τεχνολογικής αλλαγής με προκατάληψη ρουτίνας

Οι ανεπάρκειες του μοντέλου SBTC οδήγησαν στην ανάπτυξη της υπόθεσης της τεχνολογικής αλλαγής με προκατάληψη ρουτίνας (RBTC) (Acemoglu & Autor, 2011; Autor & Dorn, 2013; Beaudry, Green, & Sand, 2016; Cortes, 2016; Goos et al., 2014; Jung & Mercenier, 2014). Αυτό το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε αποτελεσματικά για να καταδείξει πώς η εισαγωγή των υπολογιστών στα τέλη της δεκαετίας του 1980 συμπλήρωσε την εκτέλεση εργασιών που περιελάμβαναν γνωστικά καθήκοντα (δημιουργικές, επίλυσης προβλημάτων και συντονιστικών εργασιών) και αντικατέστησε καθήκοντα ρουτίνας, ενώ παρατηρήθηκε μικρός αντίκτυπος σε σχέση με τα χειρωνακτικά καθήκοντα που δεν είχαν μια ρουτίνα. Έτσι, εξηγήθηκε η επίδραση της πόλωσης των θέσεων εργασίας που παρατηρήθηκε στις ανεπτυγμένες οικονομίες. Στο μοντέλο RBTC, οι θέσεις εργασίας ταξινομήθηκαν με βάση τα επίπεδα ρουτίνας που εμφάνιζαν χρησιμοποιώντας τις απαιτήσεις εργασιακών καθηκόντων από τη βάση δεδομένων Dictionary of Occupational Titles (DOT) και τον δείκτη Routine Task Intensity (RTI) (Autor & Dorn, 2013; Autor et al., 2015; Goos et al., 2014).

Μια θεμελιώδης μελέτη από τους Autor, Levy και Murnane (2003) διερεύνησε πώς η αυτοματοποίηση άλλαξε τη ζήτηση εργασιακών δεξιοτήτων στις ΗΠΑ κατά την περίοδο 1960 έως 1998. Διαπιστώθηκε ότι η αυτοματοποίηση μείωσε την εισροή εργασίας χειρωνακτικών και γνωστικών καθηκόντων ρουτίνας, ενώ αύξανε την εισροή εργασίας για γνωστικές εργασίες σε διαφορετικούς κλάδους, επαγγέλματα και εκπαιδευτικά επίπεδα που δεν παρουσίαζαν καθήκοντα ρουτίνας. Οι Autor και Dorn (2013) εφάρμοσαν μια παρόμοια μεθοδολογία, αλλά ενσωμάτωσαν πρόσθετες μετρήσεις της έντασης δημιουργικών καθηκόντων και της έντασης καθηκόντων ρουτίνας. Χρησιμοποιώντας δεδομένα για την απασχόληση και τους μισθούς στις ΗΠΑ από το 1980 έως το 2005, οι συγγραφείς απεικόνισαν πώς η μηχανογράφηση αντικατέστησε τους εργαζόμενους χαμηλής ειδίκευσης που εκτελούσαν καθήκοντα ρουτίνας και συμπλήρωνε εργαζομένους υψηλής εκπαίδευσης που εκτελούσαν αφηρημένα, δημιουργικά καθήκοντα, και καθήκοντα επίλυσης προβλημάτων και συντονιστικών εργασιών. Αυτό ανέδειξε πώς η υιοθέτηση της τεχνολογίας στις αγορές εργασίας των ΗΠΑ με επίκεντρο τα καθήκοντα

ρουτίνας προκάλεσε την ανακατανομή των εργαζομένων με χαμηλή ειδίκευση σε επαγγέλματα υπηρεσιών, με αποτέλεσμα την πόλωση της αγοράς εργασίας των ΗΠΑ.

Αυτό το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε στη συνέχεια από οικονομολόγους για να εξηγήσει την πόλωση των θέσεων εργασίας που προκαλείται από την τεχνολογία σε διάφορες ανεπτυγμένες οικονομίες. Αυτές περιελάμβαναν τις ΗΠΑ (Cortes, 2016; Cortes, Jaimovich, Nekarda, & Siu, 2014), το Ηνωμένο Βασίλειο (Goos & Manning, 2007), την Ευρώπη (Goos et al., 2014; Harrigan, Reshef, & Toubal, 2016) και την Ιαπωνία (Ikenaga & Kambayashi, 2016).

3.5.3 Το μοντέλο τεχνολογικής αλλαγής με προκατάληψη σύνθετων καθηκόντων

Σε μια πρόσφατη μελέτη οι Caines, Hoffman και Kamborov (2017) υποστήριξαν ότι η ταξινόμηση των καθηκόντων με βάση την πολυπλοκότητα, σε αντίθεση με τη ρουτίνα, παρείχε καλύτερη εικόνα για τις δομές των επαγγελματικών μισθών και την αύξηση της απασχόλησης. Αυτό οδήγησε στην ανάπτυξη ενός μοντέλου τεχνολογικής αλλαγής με μεροληψία σύνθετων εργασιών (CBTC). Χρησιμοποιώντας δεδομένα του Επαγγελματικού Δικτύου Πληροφοριών (O*NET), τα επαγγέλματα ταξινομήθηκαν με βάση τον βαθμό στον οποίο βασίζονταν σε σύνθετα καθήκοντα, δηλαδή καθήκοντα που απαιτούσαν δεξιότητες υψηλότερης τάξης, όπως επίλυση προβλημάτων, λήψη αποφάσεων και αποτελεσματική επικοινωνία. Με βάση δεδομένα από το 1980 έως το 2005, αυτό το μοντέλο απέδειξε ότι μέσα σε ομάδες παρόμοιας πολυπλοκότητας, η εργασία ανακατανεμήθηκε σε επαγγέλματα που δεν εμφάνιζαν καθήκοντα ρουτίνας. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι η εργασία ανακατανεμήθηκε από επαγγέλματα χαμηλότερης πολυπλοκότητας σε επαγγέλματα με υψηλότερη πολυπλοκότητα. Αυτό έδειξε ότι οι εργαζόμενοι καθηκόντων χωρίς ρουτίνα (π.χ. εργαζόμενοι σε υπηρεσίες χαμηλής ειδίκευσης) δεν προστατεύονται από τις επιπτώσεις της τεχνολογικής αλλαγής και ότι ο αντίκτυπος της τεχνολογικής αλλαγής στα επαγγέλματα ήταν σε μεγάλο βαθμό συνάρτηση της πολυπλοκότητας των καθηκόντων που περιλαμβάνουν (Caines et al., 2017).

Με βάση αυτή την ανάλυση, είναι προφανές ότι υπάρχει σχέση μεταξύ της τεχνολογικής αλλαγής και των δεξιοτήτων και ικανοτήτων που απαιτούνται για την εκτέλεση καθηκόντων σε ένα επάγγελμα. Η εξέλιξη των μοντέλων τεχνολογικής αλλαγής υπογραμμίζει ότι παράγοντες

όπως η ρουτίνα και η πολυπλοκότητα των εργασιών παίζουν κρίσιμο ρόλο στην εξήγηση του αντίκτυπου της τεχνολογικής αλλαγής στις θέσεις εργασίας.

4.0 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η τεχνολογική εξέλιξη, η οποία είναι ραγδαία τα τελευταία χρόνια, έχει αποδώσει σειρά υπηρεσιών και τεχνολογιών που έχουν σαν στόχο την βελτίωση των συνθηκών ζωής του ανθρώπου. Παράλληλα, μεγάλο μέρος των προσπαθειών για την τεχνολογική ανάπτυξη έχουν στραφεί στην εισαγωγή τεχνολογικών καινοτομιών στην εργασία και την παραγωγή σχεδόν σε όλους τους κλάδους, με στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας και, εν τέλει, του παραγόμενου κέρδους.

Το μείζονος σημασίας ζήτημα που προκύπτει από την εισαγωγή των καινοτομιών στην παραγωγή αφορά στην επίδραση που αυτό θα έχει στην εργασία. Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας που παρουσιάστηκε, παράλληλα με τα αντίστοιχα εμπειρικά στοιχεία που παρουσιάστηκαν και εξετάστηκαν, οδήγησαν στα κάτωθι συμπεράσματα:

- Είναι σαφές ότι υπάρχει συσχέτιση της εισαγωγής της καινοτομίας και νέων τεχνολογιών στην παραγωγή και της εργασίας. Ωστόσο, η ποιότητα αυτής της συσχέτισης, βάση των αναφερόμενων στην συναφή βιβλιογραφία είναι εν γένει διφορούμενη. Η εισαγωγή νέων τεχνολογιών σε διάφορους κλάδους ενδεχόμενα να επηρεάσει αρνητικά συγκεκριμένες θέσεις εργασίας και να οδηγήσει σε μείωση αυτών αλλά έχει επίσης αντίστοιχες πιθανότητες να αυξήσει θέσεις εργασίας σε άλλα καθήκοντα ή να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας καθώς η αξιοποίηση της απαιτεί νέα καθήκοντα με ειδικές δεξιότητες.
- Η εξέταση των σχετικών εμπειρικών στοιχείων δείχνει ότι η εισαγωγή τεχνολογικών καινοτομιών στην παραγωγή αντίστοιχα δημιουργεί πόλωση της εργασίας, καθώς κατ' ουσία το εργατικό δυναμικό που βρίσκεται στα μεσαία αμειβόμενα στρώματα, και των οποίων η εργασία περιλαμβάνει σημαντικά επίπεδα ρουτίνας, είτε εξαφανίζεται είτε μετατοπίζεται προς άλλες εργασίες. Κατά συνέπεια, τα ανώτερα και χαμηλότερα

στρώματα του εργατικού δυναμικού από άποψη μισθολογικής απόδοσης είναι αυτά που κερδίζουν, τα μεν πρώτα διότι είναι πολύ υψηλή η πιθανότητα να αυξηθούν οι θέσεις εργασίας λόγω των απαιτήσεων σε εξειδίκευση από την εισαγωγή των νέων τεχνολογιών και τα δεύτερα διότι τα καθήκοντα των εργασιών είναι δύσκολο (ή ενδεχόμενα ασύμφορο) να αυτοματοποιηθούν.

- Είναι επίσης σαφές ότι από την άποψη της περιγραφής των καθηκόντων που χαρακτηρίζουν τις διάφορες εργασίες, εκείνες που αφορούν σε γνωστικές δεξιότητες και δεξιότητες επικοινωνίας, τουλάχιστον με βάση την παρούσα στάθμιση της τεχνολογίας, είναι αρκετά πιο δύσκολο να αυτοματοποιηθούν και κατά συνέπεια είναι πιο «προστατευμένες» θεωρητικά από την απώλεια θέσεων λόγω της χρήσης της τεχνολογίας. Ωστόσο, στο επίπεδο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι και στην περίπτωση αυτή, οι θέσεις εργασίας με τα καθήκοντα που παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα ρουτίνας, ακόμα και σε αυτές τις περιπτώσεις εργασιών, εξακολουθούν να «κινδυνεύουν» εν γένει. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η σταδιακή αντικατάσταση που λαμβάνει πλέον ευρέως χώρα των στελεχωμένων τηλεφωνικών κέντρων από αυτοματοποιημένα συστήματα.
- Βασικό θετικό στοιχείο ωστόσο, αποτελεί η συμπληρωματική δράση που μπορεί να έχει η τεχνολογία σε σχέση με την ανθρώπινη εργασία. Φερ' ειπείν, στο προηγούμενο παράδειγμα των αυτοματοποιημένων τηλεφωνικών κέντρων, είναι σαφές από την λειτουργία τους ότι απαιτείται συνδυασμός με ανθρώπους εργαζομένους, για την εξυπηρέτηση πελατών στην περίπτωση που αυτοί αντιμετωπίζουν ιδιαίτερα προβλήματα, που απαιτούν τόσο επικοινωνία όσο και δυνατότητα επίλυσης προβλημάτων, μια πρακτική που αξιοποιείται επίσης συχνά πλέον.

Βάση των ανωτέρω συμπερασμάτων προκύπτει ότι το ζήτημα της εξέτασης αλλά και τους καθορισμού της επίδρασης της τεχνολογικής καινοτομίας στην εργασία είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο και πολυσχιδές, καθώς οι παράγοντες που απαιτείται να εξεταστούν είναι πολλοί και συχνά η επίδραση τους είναι πεπλεγμένη. Παράλληλα, οποιαδήποτε εξέταση αυτής της επίδρασης δεν γίνεται να είναι μονοδιάστατη και γραμμική, αλλά επιβάλλεται να είναι

πολυκριτηριακή και να περιλαμβάνει σημαντικό αριθμό δεδομένων από μεγάλο αριθμό κλάδων ώστε να μπορούν να αποδοθούν συγκεκριμένα αποτελέσματα. Παράλληλα, η θεώρηση των υπαρχόντων μοντέλων, που εν τέλει είναι διαισθητική, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά διαφορετικά αποτελέσματα ακόμα και για την εξέταση παρομοίων δειγμάτων, όπως φάνηκε από τα παρουσιαζόμενα στο κεφάλαιο 2 της παρούσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Acemoglu, D., & Autor, D. (2011). Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. Στο D. Card & O. Ashenfelter (Eds.), *Handbook of Labor Economics* (Vol. 4, pp. 1043–1171). Elsevier.
2. Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2016). The race between machine and man: Implications of technology for growth, factor shares and employment (NBER Working Paper No. 22252). Cambridge, MA.
3. Amendola, M., & Gaffard, J.-L. (1988). *The innovative choice: An economic analysis of the dynamics of technology*. Oxford: Basil Blackwell.
4. Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis (Employment and Migration Working Papers No. 189). Paris.
5. Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2017). Revisiting the risk of automation. *Economics Letters*, 159(Supplement C), 157–160.
6. Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3–30.
7. Autor, D. H., & Dorn, D. (2013). The growth of low-skill service jobs and the polarization of the US labor market. *American Economic Review*, 103(5), 1553–1597.
8. Autor, D. H., Dorn, D., & Hanson, G. H. (2015). Untangling trade and technology: Evidence from local labour markets. *The Economic Journal*, 125(584), 621–646.

9. Autor, D. H., & Handel, M. J. (2013). Putting tasks to the test: Human capital, job tasks, and wages. *Journal of Labor Economics*, 31(S1), S59–S96.
10. Autor, D. H., Katz, L. F., & Kearney, M. S. (2006). The polarization of the U.S. labor market. *American Economic Review*, 96(2), 189–194.
11. Autor, D. H., Katz, L. F., & Kearney, M. S. (2008). Trends in U.S. wage inequality: Revising the revisionists. *Review of Economics and Statistics*, 90(2), 300–323.
12. Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279–1333.
13. Beaudry, P., Green, D. A., & Sand, B. M. (2016). The great reversal in the demand for skill and cognitive tasks. *Journal of Labor Economics*, 34(S1), S199–S247.
14. Berger, T., & Frey, C. B. (2016). Structural transformation in the OECD: Digitalisation, deindustrialisation and the future of work (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 193). Oxford: OECD Publishing.
15. Bogliacino, F. (2014). Innovation and employment: A firm level analysis with European R&D scoreboard data. *EconomiA*, 15(2), 141–154.
16. Bogliacino, F., Piva, M., & Vivarelli, M. (2012). R&D and employment: An application of the LSDVC estimator using European microdata. *Economics Letters*, 116(1), 56–59.
17. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies* (1st ed.). New York: W.W. Norton & Company.
18. Caines, C., Hoffmann, F., & Kambourov, G. (2017). Complex-task biased technological change and the labor market. *Review of Economic Dynamics*, 25, 298–319.

19. Caliendo, L., Monte, F., & Rossi-Hansberg, E. (2015). The anatomy of French production hierarchies. *Journal of Political Economy*, 123(4), 809–852.
20. Caliendo, L., & Rossi-Hansberg, E. (2012). The impact of trade on organization and productivity. *The Quarterly Journal of Economics*, 127(3), 1393–1467.
21. Calvino, F., & Virgillito, M. E. (2017). The innovation-employment nexus: A critical survey of theory and empirics. *Journal of Economic Surveys*, 0(0), 1–35.
22. Conti, M., & Sulis, G. (2016). Human capital, employment protection and growth in Europe. *Journal of Comparative Economics*, 44(2), 213–230.
23. Cook, R. D., & Weisberg, S. (1982). *Residuals and influence in regression* (1st ed.). New York: Chapman and Hall.
24. Cortes, G. M. (2016). Where have the middle-wage workers gone? A study of polarization using panel data. *Journal of Labor Economics*, 34(1), 63–105.
25. Cortes, G. M., Jaimovich, N., Nekarda, C., & Siu, H. (2014). The micro and macro of disappearing routine jobs: A flows approach (NBER Working Paper No. 20307). Cambridge, MA.
26. Cunningham, W. V., & Villaseñor, P. (2016). Employer voices, employer demands, and implications for public skills development policy connecting the labor and education sectors. *The World Bank Research Observer*, 31(1), 102–134.
27. David, B. (2017). Computer technology and probable job destructions in Japan: An evaluation. *Journal of the Japanese and International Economies*, 43(Supplement C), 77–87.
28. DeCanio, S. J. (2016). Robots and humans – complements or substitutes? *Journal of Macroeconomics*, 49, 280–291.

-
29. Deming, D. J. (2017). The growing importance of social skills in the labor market. *The Quarterly Journal of Economics*, 132(4), 1593–1640.
 30. Evangelista, R., & Vezzani, A. (2012). The impact of technological and organizational innovations on employment in European firms. *Industrial and Corporate Change*, 21(4), 871–899.
 31. Ford, M. (2015). *Rise of the robots: Technology and the threat of a jobless future*. New York: Basic Books.
 32. Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254–280.
 33. Garicano, L., & Rossi-Hansberg, E. (2006). Organization and inequality in a knowledge economy. *The Quarterly Journal of Economics*, 121(4), 1383–1435.
 34. Goos, M., & Manning, A. (2007). Lousy and lovely jobs: The rising polarization of work in Britain. *Review of Economics and Statistics*, 89(1), 118–133.
 35. Goos, M., Manning, A., & Salomons, A. (2009). Job polarization in Europe. *American Economic Review*, 99(2), 58–63.
 36. Goos, M., Manning, A., & Salomons, A. (2014). Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring. *American Economic Review*, 104(8), 2509–2526.
 37. Green, F. (2012). Employee involvement, technology and evolution in job skill: A task-based analysis. *Industrial and Labor Relations Review*, 65(1), 36–67.
 38. Griliches, Z. (1969). Capital-skill complementarity. *The Review of Economics and Statistics*, 51(4), 465.

39. Harrigan, J., Reshef, A., & Toubal, F. (2016). The march of the techies: Technology, trade, and job polarization in France, 1994-2007 (NBER Working Paper No. 22110). Cambridge, MA.
40. Harrison, R., Jaumandreu, J., Mairesse, J., & Peters, B. (2014). Does innovation stimulate employment? A firm-level analysis using comparable micro-data from four European countries. *International Journal of Industrial Organization*, 35, 29–43.
41. Ikenaga, T., & Kambayashi, R. (2016). Task polarization in the Japanese labor market: Evidence of a long-term trend. *Industrial Relations: A Journal of Economy and Society*, 55(2), 267–293.
42. Jung, J., & Mercenier, J. (2014). Routinization-biased technical change and globalization: Understanding labor market polarization. *Economic Inquiry*, 52(4), 1446–1465.
43. Kim, Y. J., Kim, K., & Lee, S. (2017). The rise of technological unemployment and its implications on the future macroeconomic landscape. *Futures*, 87, 1–9.
44. Lachenmaier, S., & Rottmann, H. (2011). Effects of innovation on employment: A dynamic panel analysis. *International Journal of Industrial Organization*, 29(2), 210–220.
45. Makridakis, S. (2017). The forthcoming Artificial Intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms. *Futures*, 90, 46–60.
46. Michaels, G., Natraj, A., & Van Reenen, J. (2014). Has ICT polarized skill demand? Evidence from eleven countries over twenty-five years. *Review of Economics and Statistics*, 96(1), 60–77.
47. Mintzberg, H. (1980). Structure in 5's: A synthesis of the research on organization design. *Management Science*, 26(3), 322–341.

48. Mokyr, J., Vickers, C., & Ziebarth, N. L. (2015). The history of technological anxiety and the future of economic growth: Is this time different? *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 31–50.
49. Nordhaus, W. (2015). Are we approaching an economic singularity? Information technology and the future of economic growth (NBER Working Paper No. 21547). Cambridge, MA.
50. OECD. (2016). Automation and independent work in a digital economy (Policy Brief on the Future of Work). Paris.
51. Pratt, G. A. (2015). Is a cambrian explosion coming for robotics? *The Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 51–60.
52. Rhisiart, M., Störmer, E., & Daheim, C. (2016). From foresight to impact? The 2030 Future of Work scenarios. *Technological Forecasting and Social Change*.
53. Ricardo, D. (1821). On Machinery. In *On the Principles of Political Economy and Taxation* (3rd ed.). London: John Murray.
54. Rodrik, D. (2016). Premature deindustrialization. *Journal of Economic Growth*, 21(1), 1–33.
55. Rohrbach-Schmidt, D., & Tiemann, M. (2013). Changes in workplace tasks in Germany—evaluating skill and task measures. *Journal for Labour Market Research*, 46(3), 215–237.
56. Sachs, J., Benzell, S., & LaGarda, G. (2015). Robots: Curse or blessing? A basic framework (NBER Working Paper No. 21091). Cambridge, MA.
57. Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution* (1st ed.). New York: Crown Business.
58. Spitz-Oener, A. (2006). Technical change, job tasks, and rising educational demands: Looking outside the wage structure. *Journal of Labor Economics*, 24(2), 235–270.

-
59. Susskind, R. E., & Susskind, D. (2015). *The future of the professions: How technology will transform the work of human experts* (1st ed.). Oxford: Oxford University Press.
60. Triguero, A., Córcoles, D., & Cuerva, M. C. (2014). Persistence of innovation and firm's growth: evidence from a panel of SME and large Spanish manufacturing firms. *Small Business Economics*, 43(4), 787–804.
61. U.S. Bureau of Labor Statistics. (2010). 2010 Standard Occupational Classification user guide.
62. U.S. Office of Management and Budget. (2017). North American Industry Classification System.
63. Ugur, M., Churchill, S. A., & Solomon, E. (2017). Technological innovation and employment in derived labour demand models: A hierarchical meta-regression analysis. *Journal of Economic Surveys*.
64. Ugur, M., & Mitra, A. (2017). Technology adoption and employment in less developed countries: A mixed-method systematic review. *World Development*.
65. Van Reenen, J. (1997). Employment and technological Innovation: Evidence from U.K. manufacturing firms. *Journal of Labor Economics*, 15(2), 255–284.
66. Van Roy, V., Vertesy, D., & Vivarelli, M. (2015). Innovation and employment in patenting firms: Empirical evidence from Europe (IZA Discussion Paper No. 9147).
67. Vivarelli, M. (2013). Technology, employment and skills: An interpretive framework. *Eurasian Business Review*, 3(1), 66–89.
68. Vivarelli, M. (2014). Innovation, employment and skills in advanced and developing countries: A survey of economic literature. *Journal of Economic Issues*, 48(1), 123–154.

-
69. Vivarelli, M. (2015). Innovation and employment. In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 152–159).
70. Wajcman, J. (2017). Automation: is it really different this time? *The British Journal of Sociology*, 68(1), 119–127.
71. Weber, M., Gerth, H., & Mills, C. W. (1946). *From Max Weber: Essays in sociology*. New York: Oxford University Press.
72. Welch, F. (1970). Education in production. *Journal of Political Economy*, 78(1), 35–59.
73. World Bank Group. (2016). *World Development Report 2016*. Washington.
74. World Economic Forum. (2016). *The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution*. Geneva.
75. Frey, C. B. (2019). The technology trap. In *The Technology Trap*. Princeton University Press.