



Έτος Ίδρυσης 2006

ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων
ΓΣΕΒΕΕ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΚΕΙΜΕΝΑ

Η προαναγγεληθείσα επανάσταση:
τεχνολογική αλλαγή και
προεκτάσεις υπό το πρίσμα της
«4ης Βιομηχανικής Εποχής»

Μέρος II - Πεδία εφαρμογής

Αντώνης Αγγελάκης

Επιστημονικό Στέλεχος ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ



No.7|2019



Έτος Ίδρυσης 2006

ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων
ΓΣΕΒΕΕ

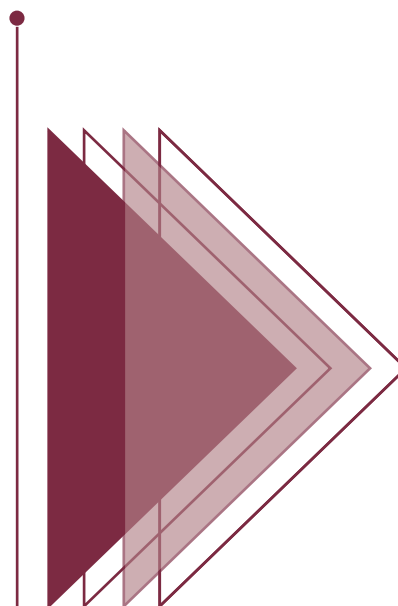
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΚΕΙΜΕΝΑ

Η προαναγγεληθείσα επανάσταση:
τεχνολογική αλλαγή και
προεκτάσεις υπό το πρίσμα της
«4ης Βιομηχανικής Εποχής»

Μέρος II - Πεδία εφαρμογής

Αντώνης Αγγελάκης

Επιστημονικό Στέλεχος ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ



ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων

Γενικής Συνομοσπονδίας Επαγγελματιών Βιοτεχνών Εμπόρων Ελλάδας

Αριστοτέλους 46, 104 33 Αθήνα

Τηλ: 210 8846852, Φαξ: 210 884653

Email: info@imegsevee.gr

www.imegsevee.gr

Τίτλος: «Η προαναγγελθείσα επανάσταση: τεχνολογική αλλαγή και προεκτάσεις υπό το πρίσμα της «4ης Βιομηχανικής Εποχής. Μέρος II - Πεδία εφαρμογής»

Τύπος δημοσίευσης: Ερευνητικά Κείμενα ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Χρονολογία δημοσίευσης: 2019 Νο: 7/2019

Συγγραφέας: Αντώνης Αγγελάκης

Σχεδιασμός – σελιδοποίηση: Έλλη Πετρίδη, Σοφία Παπαδημητρίου

Βιβλιογραφική αναφορά:

Αγγελάκης Α. (2019), *Η προαναγγελθείσα επανάσταση: τεχνολογική αλλαγή και προεκτάσεις υπό το πρίσμα της «4ης Βιομηχανικής Εποχής»* Μέρος II - Πεδία εφαρμογής, Ερευνητικά Κείμενα ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ, 7/2019, σσ. 72

Οι γνώμες που διατυπώνονται και τα επιχειρήματα που χρησιμοποιούνται στο παρόν Ερευνητικό Κείμενο δεσμεύουν μόνο τους συντάκτες του και δεν αντικατοπτρίζουν κατ' ανάγκη τις επίσημες απόψεις του ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ και της ΓΣΕΒΕΕ

Το παρόν ερευνητικό κείμενο εκπονήθηκε στο πλαίσιο Υποέργου 1: «Μηχανισμός μελέτης και ανάλυσης οικονομικού περιβάλλοντος λειτουργίας μικρομεσαίων επιχειρήσεων» της Πράξης «Παρεμβάσεις της ΓΣΕΒΕΕ για τη συστηματική παρακολούθηση και πρόγνωση αλλαγών του παραγωγικού και επιχειρηματικού περιβάλλοντος των μικρομεσαίων επιχειρήσεων» με κωδικό ΟΠΣ 5003864, του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία (ΕΠΑΝΕΚ).



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΙΑΦΟΡΩΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑΝΕΚ



ΕΠΑΝΕΚ 2014-2020
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ



ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σχέση τεχνολογικής αλλαγής, παραγωγικής δραστηριότητας και κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης αποτελεί διαχρονικά βασικό αντικείμενο κοινωνικής, οικονομικής και πολιτικής ανάλυσης. Για αρκετούς κλασικούς και σύγχρονους θεωρητικούς άλλωστε, η τεχνολογική πρόοδος βρισκόταν πάντα στο επίκεντρο της δυναμικής του οικονομικού συστήματος. Η παρούσα εργασία επιχειρεί να διερευνήσει μέσα από ένα κριτικό πρίσμα, πτυχές του τρέχοντος τεχνολογικού κύματος ψηφιακού μετασχηματισμού, επί τη βάση συγκεκριμένων ερωτημάτων που αφορούν στη διερεύνηση όψεων και προεκτάσεων της προϊούσας τεχνολογικής αλλαγής. Η απόπειρα διερεύνησης τους προϋποθέτει μια συνολική κατανόηση των υφιστάμενων και επικείμενων αλλαγών και αναδεικνύει την ανάγκη διαμόρφωσης ενός αναλυτικού πλαισίου κατανόησης των υποκείμενων διεργασιών και σχέσεων ανάμεσα σε παραγωγική διαδικασία, τεχνολογία και επιδράσεις στη δομή απασχόλησης και τις δεξιότητες. Το πρώτο μέρος της εργασίας βασίστηκε σε μια κριτική αποκωδικοποίηση πολύ-επίπεδων αλλαγών που συντελούνται, υπό το πλαίσιο της σχετικής οικονομικής θεωρίας. Στο παρόν δεύτερο μέρος επιχειρείται: i) μια επισκόπηση των διαφορετικών μορφών μετασχηματισμού, σε επίπεδο παραγωγικών κλάδων και τομέων (ως πεδίων εφαρμογής) ως προς τη διάσταση διεύρυνσης των ορίων αξιοποίησης της γνώσης καθώς και ii) μια κριτική ανάδειξη και επισκόπηση των βασικών πτυχών της συζήτησης ως προς τις επικείμενες τάσεις και επιδράσεις σε επίπεδο δομής απασχόλησης, επαγγελμαμάτων και δεξιοτήτων εν σχέσει με την αλληλεπίδραση τεχνολογικής αλλαγής, παραγωγικότητας και ευρύτερων κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων.

Λέξεις κλειδιά: 4η Βιομηχανική επανάσταση, Διεθνές οικονομικό περιβάλλον, Ψηφιακή τεχνολογία, Καινοτομία, Δεξιότητες

ABSTRACT

The interplay between technological change, innovation, production activities and socio-economic growth is a long-standing subject of social, economic and policy analysis. For some classical and modern economists, technological progress has always been at the epicenter of the dynamics of the economic system. Nevertheless, in certain historical periods, changing global societal, economic and technological trends cutting across sectors underlie the emergence of broader «techno-economic paradigms». This paper aims to explore, from a critical point of view, aspects of the current technological wave of digital transformation based on specific questions relating to the exploration of aspects and outcomes of technological change. In that respect, the following paper provides: (i) an overview of differentiated transformation levels, providing insights into challenges and opportunities across different application domains and (ii) a critical overview of the wider discussion on the upcoming trends and noticeable impacts inextricably interlinked with technological progress, at the level of labor market, occupations and workforce skills.

Key words: 4th Industrial Revolution, International economic environment, Digital technology, Innovation, Skills

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1. ΕΠΙΠΕΔΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ Η ΔΙΕΥΡΥΝΣΗ ΤΩΝ ΟΡΙΩΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ	9
1.1. Βιομηχανία – προγνωστική συντήρηση και νέες «βιομηχανικές υπηρεσίες»	14
1.2. Η ψηφιοποίηση της αγροτικής παραγωγής - γεωργία ακριβείας	26
1.3. Η ανάδυση των πολυμερών αγορών και το επιχειρηματικό μοντέλο των πλατφορμών	33
2. ΟΙ ΕΠΙΚΕΙΜΕΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΔΟΜΗΣ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ	40
2.1. Τεχνολογική αλλαγή και δεξιότητες	41
2.2. Ψηφιοποίηση και επιδράσεις στη δομή απασχόλησης	43
3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΣΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΟΧΗΣ	50
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	62



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο πρώτο μέρος της εργασίας αναδειχθηκαν ορισμένες διαπιστώσεις ως προς τις τεχνολογικές, κοινωνικο-οικονομικές και αναπτυξιακές διαστάσεις της τεχνολογικής αλλαγής. Το θεωρητικό και ιστορικό πλαίσιο μας τροφοδοτεί με τη γνώση ότι η τεχνολογική πρόοδος δεν αποτελεί μια συνεχή και γραμμική ιστορική διαδικασία καθώς και ότι κάθε «τεχνολογική επανάσταση» βασίζεται σε ένα σύνολο αλληλεπιδρώντων τεχνολογιών, υποδομών και κλάδων που αναπτύσσουν μεταξύ τους «βρόγχους ανατροφοδότησης» και δύνανται να επιδράσουν σταδιακά στη δομή του τεχνολογικού κόστους βασικών παραγωγικών συντελεστών καθώς και στις παραγωγικές επιδόσεις (π.χ. παραγωγικότητα κερδοφορία). Ωστόσο, η «επαναστατική» αλλαγή που επέρχεται στο πλαίσιο ενός νέου τεχνολογικού κύματος δεν εντοπίζεται μόνο στην τεχνολογική του διάσταση. Τουναντίον, το ριζοσπαστικό στοιχείο αναδεικνύεται στις δυνατότητες των νέων τεχνολογιών να επιδράσουν στη δομή της ίδιας της οικονομίας σε όλο το εύρος της. Η εξάπλωση υιοθέτησης των αναδυόμενων ψηφιακών τεχνολογικών συντελεστών μπορεί να μεταβάλλει τη σχετική δομή κόστους παραγωγής στους περισσότερους τομείς, να οδηγήσει σε φθηνότερες εισροές και να απελευθερώσει δυναμικές καινοτομίας που γεννούν νέες αλυσίδες υποδομών, συστημάτων, προϊόντων και υπηρεσιών. Συνακόλουθα, η αλληλεπιδραστική εφαρμογή τους μετασχηματίζει σταδιακά τα οργανωτικά και επιχειρηματικά μοντέλα σε μεγάλο εύρος της παραγωγικής και οικονομικής σφαίρας. Στο πλαίσιο αυτό, σύμφωνα με την Perez, όλες οι «τεχνολογικές επαναστάσεις» διακρίνονται από δυο ευρείες φάσεις που αφορούν τόσο στην αρχική συγκρότηση της τεχνο-παραγωγικής δομής (installation) -κατά τη

διάρκεια των οποίων ίσως παρατηρηθούν και φαινόμενα χρηματοπιστωτικών ή οικονομικών υφέσεων που συναρτώνται των δομικών μεταβολών- όσο και στη διάχυση (deployment) των συντελεστών σε επίπεδο επιμέρους οικονομιών και κλάδων όπου διαπιστώνονται ιστορικά ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις ως προς τις συνθήκες πλαισίου, την κατεύθυνση, την αξιοποίηση και την κλιμάκωση των νέων τεχνο-παραγωγικών συντελεστών (Perez, 2016). Υπό αυτό το πρίσμα, ως εξαιρετικά σημαντική παράμετρος ιστορικά τόσο για τις προηγμένες όσο και για τις αναπτυσσόμενες οικονομίες -ως προς τη διαδικασία της τεχνο-παραγωγικής σύγκλισης τους- αναδεικνύονται οι λειτουργίες του «αναπτυξιακού κράτους» τόσο σε επίπεδο στοχευμένων επενδυτικών εγχειρημάτων διευκόλυνσης της φάσης της διάχυσης, όσο και σε επίπεδο «θεσμικής καινοτομίας», ήτοι των απαιτούμενων τεχνολογικών, επιχειρησιακών και χρηματοδοτικών υποδομών που θα συγκροτήσουν νέα υποδείγματα πολιτικής και θα καθορίσουν τις αναπροσαρμογές και τις κατευθύνσεις του αναπτυξιακού περιεχόμενου (Rodrik, 2014).

Η κυρίαρχη συζήτηση σήμερα, περιγράφει και προαναγγέλλει τη διαμόρφωση ενός νέου τεχνολογικού και αναπτυξιακού υποδείγματος, σε παγκόσμιο επίπεδο, το οποίο οδηγεί ταχύτατα σε μια ευρύτερη μετάβαση προς μια νέα «βιομηχανική εποχή» (την αποκαλούμενη «4η Βιομηχανική Επανάσταση») όπου βασική παράμετρος είναι, μεταξύ άλλων, η έννοια της «ψηφιοποίησης» και του ψηφιακού μετασχηματισμού τομέων των οικονομιών, με ό,τι αυτά τα συνθέτουν. Τα τελευταία χρόνια, η διαδικασία της «ψηφιοποίησης» και του ψηφιακού μετασχηματισμού -ως η ανάπτυξη, εισαγωγή και υιοθέτηση προηγμένων ψηφιακών τεχνολογικών συντελεστών στις παραγωγικές και οικονομικές δραστηριότητες- των οικονομιών φαίνεται να εξελίσσονται ραγδαία μέσα από τη διάχυση ενός

ευρύ φάσματος τεχνολογικών ακολουθιών. Εντούτοις, ιστορικά γνωρίζουμε ότι η διαδικασία εξάπλωσης των τεχνολογικών αλλαγών είναι εγγενώς ανομοιόμορφη και φαίνεται να διακρίνεται από τάσεις συγκεντροποίησης σε επίπεδο επιχειρήσεων, κλάδων και οικονομιών και ιδιαίτερα όπου αξιοποιούνται εντατικότερα οι νέοι «κρίσιμοι τεχνο-παραγωγικοί συντελεστές». Κατ' αντιστοιχία, η διάχυση και ενσωμάτωση των αναγκαίων γνώσεων και δεξιοτήτων από το ανθρώπινο δυναμικό δεν αποτελεί μια αυτόματη και συμμετρική διαδικασία, γεγονός που αναδεικνύει τη σημασία σχεδιασμού κατάλληλων που να συναρμόζονται με τις τεχνολογικές εξελίξεις. Η «τεχνολογική αλλαγή» αποτελεί μια από τις κινητήριες κοινωνικές δυνάμεις και όντως επιφέρει -υπό συγκεκριμένες συμπληρωματικές προϋποτιθέμενες συνθήκες- βελτιώσεις σε παραγωγικές διαδικασίες και παραγωγικότητα, οδηγεί σε νέα προϊόντα και υπηρεσίες, δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας και σύγχρονα επιχειρηματικά μοντέλα, ενώ δύναται να αναζωογονήσει οικονομίες, περιφέρειες, κλάδους ή να δημιουργήσει αμιγώς νέους τεχνολογικούς τομείς. Ορισμένες τεχνολογίες προσδίδουν προσαυξητικά στοιχεία στα οικονομικά και παραγωγικά συστήματα, ενώ άλλες τεχνολογικές καινοτομίες προκαλούν ευρύτερες επιδράσεις σε επίπεδο οικονομικής και κοινωνικής ευημερίας. Ωστόσο, ιστορικά καταγράφονται όχι απλώς ισχυρές ενδείξεις αλλά και στοιχειοθετημένα μοτίβα που επισημαίνουν ότι η «τεχνολογική αλλαγή» τροφοδοτεί, παράλληλα, τη δημιουργία νέων εμφανών ή λανθανόντων κρίσιμων «ρηγμάτων». Τα ρήγματα αυτά συνεπάγονται περισσότερες αναντιστοιχίες μεταξύ των υφιστάμενων και των αναδυόμενων «τεχνο-οικονομικών παραδειγμάτων» που σε αρκετές περιπτώσεις εντείνουν κοινωνικο-οικονομικές ανισότητες και προκαλούν απώλεια θέσεων εργασίας ή σταδιακή εξαφάνιση

καθηκόντων και επαγγελματών, ασύμμετρη διάχυση των δυνητικών ωφελειών από την τεχνολογική εξέλιξη, ταχύτερη απαξίωση γνώσεων, απο-ειδίκευση και εμφάνιση «φαινομένων πώλησης δεξιοτήτων» στη δομή απασχόλησης καθώς και ασύμμετρη πρόσβαση στο κοινωνικό «αγαθό της τεχνολογίας».

Σκοπός του παρόντος άρθρου είναι να παρουσιάσει μια γενική επισκόπηση και αποτύπωση των βασικών εννοιών και σχέσεων ανάμεσα σε σημαντικές τεχνολογικές αλλαγές- με κυρίαρχη αυτήν των ψηφιακών τεχνολογιών- καθώς και να διερευνήσει τις υποκείμενες σχέσεις, αλληλεπιδράσεις και τα πιθανά είδη των επιδράσεων από τις ραγδαίες υφιστάμενες και επικείμενες τεχνολογικές αλλαγές επί της δομής απασχόλησης και των σχετικών πολιτικών δεξιοτήτων. Στο πρώτο μέρος της εργασίας διερευνήθηκαν ερωτήματα που αφορούσαν στη διερεύνηση του ιστορικού ορίζοντα, σε σχέση με την οικονομική θεώρηση της τεχνολογίας. Το πρώτο μέρος της εργασίας επιχειρήσει την ανάδειξη των βασικών τεχνολογικών συντελεστών και τεχνολογικών ακολουθιών που συγκροτούν αυτό που καλείται σήμερα «4η Βιομηχανική Επανάσταση». Στο παρόν δεύτερο μέρος της εργασίας επιχειρείται η διερεύνηση ερωτημάτων που σχετίζονται με την παραγωγική διάσταση και τις προεκτάσεις της τεχνολογικής διάχυσης και ενσωμάτωσης σε επίπεδο αγοράς απασχόλησης και δεξιοτήτων. Ποιοι είναι οι βασικοί κινητήριοι διεθνείς οικονομικοί και πολιτικοί παράγοντες που τροφοδοτούν τις αναδυόμενες τεχνολογικές και παραγωγικές κινήσεις και προσδίδουν χαρακτηριστικά «προαναγγελθείσας επανάστασης» στις τρέχουσες τεχνολογικές μεταβολές στη συγκεκριμένα ιστορική περίοδο; Ποια ακριβώς είναι τα ειδικά τεχνολογικά χαρακτηριστικά είναι αυτά που ασκούν σημαντική επίδραση στη μεταβολή κλάδων και επαγγελματών; Με ποιο τρόπο

το τεχνολογικό σκέλος της «4ης Βιομηχανικής Επανάστασης» διεισδύει και μεταβάλλει το περιεχόμενο των παραγωγικών δραστηριοτήτων σε διαφορετικές εκφάνσεις των παραγωγικών και οικονομικών δραστηριοτήτων; Ποιες είναι οι δυνητικές, άμεσες και άμεσες, ευρύτερες επιπτώσεις από την ανάπτυξη και εισαγωγή νέων τεχνολογικών συντελεστών, σε επίπεδο δεξιοτήτων του ανθρώπινου δυναμικού και της δομής απασχόλησης ευρύτερα; Υπό το πρίσμα των βασικών αυτών ερωτημάτων, στις παρακάτω σελίδες αναλύονται θέματα που αφορούν το προκείμενο πλαίσιο αυτού που καλείται «4η Βιομηχανική Επανάσταση», υπό τη σκοπιά του ψηφιακού μετασχηματισμού και της επίδρασης που οι διεργασίες αυτές επιφυλάσσουν σε επίπεδο ατόμων, επιχειρήσεων και οικονομιών. Το επόμενο μέρος της εργασίας αφορά στην περιγραφή ενδεικτικών αλλά χαρακτηριστικών πεδίων εφαρμογής και στην ανάλυση σημαντικών επιδράσεων που επιφυλάσσει η διεύρυνση των ορίων αξιοποίησης της γνώσης μέσω της ανάπτυξης νέων διεργασιών, διαφοροποιημένων προϊόντων και νέων επιχειρηματικών μοντέλων σε διαφορετικούς κλάδους. Τέλος, η τελευταία ενότητα επιχειρεί να συνδέσει τις τεχνολογικές διεργασίες που εκτυλίσσονται σε επίπεδο ψηφιακού μετασχηματισμού με τη συζήτηση περί δομής απασχόλησης και πολιτικών δεξιοτήτων.

1. ΕΠΙΠΕΔΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ Η ΔΙΕΥΡΥΝΣΗ ΤΩΝ ΟΡΙΩΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ

Η σχέση τεχνολογικής αλλαγής, παραγωγικής δραστηριότητας και κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης αποτελεί διαχρονικά βασικό αντικείμενο κοινωνικής, οικονομικής και πολιτικής ανάλυσης. Για αρκετούς κλασικούς και σύγχρονους θεωρητικούς άλλωστε, η τεχνολογική πρόοδος βρισκόταν πάντα στο κέντρο της δυναμικής του οικονομικού συστήματος. Σε συγκεκριμένες ωστόσο ιστορικές περιόδους φαίνεται να συμπυκνώνονται και να συμπύσσονται σημαντικές τεχνολογικές εξελίξεις που τείνουν να μεταβάλλουν το σύνολο των λεγόμενων «τεχνο-οικονομικών παραδειγμάτων» μέσω τεχνικών και ευρύτερων οργανωτικών και συστημικών αλλαγών που επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα το σύνολο της οικονομικής και παραγωγικής δραστηριότητας.

Οι παραπάνω τεχνολογικές εξελίξεις επηρεάζουν την οικονομική δραστηριότητα σε όλα τα επίπεδα. Όπως παρουσιάστηκε στο πρώτο μέρος της εργασίας, οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών αποτέλεσαν βασικούς κινητήριους τεχνολογικούς παράγοντες, ιδιαίτερα από τη δεκαετία του 1980. Όπως καταδεικνύεται από τα στοιχεία του ΕΡΟ, ο αριθμός των αιτήσεων για ευρεσιτεχνίες (ΕΡΟ, 2017) αυξάνεται σταθερά και κλιμακώνεται κατά τη δεκαετία του '90. Η 3η Βιομηχανική επανάσταση έδωσε μορφή σε νέους αμιγώς τεχνολογικούς τομείς έντασης γνώσης (π.χ. ΤΠΕ, Βιοτεχνολογία, νανοτεχνολογία). Ιδιαίτερα στον τομέα Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών, η μαζική εισροή κεφαλαίων και οι αντίστοιχες μαζικές ιδιωτικές και δημόσιες επενδύσεις σε συνάρτηση με τις τεχνολογικές εξελίξεις που προκύπτουν στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων -ιδιωτικά ή δημόσια χρηματοδοτούμενης- έρευνας και τεχνολογικής ανάπτυξης,

δημιούργησαν μια εκθετική πρόοδο στον σχεδιασμό λογισμικού, υποδομών, συντελεστών και δικτύων, τροφοδότησαν την πραγματοποίηση μεγάλων επενδύσεων σε υποδομές, δίκτυα, βάσεις δεδομένων και διακομιστές και διαμόρφωσαν τις τεχνολογικές προϋποθέσεις ανάπτυξης νέων τεχνολογικών συστημάτων. Κατ' αντιστοιχία, η «4η Βιομηχανική επανάσταση» έρχεται να ριζοσπαστικοποιήσει τους υφιστάμενους παραδοσιακούς κλάδους σε βαθμό που θα τους καταστήσει σχετικά εφάμιλλους τεχνολογικά (καθώς και σε επίπεδο δυναμισμού και παραγωγικότητας) με τους τομείς έντασης γνώσης. Σε μεγάλο βαθμό όπως είναι αναμενόμενο, οι περιγραφόμενες τεχνολογικές εξελίξεις συγκεντρώνονται και καθοδηγούνται από συγκεκριμένες χώρες που βρίσκονται στην τεχνολογική και βιομηχανική αιχμή. Υπολογίζεται για παράδειγμα ότι για την περίοδο 2013-2016, ένας μικρός αριθμός οικονομιών -ΗΠΑ, Κίνα, Ιαπωνία, Κορέα, Γερμανία, Σουηδία, Γαλλία, Καναδάς- συγκεντρώνουν ποσοστά από 72% έως 98% (ως ποσοστό στις κατοχυρωμένες ευρεσιτεχνίες) στην ανάπτυξη ενός συνόλου 25 κρίσιμων ψηφιακών τεχνολογικών ακολουθιών (fast accelerating digital technologies) (OECD, 2019a).

Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι η αναζωπύρωση του ακαδημαϊκού και πολιτικού ενδιαφέροντος για τις θεωρήσεις των «μακροχρόνιων κυμάτων», όπως αυτές παρουσιάστηκαν σε προηγούμενες ενότητες (και σχετίζονται, εν μέρει, με τη θεώρηση των «βιομηχανικών επαναστάσεων»), φαίνεται να συσχετίζεται ιστορικά με την περίοδο προηγούμενων υφέσεων (δεκαετίες '70 και '80) καθώς και με κύκλους παραγωγικών αναδιαρθρώσεων κατά τις ίδιες περιόδους. Υπό αυτή την έννοια, η «4η Βιομηχανική επανάσταση» αποτελεί την ύστερη φάση μια μακράς

πορείας εξέλιξης της επιστημονικής, τεχνολογικής και παραγωγικής συσσώρευσης, όσο και την μετεξέλιξη παραγωγικών, οικονομικών και πολιτικών κινήσεων που συν-εξελίσσονται τις τελευταίες δεκαετίες, σε διεθνές επίπεδο, ως προς την αναζήτηση διεξόδων επί τη βάσει των κυρίων μηχανισμών κεφαλαιακής συσσώρευσης. Παράλληλα, η ιστορική σκοπιά καθώς και η οικονομική και τεχνολογική ιστορία μας τροφοδοτούν με τη δυνατότητα να κατανοήσουμε την εμφάνιση των ριζικών μετασχηματισμών ως το συνδυαστικό αποτέλεσμα και την σύμπτυξη μακροχρόνιων τεχνολογικών επιτευγμάτων, παραγωγικών διεργασιών και κοινωνικο-οικονομικών συνθηκών. Συνεπώς, ταυτόχρονα, η «4η Βιομηχανική επανάσταση» αποτελεί την πρώιμη φάση συγκρότησης και «εγκατάστασης» ενός νέου «τεχνολογικού κύματος» που αναμένεται -με τις αναμενόμενες ασυνέχειες και ασυμμετρίες του- να επιδράσει με ποικίλους τρόπους στο παραγωγικό, οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο.

Ως προς τις βαθύτερες διεργασίες που τροφοδοτεί, μεταξύ άλλων, το τρέχον τεχνολογικό κύμα, είναι χρήσιμες ορισμένες ενδεικτικές επισημάνσεις επί συγκεκριμένων τάσεων που συντελούνται σε επίπεδο διεθνούς παραγωγικού και οικονομικού περιβάλλοντος. Για παράδειγμα, κατά τη δεκαετία του 2000, ο τομέας της μεταποίησης στις Ηνωμένες Πολιτείες γνώρισε σημαντική αποδιάρθρωση. Στις ΗΠΑ, η συμβολή της μεταποίησης στην προστιθέμενη αξία μειώνεται από 23.3% (1970) σε 12.3% το 2015 (Fuchs, 2018). Οι επιπτώσεις από τη Μεγάλη Ύφεση του 2007-08 επιτάχυναν διαρθρωτικές μεταβολές που βρίσκονταν ήδη σε εξέλιξη¹ και αφορούσαν σε αρνητικούς δείκτες σε επίπεδο θέσεων εργασίας, επενδύσεις σε πάγιο κεφάλαιο, παραγόμενο προϊόν, παραγωγικότητα και εμπορικό ισοζύγιο

¹ Αντίστοιχες τάσεις καταγράφονται και σε άλλες ανεπτυγμένες χώρες, όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, όπου καταγράφεται μείωση από 27.0% σε 9.8% στην ίδια περίοδο (Fuchs, 2018).

(Atkinson et al, 2012). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι περίπου το ένα τρίτο του εργατικού δυναμικού των ΗΠΑ στον τομέα της μεταποίησης², βρέθηκε εκτός αγοράς εργασίας κατά τη δεκαετία του 2000 (Bonvillian, 2017). Εκτιμάται συγκεκριμένα ότι οι αρνητικές τάσεις στη μεταποίηση οδήγησαν στην απώλεια 5,8 εκατομ. θέσεων εργασίας και σύμφωνα με τον David Autor, η αποδιάρθρωση στη μεταποιητική βιομηχανία οδήγησε παράλληλα σε σοβαρά κοινωνικά προβλήματα που συσχετίζονται και με τις εμπορικές και βιομηχανικές σχέσεις με την Κίνα (Autor, Dorn & Hanson, 2016). Οι σχετικές εξελίξεις όξυναν έντονα τις εισοδηματικές και κοινωνικές ανισότητες. Οι τάσεις αυτές στη μεταποιητική βιομηχανία –η ανάταξη της οποίας μετά την κρίση ήταν περισσότερο αργή από το αναμενόμενο- αποτέλεσαν έναν από τους βασικούς παράγοντες που τροφοδότησαν τη συζήτηση περί της ανάγκης ανασυγκρότησης και αναθέρμανσης της εγχώριας μεταποιητικής δραστηριότητας μέσω μιας νέας βιομηχανικής πολιτικής που θα θέτει στο επίκεντρο τη σημασία των «προηγμένων μορφών μεταποίησης»³,

θα βελτιώσει τους δείκτες παραγωγικότητας, θα μοχλεύσει νέες επενδύσεις στον μεταποιητικό κλάδο και θα συμβάλει στον «επαπανατρισμό» βιομηχανικών επενδύσεων (reshoring). Είναι γεγονός ότι για μια σειρά από λόγους, εμφανίζεται μια τάση αναστροφής της μεταποιητικής δραστηριότητας⁴ σε συγκεκριμένους κλάδους και τα πιο πρόσφατα στοιχεία (Bureau of Labour Statistics) καταδεικνύουν μια εικόνα σταδιακής ανάκαμψης με την απασχόληση στον τομέα της μεταποίησης να αυξήθηκε κατά 261.000 θέσεις εργασίας το 2018, φθάνοντας συνολικά τα 12,8 εκατομμύρια θέσεων εργασίας, μετά από μια άνοδο 207.000 θέσεων εργασίας, το 2017 (The Economist, 2019a). Οι τάσεις αυτές, εν μέρει συνδέονται με την αύξηση του παραγωγικού κόστους στην Κίνα κατά την τελευταία δεκαετία που σε συνδυασμό με τις δυνατότητες αυτοματοποίησης και τεχνολογικού εκσυγχρονισμού εντείνουν μια σταδιακή επιστροφή -από το 2011- παραγωγικών δραστηριοτήτων σε ισχυρούς μεταποιητικούς κλάδους⁵ (π.χ. αυτοκινητοβιομηχανία, μεταλλουργική βιομηχανία).

2 Στις ΗΠΑ για παράδειγμα, το μέσο μέγεθος των βιομηχανικών εγκαταστάσεων έχει μειωθεί αισθητά κατά τις τελευταίες δυο δεκαετίες, όπως και ο αριθμός των πολύ μεγάλων συγκεντρώσεων (Weaver & Osterman, 2013). Στις ΗΠΑ επίσης, φαίνεται ότι λίγες μεγάλες επιχειρήσεις πλέον διατηρούν απόλυτα καθετοποιημένες μονάδες (π.χ. General Electric or Procter & Gamble), ενώ οι μεγάλες επιχειρήσεις που αναπτύχθηκαν τα τελευταία 30 έτη διατηρούν περιορισμένες δομές μεταποίησης εντός των στενών παραγωγικών ορίων (in-house) (Reynolds, Samel & Lawrence, 2013). Η συνεχιζόμενη βιομηχανική αποδιάρθρωση συναρτάται επίσης, σε ορισμένες περιπτώσεις, με την τάση αρκετών επιχειρήσεων πώλησης τμημάτων και λειτουργιών, με σκοπό την αύξηση της αποτίμησης χρηματιστηριακών αξιών (stock market valuations) (Davis, 2009). Οι επιχειρήσεις που αναδύθηκαν μέσα από αυτή τη διαδικασία αναδιάρθρωσης συχνά διατηρούν λιτές δομές μεταποίησης (με περισσότερες υπεργολαβικές σχέσεις), λιγότερους εργαζομένους, πιο περιορισμένο εύρος παραγωγικών δραστηριοτήτων και μεγαλύτερη έμφαση σε σημαντικές εξειδικεύσεις, αφήνοντας μεγάλο μέρος δραστηριοτήτων σε απομακρυσμένες παραγωγικές δομές που ελέγχονται εξίσου αποτελεσματικά μέσω των νέων τεχνολογικών συστημάτων παραγωγής που παράλληλα παρέχουν δυνατότητα πρόσβασης σε χαμηλότερου κόστους ανθρώπινο δυναμικό. Οι τάσεις αυτές σε συνδυασμό με εξελίξεις στο διεθνές εμπορικό περιβάλλον (π.χ. περαιτέρω απελευθέρωση διεθνούς εμπορίου, είσοδος της Κίνας στο WTO) και το διεθνή ανταγωνισμό αποδυναμώνουν περαιτέρω την εγχώρια μεταποιητική δραστηριότητα

3 Μέσα σε αυτό πλαίσιο, σχεδιάζεται και υλοποιείται η πρωτοβουλία “Advanced Manufacturing Innovation Institute” από το 2012 στα πρότυπα των Fraunhofer Organisation and Fraunhofer Institutes (Bonvillian, 2017). Αντίστοιχα προγράμματα έχουν υλοποιηθεί στις ΗΠΑ στο πεδίο της τεχνολογικής προσαρμογής των μικρών επιχειρήσεων της μεταποίησης, όπως το Manufacturing Extension Partnership (MEP).

4 Προσφάτως, καταγράφεται μια τάση αύξησης των επενδύσεων σε πάγιο κεφαλαιουχικό εξοπλισμό από τις μεγάλες βιομηχανικές επιχειρήσεις (S&P 500 index) κατά τα πρώτα τρία τρίμηνα του 2018 (\$460bn), σε σχέση με την ίδια περίοδο το 2017 (\$400bn) (The Economist, 2019a).

5 Πιο περιορισμένες τάσεις «επαναπατρισμού» καταγράφονται σε άλλους σημαντικούς κλάδους –κατά την ίδια περίοδο- όπως ο κλάδος της ηλεκτρονικής, λόγω της υψηλής εξειδίκευσης των σχετικών αλυσίδων αξίας και των οικοσυστημάτων στην Κίνα (The Economist, 2019a).

Αντίστοιχες τάσεις καταγράφονται και σε άλλες ανεπτυγμένες χώρες. Στη Γερμανία, η συμβολή της μεταποιητικής βιομηχανίας στην προστιθέμενη αξία ανέρχεται περίπου στο 23.1%⁶, ενώ ο τομέας πληροφορικής και επικοινωνιών (π.χ. τηλεπικοινωνίες, λογισμικό, υπηρεσίες πληροφορικής) αυξάνεται από το 3.5% (1991) στο 4.7% το 2015 (Fuchs, 2018). Η μεταποιητική βιομηχανία στη Γερμανία εμφανίζεται να υπερβαίνει κατά πολύ την αντίστοιχη συμβολή στη συνολικά παραγόμενη προστιθέμενη αξία σε άλλες ανεπτυγμένες χώρες, όπως το Ηνωμένο Βασίλειο και οι ΗΠΑ, δεδομένων των τάσεων αποδιάρθρωσης που προαναφέρθηκαν κατά τις δυο προηγούμενες δεκαετίες αλλά και του περισσότερο μεταποιητικού προσανατολισμού (manufacturing-based economy) της Γερμανικής οικονομίας. Επιπλέον, ο τομέας της μεταποίησης φαίνεται να επιδεικνύει υψηλότερο επίπεδο παραγωγικότητας εργασίας σε σχέση με τα επίπεδα παραγωγικότητας της γερμανικής οικονομίας, ενώ σε όρους συνολικής παραγόμενης αξίας σε σχέση με ώρες εργασίας (MELT)⁷, η μεταποιητική βιομηχανία αυξάνει τα επίπεδα παραγωγικότητας της για τα τελευταία 25 έτη (ό.π.). Εντούτοις, το μερίδιο του κόστους εργασίας στη συνολικά παραγόμενη αξία της μεταποίησης ανέρχεται στο 60.8% έναντι 56.4% (2016) του συνολικού επιπέδου της γερμανικής οικονομίας, ενώ ο ρυθμός βελτίωσης κερδοφορίας φαίνεται να βρίσκεται σε χαμηλότερο επίπεδο, σε σχέση με τον τομέα τεχνολογιών πληροφορικής που όμως κατέχει ένα πολύ μικρό ποσοστό ως προς τη συμβολή του στη συνολικά παραγόμενη αξία.

Συνεπώς, η εντατικοποίηση του ρυθμού «τεχνολογικής αλλαγής» φαίνεται να συνιστά μια στρατηγική επιλογή βελτίωσης των επιπέδων

παραγωγικότητας και κερδοφορίας του μεταποιητικού τομέα και παράλληλα, έναν μηχανισμό περαιτέρω κατοχύρωσης ισχυρών, διεθνώς, ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων στο πεδίο της βιομηχανικής παραγωγής τόσο σε επίπεδο κεφαλαιουχικού εξοπλισμού όσο και σε επίπεδο προϊόντων προστιθέμενης αξίας. Εν προκειμένω, μια πολύ σημαντική παράμετρος, ως κινητήριος παράγοντας, σχετίζεται με την κατεύθυνση δημιουργίας επιχειρήσεων παγκόσμιας τεχνολογικής και παραγωγικής δυναμικότητας («ευρωπαϊκών πρωταθλητών») -σε συγκεκριμένες χώρες που διαθέτουν τις σχετικές παραγωγικές ικανότητες- οι οποίοι θα μπορούν να ανταποκριθούν στις νέες συνθήκες της παγκόσμιας αγοράς (βλ. Μανιφέστο για μια Ευρωπαϊκή Βιομηχανική Πολιτική στον 21ο αιώνα). Στο πλαίσιο αυτό, οι βιομηχανικές πολιτικές στη Γερμανία βασίζονται στο μείγμα μέτρων πολιτικής που συνοψίζεται στην έννοια του "Industry 4.0" και το οποίο συγκροτείται από την ισχυρή ενίσχυση του μεταποιητικού τομέα μέσω της προτεραιοποίησης για την παραγωγή σύγχρονου μηχανολογικού εξοπλισμού, μηχανών παραγωγής και ενσωματωμένων κυβερνο-φυσικών συστημάτων που συνθέτουν την έννοια του «έξυπνου εργοστασίου» (Institute for Manufacturing, 2016).

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, φαίνεται ότι σε συνάρτηση με μια σειρά από λόγους, οι οποίοι διαφοροποιούνται ανάλογα με τα διαρθρωτικά χαρακτηριστικά διαφορετικών οικονομιών, η «τεχνολογική αλλαγή» και η προώθηση συντεταγμένων στρατηγικών μέτρων πολιτικής ως προς την προώθηση της συνιστά βασική προτεραιότητα, με απώτερο σκοπό τον εκσυγχρονισμό των συντελεστών παραγωγής, τη βελτίωση των όρων παραγωγικότητας στη μεταποίηση, τη βελτίωση των

6 Αντίστοιχα, το κόστος εργασίας στον τομέα της μεταποίησης συνιστά το 25% (2015) του συνολικού κόστους εργασίας σε όλους τους κλάδους της εγχώριας οικονομίας, ενώ το μερίδιο της μεταποίησης σε επίπεδο συνολικής κερδοφορίας ανέρχεται στο 19.6%.

7 Monetary Expression of Labour Time (Fuchs, 2018).

όρων συσσώρευσης και παραγωγής προστιθέμενης αξίας καθώς και τη διαμόρφωση νέων παραγωγικών υποδειγμάτων που θα βασίζονται στην παραγωγή προϊόντων προστιθέμενης αξίας, μέσω της αξιοποίησης των προηγμένων τεχνολογικών συντελεστών. Πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι η «τεχνολογική αλλαγή» που βρίσκεται σε εξέλιξη επιφέρει ραγδαίες παραγωγικές και τεχνολογικές μεταβολές και προϋποθέτει συγκεκριμένους όρους και συνθήκες αντιμετώπισης τους, σε επίπεδο συμπληρωματικών υποδομών, διαχείρισης δεδομένων, δομής απασχόλησης, δεξιοτήτων καθώς και τεχνολογικής προετοιμασίας του ευρύτερου συνόλου της παραγωγικής οικονομίας (π.χ. μικρομεσαίες επιχειρήσεις) –ιδιαίτερα στους μη-τεχνολογικούς κλάδους- ως προς την προσαρμογή τους στις επερχόμενες μεταβολές.

Η προσαρμογή του μεγαλύτερου μέρους των επιχειρήσεων και των παραγωγικών συστημάτων προϋποθέτει τη δημιουργία μηχανισμών επιτάχυνσης και διευκόλυνσης της τεχνολογικής διάχυσης, υιοθέτησης και χρήσης στην παραγωγική και οικονομική δραστηριότητα (Sharira & Youtie, 2017). Πέραν τούτου, η επιτυχής υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών σε παραγωγικές χρήσεις προϋποθέτει ένα σύνολο συμπληρωματικών παραγόντων και συνθηκών που σχετίζονται με το επιχειρηματικό περιβάλλον, το τεχνο-οικονομικό σύστημα και τον επενδυτικό ορίζοντα των παραγωγικών συστημάτων, κλάδων και επιχειρήσεων. Η δημιουργία και εκπλήρωση αυτών των συμπληρωματικών παραγόντων και συνθηκών θα καταστήσουν εφικτή, βιώσιμη και αποδοτική την εφαρμογή των νέων τεχνολογικών ακολουθιών στο εκάστοτε παραγωγικό περιβάλλον, δεδομένου ότι η τεχνολογική εξέλιξη θα καθορίσει –και σε αυτή την ιστορική φάση- ένα νέο καταμερισμό εργασίας και ένα νέο αναπτυξιακό μονοπάτι για τις επιμέρους ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες οικονομίες. Αντίστοιχα, οι όροι εφαρμογής των νέων τεχνολογικών επιτευγμάτων και οι συμπληρωματικές συνθήκες

«κοινωνικής ενσωμάτωσης» τους, μέσα από τις κατάλληλες κρατικές πολιτικές, θα διαμορφώσουν και το νέο πλαίσιο θέσης της «εργασίας» στην αναδυόμενη παραγωγική πραγματικότητα. Όπως περιγράφηκε σε προηγούμενες ενότητες, οι ίδιες οι τρέχουσες τεχνολογικές εξελίξεις αποτελούν, σε μεγάλο βαθμό, προϊόν συντεταγμένων πολιτικών έρευνας και τεχνολογικής ανάπτυξης, πολιτικών καινοτομίας και βιομηχανικών πολιτικών.

Εντούτοις, η ενσωμάτωση των τεχνολογικών επιτευγμάτων στις παραγωγικές διαδικασίες, επιτείνει την ανάγκη σχεδιασμού πολιτικών που θα ολοκληρώσουν το κυρίαρχο μείγμα τεχνολογικών και βιομηχανικών πολιτικών ως προς τη διαχείριση των θεμιτών και αθέμιτων συνεπειών του νέου τεχνολογικού κύματος σε διαφορετικά επίπεδα και ειδικότερα ως προς: i) τη διάσταση τεχνολογικής διάχυσης και υιοθέτησης νέων τεχνολογιών σε μη-τεχνολογικούς κλάδους και τη διευκόλυνση τεχνολογικής μετάβασης μέσω της διαμόρφωσης συμπληρωματικών προϋποθέσεων (π.χ. σχήματα διευκόλυνσης πρόσβασης σε τεχνολογικές υποδομές και υπηρεσίες), ii) τη σχέση τεχνολογικής αλλαγής, αυτοματοποίησης και δομής απασχόλησης, iii) τις προκλήσεις για τα συστήματα εκπαίδευσης και κατάρτισης σε επίπεδο νέων αναγκαίων δεξιοτήτων και διαδρομών επανα-κατάρτισης ή αναβάθμισης δεξιοτήτων (upskilling-reskilling), iv) την κατανόηση της σχέσης παραγωγικότητας και εισαγωγής νέων τεχνολογιών σε διαφορετικούς κλάδους και την αναγνώριση των αναγκαίων όρων προσαρμογής σε κάθε περίπτωση (π.χ. νέες μορφές οργάνωσης, νέα επιχειρηματικά μοντέλα), v) την επεξεργασία γεωγραφικά (εθνικά-περιφερειακά-τοπικά) εντοπισμένων πολιτικών προσαρμοσμένων σε τοπικές παραγωγικές ιδιαιτερότητες, ικανότητες και ανάγκες και τέλος vi) την όξυνση ή την ανάδυση νέων κοινωνικο-οικονομικών «ρηγμάτων» που τροφοδοτούνται από την τρέχουσα «τεχνολογική αλλαγή» και τις επιπτώσεις της ιδιαίτερα ως προς τις λιγότερο ανεπτυγμένες οικο-

νομίες (π.χ. ψηφιακοί vs παραδοσιακοί κλάδοι).

1.1. Βιομηχανία – προγνωστική συντήρηση και νέες «βιομηχανικές υπηρεσίες»

Καταρχάς, ο βασικός τομέας που επηρεάζεται κυρίως από το τρέχον κύμα των τεχνολογικών αλλαγών είναι ο βιομηχανικός και ο τομέας της μεταποίησης εν γένει, ιδιαίτερα στις ανεπτυγμένες οικονομίες. Οι αναδυόμενες τεχνολογίες και η εφαρμογή τους στην παραγωγική διαδικασία, αναμένεται να επηρεάσει την παραγωγικότητα αλλά και τις μορφές παραγωγής με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Η «προηγμένη μεταποίηση» που προκύπτει από τον ριζικό μετασχηματισμό του κεφαλαιουχικού εξοπλισμού υποστηρίζεται μαζικά σήμερα, μέσω εκτεταμένων μέτρων βιομηχανικής πολιτικής, σε όλες τις παραδοσιακά βιομηχανικές χώρες⁸ (π.χ. Γερμανία, ΗΠΑ, Ιαπωνία, Ηνωμένο Βασίλειο) (López-Gómez, Leal-Ayala, Palladino & O’Sullivan, 2017). Η μετάβαση στη «ψηφιοποίηση» ωστόσο προϋποθέτει μια σειρά βασικών προϋποτιθέμενων συνθηκών που περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τις ψηφιακές υποδομές (π.χ. ευρυζωνική πρόσβαση), την πρόσβαση σε χρηματοδοτικά εργαλεία και τις ψηφιακές δεξιότητες (European Commission, 2018a).

Σε επίπεδο χωρών ωστόσο, αποτελεί γεγονός ότι οι προϋποθέσεις αυτές δεν βρίσκονται

στο ίδιο επίπεδο ανάπτυξης, ενώ διαπιστώνονται σημαντικές αποκλίσεις σε κρίσιμους δείκτες. Σύμφωνα με το Digital Transformation Scoreboard, οι ευρωπαϊκές μικρές και πολύ μικρές επιχειρήσεις –εξαιρουμένων των τεχνολογικών επιχειρήσεων– καταγράφουν πολύ χαμηλά ποσοστά υιοθέτησης σε όλο το εύρος των νέων ψηφιακών τεχνολογιών (π.χ. υπολογιστικό νέφος, προσθετική κατασκευή, κυβερνοασφάλεια, τεχνητή νοημοσύνη, ρομποτική), ενώ αντίστοιχα, ένα πολύ χαμηλό ποσοστό επιχειρήσεων καταγράφει μείωση λειτουργικού κόστους λόγω της υιοθέτησης κομβικών ψηφιακών τεχνολογιών (όπ.π.). Τα στοιχεία αυτά, επιβεβαιώνονται και από τους αντίστοιχους δείκτες DESI (Digital Economy and Society Index)⁹, όπου οι μικρές επιχειρήσεις υπολείπονται σημαντικά ως προς το βαθμό υιοθέτησης νέων τεχνολογιών καθώς και σε σημαντικούς δείκτες ψηφιακής ετοιμότητας και δραστηριότητας (π.χ. διασυνοριακό ηλεκτρονικό εμπόριο), ιδιαίτερα σε λιγότερο ανεπτυγμένες οικονομίες.

Για παράδειγμα, χώρες όπως Δανία, Σουηδία, Φινλανδία και Ολλανδία καταγράφονται ως ψηφιακά προηγμένες, ενώ Ρουμανία, Ιταλία και Ελλάδα¹⁰ καταγράφουν τα χαμηλότερα ποσοστά στους περισσότερους δείκτες DESI. Σε επίπεδο ΕΕ-28, σύμφωνα με το Digital Transformation Scoreboard, οι δυτικές ευρωπαϊκές οικονομίες και οι Σκανδιναβικές χώρες καταλαμβάνουν τις κυρίαρχες θέσεις (DTEI¹¹/DTII¹²) (Γράφημα 1).

8 Σήμερα, εκτιμάται ότι περίπου δεκαπέντε χώρες έχουν ήδη εκπονήσει σχετικές στρατηγικές και προς αυτή την κατεύθυνση, τον Απρίλιο του 2016, υιοθετείται η πρωτοβουλία “Digitising European Industry (DEI)”, με σκοπό την περαιτέρω προώθηση της ψηφιοποίησης στη βιομηχανία.

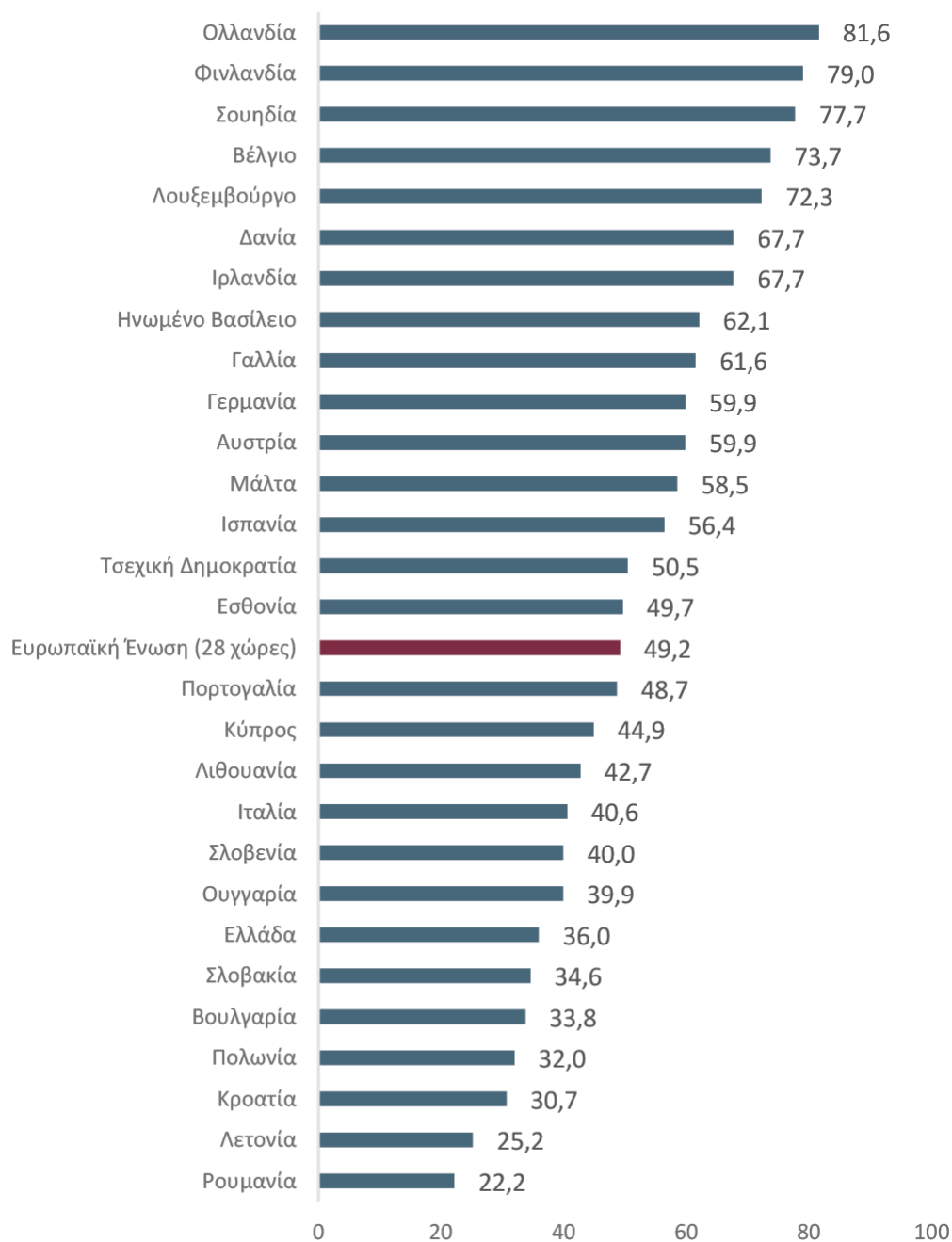
9 <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>

10 Σύμφωνα με στοιχεία του δείκτη DESI, η Ελλάδα είναι από τις χώρες της Ευρώπης κατατάσσεται 27η μεταξύ των 28 κρατών-μελών της Ε.Ε. σε ψηφιακούς δείκτες (DESI) και τα τελευταία χρόνια δεν έχει σημειώσει πρόοδο σε σύγκριση με άλλες χώρες με παρόμοια χαρακτηριστικά. Ειδικότερα, η Ελλάδα υστερεί στους πέντε τομείς διερεύνησης που αφορούν: συνδεσιμότητα, ανθρώπινο δυναμικό, χρήση διαδικτυακών υπηρεσιών, ενσωμάτωση της ψηφιακής τεχνολογίας και ψηφιακές δημόσιες υπηρεσίες. Επιπλέον, η ενσωμάτωση εξελιγμένων ψηφιακών τεχνολογιών και οι επιδόσεις της χώρας στον τομέα των ψηφιακών δημόσιων υπηρεσιών και των ψηφιακών δεξιοτήτων παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα.

11 The Digital Transformation Enablers’ Index.

12 The Digital Technology Integration Index.

Γράφημα 1. Συνθετικός δείκτης DTE



Πηγή: European Commission, 2018α, σελ.66

Αντίστοιχα, η Ολλανδία, η Φινλανδία και η Σουηδία είναι πρωτοπόρες στις συνθήκες ενδυνάμωσης του ψηφιακού μετασχηματισμού (DTEI). Σε συνδυασμό με αυτό το δεδομένο, το τρέχον τεχνολογικό κύμα είναι βέβαιο ότι επιφυλάσσει ανισομερείς και ασύμμετρες επιπτώσεις σε επίπεδο επιχειρήσεων, ανάλογα με το μέγεθος τους, την τεχνολογική ένταση των παραγωγικών τους δραστηριοτήτων, την κλαδική τους εξειδίκευση,

το ευρύτερο τεχνολογικό περιβάλλον καθώς και τη θέση τους στην αλυσίδα αξίας, κλάδων περιφερειών και χωρών.

Η συγκεκριμένη διαφοροποίηση στη ψηφιακή ετοιμότητα των χωρών σε επίπεδο Ε.Ε., ανατροφοδοτείται ακόμη περαιτέρω μέσα από την διαφοροποίηση που παρατηρείται στην έκταση και την ένταση των σχετικών και αντίστοιχων κρατικών βιομηχανικών και τεχνολογικών πολιτικών.

Πίνακας 1. Εθνικές στρατηγικές στο πλαίσιο της 4ης Βιομηχανικής Επανάστασης

Χώρα	Εθνική στρατηγική
Αυστρία	Industrie 4.0 Oesterreich
Βέλγιο	Made different – Factories of the Future
Τσεχία	Průmysl 4.0
Γερμανία	Industrie 4.0
Δανία	Manufacturing Academy of Denmark (MADE)
Ισπανία	Industria Conectada 4.0
Γαλλία	Alliance pour l'Industrie du Futur
Ουγγαρία	IPAR4.0 National Technology Initiative
Ιταλία	Industria 4.0
Λιθουανία	Pramonė 4.0
Λουξεμβούργο	Digital For Industry Luxembourg
Ολλανδία	Smart Industry
Πολωνία	Initiative and Platform Industry 4.0
Πορτογαλία	Indústria 4.0
Σουηδία	Smart Industry

Πηγή: European Commission, 2018a. Ίδια επεξεργασία και προσαρμογή

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός, ιδιαίτερα σε συγκεκριμένες ανεπτυγμένες χώρες, τροφοδοτείται από συστήματα συντεταγμένων πολιτικών τεχνολογίας και καινοτομίας, μέσα από διαφοροποιημένα εργαλεία αλλά κοινή έμφαση στη «ψηφιοποίηση»¹³ (Πίνακας 1).

Στο πλαίσιο αυτό, οι εθνικές στρατηγικές διαφοροποιούνται ως προς τη βασική τους έμφαση σε επίπεδο είτε ειδικότερης ενίσχυσης βιομηχανικών διεργασιών και ανάπτυξης νέων προϊόντων (π.χ. Γερμανία) είτε υποστήριξης προηγμένων τεχνολογικών τομέων (π.χ. Ηνωμένο

Βασίλειο). Η διαφοροποίηση της ψηφιακής ετοιμότητας ωστόσο, συνδέεται και με μια σειρά διεργασιών που συντελούνται σε επίπεδο Ε.Ε. ως προς τη νέα ευρωπαϊκή βιομηχανική πολιτική και τη σχετική ανάγκη αναπροσαρμογής των ευρωπαϊκών κανόνων στην κατεύθυνση συντεταγμένης υποστήριξης συγκεκριμένων στρατηγικών τεχνολογικών και βιομηχανικών τομέων και ως προς τη διευκόλυνση δημιουργίας και υποστήριξης ισχυρών ευρωπαϊκών επιχειρήσεων με παγκόσμια δυναμική¹⁴. Το τελευταίο σημείο, ωστόσο, εγείρει σε ευρωπαϊκό επίπεδο

13 Η ανάπτυξη εθνικών πρωτοβουλιών αποτελεί ισχυρή δέσμευση του “European Platform of National Initiatives on Digitising Industry” που αποτελεί βασικό τμήμα της στρατηγικής Digitising European Industry

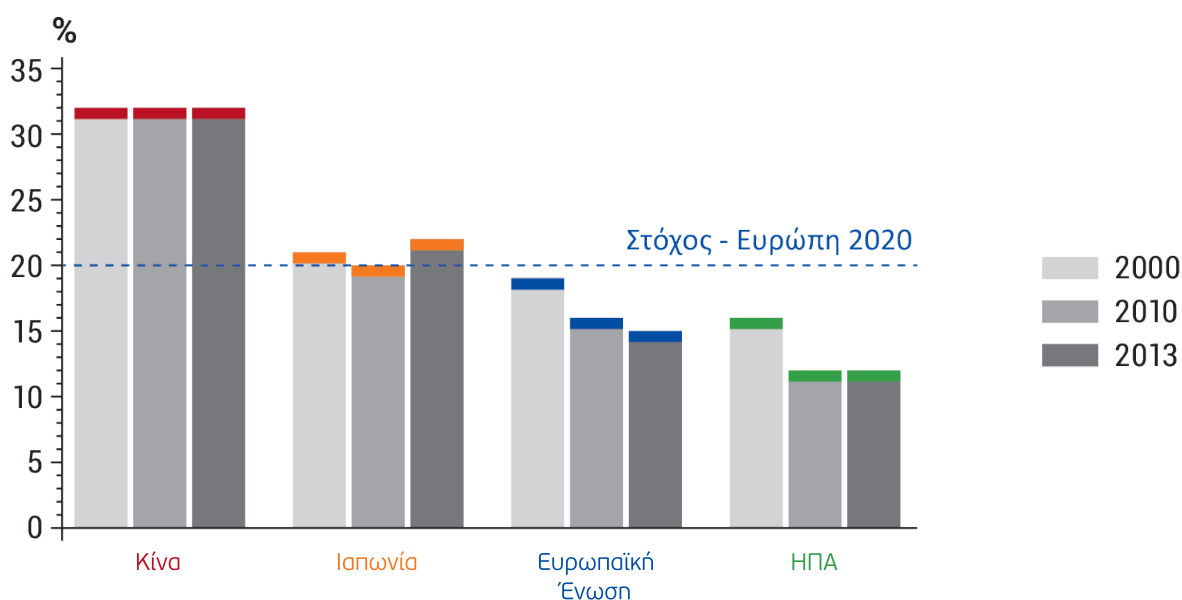
14 Όπως αναλύεται παρακάτω, στο πλαίσιο αυτό δημοσιεύεται στις 19 Φεβρουαρίου 2019, από τη Γαλλία και τη Γερμανία το Μανιφέστο για μια Ευρωπαϊκή Βιομηχανική Πολιτική (Manifesto for a European Industrial Policy fit for the 21st Century), σε συνέχεια της απόφασης της Επιτροπής για τη μη επικύρωση συγκεκριμένων συμφωνιών εξαγοράς εντός της Ε.Ε

πλέον συζητήσεις ως προς τα όρια μεταξύ της ανάδειξης «ευρωπαϊκών πρωταθλητών» αλλά ταυτόχρονα τον ρυθμιστικό έλεγχο και την αποτροπή δημιουργίας δυνητικά ολιγοπωλιακών θέσεων στην ευρωπαϊκή κοινή αγορά (Jenny & Neven, 2019) Σήμερα, σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.), διαμορφώνεται ένα ευρύτερο πλαίσιο ενίσχυσης της ευρωπαϊκής βιομηχανίας, με στόχο να επανέλθει το ποσοστό που κατέχει η βιομηχανική παραγωγή στο ΑΕΠ της Ε.Ε. στο 20% έως το 2020¹⁵, ενώ αντίστοιχες πολιτικές βιομηχανικού μετασχηματισμού εφαρμόζονται στις περισσότερες χώρες (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2017). Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, παρατηρείται μια μικρή αύξηση στην προστιθέμενη αξία της βιομηχανίας στην απασχόληση καθώς και ένας ετήσιος ρυθμός αύξησης της παραγωγικότητας της εργασίας στη βιομηχανία της Ε.Ε. της τάξεως του 2,7% κατά μέσο όρο από το

2009 έως το 2016. Παράλληλα, παρατηρείται αύξηση της παραγωγικότητας της εργασίας στην Ε.Ε., η οποία είναι συγκριτικά καλύτερη από άλλες μεγάλες οικονομίες, όπως οι ΗΠΑ (+ 0,7 % ετησίως κατά μέσο όρο για την περίοδο 2009-2015), η Ιαπωνία (+ 3,4 %) και η Νότια Κορέα (2,3%) (ό.π.).

Πρέπει να σημειωθεί βέβαια, ότι η στρατηγική ψηφιοποίησης της βιομηχανίας σε επίπεδο Ε.Ε., έρχεται σε συνέχεια μιας μακράς πτωτικής πορείας της ποσοστιαίας συμβολής της βιομηχανικής παραγωγής στο ευρωπαϊκό παραγόμενο προϊόν. Όπως σημειώθηκε, τις τελευταίες δεκαετίες τα επίπεδα και οι δραστηριότητες μεταβλήθηκαν ριζικά στην Ευρώπη, με τη συνεισφορά της ως προς την προστιθέμενη αξία, σε παγκόσμιο επίπεδο, να μειώνεται σταθερά (Γράφημα 2). Αντίστοιχα, μεταβλήθηκε, συρρικνώθηκε και συγκεντροποιήθηκε περαιτέρω η γεωγραφική

Γράφημα 2. Μερίδιο μεταποίησης ως προς το συνολικό ΑΕΠ σε Κίνα, Ιαπωνία, ΗΠΑ και ΕΕ



Πηγή: European Commission, 2015, σελ.16. Ίδια επεξεργασία και προσαρμογή

¹⁵ Η ακαθάριστη προστιθέμενη αξία της βιομηχανίας για την ΕΕ27 αυξήθηκε κατά 6,4% μεταξύ 2009 και 2016 και κατά 4,7% για την ΕΕ28. Η φθίνουσα τάση της απασχόλησης στη βιομηχανία φαίνεται επίσης να έχει σταθεροποιηθεί ή αντιστραφεί. Μεταξύ 2009 και 2013, η απασχόληση στη βιομηχανία μειώθηκε κατά 1,8 εκατομμύρια (5,4%) στην ΕΕ27, όμως, από το 2013, πάνω από 1,5 εκατομμύρια καθαρές νέες θέσεις εργασίας δημιουργήθηκαν στη βιομηχανία. Στον μεταποιητικό τομέα, οι θέσεις εργασίας αυξήθηκαν σε ακόμη υψηλότερο ποσοστό, κυρίως σε καλύτερα αμειβόμενες θέσεις εργασίας μηχανικών, επαγγελματιών και διοικητικών στελεχών (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2017).

κατανομή των «κέντρων μεταποίησης» εντός της ευρωπαϊκής Ηπείρου. Όπως αναγνωρίζεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η κυρίαρχη τάση στην Ευρώπη για αρκετά χρόνια είναι η αποβιομηχάνιση¹⁶, με τη συμβολή της μεταποίησης στο ευρωπαϊκό ακαθάριστο παραγόμενο προϊόν (European Gross Domestic Product) να μειώνεται από 18.5% (το 2000) σε 15% το 2012, ενώ εκτιμάται ότι οι θέσεις εργασίας μειώθηκαν κατά 3.8 εκατομ. κατά την περίοδο 2008-2012 στον τομέα της μεταποίησης¹⁷ (European Commission, 2015).

Την ίδια στιγμή, πέρα από την ποσοτική υστέρηση που παρατηρείται ως προς την εξέλιξη της συνεισφοράς της μεταποίησης σε επίπεδο Ε.Ε., τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της μεταποίησης στην Ευρώπη –ως επί το πλείστον, εάν όχι αποκλειστικά, με αναφορά στις κυρίαρχες βιομηχανικές χώρες- έχουν επίσης συντελέσει στη διαμόρφωση της αναγκαιότητας για την ανάπτυξη μιας συντεταγμένης στρατηγικής «προηγμένης μεταποίησης» και αντιμετώπισης του διεθνούς ανταγωνισμού. Επί παραδείγματι, παρότι η Ευρώπη φαίνεται να κινείται σε ικανοποιητικά

επίπεδα ως προς την ανάπτυξη βασικών τεχνολογικών συστάδων (KETs), διαπιστώνεται μια διαχρονική υστέρηση ως προς τις ικανότητες μετασχηματισμού τους σε εμπορεύσιμα προϊόντα και υπηρεσίες, σε σχέση με παραδοσιακές ανταγωνίστριες βιομηχανικές δυνάμεις¹⁸ (European Commission, 2015).

Όπως σημειώθηκε, οι νέες ψηφιακές τεχνολογίες αλλιάζουν ριζικά τον τρόπο με τον οποίο οι προηγμένες επιχειρήσεις σχεδιάζουν και παράγουν προϊόντα, μεταβάλλουν τα επιχειρηματικά τους μοντέλα που υιοθετούν και μετασχηματίζουν τον τρόπο με τον οποίο καινοτομούν. Σε επίπεδο εθνικών πρωτοβουλιών, αξιοποιείται και εφαρμόζεται πλέον ένα φάσμα μηχανισμών και δράσεων για την αντιμετώπιση των ευκαιριών και των προκλήσεων της ψηφιοποίησης της μεταποίησης¹⁹. Προς αυτή την κατεύθυνση, οι ευρωπαϊκές πολιτικές, τα τελευταία χρόνια, προσανατολίζονται προς την ισχυρή ενίσχυση των βιομηχανικού μετασχηματισμού μέσω της διάχυσης και εφαρμογής νέων τεχνολογικών επιτευγμάτων, με προτεραιότητα στις επενδύσεις σε νέες τεχνολογίες, την αυξημένη

16 Αντίστοιχα μειώνεται το μερίδιο της Ε.Ε. στις Άμεσες Εξωτερικές Επενδύσεις (FDI) ως προς το συνολικό παγκόσμιο FDI από 50% το 2002 σε 20% το 2013. Εκτιμάται ότι το 2013, 166,343 θέσεις εργασίας δημιουργήθηκαν στην Ευρώπη μέσω FDI που ισοδυναμεί με ένα επίπεδο 15% χαμηλότερο από τα επίπεδα προ-κρίσης (European Commission, 2015).

17 Μια παρόμοια εξέλιξη παρατηρείται στις ΗΠΑ κατά την ίδια περίοδο όπου το μερίδιο μειώνεται από 15% σε 13% (European Commission, 2015).

18 Το μερίδιο των Ασιατικών χωρών στα Key Enabling technologies (KETs) ήταν 26% το 2000 αλλά αυξήθηκε σε 44% το 2011, σε σύγκριση με την Ευρώπη (27%) και τη Β. Αμερική (23%). Αντίστοιχα, οι Ασιατικές χώρες συγκεντρώνουν ένα μερίδιο της τάξεως του 57% σε εξαγωγές που σχετίζονται με KETs, συγκριτικά με την Ευρώπη (23%) και τη Β. Αμερική (20%) (European Commission, 2015).

19 Μία από τις πιο εμβληματικές πρωτοβουλίες στις Ηνωμένες Πολιτείες στο πεδίο είναι το Digital Manufacturing & Design Innovation Institute (DMDI) που εδρεύει στο Σικάγο. Το DMDI είναι ένα από τα νέα ιδρυόμενα κέντρα καινοτομίας της δέσμης πολιτικών Manufacturing USA (αντίστοιχο με το UK Catapults) που έχει ως στόχο να αναπτύξει και να επιδείξει νέες ψηφιακές δυνατότητες σχεδιασμού και παραγωγής, έξυπνη μηχανική καταργασία και προηγμένες μορφές μεταποίησης. Αντίστοιχα, οι βιομηχανικές πολιτικές στη Γερμανία συνδέονται σήμερα περισσότερο με τη «Βιομηχανία 4.0» και την έμφαση που δίδεται στη διασύνδεση των μηχανών παραγωγής, στα έξυπνα εργοστάσια και στις έξυπνες μεταποιητικές επιχειρήσεις. Μία από τις πιο σημαντικές επενδύσεις της Ομοσπονδιακής Κυβέρνησης, στο πλαίσιο του Industry 4.0 είναι το σύμπλεγμα (cluster) «It's OWL» (Intelligent Technical Systems OstWestfalenLippe) (Institute for Manufacturing, 2016). Οι ΗΠΑ προωθούν πρωτοβουλίες τόσο στην κατεύθυνση του λεγόμενου "digital thread" ως προς την ψηφιοποίηση της μεταποίησης, όσο και προς την κατεύθυνση υποστήριξης των ψηφιακών επιχειρήσεων, των πλατφορμών και των συστημάτων ανάλυσης μεγάλου όγκου. Η Ιαπωνία αντίστοιχα, είναι συγκριτικά ισχυρή στην προηγμένη ρομποτική, ενώ έχει δοθεί προτεραιότητα σε πρωτοβουλίες σχετικές με την έννοια των «ρομπότ στην εποχή του Διαδικτύου των Πραγμάτων». Στο πλαίσιο αυτό, η πρωτοβουλία Japanese Robot Revolution Council Initiative (με συμμετοχή 200 επιχειρήσεων, πανεπιστημίων και ερευνητικών κέντρων), στοχεύει στην εκτεταμένη χρήση προηγμένων ρομποτικών συστημάτων στην Ιαπωνική βιομηχανία (όπ.π.).

ψηφιοποίηση²⁰ και τη μετάβαση σε μια πιο κυκλική οικονομία με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης συντελούνται πλέον σημαντικές εξελίξεις ως προς τη δόμηση των βασικών πυλώνων βιομηχανικής ανάπτυξης για τις επόμενες δεκαετίες, απέναντι στις αντίστοιχες στρατηγικές άλλων χωρών και περιφερειών σε ΗΠΑ και Ασία. Οι βασικοί άξονες επί των οποίων αρθρώνεται σήμερα η ευρωπαϊκή αναπτυξιακή ατζέντα περιλαμβάνει²¹:

- i. τη μετάβαση σε μία κλιματικά ουδέτερη οικονομία και η ενεργειακή προσαρμογή της Βιομηχανίας,
- ii. τον ψηφιακό μετασχηματισμό της βιομηχανίας και την ενσωμάτωση τεχνολογιών αιχμής και
- iii. τη στήριξη των ευρωπαϊκών στρατηγικών αλυσίδων αξίας – με αιχμή το εργαλείο των Σημαντικών Έργων Κοινού Ευρωπαϊκού Ενδιαφέροντος (IPCEI) – απέναντι στις πιέσεις των ανταγωνιστικών τρίτων οικονομιών, κυρίως της Κίνας και των ΗΠΑ²².

Προς αυτή την κατεύθυνση, έχουν ήδη επιλεγεί, σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης,

συγκεκριμένες στρατηγικές αλυσίδες αξίας που περιλαμβάνουν: συστήματα αποθήκευσης ενέργειας-μπαταρίες· μικροηλεκτρονική· σύγχρονα συστήματα υψηλής υπολογιστικής ισχύος· συνδεδεμένα, καθαρά και αυτόνομα οχήματα-ηλεκτρικά οχήματα· κυβερνοασφάλεια· ευφυή υγεία· βιομηχανία χαμηλών εκπομπών άνθρακα· Τεχνητή Νοημοσύνη-βιομηχανικές εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων· τεχνολογίες και συστήματα υδρογόνου. Η επιλογή αυτή, θα επηρεάσει καθοριστικά, πολυσήμαντα και ασύμμετρα στα επόμενα χρόνια, μια ευρύτερη ακολουθία παραγωγικών συμπληρωματικών και διασυνδεδεμένων δραστηριοτήτων και το περιεχόμενο στο σύνολο των χωρών της Ε.Ε., παράγοντας νέες παραγωγικές μορφολογίες και οικονομικές γεωγραφίες.

Ειδικότερες πρωτοβουλίες (π.χ. Factories of the Future)²³ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής στοχεύουν να ενισχύσουν τις μεταποιητικές επιχειρήσεις ως προς την ανάπτυξη και εισαγωγή νέων τεχνολογιών (KET's) σε ένα μεγάλο εύρος τομέων και με απώτερο στόχο την ανάπτυξη νέων προϊόντων προστιθέμενης αξίας και τη διαμόρφωση μιας «έξυπνης, πράσινης και συμπεριληπτικής

20 Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, σε συνάφεια με τη ψηφιακή στρατηγική της ενιαίας αγοράς (Digital Single Market Strategy), εκκινεί το μεγαλύτερο έως σήμερα πρόγραμμα με αποκλειστική έμφαση στη ψηφιοποίηση υπό τον τίτλο "Digital Europe programme" και συνολικό προϋπολογισμό €9.2 δις με αναφορά στην περίοδο 2021-2027. Βασική έμφαση δίδεται σε πέντε περιοχές: Υπερ-υπολογιστές, Τεχνητή Νοημοσύνη, Κυβερνοασφάλεια, Ψηφιακές δεξιότητες, Διασφάλιση της ευρείας χρήσης ψηφιακών τεχνολογιών σε οικονομία και κοινωνία (European Commission, 2018). Ωστόσο, οι μεγάλες διαφορές στην ψηφιοποίηση και το ψηφιακό χάσμα μεταξύ περιφερειών και χωρών εξακολουθεί να αποτελεί σημαντικό πρόβλημα σε επίπεδο ΕΕ.

21 https://ec.europa.eu/growth/content/stronger-and-more-competitive-eu-industry-president-juncker-open-2019-eu-industry-days_en

22 Σύμφωνα με τις αποφάσεις της Συνόδου Κορυφής του Μαρτίου 2019, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα παρουσιάσει έως το τέλος του 2019 ένα μακροπρόθεσμο όραμα για το μέλλον της ευρωπαϊκής βιομηχανίας και έως το Μάρτιο του 2020 ένα μακροπρόθεσμο σχέδιο δράσης για τη βελτίωση της εφαρμογής και της επιβολής των κανόνων της ενιαίας αγοράς. Τον Ιανουαρίου του 2018, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανακοίνωσε τη συγκρότηση και λειτουργία του Στρατηγικού Φόρουμ για Σημαντικά Έργα Κοινού Ευρωπαϊκού Ενδιαφέροντος (Strategic Forum for Important Projects of Common European Interest). Οι βασικοί στόχοι του είναι η ανάδειξη και οικοδόμηση ενός κοινού ευρωπαϊκού οράματος για τη στήριξη συγκεκριμένων στρατηγικών αλυσίδων αξίας κοινού ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος (Λαμπριανίδης 2019). Χρήζει σπουδαιότητας να σημειωθεί ότι πολύ σημαντικό ρόλο στο Φόρουμ διαδραματίζουν η Γερμανία, η Γαλλία και η Ιταλία αλλά καθώς και πολύ σημαντικές οργανώσεις εργοδοτών, γεγονός που συνδέεται με τις συστηματικές και εκτεταμένες δέσμες πολιτικών μέτρων και κατευθύνσεων που λαμβάνουν χώρα τα τελευταία χρόνια στις αντίστοιχες χώρες με προπομπό τη «Νέα Γερμανική Βιομηχανική πολιτική» (Industriepolitik 2030) και η οποία προετοιμάζει το σχεδιασμό της ενιαίας ευρωπαϊκής βιομηχανικής στρατηγικής, στο πλαίσιο στρατηγικών των σημαντικότερων ευρωπαϊκών βιομηχανικών κρατών (όπ.π.).

23 <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/factories-future>

οικονομίας» (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2017)²⁴. Στόχος της ενίσχυσης δράσεων ψηφιοποίησης της μεταποίησης είναι να ενισχύσει τις συνέργειες σε επίπεδο ερευνητικής και βιομηχανικής δραστηριότητας όπως και να προσφέρει πρόσβαση σε εξειδικευμένο εξοπλισμό και εργαλεία σχεδιασμού (π.χ. future modelling and simulation tools) για την ανάπτυξη διεργασιών ενοποιημένων συστημάτων και τη διευκόλυνση αποτελεσματικότερων διαδικασιών ανάπτυξης και προώθησης προϊόντων. Η συγκεκριμένη στρατηγική εντάσσεται στο ευρύτερο πλαίσιο ενίσχυσης ισχυρών ευρωπαϊκών βιομηχανικών αλυσίδων αξίας ώστε να παραμείνουν ανταγωνιστικές ως προς τις αντίστοιχες τεχνολογικές και παραγωγικές εξελίξεις σε επίπεδο ΗΠΑ και Ασίας²⁵.

Στο πλαίσιο αυτό, σύμφωνα με την πρωτοβουλία Factories of the Future (European Commission, 2013), οι αναδυόμενες ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να αποτελέσουν βασικό εργαλείο για τη βελτίωση των συστημάτων μεταποίησης, τουλάχιστον σε τρία επίπεδα:

- ▶ Έξυπνα εργοστάσια (smart factories): ευέλικτη μεταποίηση (agile manufacturing) και «εξατομίκευση» (customisation) μέσα από την αυτοματοποίηση διεργασιών, τα συστήματα προσομοίωσης και την προηγμένη ρομποτική τεχνολογία.
- ▶ Εικονικά εργοστάσια (virtual factories): δημιουργία αξίας μέσω του συντονισμού

24 Χρρίζει αποσαφήνισης η διάκριση ανάμεσα σε «αυτοματοποίηση» και «ψηφιοποίηση». Σε ορισμένες περιπτώσεις, η αυτοματοποίηση μπορεί να μην περιλαμβάνει «ψηφιοποίηση», ήτοι εισαγωγή ψηφιακού εξοπλισμού, νέων ψηφιακών διεργασιών, ψηφιοποίηση δεδομένων κ.α. (π.χ. αυτοματοποίηση και μηχανολογικός εξοπλισμός στον αγροτικό τομέα). Αντίστοιχα, η ψηφιοποίηση μπορεί να αφορά στην υποστήριξη εργασιών που δεν αφορούν σε αυτοματοποίηση διεργασιών (McFarlane, 2018).

25 Η ΕΕ φαίνεται να υστερεί σε συγκεκριμένες βιομηχανικές περιοχές όπως οι αναλύσεις λογισμικού, οι συσκευές ηλεκτρονικών καταναλωτικών αγαθών και η παραγωγή ημιαγωγών, ενώ κατέχει συγκριτικά πλεονεκτήματα στις τεχνολογίες των επικοινωνιών και τις τηλεπικοινωνίες. Οι ΗΠΑ και ορισμένες χώρες της Ασίας κατέχουν καλύτερη ανταγωνιστική θέση στην παραγωγή συσκευών Διαδικτύου των Πραγμάτων. Σε επίπεδο προηγμένης μεταποίησης, η Ευρώπη κατέχει ανταγωνιστική θέση σε συγκεκριμένους τομείς (π.χ. αυτοκινητοβιομηχανία, βιομηχανική διαχείριση ενέργειας, αυτοματισμοί και μηχανολογικός εξοπλισμός). Το πεδίο υπολογιστικού νέφους και οι τεχνολογίες που σχετίζονται με τις πολυμερείς αγορές («πλάτφορμες») κατέχουν ανταγωνιστική θέση στις ΗΠΑ.

26 https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/ppp-factories-of-the-future-strategic-multiannual-roadmap-info-day_en.pdf

αποκεντρωμένων παραγωγικών δικτύων (π.χ. απομακρυσμένη και συντονισμένη διαχείριση καταμεμημένων αποθεμάτων και εξοπλισμού).

- ▶ Ψηφιακά εργοστάσια (digital factories): σχεδιασμός συστημάτων παραγωγής που υπηρετούν τη βέλτιστη διαχείριση προϊόντων σε όλο τον κύκλο ζωής από τη σύλληψη του προϊόντος έως τη μεταποίηση, τη συντήρηση αλλά και την αποσυναρμολόγηση και ανακύκλωση²⁶.

Ως συνάγεται εκ των ανωτέρω, συνιστά γεγονός σήμερα ότι η βιομηχανική παραγωγή επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από μια σειρά συν-εξελισσόμενων παραγόντων που περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων:

- i. τα ζητήματα που αφορούν στην παραγωγική διαδικασία, όπως την αυξανόμενη ανάγκη για αποδοτικότητα πόρων, την προκύπτουσα ανάγκη για ταχύτερους κύκλους ζωής προϊόντων αλλά και τον βέλτιστο συντονισμό και παρακολούθησης των αλυσίδων αξίας σε πραγματικό χρόνο, την αυξανόμενη συνθετότητα προϊόντων καθώς και τις αναδυόμενες τεχνολογικές δυνατότητες για την παροχή υπηρεσιών –σε συγκεκριμένους κλάδους- υψηλής προστιθέμενης αξίας καθ'όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των προϊόντων.

- ii. την αναδιάρθρωση της ζήτησης και τις ανάγκες για εξατομικευμένα προϊόντα, μεγαλύτερη ποικιλία προϊόντων και ταχύτερη ανταπόκριση σε ανάγκες ή θεματικές και γεωγραφικές αγορές.
- iii. τις αμιγώς τεχνολογικές τάσεις που όπως περιγράφηκε παραπάνω, περιλαμβάνουν, ανάμεσα σε άλλα, βελτιωμένη αλληλεπίδραση ανάμεσα σε ψηφιακό και φυσικό κόσμο, συλλογή στοιχείων και ψηφιακό έλεγχο των συστημάτων μεταποίησης, βελτιωμένη συνδεσιμότητα μεταξύ των προμηθευτών και των αλυσίδων προμηθειών.

Από τη μια πλευρά, οι επιδράσεις της «4ης Βιομηχανικής επανάστασης» σε μικροοικονομικό επίπεδο, δυνητικά μπορούν να οδηγήσουν στη δημιουργία νέων ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων για τις επιχειρήσεις (και τις οικονομίες) που θα μπορέσουν να εκμεταλλευτούν τις τεχνολογικές εξελίξεις, επιτρέποντας στις επιχειρήσεις σε ένα μεγάλο εύρος τομέων να εκμεταλλευτούν τα οφέλη τους και να αποκτήσουν συγκριτικό πλεονέκτημα σε επίπεδο κόστους παραγωγής, παραγωγικότητας, προστιθέμενης αξίας και ποιότητας παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών. Η διεθνής συζήτηση για την ανάγκη ψηφιακού μετασχηματισμού, εδράζεται μεταξύ άλλων στην προοπτική που επιφυλάσσει η ενίσχυση της βιομηχανίας και η δυνητική πολλαπλασιαστική επίδραση που η παραγωγική ενδυνάμωση της θα έχει για την οικονομία μέσω της αύξησης επενδύσεων, την ενίσχυση της παραγωγικότητας της εργασίας και τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων (López-Gómez, Leal-Ayala, Palladino & O'Sullivan, 2017). Πρέπει να σημειωθεί βέβαια ότι αρκετές από τις εκτιμήσεις επί των επιπτώσεων των ψηφιακών εφαρμογών

στη μεταποίηση εστιάζουν σε μεγάλο βαθμό στα αναμενόμενα παρά στα παρατηρούμενα αποτελέσματα (observed impact) σε βάθος χρόνου, ενώ συχνά βασίζονται σε μακροοικονομικές προβολές και εκτιμήσεις γνώμης²⁷ (López-Gómez, McFarlane, O'Sullivan & Velu, 2018). Συνεπώς, οι ακριβείς επιπτώσεις από τις επερχόμενες αλλαγές δεν είναι πάντα δυνατό να προσδιοριστούν εκ των προτέρων σε κάθε κλάδο.

Από την άλλη πλευρά, οι επιπτώσεις της τεχνολογικής αλλαγής –όπως και στις αντίστοιχες ιστορικές περιόδους που αναφέρθηκαν- αναμένεται να μεταβάλλει το περιβάλλον της δομής απασχόλησης. Παρότι ελάχιστα επαγγέλματα υπολογίζεται ότι θα χαρακτηριστούν από πλήρη αυτοματοποίηση σε όλες τις δραστηριότητες, εκτιμάται ότι στο μεγαλύτερο εύρος των επαγγελμάτων θα παρατηρηθεί ένας μικρότερος ή μεγαλύτερος βαθμός αυτοματοποίησης ανάλογα με τα ειδικότερα χαρακτηριστικά του εκάστοτε επαγγέλματος (Marcolin, Miroudot & Squicciarini, 2016), όπως θα συζητηθεί και στην επόμενη ενότητα. Σήμερα, υπολογίζεται ότι η προσαρμογή των υφιστάμενων τεχνολογιών θα μπορούσε να προκαλέσει την αυτοματοποίηση περίπου 50% των εργασιών τις οποίες εκτελούν άνθρωποι στις ανεπτυγμένες οικονομίες, μέσα στα επόμενα 10-20 έτη (Frey and Osborne, 2013).

Υπό μια αντίστοιχη σκοπιά, οι διαδικασίες ψηφιοποίησης συνεπάγεται μια εντονότερη στροφή σε μορφές παραγωγής εντάσεως (ψηφιοποιημένου ή αυτοματοποιημένου) κεφαλαίου – ιδιαίτερα σε ορισμένους βιομηχανικούς κλάδους.

Το γεγονός αυτό ενδέχεται να προκαλέσει περιορισμό του μεριδίου της εργασίας στην παραγόμενη προστιθέμενη αξία, εντονότερα φαινόμενα τεχνολογικού, παραγωγικού και εμπορικού

27 Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στη Μ. Βρετανία, η μελέτη Made Smarter Review διατυπώνει την πρόβλεψη -βάσει παρατηρούμενων αποτελεσμάτων- ότι η βρετανική βιομηχανία μπορεί να επιτύχει ένα ποσοστό αύξησης παραγωγικότητας 25%, μέσω της υιοθέτησης ψηφιακών τεχνολογιών έως το 2025 (López-Gómez, McFarlane, O'Sullivan & Velu, 2018).

ανταγωνισμού και δημιουργία νέων μορφών ανισοτήτων στην εσωτερική διάρθρωση των ανεπτυγμένων οικονομιών. Τέτοιου είδους αλλαγές πιθανόν να επιφυλάσσουν νέα φαινόμενα γεωγραφικών συγκεντρώσεων, αποβιομηχάνισης ή ακόμη και ανάδυση νέων περιφερειακών ανισοτήτων λόγω της απώλειας θέσεων εργασίας σε συγκεκριμένες περιοχές έναντι των νέων βιομηχανικών ή αστικών κέντρων (Muro, Maxim & Whiton, 2019).

Η βιομηχανική παραγωγή βρίσκεται ήδη σε διαδικασία μετάβασης και αναμένεται να χαρακτηριστεί από έναν ραγδαίο μετασχηματισμό -σε αρκετές ανεπτυγμένες οικονομίες- που τροφοδοτείται μεταξύ άλλων από τη σύμπτυξη της αυξημένης διασύνδεσης των μηχανημάτων, των αποθεμάτων και των αγαθών που παραδίδονται μέσω του Διαδικτύου των Πραγμάτων, των ενισχυμένων δυνατοτήτων του λογισμικού που ενσωματώνεται στο μηχανολογικό εξοπλισμό, την ανάλυση των μεγάλων όγκων δεδομένων που παράγονται από τους αισθητήρες καθώς και την ευρέως διαθέσιμη υπολογιστική ισχύ που παρέχεται μέσω του υπολογιστικού νέφους. Οι αλλαγές που προκαλούνται στις παραγωγικές διαδικασίες, ως αποτέλεσμα της διείσδυσης και του συνδυασμού νέων τεχνολογικών δυνατοτήτων -στις επιχειρήσεις και τους κλάδους που αυτό

κρίνεται εφικτό-, μπορούν να αφορούν τόσο σε επίπεδο παραγωγής όσο και επίπεδο διανομής των παραγόμενων αξιών²⁸. Τα επίπεδα βελτιώσεων μπορεί να αφορούν στην ανάπτυξη πιο εξειδικευμένων ή εξατομικευμένων προϊόντων, στο σχεδιασμό και την εφαρμογή βελτιωμένων τεχνολογιών παραγωγής και παραγωγικών συστημάτων, στην ανάπτυξη πιο αποτελεσματικών προμηθευτικών αλυσίδων καθώς και στην ταχύτερη επεξεργασία και κατανόηση των καταναλωτικών αναγκών (Πίνακας 2).

Κατά συνέπεια, εκτιμάται ότι η ψηφιοποίηση της μεταποίησης μπορεί θεωρητικά να επηρεάσει τις παραγωγικές διαδικασίες σε επίπεδο:

- i. κάθετης ολοκλήρωσης (vertical integration) μέσα από ευέλικτα και αναδιμορφώσιμα συστήματα εντός επιχείρησης (smart factories/smart enterprises),
- ii. οριζόντιας ολοκλήρωσης (horizontal integration) μέσα από δι-επιχειρησιακές αλυσίδες αξίας και δίκτυα (smart supply chains) και
- iii. ολοκλήρωσης κύκλου ζωής προϊόντος (product lifecycle integration) μέσα από την ψηφιακή (end-to-end) διασύνδεση δραστηριοτήτων σε όλο το φάσμα παραγωγής των προϊόντων και των συστημάτων παραγωγής (Acatech, 2013).

28 Η ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων (big data) προσφέρει σήμερα ακόμη και τη δυνατότητα προγνωστικής ανίχνευσης της ζήτησης (demand sensing), όπου μέσω της αξιοποίησης νέων ψηφιακών τεχνολογιών αναλύονται δεδομένα ζήτησης (π.χ. χρονοσειρές από ιστορικά δεδομένα μιας εταιρείας και συμπληρωματικά δεδομένα ζήτησης σε πραγματικό χρόνο), με σκοπό τον προσδιορισμό των δυνητικών καταναλωτών που θα αγοράσουν ένα προϊόν και σε ποια ποσότητα, αρκετά προτού αυτό συμβεί πραγματικά. Η συνδυαστική ανάλυση δομημένων και μη-δομημένων εσωτερικών και εξωτερικών δεδομένων, επιτρέπει στις επιχειρήσεις που λειτουργούν σχετικές εφαρμογές να κατανοούν καλύτερα τη συμπεριφορά των καταναλωτών. Επιπλέον, οι συγκεκριμένες τεχνολογικές δυνατότητες μεταβάλλουν σε μεγάλο βαθμό τα συστήματα και τις αλυσίδες εφοδιασμού (logistics) δημιουργώντας νέες διασυνδεδεμένες αλυσίδες (real-time, connected supply chain ecosystem) που διαχειρίζονται τα αποθέματα προγνωστικά και βάσει της εκτιμώμενης ζήτησης, μειώνοντας τους χρόνους παράδοσης και βελτιώνοντας τις προσφερόμενες υπηρεσίες (Berttram, Schneider & Münch, 2018). Με άλλα λόγια, τα προϊόντα που πρόκειται να παραγγείλουμε ίσως να βρίσκονται ήδη στα εγγύτερα γεωγραφικά σημεία αποθήκευσης -μέσω της προγνωστικής ζήτησης-, ώστε να επιταχυνθεί στο ελάχιστο ο χρόνος παράδοσης τους. Αντίστοιχες εφαρμογές επεκτείνονται πλέον και στο επίπεδο της διανομής προϊόντων, όπου εξελιγμένα συστήματα αλγορίθμων, τεχνητής νοημοσύνης και ανάλυσης δεδομένων (predictive and autonomous analytics) καθιστούν δυνατό το σχεδιασμό και τον ανασχεδιασμό σε πραγματικό χρόνο σύνθετων και βέλτιστων διαδρομών (optimal routing) παράδοσης προϊόντων λαμβάνοντας υπόψη και συνδυάζοντας ιστορικά δεδομένα, γεωγραφικά δεδομένα, μοτίβα κυκλοφοριακής κίνησης, δεδομένα κλιματολογικών συνθηκών, δορυφορικά δεδομένα κ.α. Οι συγκεκριμένες εφαρμογές επιφέρουν σημαντικά οφέλη σε επίπεδο εξοικονόμησης χρόνου και κόστους (π.χ. καύσιμα) (Davenport, 2017).

Πίνακας 2. Σύνδεση ψηφιακών και ενσώματων εφαρμογών

Επίπεδο ανάλυσης	Επιχειρησιακές εφαρμογές
Ενσώματο προς ψηφιακό	Αισθητήρες (sensors) Συσκευές (wearables) Επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented reality)
Ψηφιακό	Συγκέντρωση-επεξεργασία σήματος Υπολογιστικά συστήματα υψηλής απόδοσης Βελτιστοποίηση και πρόγνωση Ψηφιακή αναπαράσταση βάσει σημείων χρήσης
Ψηφιακό προς ενσώματο	Προσθετική κατασκευή Προηγμένα υλικά Αυτόνομες μηχανές-ρομποτική Ψηφιακός σχεδιασμός και προσομοίωση

Πηγή: Προσαρμογή από: Sniderman, Mahto & Cotteleer, 2016. Ίδια επεξεργασία και προσαρμογή

Η εφαρμογή των τεχνολογικών αυτών δυνατοτήτων περιλαμβάνει την ενοποίηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων και των σχετικών ενσώματων τεχνολογιών σε έναν ολοκληρωμένο παραγωγικό κύκλο (Sniderman, Mahto & Cotteleer, 2016). Επομένως, φαίνεται να διαμορφώνονται διαφορετικά σενάρια ψηφιοποίησης διεργασιών σε διαφορετικές λειτουργίες των παραγωγικών διαδικασιών που αφορούν τόσο στην αμιγώς παραγωγική διαδικασία όσο και στις υποστηρικτικές λειτουργίες (π.χ. προμήθειες, συνεργασίες). Αντίστοιχα σενάρια μπορεί να περιλαμβάνουν ψηφιοποίηση των παραγωγικών διαδικασιών (digital production processes), αυτοματοποιημένη παρακολούθηση της αλυσίδας προμηθειών (extended supply chain near-real-time monitoring, automated e-sourcing) και αυτοματοποιημένη παρακολούθηση κύκλου ζωής προϊόντων (product life-cycle management) (Institute of Manufacturing, 2016).

Μια βασική συστάδα τεχνολογικών εφαρμογών που εισέρχεται και μεταβάλλει σταδιακά τις ανεπτυγμένες και προηγμένες βιομηχανικές διεργασίες σε επίπεδο ανεπτυγμένων κλάδων και επιχειρήσεων αφορά στο βιομηχανική εφαρμογή

του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Βιομηχανικό ΔιΤΠ). Το Βιομηχανικό ΔιΤΠ περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, συστήματα εκσυγχρονισμού μεμονωμένων παραγωγικών διεργασιών μέσω συγκέντρωσης πληροφορίας και δεδομένων από συστοιχίες αισθητήρων επί των γραμμών παραγωγής και άλλων παραγωγικών υπο-συστημάτων (OECD, 2016a). Επόμενο στάδιο της εφαρμογής του προβλέπει την ολοκλήρωση ψηφιοποιημένων σύνθετων λειτουργιών σε όλο το εύρος της παραγωγικής διαδικασίας προσφέροντας δυνατότητες αυτοματοποιημένης απόκρισης –ως προς τη βελτίωση διαδικασιών και πρόγνωση πιθανών αστοχιών ή αναγκών συντήρησης προς αποφυγή βλαβών- με (ή δίχως) τη χρήση του ανθρώπινου παράγοντα (machine2machine). Έτι περαιτέρω, ολοκληρωμένα ψηφιακά συστήματα επιτρέπουν σύνδεση μεταξύ μονάδων παραγωγής σε ολοκληρωμένες αλυσίδες αξίας και διαμοιρασμό πληροφορίας για τη λήψη αποφάσεων σε σχεδόν πραγματικό χρόνο (π.χ. αυτόνομες αλυσίδες εφοδιασμού) (Davenport & Michelman, 2018). Ως συνάγεται εκ των ανωτέρω, η σημασία της συλλογής (π.χ. ποιότητα δεδομένων) και της ταχύτητας επεξεργασίας συνιστά ένα κρίσιμο τμήμα των

όλων διαδικασιών, όπως επίσης και η ανάπτυξη ενσωματωμένων συστημάτων μηχανολογικού εξοπλισμού, αισθητήρων οπτοηλεκτρονικής, λογισμικού και σχετικών αλγορίθμων (embedded systems). Έχει σημασία να σημειωθεί ότι η διάσταση αυτή –ικανότητα παραγωγής προηγμένων μηχανών νέας γενιάς- αποτελεί κρίσιμο παράγοντα ως προς το επίπεδο του νέου καταμερισμού εργασίας, της βιομηχανικής μορφολογίας και βιομηχανικού ανταγωνισμού σε επίπεδο ισχυρών βιομηχανικών χωρών.

Μια από τις βασικές ενδεικτικές εφαρμογές που ολοκληρώνεται τα τελευταία έτη, με τη χρήση των νέων τεχνολογικών ακολουθιών, αφορά στα συστήματα της «προγνωστικής συντήρησης» (predictive maintenance) βιομηχανικού εξοπλισμού και βιομηχανικών διεργασιών, μέσω δεδομένων που συγκεντρώνονται από αισθητήρες, συγκριτική προγνωστική εκτίμηση βλαβών και εκτέλεση προ-δραστικών παρεμβάσεων. Η «προγνωστική συντήρηση» αποτελεί την μόνιμη και συστηματική παρακολούθηση (σε σχεδόν πραγματικό χρόνο) της κατάστασης του εξοπλισμού μιας γραμμής παραγωγής και των συστημάτων παραγωγής μέσα από την εφαρμογή συγκεκριμένων τεχνολογικών ακολουθιών βελτιστοποίησης των παραγωγικών λειτουργιών. Ειδικότερα, η «προγνωστική συντήρηση» περιλαμβάνει την εφαρμογή μιας σειράς τεχνολογικών συστημάτων όπως αισθητήρες (π.χ. ανάλυση δονήσεων, υπολογιστική όραση για ανάλυση εικόνας, μεταφορά και επεξεργασία δεδομένων, αναγνώριση φθοράς εξοπλισμού), εξειδικευμένο λογισμικό και εξειδικευμένους αλγόριθμους για την ανάλυση των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και συχνά, αντίστοιχα συστήματα διασύνδεσης με τον παραγωγικό εξοπλισμό (π.χ. ρομποτικά

συστήματα) για την αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων, απόκριση και την αυτοματοποιημένη εκτέλεση διορθωτικών ενεργειών (π.χ. μέσω πολύ-αξονικών ρομποτικών βραχιόνων). Η τεχνική της «προγνωστικής συντήρησης» αποτελεί πλέον μια σχεδόν καθιερωμένη βιομηχανική διεργασία, ωστόσο τα τελευταία χρόνια, οι νέες τεχνολογικές ακολουθίες (π.χ. λογισμικό, αλγόριθμοι, επεξεργασία δεδομένων, ενσωματωμένα οπτοηλεκτρονικά συστήματα) προσφέρουν προηγμένες δυνατότητες και καλύτερους χρόνους επεξεργασίας, ανάλυσης και απόκρισης.

Αντίστοιχες τάσεις που αναδύονται με την ευκαιρία της διάχυσης και των δυνατοτήτων που προκύπτουν από τις νέες τεχνολογίες περιλαμβάνουν τη στροφή στις «βιομηχανικές υπηρεσίες» καθώς και τη συνεργασία ανάμεσα στο ανθρώπινο δυναμικό και τον αυτοματοποιημένο εξοπλισμό. Ως προς τη στροφή στις «βιομηχανικές υπηρεσίες» (“servitisation”), τα τελευταία χρόνια παρατηρείται η ανάπτυξη μιας τάσης προς επιχειρηματικά μοντέλα παροχής ολοκληρωμένων λύσεων και βιομηχανικών υπηρεσιών²⁹ (π.χ. απομακρυσμένη παρακολούθηση παραγωγικού εξοπλισμού μετά την πώληση, σε πραγματικό χρόνο) σε συνεχή βάση (Lodefalk, 2010; Institute for Manufacturing, 2014). Τα συγκεκριμένα επιχειρηματικά μοντέλα καθίστανται δυνατά μέσα από την αξιοποίηση των διαθέσιμων τεχνολογικών και ψηφιακών ακολουθιών (π.χ. ενσωματωμένοι αισθητήρες στα προϊόντα, επεξεργασία δεδομένων, λήψη αποφάσεων, παροχή υπηρεσιών, αναβάθμιση και επικαιροποίηση λειτουργιών) που επιτρέπουν την απομακρυσμένη παρακολούθηση μηχανών, διεργασιών και προϊόντων. Ειδικότερα, η τάση των «βιομηχανικών υπηρεσιών» συνδέεται άμεσα με τις τεχνολογικές

²⁹ Ορισμένες από τις πρώτες εταιρείες που πρωτοπόρησαν σε αυτή την τάση είναι οι Rolls-Royce (“power-by-the-hour”), Boeing, John Deere, GE κ.α. Σήμερα, το Βιομηχανικό Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Industrial Internet of Things) προσφέρει προηγμένες δυνατότητες ανάπτυξης νέων επιχειρηματικών μοντέλων. Μια γνωστή περίπτωση αποτελεί η βιομηχανική πλατφόρμα-σύστημα Predix Platform της General Electric (Winig, 2016).

ακολουθίες του Βιομηχανικού Διαδικτύου των Πραγμάτων (Winig, 2016). Ψηφιακά συστήματα ενσωματωμένα σε μεμονωμένα προϊόντα ή ευρύτερες ενότητες μηχανολογικού εξοπλισμού (π.χ. εργοστασιακές μονάδες, εξοπλισμός αγροτικών εκμεταλλεύσεων, κινητήρες αεροσκαφών) επιτρέπουν σε εταιρείες να διατηρούν ψηφιακή επικοινωνία και έλεγχο του προϊόντος μετά την πώληση, διευκολύνοντας τη συνεχή παροχή υπηρεσιών μέσα από νέες τεχνολογικές δυνατότητες (π.χ. προγνωστική συντήρηση) (Eurofound, 2019) και καθιστώντας δυνατή την ανάπτυξη νέων επιχειρηματικών μοντέλων³⁰.

Σε επίπεδο συνεργασίας ανθρώπινου δυναμικού και μηχανών, σήμερα είναι τεχνικά δυνατή η ανάπτυξη συνεργατικών συστημάτων ("collaborative robots" - co-bots), μέσα από τη διασύνδεση εργαζομένων και εξοπλισμού στους χώρους εργασίας ("Internet of Things and People") (Federal Ministry of Labour and Social Affairs, 2017). Οι προηγμένοι αισθητήρες επιτρέπουν στους ανθρώπους και τα ρομπότ να συνεργαστούν σε στενότερη εγγύτητα, καθώς οι μηχανές είναι σε θέση να καταγράφουν τη συμπεριφορά των χρηστών τους με μεγαλύτερη ακρίβεια χάρη στις τεχνολογίες που επιτρέπουν την καλύτερη αναγνώριση ομιλίας και εικόνας, τον εντοπισμό συναισθημάτων και την καταγραφή κινήσεων των ματιών και τις χειρονομίες³¹. Οι συγκεκριμένοι αισθητήρες νέας γενιάς (high-performance sensors) σε συνδυασμό με συμπληρωματικά τεχνολογικά συστήματα (π.χ. λογισμικό, τεχνητή νοημοσύνη) δίνουν τη δυνατότητα άμεσης συνέργειας ανάμεσα

σε άνθρωπο και μηχανές, με τις τελευταίες να μαθαίνουν σε συνεχή βάση μέσα από αυτή την αλληλεπίδραση.

Σημειώνεται εδώ ότι οι βασικές τάσεις που τροφοδοτούν την τεχνολογική αλλαγή, παράλληλα αναδεικνύουν πτυχές μετασχηματισμού σε διαφορετικές χώρες, ανάλογα με το αναπτυξιακό τους επίπεδο. Σε επίπεδο ανεπτυγμένων χωρών, το νέο τεχνολογικό κύμα αναμένεται να βοηθήσει στον επανα-πατρισμό βιομηχανικών επενδύσεων και δραστηριοτήτων (reshoring), στην αναδιάρθρωση και αναζωογόνηση βιομηχανικών περιοχών καθώς και την ενίσχυση βιομηχανικών τομέων μέσω της ενδυνάμωσης ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων (Brennan, 2015). Οι αναδυόμενες οικονομίες από την πλευρά τους, αναγνωρίζουν την ευκαιρία ανάπτυξης νέων πλεονεκτημάτων αναπτυξιακής σύγκλισης (catching-up), όπως ακριβώς συνέβη ιστορικά σε ορισμένες περιπτώσεις στο παρελθόν και μέσα από τις δυνατότητες που προσφέρουν οι νέες τεχνολογικές ακολουθίες που επιφυλάσσουν υψηλή προστιθέμενη αξία χωρίς να απαιτούν πάντα την επένδυση σε βαριές τεχνολογικές υποδομές μακράς ωρίμανσης (π.χ. επίγεια τηλεπικοινωνιακά δίκτυα vs κινητή τηλεφωνία, τεχνητή νοημοσύνη) (Schwab & Davis, 2018). Παράλληλα, ο βιομηχανικός μετασχηματισμός φαίνεται σήμερα να αποτελεί την «παραγωγική επάνοδο» των ανεπτυγμένων οικονομιών απέναντι στο μοντέλο «χαμηλού κόστους» των αναδυόμενων οικονομιών καθώς και τη διαμόρφωση των παραγωγικών συνθηκών για την επερχόμενη παραγωγική διεξόδου στις αναδυόμενες οικονομίες (π.χ. Αφρική).

30 Ένα από τα βασικά και αναδυόμενα επιχειρηματικά μοντέλα που χαρακτηρίζουν την ανάπτυξη των «βιομηχανικών υπηρεσιών» βασίζεται στο συνδυασμό αισθητήρων, λογισμικού και παρεχόμενης ψηφιακής υπηρεσίας και είναι γνωστό ως "3S model" (sensors, software and service) (OECD, 2018).

31 Η αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής προσθέτει πλέον μια νέα διάσταση στο επίπεδο της παραγωγικής διαδικασίας βάσει των εξελίξεων στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης και την ανάλυση μεγάλου όγκου πληροφορίας που καθιστούν εφικτή την προσαρμογή των σχετικών εφαρμογών, με στόχο την εκτέλεση μεγάλου αριθμού σύνθετων εργασιών σε στενή συνεργασία ανθρώπινου και τεχνολογικού στοιχείου (Federal Ministry of Labour and Social Affairs, 2017).

Υπό αυτό το πρίσμα, οι προκλήσεις για τις περιφερειακές και λιγότερο ανεπτυγμένες οικονομίες και περιφέρειες καθώς και για το μεγαλύτερο υπο-σύνολο των μη-τεχνολογικών επιχειρήσεων, περιλαμβάνουν την ανάγκη προσαρμογής στα νέα τεχνολογικά και παραγωγικά δεδομένα. Η μετάβαση και η προσαρμογή στα νέα παραγωγικά δεδομένα δεν αποτελεί μια ισόκυρη ή αυτόματη διαδικασία για ένα μεγάλο μέρος των μικρομεσαίων επιχειρήσεων σε ένα μεγάλο τμήμα των παραγωγικών κλάδων. Ο τεχνολογικός και παραγωγικός μετασχηματισμός συνιστά μια διαδικασία που προϋποθέτει πρωτίστως ένα διευρυμένο επενδυτικό ορίζοντα και μια ανεπτυγμένη επενδυτική δυνατότητα -λόγω του υψηλού ακόμα κόστους στο μεγαλύτερο εύρος των τεχνολογικών συντελεστών- καθώς και ευρύτερες προϋποθέσεις που άπτονται των απαιτούμενων δεξιοτήτων, του επιχειρηματικού περιβάλλοντος και των εκτιμώμενων αποδόσεων από τις επενδύσεις σε τεχνολογικό εκσυγχρονισμό. Υπό αυτή την έννοια, πολιτικές που θα προετοιμάσουν και θα διαμορφώσουν ένα ευνοϊκό πλαίσιο χρηματοδότησης, προσαρμογής, εκσυγχρονισμού, μετάβασης και εστίασης σε συγκεκριμένες θεματικές στρατηγικού ενδιαφέροντος και θύλακες αγοράς συνιστούν κρίσιμη παράμετρο. Προς αυτή την κατεύθυνση, ο ρόλος των μηχανισμών διάχυσης γνώσης και τεχνολογίας αναγνωρίζεται ως ιδιαίτερα σημαντικός στην κατεύθυνση εκσυγχρονισμού και συντονισμού του μεγάλου πλήθους των μικρομεσαίων επιχειρήσεων στις νέες τεχνολογικές εξελίξεις, είτε εμπλέκονται άμεσα ως παραγωγοί τεχνολογίας είτε συνδέονται έμμεσα ως χρήστες νέων εφαρμογών σε όλο το εύρος των οικονομικών κλάδων.

Κατά συνέπεια, η προϊούσα «τεχνολογική αλλαγή», όπως αυτή ορίζεται στο πεδίο του τρέχοντος τεχνολογικού κύματος, φαίνεται να δημιουργεί σημαντικές ευκαιρίες αλλά και αξιόσημειότες προκλήσεις για ένα μεγάλο εύρος

επιχειρήσεων και εργαζομένων. Η διαδικασία της «τεχνολογικής μετάβασης» προϋποθέτει νέες μορφές οργάνωσης, νέες μορφές διανομής προϊόντων, νέες μορφές εργασίας και δέσμες γνώσεων και δεξιοτήτων στο εργατικό δυναμικό, διαφοροποιημένη κατανομή επενδύσεων σε περιοχές που συνδέονται περισσότερο με τους νέους «κρίσιμους» παραγωγικούς συντελεστές και τα σχετικά προϊόντα (Freeman & Louca, 2001· Perez, 2004). Αντίστοιχα, οι διεργασίες αυτές συνδέονται με ισχυρές μεταβολές στα συγκριτικά πλεονεκτήματα χωρών και περιφερειών, την ανάδυση νέων τομέων καθώς και με τη δημιουργία των συμπληρωματικών υλικών, τεχνολογικών και παραγωγικών υποδομών και υποσυστημάτων. Στο πλαίσιο αυτής της διαδικασίας, δημιουργούνται νέοι καταμερισμοί εργασίας, νέες μορφές συγκεντροποίησης και νέες μορφές κοινωνικής και οικονομικής ανισότητας δεδομένου ότι η μετάβαση σε νέα «τεχνο-οικονομικά παραδείγματα» αποτελεί μια διαδικασία που διακρίνεται από «υψηλά εμπόδια εισόδου», προϋποθέτοντας ένα πλαίσιο ιδιαίτερα ευνοϊκών υποστηρικτικών μηχανισμών και παραγωγικών, χρηματοδοτικών, θεσμικών, πολιτικών και συστημικών συνθηκών.

1.2. Η ψηφιοποίηση της αγροτικής παραγωγής - γεωργία ακριβείας

Η βιομηχανία δεν αποτελεί το μόνο πεδίο εφαρμογής των τεχνολογικών συστάδων και ακολουθιών της «4ης Βιομηχανικής επανάστασης». Η λεγόμενη «γεωργία ακριβείας» (precision agriculture) ουσιαστικά συνιστά τη σύγκλιση ανάμεσα σε ένα μεγάλο μέρος των παραπάνω τεχνολογικών ακολουθιών και την εφαρμογή τους σε επίπεδο αγροτικής παραγωγής. Ειδικότερα, ως «γεωργία ακριβείας» ορίζονται τα συστήματα διαχείρισης της χωρικής και χρονικής

παραλλακτικότητας των αγρών, με σκοπό τη βελτίωση της αποδοτικότητας των καλλιεργειών και τον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον από τη μη ορθολογική χρήση των εισροών (Gemtos et al, 2002). Για παράδειγμα, η χρήση δεδομένων αναλυτικής και επεξεργασμένων στοιχείων (analytics) προσφέρει σήμερα τη δυνατότητα λήψης τεκμηριωμένων αποφάσεων επί τη βάση αναγνωρισμένων παραγωγικών αναγκών. Παρομοίως, η χρήση μεγάλου όγκου δεδομένων (big data) από διαφορετικές πηγές μπορεί να υποβοηθήσει την ακριβή παρακολούθηση εργασιών και δεδομένων στην αγροτική παραγωγή και με τη σειρά του αυτό να αποβεί χρήσιμο ως προς την εξοικονόμηση σπόρων, λιπασμάτων και άρδευσης, καθώς και ως προς την εξοικονόμηση χρόνου.

Σύμφωνα με τις συμβατικές μεθόδους καλλιέργειας, οι εισροές παρέχονται στον αγρό χωρίς διαφοροποιήσεις στην κατανομή τους. Η διαφορά της «γεωργίας ακριβείας» από τις καθιερωμένες μορφές παραγωγής είναι ότι συμπεριλαμβάνει τις διαφοροποιημένες εδαφολογικές ιδιότητες και τη γονιμότητα του εδάφους, την εδαφική υγρασία, τις ασθένειες καθώς και τα χαρακτηριστικά των φυτών, ενώ διαχειρίζεται τον αγρό σε μικρότερες περιοχές (διαχειριστικές ζώνες)³² που εμφανίζουν μια σχετική ομοιομορφία (Φουντάς & Γέμτος, 2015). Η γεωργία ακριβείας βασίζεται στην ανάλυση δεδομένων πραγματικού χρόνου (real-time data) για παράγοντες όπως καιρός, νερό, επίπεδα αζώτου, ποιότητα αέρα, ασθένειες, τα οποία είναι συγκεκριμένα όχι απλώς σε επίπεδο στρέμματος αλλά σε επίπεδο τετραγωνικής ίντσας³³. Για τον σκοπό αυτό,

αξιοποιεί αισθητήρες σε όλη την κλίμακα παραγωγής που τροφοδοτούν με δεδομένα το υπολογιστικό νέφος και συνδυάζονται με δεδομένα από συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών και δεδομένα κλιματολογικών συνθηκών. Βάσει αυτής της πληροφορίας, στοχευμένοι αλγόριθμοι δημιουργούν ακριβείς δέσμες οδηγίων σχετικά με τις απαιτούμενες ενέργειες. Στο πλαίσιο αυτό, φαίνεται ότι η «γεωργία ακριβείας» οδηγεί τη γεωργία από τη βιομηχανική εποχή στην ψηφιακή εποχή (Ross, 2017).

Πιο συγκεκριμένα, η «γεωργία ακριβείας» αφορά στην στοχευμένη παρακολούθηση των παραγωγικών διεργασιών και παραμέτρων που συγκροτούν μια καλλιέργεια και την, κατά το δυνατόν, ταχύτερη και στοχευμένη εκτέλεση επιδιορθωτικών ενεργειών. Σε επίπεδο εργασιών, αυτές περιλαμβάνουν τη συνεχή συλλογή δεδομένων που οδηγούν σε παρατηρήσεις, αναλύσεις εδάφους και παραγωγής καθώς έπειτα και την επεξεργασία δεδομένων για την αναγνώριση πορισμάτων και κυρίως μοτίβων συμπεριφοράς των καλλιεργειών, ακόμη και σε επίπεδο μεμονωμένων φυτών ή συγκεκριμένων περιοχών καλλιέργειας (Ford, 2015). Για τον σκοπό αυτό, απαιτείται αξιοποίηση ειδικών εργαλείων και συστημάτων ανάλογα με τις εξειδικευμένες ανάγκες που θα προκύπτουν από τα παρατηρούμενα αποτελέσματα (π.χ. μέτρηση εδαφικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας, δεδομένα από αισθητήρες υγρασίας, ανάλυση δορυφορικών εικόνων) (Φουντάς & Γέμτος, 2015).

Για τη διαμόρφωση ενός συστήματος βασισμένου στις αρχές της γεωργίας ακριβείας απαιτείται μια σειρά τεχνολογικών εφαρμογών

32 <http://www.nagref.gr/journals/ethg/images/44/ethg44p18-21.pdf>

33 Αντίστοιχες τεχνολογίες ακριβείας (π.χ. αισθητήρες, συγκέντρωση και επεξεργασία δεδομένων) χρησιμοποιούνται και στο ζωικό κεφάλαιο (κτηνοτροφία) (European Parliament, 2014). Ήδη αρκετά χρόνια, αισθητήρες σε ζωικό κεφάλαιο προσφέρουν τη δυνατότητα μετάδοσης πληροφορίας για την υγεία και τη θέση τους. Για παράδειγμα, υπολογίζεται ότι κάθε αγελάδα μπορεί να μεταδώσει περισσότερα από 200 MB δεδομένων κάθε χρόνο, υποβοηθώντας τους κτηνοτρόφους να ρυθμίσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια, το είδος, το χρόνο και την ποσότητα τροφής (Schmidt & Rosenberg, 2015).

και λύσεων που περιλαμβάνουν τόσο διαστάσεις υλικού εξοπλισμού όσο και λογισμικού. Ως προς τον εξοπλισμό, πολύ σημαντική παράμετρος, κατ' αρχάς, είναι η αξιοποίηση συστημάτων αισθητήρων ως προς την παρακολούθηση παραμέτρων που αφορούν τόσο τις μονάδες των καλλιέργειών (π.χ. μέτρηση ευρωστίας φυτών κ.α.) όσο και τους εξωτερικούς παράγοντες, όπως υγρασία και ηλιοφάνεια (Reimsbach-Kounatze, 2017). Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι τα συστήματα αισθητήρων υπέρυθρης ακτινοβολίας για την καταγραφή της κατάστασης των φυτών.

Παράλληλα, οι συμπληρωματικές ενότητες τεχνολογιών περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, συστήματα εντοπισμού θέσης, συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών και συστήματα διαχείρισης χωρικών δεδομένων και συσχετιζόμενων ιδιοτήτων, συστήματα που τοποθετούνται στα αγροτικά μηχανήματα και μεταβάλλουν την ποσότητα εφαρμογής των εισροών (νερό, σπόρο, λιπάσματα, φυτοφάρμακα κ.ά.) (European Parliament, 2014). Επιπλέον, βασικά στοιχεία των αντίστοιχου εξοπλισμού είναι τα συστήματα παρακολούθησης αποδόσεων (yield monitoring systems), συστήματα τηλεπισκόπησης για τη μελέτη των χαρακτηριστικών της εδαφικής επιφάνειας μέσω ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, αυτοματοποιημένα συστήματα πλοήγησης και μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (drones) ως προς την εναέρια παρακολούθηση των καλλιεργειών και αισθητήρες καλλιέργειών και εδάφους καθώς και προηγμένα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης³⁴ (Deichmann, Aparajita & Deepak, 2016).

Αντίστοιχα, με σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας αξιοποιούνται γεωγραφικοί

χάρτες καλλιέργειών και παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο κάθε γεωργικής δραστηριότητας, από τη σπορά έως τη συγκομιδή. Τα ίδια δεδομένα που προκύπτουν από τους χρησιμοποιούμενους αισθητήρες, μπορούν στη συνέχεια να επαναχρησιμοποιηθούν και να συνδυαστούν με ιστορικά δεδομένα και δεδομένα σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τις καιρικές συνθήκες, τις συνθήκες του εδάφους, τα λιπάσματα, τη χρήση και τα χαρακτηριστικά καλλιέργειας, τη βελτιστοποίηση και την πρόβλεψη της γεωργικής παραγωγής. Η «αξιοποίηση δεδομένων για παραγωγικές χρήσεις» μπορεί να οδηγήσει πλέον σε σημαντικές βελτιώσεις ως προς το προϊόν και τις διαδικασίες -και επομένως την επέκταση σε νέες θεματικές ή γεωγραφικές αγορές- και είναι αναγνωρισμένη ως διακριτή κατηγορία: «καινοτομία βασισμένη στα δεδομένα» (data-driven innovation) (OECD, 2015). Η αξιοποίηση των δεδομένων προϋποθέτει την εφαρμογή σύγχρονων λογισμικών εφαρμογών για το συνδυασμό δεδομένων από διαφορετικές πηγές (π.χ. προηγμένη επεξεργασία εικόνας), σύγχρονες εφαρμογές βαθιάς μάθησης (deep learning) και σε αρκετές περιπτώσεις, αξιοποίηση αντίστοιχων ρομποτικών συστημάτων για την αυτοματοποιημένη απόκριση σε ζητήματα διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών (Deichmann, Aparajita & Deepak, 2016).

Αντίστοιχα, η ανάπτυξη των έξυπνων συσκευών και συστημάτων τροφοδοτεί αλλαγές που είναι δυνατόν να επιδράσουν στη διάρθρωση του κλάδου και της ευρύτερης αλυσίδας αξίας. Για παράδειγμα, οι «έξυπνες συσκευές» προσφέρουν σήμερα τη δυνατότητα κατασκευής και λειτουργίας προϊόντων (π.χ. αγροτικός εξοπλισμός, μηχανήματα) που διακρίνονται από

34 Μια περισσότερο δομημένη κατηγοριοποίηση των τεχνολογικών ακολουθιών μπορεί να περιλαμβάνει περισσότερες φάσεις της αλυσίδας παραγωγής: λογισμικό διαχείρισης καλλιέργειών και εκτροφών, ανάλυση δεδομένων και προβλέψεων, αισθητήρες, ζωικά δεδομένα, ρομποτική και drones, έξυπνη άρδευση, φάρμες νέας γενιάς, εμπόριο-διαδικτυακές αγορές και ανάλυση φυτικών δεδομένων.

δυνατότητες³⁵ απομακρυσμένης παρακολούθησης της λειτουργικής κατάστασης και συμπεριφοράς σε πραγματικό χρόνο, άμεσης δυνατότητας αυτοματοποιημένου ελέγχου βάσει προκαθορισμένων αλγοριθμικών εντολών, δυνατότητες εξειδικευμένης βελτιστοποίησης χρήσης ανάλογα με τις μεταβαλλόμενες ή ιδιαίτερες συνθήκες του πεδίου εφαρμογής καθώς και δυνατοτήτων αυτονομίας προϊόντων, ήτοι λήψης αποφάσεων και λειτουργικής συμπεριφοράς εξοπλισμού ανάλογα με τις προκύπτουσες ανάγκες (Porter & Heppelmann, 2015). Οι παραπάνω τεχνολογικές εξελίξεις τείνουν να μεταβάλλουν αφενός την παραγωγική αλυσίδα αξίας, δημιουργώντας νέα πεδία εφαρμογής για άλλους τεχνολογικούς και παραγωγικούς τομείς, αφετέρου προκαλούν και επιτρέπουν τη διαμόρφωση νέων επιχειρηματικών μοντέλων τόσο σε επίπεδο συνδεδεμένων κλάδων (π.χ. προμηθευτές, τεχνολογικές εταιρείες) όσο και αμιγώς σε επίπεδο αγροδιατροφής και αγροτικών εκμεταλλεύσεων.

Η «γεωργία ακριβείας» μπορεί να προσφέρει μια ανάλυση κρίσιμων δεδομένων -σε πραγματικό χρόνο και λαμβάνοντας υπόψη τη χωρική και χρονική διαφοροποίηση των αγρών - σχετικά με τις καλλιέργειες. Αυτό συνδέεται άμεσα με τη μείωση της χρήσης χημικών και της χρήσης γεωργικών μηχανημάτων καθώς επίσης μπορεί να συμβάλει στην παραγωγή περισσότερο ποιοτικών και υγιεινών προϊόντων. Συγκεκριμένα, η γεωργία ακριβείας δύναται να οδηγήσει σε ορθολογική και αποτελεσματικότερη χρήση των

χημικών εισροών, αύξηση της απόδοσης της παραγωγής, βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων και μείωση των εισροών κατανάλωσης ενέργειας. Επιπλέον, η εφαρμογή συγκεκριμένων πρακτικών μπορούν να επιφέρουν τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την προστασία του εδάφους και των υδατικών πόρων. Μέσα στα επόμενα χρόνια, η ψηφιοποίηση της γεωργίας θεωρείται ότι πρόκειται να μεταμορφώσει τον γεωργικό κλάδο σε αρκετές χώρες. Υπολογίζεται ότι στις ΗΠΑ, τα οικονομικά οφέλη από τη «γεωργία ακριβείας» μπορεί να ανέλθουν σε περίπου 12 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως, ποσό που αντιπροσωπεύει περίπου το 7% της συνολικής προστιθέμενης αξίας -εκ των 177 δισεκατομμυρίων δολαρίων- που εισέρχονται στο ΑΕΠ των Ηνωμένων Πολιτειών από τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις (Reimsbach-Kounatze, 2017).

Εντούτοις, η υιοθέτηση των παραπάνω λύσεων προϋποθέτει συγκεκριμένους όρους και μια σειρά άλλων τεχνικών και οργανωτικών παραμέτρων που θα καταστήσουν βιώσιμη και αποτελεσματική τη μετάβαση σε νέα πρότυπα καλλιέργειών. Οι βασικές προκλήσεις ως προς την ενσωμάτωση λύσεων στο επίπεδο της γεωργίας ακριβείας αφορούν -όπως άλλωστε και σε όλα τα πεδία εφαρμογής λύσεων ψηφιοποίησης και αυτοματοποίησης- στο κόστος, στην τεχνογνωσία, τις δεξιότητες καθώς και στα προσδοκώμενα θετικά οικονομικά αποτελέσματα και τη βιωσιμότητα των επενδυτικών εγχειρημάτων συναρτήσει της κλίμακας παραγωγής. Η «γεωργία ακριβείας»

35 Οι αυξανόμενες δυνατότητες των έξυπνων, συνδεδεμένων προϊόντων αναδιαμορφώνουν τον ανταγωνισμό στις υφιστάμενες αγορές επεκτείνοντας και αναδιατάσσοντας τα όρια τους. Για παράδειγμα, εταιρείες πληροφορικής δραστηριοποιούνται πλέον στον τομέα της γεωργίας και των γεωργικών μηχανημάτων, συνεργαζόμενες με νεοφυείς εταιρείες κατασκευής σύγχρονων αισθητήρων και εταιρείες αυτοματισμού, διαμορφώνοντας νέες αλυσίδες αξίες και προσφέροντας νέες λύσεις σε παραδοσιακούς τομείς. Αντίστοιχα, μια εταιρεία αγροτικών μηχανημάτων, για παράδειγμα, μπορεί να βρεθεί σε ανταγωνισμό με μια ευρύτερη βιομηχανία αυτοματοποίησης των γεωργικών εκμεταλλεύσεων. Σε ορισμένους τομείς παρατηρούνται ισχυρές μετατοπίσεις του ανταγωνισμού, μέσα και από την ανάδυση νέων επιχειρηματικών μοντέλων, που χαρακτηρίζονται από τη μετάβαση από τα διακριτά προϊόντα προς τα «συστήματα προϊόντων» -συναποτελούμενα από συναφή προϊόντα- καθώς και σε «συστήματα συστημάτων» (π.χ. έξυπνες αγροτικές μηχανές συνδεδεμένες με συστήματα άρδευσης, συστήματα πληροφοριών για την κατάσταση του εδάφους και συστήματα παρακολούθησης των καιρικών συνθηκών) που συνδέουν μια σειρά από συστήματα προϊόντων σε ενιαία σύνολα (Porter & Heppelmann, 2014).

συνδέεται συχνά με τη χρήση δαπανηρών μηχανημάτων (π.χ. συστήματα μεταβλητών δόσεων λιπασμάτων, συστήματα παρακολούθησης αποδόσεων) που προϋποθέτουν σημαντικές επενδύσεις, γεγονός που εγείρει νέα ζητήματα πρόσβασης των μικρών καλλιεργειών στην τεχνολογική εξέλιξη και τις διαθέσιμες τεχνολογικές εφαρμογές. Ιδιαίτερα στις κατηγορίες των μεμονωμένων αγροτικών καλλιεργειών και γεωργικών εκμεταλλεύσεων, οι νέες τεχνολογίες αφενός πρέπει να συνδυάζονται με μια κλίμακα οικονομικά αποδοτική, αφετέρου μπορούν να είναι προσβάσιμες μόνο μέσω του συνδυασμού τους με τη διαθέσιμότητα επενδυτικών κεφαλαίων καθώς και την πρόσβαση σε τεχνολογικές υποδομές (π.χ. τηλεμετρικοί σταθμοί για την ευρύτερη και «ανοικτή» παραγωγική αξιοποίηση μεγάλου όγκου δεδομένων μέσω υπολογιστικού νέφους) και τεχνολογική γνώση. Υπό αυτό το πρίσμα, η ψηφιοποίηση της γεωργίας αποτελεί ένα πεδίο που εκ τεχνολογικής σκοπιάς έρχεται να μετασχηματίσει ριζικά τις αγροτικές εκμεταλλεύσεις και την αγροτική παραγωγή. Από την άλλη πλευρά ωστόσο, επιφυλάσσει σημαντικές προκλήσεις που θα προκύψουν από την ανάδυση νέων διαφοροποιήσεων ανάμεσα σε καλλιεργείες έντασης τεχνολογίας -που θα συνδυάζονται με προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας- και καλλιεργείες περιορισμένων τεχνολογικών ικανοτήτων. Συνεπώς, μια γενικευμένη και συμπεριληπτική μετάβαση (inclusive transition) σε μοντέλα

«γεωργίας ακριβείας», σε επίπεδο χώρας ή περιφέρειας, δεν θα αποτελέσει μια αυτόματη διαδικασία που θα προκύψει χωρίς τον σχεδιασμό κατάλληλων πολιτικών προσαρμογής –σε επίπεδο τεχνολογίας, νέων οργανωτικών και επιχειρηματικών μοντέλων, δεξιοτήτων και επιχειρηματικής ανάπτυξης-, όπως αυτές υλοποιούνται σε αρκετές ανεπτυγμένες περιφέρειες διεθνώς που ήδη βρίσκονται σε προχωρημένα επίπεδα εφαρμογής και υιοθέτησης.

Μια πολύ σημαντική διάσταση και στον τομέα της «γεωργίας ακριβείας» αφορά στους όρους εμπλοκής των παραγωγικών υποκειμένων και στη μορφή που θα λάβει η τεχνολογική διάχυση και εφαρμογή των τεχνολογικών ακολουθιών σε διαφορετικά παραγωγικά περιβάλλοντα, στα επόμενα χρόνια. Πρέπει να σημειωθεί ότι το μέλλον της «γεωργίας ακριβείας» φαίνεται σήμερα να αναπτύσσεται στο πλαίσιο δύο ευρύτερων σεναρίων (Wolfert, Sørensen & Goense, 2014· Wolfert, Verdouwa & Bogaardt, 2017):

- i. κλειστά, ιδιωτικά συστήματα³⁶ που λειτουργούν στη βάση πολυμερών πλατφορμών και παροχής ψηφιοποιημένων υπηρεσιών προς τους καλλιεργητές (π.χ. αγορά βασικού εξοπλισμού και πρόσβαση σε δεδομένα μέσω συνδρομής στην πλατφόρμα, η πρόσβαση στην οποία παρέχεται «ως υπηρεσία»), στα οποία ο γεωργός αποτελεί μέρος μιας άκρως ολοκληρωμένης αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων,

36 Μεγάλες εταιρείες που δημιουργούν ήδη εφαρμογές βασισμένες στις νέες τεχνολογίες (farm-based analytics) υπολογίζοντας αύξηση παραγωγικότητας από 30% έως 60% (π.χ. Monsanto, DuPont, John Deere). Για παράδειγμα, το σύστημα FieldScripts (Monsanto) συγκεντρώνει πληροφορία για την καλλιέργεια (π.χ. ιστορικά δεδομένα, υγρασία, επίπεδα ευφορίας) και διαχωρίζει την καλλιέργεια σε ζώνες παρέμβασης (small management zones). Η πληροφορία υφίσταται επεξεργασία από σχετικούς αλγόριθμους, οι οποίοι τροφοδοτούν με οδηγίες τους συμβεβλημένους καλλιεργητές (μέσω iPad app - Field View). Εν συνεχεία, οι οδηγίες τροφοδοτούν τον γεωργικό εξοπλισμό. Το επιχειρηματικό μοντέλο των εν λόγω συστημάτων συνήθως βασίζεται σε Software as a Service (συνδρομή και πρόσβαση σε υπηρεσίες βασισμένες στο υπολογιστικό νέφος). Τα υπόλοιπα κέντρα κόστους αφορούν σε εξοπλισμό αισθητήρων και βασικών πληροφοριακών συστημάτων και συσκευών (π.χ. smartphones) (Ross, 2017). Αντίστοιχα, η John Deere λειτουργεί μια αυτοματοποιημένη τεχνολογία καθοδήγησης (AutoTrac) και αυτοματοποιημένων αγροτικών οχημάτων που επικοινωνούν μεταξύ τους. Στο πλαίσιο αυτό, αξιοποιούνται τεχνολογίες GPS και δισύνδεση μηχανημάτων μεταξύ τους αλλά και με το Κέντρο Επιχειρήσεων MyJohnDeere (MJD) (Reimsbach-Kounatze, 2017). Αντίστοιχα, η εφαρμογή Airbus FarmStar συνδυάζει δορυφορικές εικόνες με αγρονομική εμπειρογνωμοσύνη και παρέχει μια ολοκληρωμένη σειρά δεδομένων για σειρά καλλιεργειών (π.χ. σιτάρι, κριθάρι).

ii. ανοικτά, συνεργατικά σχήματα³⁷ στα οποία ο γεωργός και κάθε άλλος ενδιαφερόμενος στις αλυσίδες αξίας κινείται ευέλικτα στην επιλογή επιχειρηματικών εταίρων, τόσο στην πλευρά της τεχνολογίας όσο και στην πλευρά της παραγωγής τροφίμων. Στην περίπτωση αυτή, η κατασκευή του συστήματος αλλά και η συγκέντρωση ενός αξιόπιστου και μεγάλου όγκου δεδομένων προϋποθέτει τη συμμετοχή ευρύτερων συνεταιριστικών σχημάτων.

Υπό αυτό το πρίσμα, η περαιτέρω ανάπτυξη δεδομένων³⁸, υποδομών και εφαρμογών (πλατφόρμες και πρότυπα) αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες εξέλιξης, τόσο σε παραγωγικό όσο και σε επίπεδο επιχειρηματικών μοντέλων και αναπτυξιακών προτύπων. Αντίστοιχα, πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι η ψηφιακή προσαρμογή των γεωργικών εκμεταλλεύσεων μπορεί να λάβει διαφορετικές μορφές, ανάλογα με το είδος και την κλίμακα των παρεμβάσεων που επιδιώκονται. Σε αρκετές περιπτώσεις, η ανάπτυξη νέων τεχνολογικών συστημάτων, εξοπλισμού και λύσεων εμφανίζεται τεχνο-οικονομικά βιώσιμη προϊόντος του χρόνου –λόγω της πτώσης του κόστους σε συγκεκριμένα τεχνολογικά στοιχεία, π.χ. αισθητήρες, drones- τη στιγμή που η τεχνολογική εξέλιξη τείνει να μετασχηματίσει συγκεκριμένες κρίσιμες και εξειδικευμένες λειτουργίες παραγωγής καθιστώντας τις

απαραίτητες και περισσότερο αποδοτικές σε σχέση με προϋπάρχουσες μεθόδους (π.χ. προγνωστική παρακολούθηση ευρωστίας φυτών). Εντούτοις, όπως γίνεται κατανοητό, η κλιμάκωση αλλά και μια διευρυμένη και τεχνο-οικονομικά βιώσιμη και αποδοτική χρήση αντίστοιχων προτύπων, προϋποθέτουν μεγαλύτερη κλίμακα παραγωγής και διευρυμένο χρηματοδοτικό και επενδυτικό ορίζοντα.

Σε κάθε περίπτωση, η διευκόλυνση της πρόσβασης στις νέες τεχνολογικές εξελίξεις δεν αποτελεί μια γραμμική διαδικασία αλλά συνιστά μέρος των σχετικών πολιτικών μέτρων και κινήτρων που θα στρέψουν τις παραγωγικές και τεχνολογικές τροχιές προς περισσότερο ή λιγότερο αποκεντρωμένες μορφές και συμπεριληπτικά πρότυπα (inclusive growth) γεωργικής ανάπτυξης και τα οποία θα διασφαλίζουν πρόσβαση στις νέες τεχνολογίες, σε νέες δεξιότητες και σε χρηματοδοτικά εργαλεία υποβοήθησης της παραγωγικής αξιοποίησης των γνώσεων. Εντούτοις, φαίνεται ότι η μετάβαση σε ευφυή πρότυπα συναρτάται από προϋποτιθέμενες συνθήκες που διακρίνουν όλους τους υπόλοιπους τομείς εφαρμογής των νέων τεχνολογικών συντελεστών. Στην περίπτωση της γεωργίας, οι ελάχιστες προϋποτιθέμενες συνθήκες περιλαμβάνουν την ανάπτυξη σχημάτων συνεργασίας που θα προσφέρουν τη δυνατότητα δημιουργίας «οικονομιών συνάθροισης» -σε επίπεδο

37 Μια αντίστοιχη περίπτωση αφορά στο Farmers Business Network (Davenport, Iowa), το οποίο συγκεντρώνει δεδομένα (anonymised) από τους συνεργαζόμενους αγρότες/μονάδες και μοιράζεται πληροφορίες (big data insights) από την ομάδα με τα μέλη της. Λειτουργεί μια συνεργατική βάση δεδομένων και στοιχείων αγοράς, όπου όλοι ενθαρρύνονται να συμβάλλουν με δεδομένα και σε αντάλλαγμα όλοι έχουν πρόσβαση σε αυτά βάσει συγκεκριμένων συνδρομής (1,2 & 5 year plan). Το σχήμα έχει αναπτύξει συνεργασία με περισσότερα από 3.400 αγροκτήματα, που εκτείνονται σε 12 εκατομμύρια στρέμματα γεωργικών εκτάσεων. Παράλληλα, το σχήμα οργανώνει συντονισμένες προμήθειες, με σκοπό τον περιορισμό του κόστους εισροών.

38 Ένα σημαντικό ζήτημα αφορά στη διαχείριση των δεδομένων. Τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί σχετικοί δημόσιοι οργανισμοί που προσπαθούν να διαμορφώσουν ένα πλαίσιο ως προς τη διαχείριση των δεδομένων που προκύπτουν από τις δραστηριότητες στο πεδίο της γεωργίας ακριβείας επί τη βάση της σημασίας των ανοικτών δεδομένων ή της προστασίας των ιδιωτικών δεδομένων. Στις ΗΠΑ για παράδειγμα, οι οργανισμοί Big Data Coalition, Open Agriculture Data Alliance (OADA), AgGateway και USDA προσπαθούν να διαμορφώσουν πλαίσια διαχείρισης των δεδομένων που προέρχονται από το διασυνδεδεμένο εξοπλισμό, τα drones και τα δορυφορικά δεδομένα, με σκοπό να συμβάλλουν στην αξιοποίηση τους ως προς τους στόχους της ασφάλειας των τροφίμων και της αειφόρου ανάπτυξης (Wolfert, Verdouwa & Bogaardt, 2017).

πρόσβασης σε εξοπλισμό, υποδομές, τεχνογνωσία ή μαζική συγκέντρωση δεδομένων- καθώς και συντεταγμένες πολιτικές προσαρμογής και οικοδόμησης τεχνολογικών και οργανωτικών ικανοτήτων.

Κατά συνέπεια, από τη μια πλευρά αποτελεί γεγονός ότι η τεχνολογική αναβάθμιση του γεωργικού τομέα οδηγεί ήδη σε ριζικές τεχνολογικές και παραγωγικές αλλαγές ενώ αναμένεται να προσφέρει καθοριστικές λύσεις σε ζητήματα περιβαλλοντικής φύσεως (π.χ. έξυπνη άρδευση και κλιματική αλλαγή), συμβάλλοντας παράλληλα στη βελτίωση της παραγωγικότητας του αγροτικού τομέα καθώς και στη διεύρυνση των δυνατοτήτων ανάπτυξης νέων καλλιεργειών (π.χ. υδροπονία ακριβείας) και διαφοροποιημένων προϊόντων υψηλότερης ποιότητας και προστιθέμενης αξίας. Για παράδειγμα, ο σχεδιασμός και αξιοποίηση μεθόδων μεταβλητών δόσεων ακριβείας συμβάλλει στο δραστικό περιορισμό των χημικών εισροών στην παραγωγική διαδικασία, γεγονός που βελτιώνει τη διατροφική αξία των προϊόντων. Αντίστοιχα, η ανάπτυξη μεθόδων «προγνωστικής καλλιέργειας» μέσα από τη χρήση αισθητήρων, την αλγοριθμική επεξεργασία δεδομένων και την αναγνώριση μοτίβων συμπεριφοράς φυτών συναρτήσει του μικρο-κλίματος, συμβάλλει στη βέλτιστη χρήση εισροών ενέργειας και άλλων παραγωγικών συντελεστών, ενώ οι νέες μέθοδοι «άρδευσης ακριβείας» συνεισφέρουν στη βέλτιστη χρήση υδατικών πόρων. Σε αυτό το πλαίσιο, τα τελευταία έτη αναδύεται παράλληλα μια νέα τεχνολογική αγορά -ως προς το επίπεδο ανάπτυξης προϊόντων και υπηρεσιών τεχνολογίας- που συγκροτείται μέσα από την έντονη δραστηριοποίηση τεχνολογικών εταιρειών σε νέα τεχνολογικά πεδία και εφαρμογές, όπως λογισμικό διαχείρισης καλλιεργειών, ανάλυση και αλγοριθμική επεξεργασία δεδομένων, αισθητήρες και προηγμένα συστήματα συγκέντρωσης πληροφορίας

(sensing), ρομποτικά συστήματα και drones, άρδευση ακριβείας και αγροκτήματα νέας γενιάς. Κατά συνέπεια, οι τεχνολογικές αυτές εξελίξεις δημιουργούν ένα συνολικό νεοφυές επιχειρηματικό και τεχνολογικό οικοσύστημα που συμπληρώνει τον τομέα της αγροδιατροφής και των γεωργικών εκμεταλλεύσεων από την τεχνολογική σκοπιά, προσφέροντας νέα εργαλεία καθώς και νέες τεχνολογικές και παραγωγικές λύσεις. Το νέο αυτό οικοσύστημα και η διεξόδωση των σχετικών τεχνολογικών λύσεων στις παραγωγικές διαδικασίες και δραστηριότητες αναμένεται να αποτελέσει ένα δυναμικό μηχανισμό μετασχηματισμού, διαφοροποίησης και ανασυνοργάνωσης φωλεών αγοράς και καλλιεργειών σε όλο το εύρος του τομέα της αγροδιατροφής.

Από την άλλη πλευρά, είναι αντίστοιχα γεγονός ότι η τεχνολογική προσαρμογή προϋποθέτει διαστάσεις που δημιουργούν «υψηλά εμπόδια εισόδου» για ένα μεγάλο μέρος των βασικών ενδιαφερόμενων μερών σε επίπεδο γεωργικών εκμεταλλεύσεων και περιλαμβάνουν επενδύσεις σε ένα ευρύ σύνολο τεχνολογικών συντελεστών, εντατικοποίηση της χρήσης τους, κλιμάκωση δραστηριοτήτων, συνδυασμό συμπληρωματικών διαστάσεων (π.χ. υποδομές, δεδομένα, συνεργατικά οργανωτικά μοντέλα) και συγκέντρωση σχετικής τεχνογνωσίας. Παράλληλα, σε ορισμένες περιπτώσεις φαίνεται να εμφανίζονται νέες τάσεις συγκεντροποίησης μέσα από την ανάδυση νέων επιχειρηματικών μοντέλων που διευκολύνει τη δραστηριοποίηση μεγάλων τεχνολογικών επιχειρήσεων που εισέρχονται ως πάροχοι τεχνολογίας και υπηρεσιών. Στο νέο αυτό περιβάλλον, η τεχνολογική αλλαγή θα αποτελέσει έναν παράγοντα παραγωγικού μετασχηματισμού -που τείνει να εκβιομηχανίσει τον αγροτικό τομέα- αλλά πιθανά και ασύμμετρης τεχνολογικής διάχυσης και πρόκλησης νέων μορφών ανισορροπίας στα υφιστάμενα «τεχνο-οικονομικά συστήματα» της γεωργίας.

1.3. Η ανάδυση των πολυμερών αγορών και το επιχειρηματικό μοντέλο των πλατφορμών

Η έννοια της «4ης Βιομηχανικής επανάστασης» δεν περιορίζεται μόνο στις επιδράσεις των νέων τεχνολογικών ακολουθιών στη βιομηχανία, όπως προαναφέρθηκε, ούτε μόνο στην εφαρμογή των τεχνολογικών επιτευγμάτων στις υπόλοιπες παραγωγικές δραστηριότητες (π.χ. γεωργία). Η έλευση της ψηφιακής επανάστασης –του πρώτου κύματος τουλάχιστον, σύμφωνα με ορισμένες από τις παραπάνω προσεγγίσεις- έχει χαρακτηριστεί πλέον από την ανάδυση ενός νέου επιχειρηματικού φαινομένου που συνοψίζεται στην έννοια των νέων ψηφιακών επιχειρηματικών μοντέλων και των «πολυμερών αγορών» (multi-sided markets) ή αλλιώς «ψηφιακών πλατφορμών». Ωστόσο, η ανάδυση των πλατφορμών δεν προκαλεί μόνο τη δημιουργία νέων επιχειρηματικών δυνατοτήτων και υπηρεσιών αλλά επιφέρει συγκεκριμένες και ιδιαίτερα σημαντικές προκλήσεις σε επίπεδο «υψηλών εμποδίων εισόδου», ανταγωνισμού και πιθανών τάσεων συγκεντροποίησης (Terper & Hearn, 2018), ενώ επιφυλάσσει αθέμιτες συνέπειες σε επίπεδο οικονομιών και κοινωνιών ως προς θέματα φορολογίας, απασχόλησης και κοινωνικο-ασφαλιστικών συστημάτων (EIT, 2019).

Είναι γεγονός ότι οι αλλαγές που συντελούνται και επέρχονται δημιουργούν νέους τομείς επιχειρηματικότητας, νέες επιχειρηματικές δυνατότητες και κοινότητες επαγγελματιών που συνδέονται με αυτούς (π.χ. ψηφιακές πλατφόρμες). Οι «πολυμερείς αγορές» αποτελούν σήμερα μια πηγή συνεχούς «συνδυαστικής καινοτομίας», δημιουργώντας νέους συνδυασμούς τεχνολογιών (π.χ. τεχνητή νοημοσύνη, μεγάλα σύνολα δεδομένων, Βιομηχανικό Διαδίκτυο των Πραγμάτων) και συμβάλλοντας καθοριστικά στην τεχνολογική εξέλιξη της εποχής μας. Επιπλέον, τα νέα επιχειρηματικά μοντέλα «ανοικτής καινοτομίας»

που δομούνται και αναπτύσσονται γύρω από τα νέα ψηφιακά επιχειρηματικά μοντέλα και τις πολυμερείς αγορές δημιουργούν νέες δυνατότητες παραγωγής προστιθέμενης αξίας, συμβάλλοντας στη ψηφιακή αναβάθμιση κλάδων (π.χ. τουρισμός, μεταφορές, εμπόριο), διαμορφώνοντας νέες υπηρεσίες και διασυνδέοντας απομακρυσμένα μεγάλα σύνολα ειδικοτήτων, εξειδικεύσεων, επιχειρήσεων, προμηθευτών, πελατών και άλλων συνδεδεμένων μερών (Van Alstyne, Parker & Choudary, 2016). Το επιχειρηματικό μοντέλο των «πολυμερών αγορών» που σύμφωνα με την ταξινόμηση του Pisano (2015) θα κατατασσόταν στην κατηγορία «αποδιαρθρωτικής καινοτομίας» (disruptive innovation), έχει οδηγήσει στην ανάδυση επιχειρηματικών πρωτοβουλιών τόσο σε νεοφυείς όσο και σε παραδοσιακούς κλάδους που αναδιατάσσει τον ορίζοντα των παρεχόμενων υπηρεσιών και προϊόντων, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις συμβάλει ακόμη και στην αναζωογόνηση τοπικών αναπτυξιακών δυναμικών (π.χ. τουρισμός). Παράλληλα όμως, η ανάδυση των πλατφορμών αναδιαρθρώνει ασύμμετρα μια σειρά τομέων και κλάδων που συνδέονται με τους τομείς ανάπτυξης των νέων «πολυμερών αγορών» (π.χ. εμπόριο, μεταφορές, μουσική βιομηχανία). Η έλευση των πλατφορμών αποτέλεσε μια από τις πρώτες όψεις της νέας ψηφιακής εποχής που επηρέασε ταχύτατα μια σειρά από τομείς και κλάδους πέρα από γεωγραφικούς περιορισμούς, διαπερνώντας -αρχικώς τουλάχιστον- τα υφιστάμενα πλαίσια και εργαλεία φορολογικών και άλλων θεσμικών ρυθμίσεων. Ο διεισδυτικός τους χαρακτήρας ως προς τη διεθνή τους παρουσία και δραστηριότητα αλλά και ως προς τη διεξόδο τους σε μια σειρά τομέων -που αφορούν αφενός στην ευρύτερη αλυσίδα αξίας καθεαυτή (π.χ. λογισμικό, υλισμικό, τηλεπικοινωνιακά, δίκτυα, εξοπλισμός, συσκευές), αφετέρου στους μη τεχνολογικούς τομείς που άμεσα ή έμμεσα επηρεάζονται (π.χ.

εμπόριο, ενοικίαση ακινήτων-τουρισμός)-, αναδεικνύει νέες προκλήσεις και νέα πεδία κρατικής παρέμβασης που καλούνται να οριοθετήσουν και να ρυθμίσουν τις νέες ιδιότυπες τεχνο-οικονομικές και επιχειρηματικές μορφές.

Η ανάπτυξη των τεχνολογικών επιτευγμάτων που κατέστησαν δυνατή τη δημιουργία και την επέκταση των πλατφορμών, ως επιχειρηματικών μοντέλων, προηγούνται ιστορικά από τον αυστηρό χρονικό προσδιορισμό της «νέας ψηφιακής εποχής». Εντούτοις, η μαζική εφαρμογή των νέων τεχνολογιών σε συνδυασμό με τους εξελιγμένους αλγόριθμους, το πλήθος νέων δεδομένων (που αυξάνεται εκθετικά κάθε έτος) και μια σειρά άλλων τεχνολογικών εξελίξεων που περιεγράψαν παραπάνω –σε επίπεδο λογισμικού, υλισμικού και αποτελεσματικότερων μικρο-επεξεργαστών, όπως «επιταχυντών τεχνητής νοημοσύνης» (AI Accelerators)- δημιούργησαν τις προϋποθέσεις ανάπτυξης των «πολυμερών αγορών» ως κεντρικών πυλώνων στην ανάπτυξη επιχειρηματικών πρωτοβουλιών σε μια σειρά από διαφορετικούς κλάδους αλλά και στην υιοθέτηση της ίδιας λογικής ακολουθίας στον ίδιο τον βιομηχανικό κλάδο μέσα από τη σύνδεση του επιχειρηματικού μοντέλου των πλατφορμών με το βιομηχανικό Διαδίκτυο των Πραγμάτων³⁹.

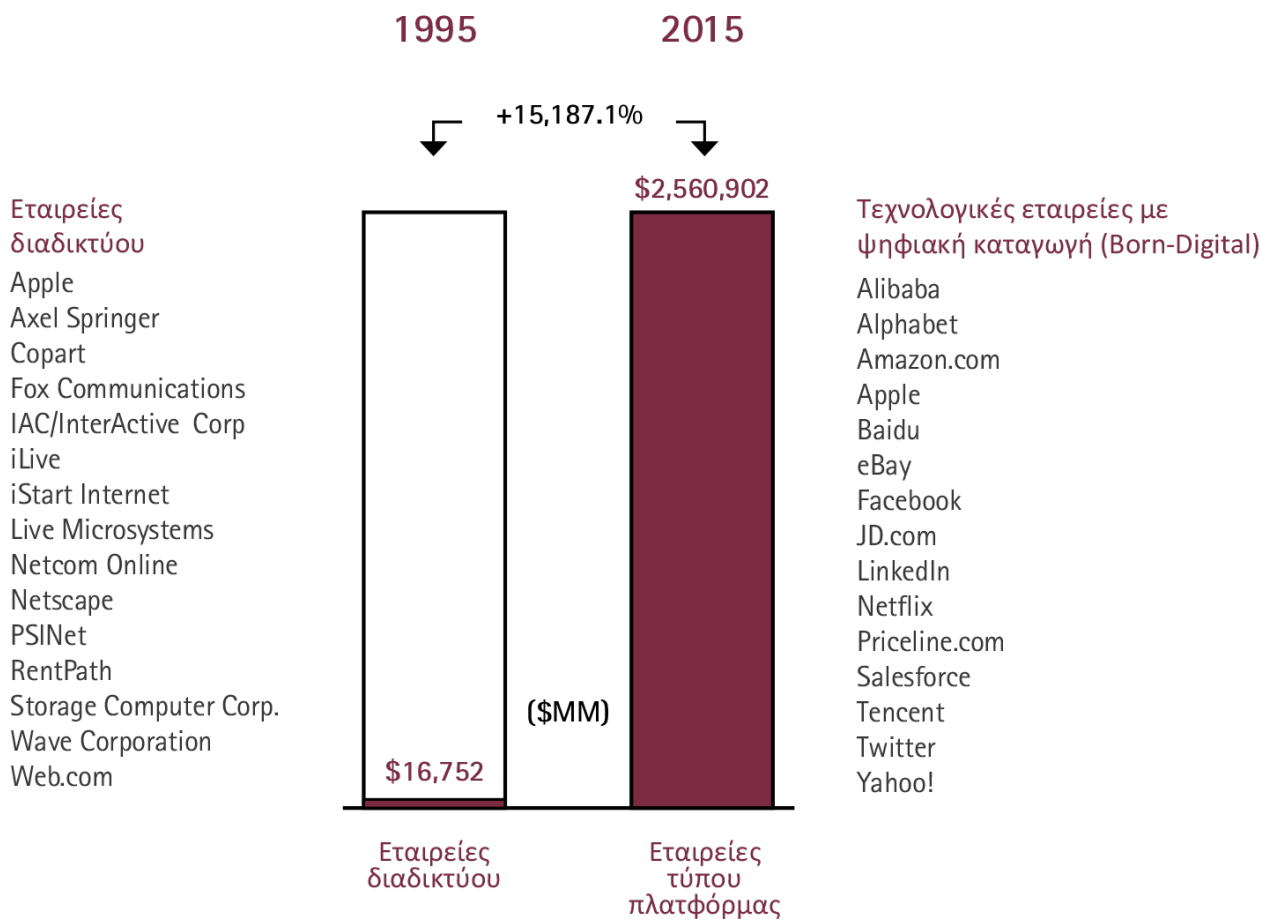
Ως ψηφιακές πλατφόρμες, ως επί το πλείστον, προσδιορίζονται οι ψηφιακοί χώροι όπου μπορούν να συναντηθούν και να συνδιαλλαγούν μεταξύ τους πωλητές και αγοραστές προϊόντων, πάροχοι και καταναλωτές υπηρεσιών, με την παρακράτηση συνήθως - εκ μέρους του ιδιοκτήτη

της πλατφόρμας- ενός ποσοστού της χρηματικής αξίας της συναλλαγής ως κόστους διαμεσολάβησης (Λιντζέρης, 2018). Πολύ γνωστά παραδείγματα «πολυμερών αγορών» είναι σήμερα το Airbnb (πλατφόρμα μεσολάβησης στην βραχυχρόνια μίσθωση κατοικιών), το Booking.com (μεσολάβηση στην ενοικίαση τουριστικών καταλυμάτων), η Amazon και η κινεζική Alibaba (μεσολάβηση στην πώληση και αγορά προϊόντων λιανικού εμπορίου) και η Uber (μεσολάβηση στην χρήση οχημάτων για μεταφορά).

Σε επίπεδο εποπτικής ανάλυσης ως προς τα βασικά οικονομικά μεγέθη, η ανάπτυξη των πλατφορμών σήμερα φαίνεται να ξεπερνάει κατά πολύ τις αντίστοιχες εταιρείες που δημιουργήθηκαν στο πλαίσιο προηγούμενων ψηφιακών κυμάτων. Η κεφαλαιοποίηση των εισηγμένων εταιρειών-πλατφορμών (π.χ. Netflix, Alibaba), ήδη από το 2015 ξεπερνάει τα 2.6\$ τρις (Γράφημα 3). Σε συνδυασμό με τη συνολική κεφαλαιοποίηση των μη εισηγμένων εταιρειών-πλατφορμών –που ανέρχεται στα 500\$ δις-, η συνολική αξία κεφαλαιοποίησης ανέρχεται σε περισσότερα από 3\$ τρις, σε σχέση με τα περίπου 17\$ δις της αξίας των εταιρειών Διαδικτύου, είκοσι χρόνια πριν (Γράφημα 3). Η συγκεκριμένη διαφορά είναι ενδεικτική της διαφοράς κλίμακας που έχει επέλθει σε επίπεδο επιχειρηματικής ανάπτυξης για τις επιχειρήσεις που ηγούνται στο τρέχον τεχνολογικό και ψηφιακό κύμα καθώς και για την υπερ-συγκέντρωση τεχνολογικού κεφαλαίου που δημιουργείται ως αποτέλεσμα, μεταξύ άλλων, των «επιδράσεων δικτύου» (“network effect”) που εξηγείται αμέσως παρακάτω.

39 Οι τεχνολογίες βιομηχανικού ΔΤΠ χρησιμοποιούνται κατ' αρχάς στη μεταποίηση (π.χ. ρομποτική, αυτοματοποίηση, βελτιστοποίηση λειτουργιών, έξυπνη κατασκευή, διαχείριση αποθεμάτων, βιομηχανικός έλεγχος, προγνωστική συντήρηση) καθώς και στους τομείς της εφοδιαστικής αλυσίδας (Supply Chain 4.0), πετρελαίου και φυσικού αερίου, μεταφορές, ενέργεια, ορυχεία και μέταλλα, αμυντική βιομηχανία και εκτιμάται ότι η αγορά λύσεων διαδικτύου στην Ευρώπη θα αντιπροσωπεύει 80 δις. ευρώ μέχρι το 2025 και η δυναμική αξία της για τη συνολική ευρωπαϊκή οικονομία (ΕΕ28) θα μπορούσε να ανέλθει σε περίπου 1 τρις ευρώ (Collignon, Vincent, Broquist & Kratzert, 2016). Ορισμένες από τις βασικές κατηγορίες αγοράς του ΔΤΠ περιλαμβάνουν: κατασκευή εξαρτημάτων, παρόχους συνδεσιμότητας, ανάλυση στοιχείων, αυτοματοποίηση και ασφάλεια, μηχανική λογισμικού συστήματος και διαχείρισης, ολοκλήρωση συστημάτων, συγκεντρωτικές υπηρεσίες και πλατφόρμες. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η περισσότερο ανεπτυγμένη αγορά και αλυσίδα αξίας βιομηχανικού ΔΤΠ διαμορφώνεται στη Γερμανία, ενώ οι ΗΠΑ και ορισμένες Ασιατικές χώρες προπορεύονται σε διεθνές επίπεδο

Γράφημα 3. Αποτιμήσεις κεφαλαιοποίησης: Εταιρείες διαδικτύου έναντι εταιρειών τύπου πλατφόρμας



Κεφαλαιοποίηση των κορυφαίων εισηγμένων εταιρειών

\$2.6 τρις

Κεφαλαιοποίηση μη-εισηγμένων τεχνολογικών εταιρειών:

\$500 δις

ΣΥΝΟΛΟ: \$3+ τρις

Πηγή: Accenture, 2016, σελ. 4. Ίδια επεξεργασία και προσαρμογή

Η συγκεκριμένη τάση, επεκτάθηκε ακόμη περαιτέρω, μέσα από τον ραγδαίο και απότομο μετασχηματισμό που επήλθε σε συγγενείς αγορές και κλάδους την ίδια περίοδο. Για παράδειγμα, ο τομέας της ενημέρωσης, της ψυχαγωγίας και ο πολιτιστικός-δημιουργικός τομέας, λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους (π.χ δυνατότητα ταχείας ψηφιοποίησης περιεχομένου),

αποτελέσαν -και αποτελούν- κατεξοχήν πεδία όπου σημαντικές τεχνολογικές αλλαγές επέφεραν αξιοσημείωτη επίδραση ως προς τα υφιστάμενα επιχειρηματικά μοντέλα. Η ψηφιοποίηση αγαθών και υπηρεσιών μετασχημάτισε ή αποδιάρθρωσε τον τρόπο οργάνωσης σχετικών κλάδων, επαγγελμάτων και λειτουργιών, στους ευρύτερους τομείς, δίνοντας ώθηση σε νέες

μορφές παραγωγής και διανομής περιεχομένου (π.χ. μουσική βιομηχανία, εμπόριο). Επιπλέον, έδωσε τη δυνατότητα σε μια σειρά εταιρειών-πλατφορμών (π.χ. Spotify) να προσφέρουν αμιγώς νέες υπηρεσίες –μέσα από την αξιοποίηση μεγάλου όγκου δεδομένων, χρήση τεχνητής νοημοσύνης, εξατομίκευση προτάσεων- προκαλώντας αποδιάρθρωση στους παραδοσιακούς τρόπους εκτέλεσης των αντίστοιχων δραστηριοτήτων, εργασιών και καθηκόντων.

Το γεγονός αυτό ωστόσο, φαίνεται σε ορισμένες περιπτώσεις να οδηγεί σήμερα στη δημιουργία τάσεων συγκεντροποίησης τόσο σε επίπεδο διάρθρωσης αγοράς όσο και σε επίπεδο γεωγραφικής συγκέντρωσης βάσει της έδρας δραστηριοτήτων ψηφιακών πλατφορμών των κυρίαρχων εταιρειών (Γράφημα 4). Ιδιαίτερα σε συγκεκριμένους τομείς της «ψηφιακής οικονομίας», παρατηρείται η ανάδειξη ισχυρών τεχνολογικών εταιρειών που αναπτύσσουν δραστηριότητες οριζόντιας και κάθετης ολοκλήρωσης σε ολόκληρη την αλυσίδα αξίας της «ψηφιακής οικονομίας», από τη διαφήμιση και τη διαχείριση

των δεδομένων έως την παραγωγή οπτικοηλεκτρονικών συστημάτων και συσκευών, την ανάπτυξη ψηφιακών υποδομών και τη δημιουργία και διαχείριση κέντρων δεδομένων (Σμυρναίος, 2018). Τα συγκεκριμένα φαινόμενα συγκεντροποίησης έρχονται συχνά σε άμεση συσχέτιση με υψηλά ποσοστά κερδοφορίας και χαμηλό μερίδιο εργασίας ως προς την προστιθέμενη αξία και τις πωλήσεις (Autor et al, 2017). Ειδικά στους συγκεκριμένους τομείς υψηλής ψηφιακής έντασης, παρατηρείται συχνά έντονη συγκεντροποίηση με παράλληλα πολύ υψηλά περιθώρια κέρδους (“mark-ups”)⁴⁰ σε σύγκριση με άλλους τομείς της οικονομίας (Calligaris, Cricuolo & Marlotin, 2018).

Οι τάσεις και τα φαινόμενα αυτά, επαναφέρουν σήμερα –όπως σε ανάλογες ιστορικές περιόδους στο παρελθόν- διεθνώς τη συζήτηση για την ανάγκη σχεδιασμού προσαρμοσμένων εργαλείων οικονομικής ρύθμισης. Αντίστοιχα, ιδιαίτερη συζήτηση λαμβάνει χώρα διεθνώς ως προς τις νέες μορφές απασχόλησης που συνοδεύουν τις νέες αυτές μορφές τεχνο-επιχειρηματικής

Γράφημα 4. Γεωγραφική συγκέντρωση σε επίπεδο εταιρειών ανά ήπειρο



Πηγή: EIT, 2019, σελ.12

40 Ως “mark-up” προσδιορίζεται η διαφορά ανάμεσα στην τιμή χρέωσης μιας εκροής (προϊόντος) και στο οριακό κόστος παραγωγής μιας επιπλέον μονάδας προϊόντος (Calligaris, Cricuolo & Marlotin, 2018).

Γράφημα 5. Γεωγραφική συγκέντρωση σε επίπεδο εταιρειών και σε επίπεδο μητροπόλεων

Πόλη	Χώρα	Ήπειρος	Αριθμός εταιρειών		
Σαν Φρανσίσκο (Bay Area)	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής	Βόρεια Αμερική	44		\$2,229B
Σιάτλ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής	Βόρεια Αμερική	4		\$767B
Πεκίνο	Κίνα	Ασία	30		\$246B
Χανγκτσόου	Κίνα	Ασία	6		\$242B
Σεντσέν	Κίνα	Ασία	5		\$191B
Τόκυο	Ιαπωνία	Ασία	5		\$109B
Γούολντορφ	Γερμανία	Ευρώπη	1		\$97B
Κέιπ Τάουν	Νότια Αφρική	Αφρική	1		\$63B
Νόργουοκ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής	Βόρεια Αμερική	1		\$62B
Σαγκάη	Κίνα	Ασία	14		\$55B

Πηγή: Evans & Gawer, 2016, σελ.12. Ίδια επεξεργασία και προσαρμογή

δραστηριότητας (π.χ. gig economy) και αφενός δημιουργεί δυνατότητες αποκεντρωμένης και διαδικτυακής συμμετοχής ανεξάρτητων επαγγελματιών στο παγκόσμιο αυτό φαινόμενο, αφετέρου, σε ορισμένες περιπτώσεις, εγείρει ζητήματα απορρυθμισμένης εργασίας (digital labor).

Σύμφωνα με ορισμένες θεωρητικές προσεγγίσεις, το επιχειρηματικό μοντέλο της ψηφιακής πλατφόρμας εδράζεται στην παράδοση της «λιτής παραγωγής» -επιδίωξη μείωσης του κόστους παραγωγής και έμφαση στις μειώσεις προσωπικού και μισθών-, που ξεκινάει κατά τη δεκαετία του '70 και κλιμακώνει την αντικατάσταση σταθερής μισθωτής εργασίας από την υπεργολαβία και την εξωτερική ανάθεση (outsourcing) (Srnicek, 2017). Είναι επίσης γεγονός ότι αρκετές

από τις επιχειρήσεις που υιοθέτησαν, σε συνδυασμό με την τεχνολογική τους δυναμική, τις δυνατότητες του επιχειρηματικού μοντέλου των πολυμερών αγορών αναπτύχθηκαν εκθετικά σε μέγεθος και δραστηριότητα τα τελευταία χρόνια (Evans & Gawer, 2016). Όπως είναι αναμενόμενο, η επιχειρηματική δραστηριότητα που αναπτύσσεται γύρω από τις πλατφόρμες εντοπίζεται και συγκεντρώνεται σε συγκεκριμένες αγορές και γεωγραφικές περιοχές. Το μεγαλύτερο μέρος της δραστηριότητας εντοπίζεται στη Βόρεια Αμερική⁴¹, ενώ ακολουθεί η (ανερχόμενη) Ασία, η Ευρώπη και έπειτα η Αφρική και η Λατινική Αμερική (Γράφημα 4 & 5).

Επί των λειτουργικών χαρακτηριστικών, ως «πλατφόρμα», εννοείται το σύνολο από προϊόντα

41 Καταγράφεται ότι το 2014, εννέα εταιρείες που λειτουργούν επιχειρηματικά μοντέλα επί τη βάση «πολυμερών αγορών» στις ΗΠΑ συγκεντρώνουν 11,585 ευρεσιτεχνίες (π.χ. Microsoft, Google, Apple, Intel, Amazon, Yahoo!, Facebook, eBay and Salesforce) (Evans & Gawer, 2016). Αντίστοιχα, πολλές από τις ψηφιακές εταιρείες που έχουν συγκεντρώσει υψηλά ποσά επενδύσεων (με αποτίμηση μεγαλύτερη του \$1δισ πριν από την είσοδο τους στις χρηματιστηριακές αγορές - γνωστές ως «unicorns») από κεφάλαια επιχειρηματικού κινδύνου ανήκουν στην κατηγορία των πολυμερών αγορών.

και υπηρεσίες που φέρνει κοντά ομάδες χρηστών και παρόχους για να σχηματίσει πολυμερείς αγορές. Η πολυμερής αγορά (multi-sided market) είναι ένα μέρος όπου δυο ή περισσότερες διακριτές ομάδες χρηστών μπορούν να συνδεθούν και να ανταλλάσσουν μεταξύ τους επωφελείς υπηρεσίες (Schmidt & Rosenberg, 2015). Οι πλατφόρμες ουσιαστικά αποτελούν μια «καινοτομία επιχειρηματικού μοντέλου» που προκύπτει μέσα από την υιοθέτηση ενός επιχειρηματικού πολυεπίπεδου σχήματος και το οποίο αξιοποιεί την τεχνολογία για να διασυνδέσει άτομα, οργανισμούς και πόρους σε ένα δια-δραστικό οικοσύστημα, με σκοπό την παραγωγή και ανταλλαγή αξίας.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των πλατφορμών είναι η παρουσία οικονομικών «επιδράσεων δικτύου»⁴² (network effects). Οι πλατφόρμες γίνονται ολοένα και πιο ισχυρές ως προς την αναγνώριση και την αξία τους –χρηστική και κεφαλαιοποιητική- όσο περισσότεροι χρήστες τις χρησιμοποιούν καθώς όσο περισσότεροι χρήστες συνδέονται με την πλατφόρμα, τόσο η πλατφόρμα γίνεται πιο ελκυστική για τους πιθανούς νέους χρήστες (Parker, Alstynne & Choudary, 2016). Οι «οικονομίες κλίμακας από την πλευρά της ζήτησης» αξιοποιούν την τεχνολογική εξέλιξη σε κοινωνικά δίκτυα και καθιστούν τα δίκτυα μεγάλης κλίμακας (π.χ. Facebook) πιο χρήσιμα στους χρήστες τους (Varian, Farrell, & Shapiro, 2004). Με αυτό τον

τρόπο, οι πλατφόρμες αναδιαρθρώνουν την παραγωγή αξίας σε συγκεκριμένες αγορές όπου δραστηριοποιούνται με νέους τρόπους προμήθειας (new sources of supply) καθώς και νέους τρόπους καταναλωτικής συμπεριφοράς και κατανάλωσης αξίας.

Στο πλαίσιο αυτό, η λογική του επιχειρηματικού μοντέλου των πλατφορμών υπερβαίνει τη γραμμική προσέγγιση παραγωγής και μεταβίβασης αξίας από τους παραγωγούς προς τους καταναλωτές (σχεδιασμός - μεταποίηση - μάρκετινγκ - πωλήσεις - εξυπηρέτηση μετά την πώληση) και καθιερώνει μια μη-γραμμική διαδικασία δημιουργίας και διανομής αξίας – η αξία μπορεί να παραχθεί και ανταλλαχθεί με πολλούς διαφορετικούς, παράλληλους, σύγχρονους και ασύγχρονους τρόπους. Οι πλατφόρμες επίσης υπερτερούν έναντι των παραδοσιακών ανταγωνιστών, καθώς «ξεκλειδώνουν» νέες πηγές παραγωγής αξίας που δεν προϋποθέτουν πάντα επένδυση σε πάγιο παραγωγικό εξοπλισμό, μεταβαίνοντας συχνά από το “just-in-time inventory” στο “not-even-mine-inventory” (Parker, Alstynne & Choudary, 2016).

Η επιχειρηματική επιτυχία της εκάστοτε πλατφόρμας συναρτάται σε μεγάλο βαθμό από το εκάστοτε επιχειρηματικό μοντέλο που εφαρμόζεται σε κάθε περίπτωση. Τα εφαρμοζόμενα επιχειρηματικά μοντέλα ποικίλουν και συνδυάζουν διαφορετικές στρατηγικές ανάλογα και με τη φάση ανάπτυξης της κάθε πλατφόρμας⁴³, το

42 Οι «επιδράσεις δικτύου» δεν ορίζονται απλώς ως η ευρεία διείσδυση μιας πλατφόρμας που μπορεί να αντικατοπτρίζεται σε σχετικούς δείκτες, όπως για παράδειγμα ο αριθμός των επισκεπτών αλλά προσδιορίζονται με βάση τις αλληλεπιδράσεις που παράγουν σημαντική προστιθέμενη οικονομική αξία που να μπορεί να ιδιοποιηθεί από την πλατφόρμα (χωρίς την πρόκληση αρνητικών «επιδράσεων δικτύωσης» που μπορεί να προκύψουν από προβληματική διαχείριση δεδομένων κ.α.). Σε επίπεδο οικονομικής θεωρίας, οι «επιδράσεις δικτύου» θεμελιώνονται και συνδέονται άμεσα με τις δυναμικές των «αυξουσών αποδόσεων» (increasing returns). Σύμφωνα με τον Arthur, οι «αύξουσες αποδόσεις» -οι οποίες τείνουν να αναπαράγουν εκθετικά την πρωτοπορία τεχνολογικών επιχειρήσεων, όσο περισσότερο αυτές επεκτείνονται και διευρύνονται στις σχετικές αγορές προϊόντων ή υπηρεσιών δημιουργώντας νέες «ανισορροπίες»- συνοδεύουν την ανάδυση των νέων κλάδων έντασης γνώσης που βασίζονται στην τεχνολογία και την επεξεργασία της πληροφορίας (knowledge-based industries), στον αντίποδα των παραδοσιακών κλάδων της μεταποίησης όπου συνήθως επικρατούν σε ένα μεγάλο βαθμό -σύμφωνα με τις καθιερωμένες προσεγγίσεις της οικονομικής θεωρίας-, οι δυναμικές των φθινουσών αποδόσεων (diminishing returns) (Arthur, 1996).

43 Ορισμένες πλατφόρμες αναπτύχθηκαν αρχικώς επί τη βάση σύνδεσης τους με μια υφιστάμενη βάση χρηστών από άλλη πλατφόρμα (περίπτωση PayPal και σύνδεση του με eBay).

μοντέλο χρέωσης, τις ροές εσόδων και τις προ-ωθητικές στρατηγικές. Ο σχεδιασμός επιτυχημένων μοντέλων πλατφόρμας, διακρίνεται από τη διευκόλυνση της αλληλεπίδρασης με περιορισμένες «τριβές» (“frictionless entry”) καθώς και από την ταχεία κλιμάκωση του δικτύου, όπου οι δυο πλευρές που λαμβάνουν χώρα στη διαμεσο-λάβηση (π.χ. ιδιοκτήτες-ενοικιαστές) αναπτύσσονται αναλογικά. Οι κυρίαρχοι τύποι πολυμερών αγορών (πλατφορμών) είναι (Smniecek, 2017):

- ▶ Ψηφιακές πλατφόρμες διαφήμισης [advertising platforms] (π.χ. Google, Facebook).
- ▶ Ψηφιακές πλατφόρμες υπολογιστικού νέφους [cloud platforms] (π.χ. Amazon Web Services, Microsoft, Google Cloud).
- ▶ Βιομηχανικές ψηφιακές πλατφόρμες⁴⁴ [industrial platforms] (π.χ. General Electric-Predix Platform, Siemens).
- ▶ Ψηφιακές πλατφόρμες προϊόντων [product platforms] (π.χ. Zipcar, Spotify, Netflix).
- ▶ Λιτές ψηφιακές πλατφόρμες [lean platforms] (π.χ. Uber, Airbnb).

Το μοντέλο των πολυμερών αγορών υιοθετείται ταχύτατα και από εγκαθιδρυμένες τεχνολογικές επιχειρήσεις, με σκοπό την ανάπτυξη καινοτομίας μέσα από την αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρει η νέα αυτή μορφή επιχειρηματικών μοντέλων (π.χ. συν-ανάπτυξη προϊόντων και εφαρμογών μέσα από τη συνεργασία με κοινότητες προγραμματιστών). Αντίστοιχες ταξινομήσεις που συμπεριλαμβάνουν εταιρείες που αμιγώς βασίζονται στην έννοια των πολυμερών αγορών αλλά και εγκαθιδρυμένες επιχειρήσεις που υιοθετούν αντίστοιχες στρατηγικές, διακρίνουν τις πλατφόρμες σε διαφορετικές κατηγορίες ανάλογα

με τα λειτουργικά τους χαρακτηριστικά (Evans & Gawer, 2016). Μια τέτοια συχνή διάκριση κατατάσσει τις πολυμερείς αγορές σε: i) πλατφόρμες διαμεσολάβησης (π.χ. Uber, Airbnb, Netflix), ii) πλατφόρμες καινοτομίας που αναπτύσσουν προϊόντα και υπηρεσίες σε συνεργασία με τρίτα μέρη εντός ευρύτερων οικοσυστημάτων που έχουν δημιουργήσει (π.χ. Microsoft, Oracle), iii) πλατφόρμες ολοκλήρωσης (integrated platforms), όπου εταιρείες συνδυάζουν χαρακτηριστικά πλατφορμών διαμεσολάβησης και ανάπτυξης «ανοικτής καινοτομίας» σε συνεργασία με εξωτερικούς συνεργάτες και τρίτα μέρη (π.χ. Apple, Google, Facebook, Amazon) καθώς και iv) επενδυτικές πλατφόρμες (π.χ. Naspers, Softbank, Rocket Internet).

Η ανάπτυξη των πλατφορμών συνδυάστηκε σε μεγάλο βαθμό με το νέο κύμα της «4ης Βιομηχανικής επανάστασης», ενώ συνέπεσε και συντελέστηκε μέσα στην κρίση, συνδεδεμένη με την απότομη άνοδο ορισμένων μεγάλων εταιρειών ψηφιακής τεχνολογίας (Λιντζέρης, 2018). Είναι αναμενόμενο επίσης ότι η αξιολόγηση των νέων επιχειρηματικών μοντέλων των πολυμερών αγορών ποικίλει επίσης ως προς τα οικονομικά, κοινωνικά και αναπτυξιακά αποτελέσματα τους. Η κατανόηση τους ως μια «καινοτομία επιχειρηματικού μοντέλου» με σημαντική συμβολή στην τεχνολογική, επιχειρηματική και οικονομική πρόοδο, συνυπάρχει με τις επιφυλάξεις για τον υψηλό βαθμό συγκεντροποίησης συγκεκριμένων αγορών από μεγάλες τεχνολογικές εταιρείες, την ασφάλεια ως προς τη διαχείριση των δεδομένων (The Economist, 2017a) αλλά και τις συνέπειες τους σε μια σειρά παραδοσιακών μορφών οικονομικής δραστηριότητας παγκοσμίως.

44 Ιδιαίτερα ως προς τις βιομηχανικές πλατφόρμες αξίζει να σημειωθεί ότι η τεχνολογική εξέλιξη έδωσε τη δυνατότητα διαμόρφωσης ενός νέου επιχειρηματικού μοντέλου (αυτού των πολυμερών αγορών) και το συγκεκριμένο επιχειρηματικό μοντέλο έρχεται πλέον να υπηρετήσει τις ανάγκες της ψηφιοποιημένης βιομηχανίας

Επιπροσθέτως, η ανάπτυξη των πλατφορμών φαίνεται να συνδέεται με βαθύτερες κινήσεις στις σύγχρονες οικονομίες που συντελούνται κατά τις τελευταίες δεκαετίες και περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, διαδικασίες αναδιάρθρωσης των κυρίαρχων επιχειρηματικών μοντέλων (π.χ. "servitisation"), ανάπτυξη νέων τεχνολογικών κλάδων και νέων πεδίων μαζικών επενδύσεων⁴⁵ και κερδοφορίας (π.χ. τεχνολογίες πληροφορικής από τη δεκαετία του '80) καθώς και εντατικοποίηση του διεθνούς τεχνολογικού και εμπορικού ανταγωνισμού. Παράλληλα, είναι γεγονός ότι η τεχνολογική και επιχειρηματική εξέλιξη φαίνεται ότι στην περίπτωση των πλατφορμών ξεπέρασε σε έναν βαθμό την ταχύτητα προσαρμογής του ρυθμιστικού πλαισίου σε διεθνές επίπεδο, αναφορικά με τη διαχείριση των δεδομένων, τα θέματα ρύθμισης του ανταγωνισμού κ.α. Ως εκ τούτου, η ανάπτυξη των πλατφορμών έχει προκαλέσει έντονες συζητήσεις σε διεθνές επίπεδο ως προς τη συνολική επίδραση τους σε ορισμένες περιπτώσεις, ως προς τα σχετικά ζητήματα εργασίας, φορολογίας και ανταγωνισμού. Για παράδειγμα, σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης καταγράφεται σειρά ρυθμίσεων, τα τελευταία χρόνια, ιδιαίτερα ως προς το πεδίο ρύθμισης του ανταγωνισμού και της διαχείρισης δεδομένων (The Economist, 2019B), ενώ πραγματοποιούνται συζητήσεις και διαπραγματεύσεις ως προς την ανάγκη αναμόρφωσης του φορολογικού πλαισίου ως προς τις μεγάλες τεχνολογικές εταιρείες (π.χ. διεθνείς φορολογικοί συντελεστές) (Leonard & Davison,

2019). Το σίγουρο είναι ότι η ρύθμιση του ψηφιακού χώρου διεθνώς θα γίνεται, μέσα στα επόμενα χρόνια, ολοένα και περισσότερο δομημένη, όσο η φυσική και ψηφιακή διάσταση θα συγκλίνουν λόγω της τεχνολογικής εξέλιξης.

2. ΟΙ ΕΠΙΚΕΙΜΕΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΔΟΜΗΣ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ

Είναι προφανές ότι οι παραπάνω τεχνολογικές αλλαγές συνδέονται άρρηκτα με το πεδίο των δεξιοτήτων του ανθρώπινου δυναμικού. Οι δεξιότητες του ανθρώπινου δυναμικού συνιστούν, μεταξύ άλλων, έναν μηχανισμό εισαγωγής, ενσωμάτωσης, εμπέδωσης, «ενδογενοποίησης» και περαιτέρω εξέλιξης των τεχνολογικών επιτευγμάτων στο πλαίσιο της παραγωγικής και οικονομικής δραστηριότητας. Όπως φάνηκε στο Μέρος Ι, η συσχέτιση αυτή δεν είναι πρωτοφανής στην ιστορία αλλά αποτελεί σημαντική διάσταση προβληματισμού και κεντρικό μέρος αντίστοιχων πολιτικών σε διαφορετικές καμπές, ιδιαίτερα της τεχνολογικής και οικονομικής ιστορίας. Είναι κοινή παραδοχή πάντως ότι οι τρέχουσες τεχνολογικές τάσεις διαμορφώνουν δυναμικές που σταθερά μετασχηματίζουν το πλαίσιο διαμόρφωσης και το περιεχόμενο των αναγκαίων γνώσεων και δεξιοτήτων του ανθρώπινου δυναμικού.

Εντούτοις, η σχέση γνώσεων και δεξιοτήτων είναι βαθύτερη και εγγενής, όπως φάνηκε στη

45 Ο δείκτης Nasdaq 100 (όπου έχουν παρουσία οι μεγαλύτερες εταιρείες τεχνολογίας) ανέρχεται προσφάτως στο 36% της κεφαλαιοποίησης του ευρύτατου δείκτη S&P 500, επίπεδο στο οποίο είχε φτάσει και την περίοδο της σχετικής κρίσης του 1999 ("internet bubble"). Η διαφορά από την τότε περίοδο έγκειται βέβαια, μεταξύ άλλων, στην πολύ υψηλότερη κερδοφορία και την καλύτερη οικονομική κατάσταση και τεχνολογική επιφάνεια των σημερινών εταιρειών, σήμερα. Η κερδοφορία τους προσεγγίζει σχεδόν το 29% του S&P 500 σε σύγκριση με το 7%, το 1999, αντίστοιχα (σ.σ. αθροιστικά κέρδη των Nasdaq 100 άνω των 460 δισ. δολαρίων, το 2018) (Wang, & Wittenstein, 2019). Η συζήτηση ωστόσο σταδιακά θα αφορά στη συνεξέλιξη και τη συσχέτιση –και την αναγνώριση μελλοντικών συσχετίσεων– ανάμεσα στην κερδοφορία των εταιρειών στα επόμενα χρόνια, την πορεία και τα επίπεδα κεφαλαιοποίησης τους και τους «κύκλους ζωής» των κυρίαρχων τεχνολογικών ακολουθιών, όπως για παράδειγμα τα επίπεδα και τις προοπτικές τεχνολογικής και εμπορικής «ωρίμανσης» ή μετεξέλιξης των προϊόντων που αυτή τη στιγμή ηγούνται των σχετικών τεχνολογικών αγορών (και φωλιών αγοράς) τροφοδοτώντας τις βασικές πηγές κερδοφορίας και επιχειρηματικής ανάπτυξης.

θεωρητική επισκόπηση ως προς τη σχέση οικονομίας, γνώσης και τεχνολογίας. Η σχέση δεξιοτήτων και τεχνολογίας είναι συμπληρωματική και αλληλεπιδραστική, ιδιαίτερα όσον αφορά στις παραγωγικές διαδικασίες. Η καινοτομική δραστηριότητα συνιστά σε μεγάλο βαθμό αποτέλεσμα καλλιέργειας, ανάπτυξης και εφαρμογής νέων γνώσεων, δεξιοτήτων και ικανοτήτων στην παραγωγική διαδικασία, ενώ παράλληλα οι δεξιότητες προκύπτουν από τις νέες μορφές γνώσης, τις νέες τεχνολογίες και την προκύπτουσα καινοτομική δραστηριότητα (π.χ. νέα προϊόντα, νέες υπηρεσίες, νέες διαδικασίες κ.ο.κ.).

2.1. Τεχνολογική αλλαγή και δεξιότητες

Όπως χαρακτηριστικά περιγράφει ο James Bessen, η αποτελεσματική χρήση και εξέλιξη μιας νέας τεχνολογίας περιλαμβάνει πολλές περισσότερες διαστάσεις από την εφεύρεση και εγκατάσταση της (Bessen, 2015). Η διάσταση και το στάδιο της «παραγωγικής εφαρμογής» συχνά παραγνωρίζεται στις τεχνολογικές αναλύσεις, παρότι είναι αυτό ακριβώς το στάδιο που επιφυλάσσει τις περισσότερες προϋποτιθέμενες συνθήκες αποτελεσματικής παραγωγικής αξιοποίησης των τεχνολογικών συντελεστών. Για παράδειγμα, η τεχνολογική εφαρμογή μιας εφεύρεσης σε επίπεδο παραγωγικής διαδικασίας προϋποθέτει την απόκτηση νέων και εξειδικευμένων γνώσεων και δεξιοτήτων. Επιπλέον, η τεχνολογία καθαυτή συχνά πρέπει να προσαρμοστεί και να βελτιωθεί για διαφορετικές εφαρμογές, ενώ πολλές από τις βελτιώσεις (ή συμπληρωματικές εφευρέσεις) που απαιτούνται συχνά προκύπτουν από εξειδικευμένο προσωπικό που αναγνωρίζει νέες ανάγκες και δυνατότητες σε εμπειρικό επίπεδο.

Κατ' αντιστοιχία, οι επιχειρήσεις συχνά πρέπει

να προσαρμόσουν την οργάνωση της παραγωγικής διαδικασίας και εργασίας, αλλά ίσως και τη μορφή ολόκληρου του επιχειρηματικού μοντέλου (π.χ. αλυσίδα προμηθειών, κανάλια διανομής, συνεργασίες), με σκοπό τη βέλτιστη αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών. Ως εκ τούτου, σύμφωνα με τον Bessen, αρκετή από την επιχειρησιακή και τεχνολογική γνώση αποκτάται σε δυναμική βάση μέσα από τον πειραματισμό και την «μάθηση μέσα από την πράξη», ενώ η διαδικασία της παραγωγικής εφαρμογής συχνά επιφυλάσσει την ανάπτυξη βρόχων ανάδρασης και ανατροφοδότησης, οι οποίοι καθιστούν εφικτές τις περαιτέρω βελτιώσεις επί της παραγωγικής διαδικασίας αλλά και συχνά απαιτούν την ανάπτυξη μεγάλης κλίμακας προγραμμάτων απόκτησης δεξιοτήτων. Σε κάθε περίπτωση, η τεχνολογική πρόοδος και η διάχυση των τεχνολογικών επιτευγμάτων στη σφαίρα της παραγωγής, προϋποθέτει την ανάπτυξη αντίστοιχων δεξιοτήτων που θα ενσωματώσουν τις νέες εφαρμογές αποδοτικά στην παραγωγική διαδικασία. Η σχέση όμως παραγωγικότητας, δομής απασχόλησης και διαθέσιμων δεξιοτήτων καθώς και συνεχούς τεχνολογικής πρόοδου ανέκαθεν ήταν πολυσύνθετη.

Γεγονός είναι ότι η σχέση αυτοματοποίησης, ψηφιοποίησης, ψηφιακού μετασχηματισμού από τη μια πλευρά και δεξιοτήτων από την άλλη, σε όποιο επίπεδο κι αν αυτά προσεγγισθούν, δεν είναι γραμμική. Αφενός, οι επιδράσεις της τεχνολογίας στη διάρθρωση των επαγγελμάτων και τις απαιτούμενες γνώσεις και δεξιότητες αναμένεται διαφοροποιημένη σε επίπεδο κλάδων, επιπέδου εκπαίδευσης και καθηκόντων εργασίας. Αφετέρου, περισσότερη τεχνολογική πρόοδος δεν οδηγεί πάντα, νομοτελειακά και αυτόματα σε περισσότερη «τεχνολογική ανεργία». Διαφορετικοί κλάδοι, επαγγέλματα και δεξιότητες επηρεάζονται, λόγω μιας σειράς παραγόντων, σε διαφορετικό βαθμό και ρυθμό από τις εξελίξεις της τεχνολογίας σε

κάθε διαφορετικό επίπεδο⁴⁶. Φαίνεται επίσης ότι αρκετές τάσεις συμβαίνουν ταυτόχρονα με άλλες διαρθρωτικές αλλαγές (π.χ. παγκοσμιοποίηση, δημογραφική αλλαγή) που σε συνδυασμό με τα φαινόμενα πόλωσης της δομής απασχόλησης (job polarisation) μπορεί να προκαλέσουν διαφορετικά τελικά αποτελέσματα σε επίπεδο οικονομιών, ανάλογα και με την εκάστοτε παραγωγική διάρθρωση (Autor, 2015 · Frey & Osborne, 2013 · Berger and Frey, 2016).

Το περιεχόμενο της εργασίας και οι μέθοδοι που διαφορετικές εργασίες εκτελούνται, ιστορικά μεταβάλλεται συνεχώς. Εντούτοις, η σημερινή «ιδιαιτερότητα» φαίνεται να αφορά περισσότερο στον επιταχυνόμενο ρυθμό της αλλαγής, ο οποίος έχει μεταβληθεί σημαντικά λόγω των ψηφιακών τεχνολογιών. Είναι γεγονός ότι πολλές από τις εργασίες που υπάρχουν σήμερα καθώς και οι συνδεδεμένες δεξιότητες, δεν είχαν εμφανιστεί πριν μια δεκαετία (Ευρωπαϊκή Επιτροπή - European Political Strategy Centre, 2016). Ενδείξεις ως προς τις αλλαγές που αναμένονται στα περιεχόμενα των επαγγελματιών δίνονται από τις μεταβολές που συντελούνται -όπως αναφέρεται παρακάτω- στα επαγγέλματα και τις ειδικότητες που βασίζονται σε «τυποποιημένα καθήκοντα», τα οποία όπως αναδεικνύεται είναι περισσότερο ευάλωτα στη ψηφιοποίηση και την αυτοματοποίηση.

Πιο συγκεκριμένα, η επίδραση της τεχνολογικής αλλαγής και της «εκμηχάνισης» στο ρόλο της ανθρώπινης εργασίας, στο περιεχόμενο των καθηκόντων και στον μετασχηματισμό της οργάνωσης της εργασίας και των επιπέδων ειδίκευσης, έχει συζητηθεί έντονα τις τελευταίες δεκαετίες. Σύμφωνα με τον Braverman για παράδειγμα, βασικό

μέρος των διαδικασιών συσσώρευσης συνιστά, μεταξύ άλλων, η απόσπαση της εργατικής γνώσης από την εργασιακή διαδικασία. Ο τεχνικός καταμερισμός της εργασίας ευνοεί διαδικασίες κατάτμησης των εργασιακών καθηκόντων και αποειδίκευσης της εργασίας και η οποία αποτελεί μια έμφυτη τάση στην καπιταλιστική οργάνωση της εργασίας (Braverman, 1974). Σήμερα, είναι κοινή παραδοχή ότι η τεχνολογική αλλαγή επιφέρει υψηλή επίδραση στη διάρθρωση και τη θέση των επαγγελματιών στην αγορά εργασίας (skill-biased technical change). Οι τύποι των επιδράσεων αποτελούν ένα ευρέως εξεταζόμενο επιστημονικό αντικείμενο, δεδομένων των ραγδαίων τεχνολογικών αλλαγών. Για παράδειγμα, οι οικονομολόγοι Daron Acemoglu και David Autor έχουν προτείνει τη διάταξη και κατανομή ανάμεσα σε γνωστικές και χειρωνακτικές εργασίες (cognitive vs manual) καθώς και τυποποιημένες και μη-τυποποιημένες εργασίες (routine vs nonroutine) καταλήγοντας σε πορίσματα που αναδεικνύουν μια νέα μορφή πόλωσης (job polarization) στην αγορά εργασίας και τη δομή απασχόλησης: τη μείωση της ζήτησης εργασίας για τυποποιημένες εργασίες ανεξάρτητα από το γνωστικό ή χειρωνακτικό τους περιεχόμενο και τη σταθεροποίηση ή αύξηση της ζήτησης για μη-τυποποιημένες εργασίες, αντίστοιχα (Acemoglu & Autor, 2011).

Η τεχνολογική εξέλιξη φαίνεται επίσης να επηρεάζει σε διαφορετικό βαθμό και ρυθμό διαφορετικά επαγγέλματα και κλάδους. Η ψηφιοποίηση και η τεχνολογική αλλαγή έχουν μεταβάλλει τις αγορές εργασίας στις περισσότερες ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες οικονομίες, έχοντας δημιουργήσει ένα σύνολο νέων

46 Σύμφωνα με σχετικές μελέτες, έως και 54 εκατομ. θέσεις πλήρους απασχόλησης και πάνω από \$1,7 τρις. αμοιβές σχετίζονται με δραστηριότητες οι οποίες μπορούν να αυτοματοποιηθούν στις πέντε μεγαλύτερες οικονομίες της Ευρώπης, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία, Ισπανία και το Η.Β. Εκτιμάται επίσης ότι περίπου το ήμισυ του συνόλου των δραστηριοτήτων που επιτελούνται από το παγκόσμιο εργατικό δυναμικό, θα μπορούσε να αυτοματοποιηθεί ενδεχομένως με την προσαρμογή των τεχνολογιών που έχουν αναδειχθεί - αυτό αντιστοιχεί σε σχεδόν 15 τρισεκατομμύρια δολάρια σε μισθούς (Manjika et al, 2017). Επιπλέον, σύμφωνα με ορισμένες εκτιμήσεις, λιγότερο από το 5% των υφιστάμενων επαγγελματιών, φαίνεται σήμερα να είναι πιθανό να αυτοματοποιηθούν απολύτως

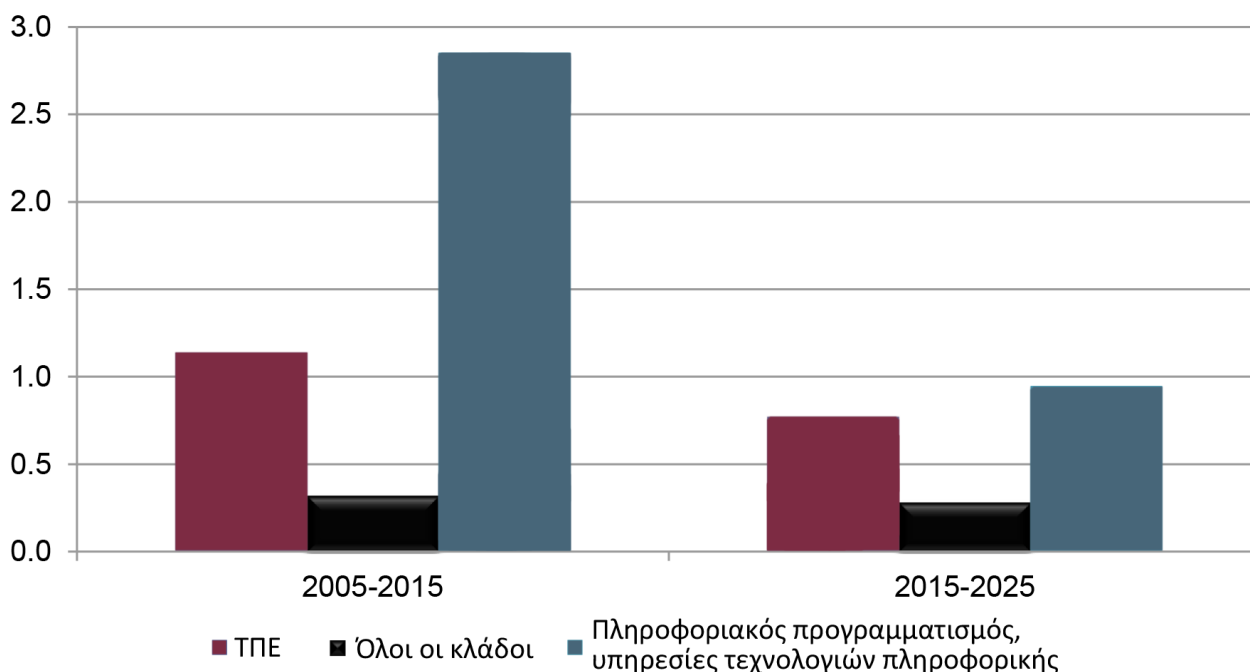
επαγγελματών και ειδικοτήτων, ενώ μεταβάλλουν ραγδαία και το ίδιο το περιεχόμενο των καθηκόντων ως προς την «ψηφιακότητα» τους. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στις ΗΠΑ (στοιχεία O*NET), το μερίδιο των θέσεων εργασίας που απαιτούν ισχυρές ψηφιακές γνώσεις αυξήθηκε⁴⁷ είτε λόγω μεταβολών στο ψηφιακό περιεχόμενο των υφιστάμενων θέσεων, είτε λόγω μετατοπίσεων και αλλαγών στη συνολική κατανομή των επαγγελματιών σε επίπεδο υψηλής ή μέσης ψηφιακής έντασης (π.χ. δημιουργία νέων ψηφιακών επαγγελματιών) (Muro, Liu, Whiton & Kulkarni, 2017). Ως προς αυτό, ο Bessen (2015) επίσης συνηγορεί ότι ιστορικά, η επίδραση της τεχνολογικής προόδου συνεπάγεται βραχυπρόθεσμες καταστροφικές συνέπειες οι οποίες, παρόλα αυτά, αντισταθμίζονται μακροπρόθεσμα από την αύξηση των εισοδημάτων, την αύξηση της καταναλωτικής ζήτησης και

τη δημιουργία πιο παραγωγικών και αποδοτικών θέσεων εργασίας.

2.2. Ψηφιοποίηση και επιδράσεις στη δομή απασχόλησης

Σύμφωνα με το Cedefop, η εξάπλωση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ιδιαίτερα στις υπηρεσίες πληροφορικής) έχει υπάρξει ένας βασικός παράγοντας δημιουργίας θέσεων εργασίας στις Ευρωπαϊκές οικονομίες τα τελευταία χρόνια (Cedefop, 2016). Κατά την προηγούμενη περίοδο, σημείωσε ρυθμό αύξησης θέσεων εργασίας σχεδόν τριπλάσιο, σε σχέση με άλλους τομείς της οικονομίας, ενώ και κατά τη διάρκεια της οικονομικής κρίσης επέδειξε σημαντικές αντοχές (σε σχέση με άλλους κλάδους) (Γράφημα 6). Αντίστοιχα, η ψηφιοποίηση

Γράφημα 6. Προηγούμενοι και εκτιμώμενοι ρυθμοί αύξησης απασχόλησης στις ΤΠΕ και όλους τους κλάδους 2005-25. EU28



Πηγή: Cedefop, *European Skills Forecast - Cedefop, 2016, σελ.3*

47 Το 2002, το 56% των θέσεων εργασίας που μελετήθηκαν, στην αγορά εργασίας των ΗΠΑ, απαιτούσαν χαμηλά επίπεδα ψηφιακών δεξιοτήτων. Σχεδόν το 40% των θέσεων εργασίας απαιτούσε μεσαίου επιπέδου ψηφιακές δεξιότητες και μόνο το 5% απαιτούσε υψηλές ψηφιακές δεξιότητες. Μέχρι το 2016, το μερίδιο των θέσεων εργασίας που απαιτούν υψηλές ψηφιακές δεξιότητες είχε πέσει στο 23%. Το μερίδιο που απαιτεί μεσαίες ψηφιακές δεξιότητες αυξήθηκε στο 48%, ενώ το μερίδιο των θέσεων εργασίας που απαιτούν χαμηλού επιπέδου ψηφιακές δεξιότητες μειώθηκε από 56% σε 30% (Muro, Liu, Whiton & Kulkarni, 2017).

και ο ψηφιακός μετασχηματισμός παραγωγικών κλάδων, τομέων και δραστηριοτήτων δημιουργεί ήδη -και αναμένεται να δημιουργήσει έτι περαιτέρω- πλήθος νέων ειδικοτήτων σε ένα ευρύ φάσμα επαγγελματικών κατηγοριών και κλάδων. Για παράδειγμα, σε επίπεδο μεταποίησης, ο μετασχηματισμός των βιομηχανικών και παραγωγικών δραστηριοτήτων είναι αναμενόμενο να μεταβάλει το περιεχόμενο των απαιτούμενων δεξιοτήτων, προκαλώντας πίεση σε παραδοσιακές ειδικότητες και δέσμες δεξιοτήτων, δημιουργώντας ανάγκες για αναβαθμισμένες δεξιότητες (higher skills profiles), τόσο σε επίπεδο κρίσιμων διαχρονικά ειδικοτήτων (π.χ. ειδικότητες μηχανικών) όσο και σε επίπεδο αμιγώς νέων επαγγελματικών κατηγοριών και ενοτήτων δεξιοτήτων (π.χ. ανάλυση και επεξεργασία ψηφιακών δεδομένων) (Eurofound, 2019).

Η «ψηφιοποίηση» εκτιμάται ότι θα προκαλέσει την απώλεια μεγάλου αριθμού θέσεων εργασίας σε διάφορους οικονομικούς τομείς. Ορισμένες εκτιμήσεις αναμένουν ότι οι νέες μορφές ψηφιοποίησης και αυτοματοποίησης θα οδηγήσουν σε καθαρές απώλειες άνω των 5,1 εκατομμυρίων θέσεων εργασίας στις 15 μεγαλύτερες προηγμένες οικονομίες σε μια σειρά από επαγγέλματα σε όλους τους τομείς (World Economic Forum, 2016). Αντίστοιχα, ένα μεγάλο εύρος επαγγελμάτων εκτιμάται ότι επηρεάζεται άμεσα, ως προς το περιεχόμενό του, από τις τεχνολογικές εξελίξεις (π.χ. διοικητικοί υπάλληλοι, εργαζόμενοι στη μεταποίηση, οικονομικοί αναλυτές δικηγόροι, μεταφραστές, οδηγοί αυτοκινήτων). Παράλληλα όμως, εκτιμάται ότι ο ρυθμός της αυτοματοποίησης σε μακροσκοπικό επίπεδο θα συνδυαστεί με παράγοντες που καθορίζουν το ρυθμό και την έκταση του αυτοματισμού και περιλαμβάνουν τη

συνεχή ανάπτυξη των τεχνολογικών δυνατοτήτων, το κόστος της τεχνολογίας, τον ανταγωνισμό και τη σχέση προσφοράς και ζήτησης δεξιοτήτων, τις εκτιμώμενες αποδόσεις από την ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών σε διαφορετικούς κλάδους και τομείς καθώς και ζητήματα ρυθμιστικής, κοινωνικής και κανονιστικής αποδοχής.

Πέρα από τη συνολική επίπτωση που η διάχυση και εφαρμογή των νέων ψηφιακών τεχνολογιών επιφυλάσσουν στη δομή απασχόλησης, παρατηρούνται ισχυρές επιπτώσεις και στο περιεχόμενο των θέσεων εργασίας. Καθώς οι ψηφιακές τεχνολογίες διεισδύουν στις επιχειρήσεις και τις επιχειρησιακές λειτουργίες, οι καθιερωμένοι ρόλοι και τα καθήκοντα των εργαζομένων επαναπροσδιορίζονται, προκαλώντας φαινόμενα πώλησης στους μισθούς και την απασχόληση. Η ψηφιοποίηση φαίνεται να υποκαθιστά έντονα πλέον τις θέσεις εργασίας που επιτελούν τυποποιημένα καθήκοντα⁴⁸ (routine tasks) συμπληρώνοντας τους υφιστάμενους ρόλους που εκτελούν μη τυποποιημένες εργασίες (non-routine tasks), όπως επίλυση προβλημάτων και σύνθετα επικοινωνιακά καθήκοντα. Συνεπώς, φαίνεται ότι σε αρκετές περιπτώσεις, η ψηφιοποίηση μπορεί να προκαλέσει μειωμένη ζήτηση για τυποποιημένες εργασίες και αυξημένη ζήτηση για υψηλότερης συνθετότητας και δημιουργικότητας γνωστικές εργασίες (Autor & Price, 2013· Autor, Katz & Kearney, 2006).

Αναδεικνύονται, συνεπώς, ισχυρές ενδείξεις ότι η τρέχουσα τεχνολογική αλλαγή επηρεάζεται δραστικά από την ένταση των δεξιοτήτων, την ένταση των τυποποιημένων εργασιών και την ένταση κεφαλαίου (skill-, routine-, and capital-biased technological change), γεγονός που επιδρά με τη σειρά του στην κατανομή τόσο των

48 Σύμφωνα με την έρευνα του Cedefop, European skills and jobs survey (ESJS) σε επίπεδο 28 κρατών-μελών, το 43% των ενηλίκων εργαζομένων έχουν διαπιστώσει ότι οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούν έχουν αλλάξει τα τελευταία πέντε έτη, καθιστώντας τους περισσότερο ευάλωτους σε «αυτοματοποίηση» (Cedefop, 2017).

θέσεων εργασίας όσο και στην κατανομή των εισοδημάτων σε διαφορετικά επίπεδα δεξιοτήτων (Berger & Frey, 2016). Σε αυτό το πλαίσιο, η αυτοματοποίηση έχει οδηγήσει -και θα οδηγήσει περαιτέρω- σε υποκατάσταση μεγάλου μέρους τυποποιημένων εργασιών ανεξαρτήτως του επιπέδου δεξιοτήτων (OECD, 2016β). Παρομοίως, η ζήτηση για επαγγέλματα που συνδυάζουν μη-τυποποιημένες εργασίες και ταυτόχρονα υψηλό επίπεδο δεξιοτήτων, αυξάνεται σταθερά στις περισσότερες ανεπτυγμένες οικονομίες. Αντίστροφα, σε ορισμένες οικονομίες (π.χ. ΗΠΑ) παρατηρείται η υποχώρηση σχετικά καλά αμειβόμενων θέσεων εργασίας μέσου επιπέδου δεξιοτήτων τροφοδοτώντας γενικότερες ροές μετακίνησης προς θέσεις εργασίας χαμηλότερα αμειβόμενες και χαμηλότερου επιπέδου δεξιοτήτων ("hollowing-out") (Autor, Katz & Kearney, 2006, Autor, 2019).

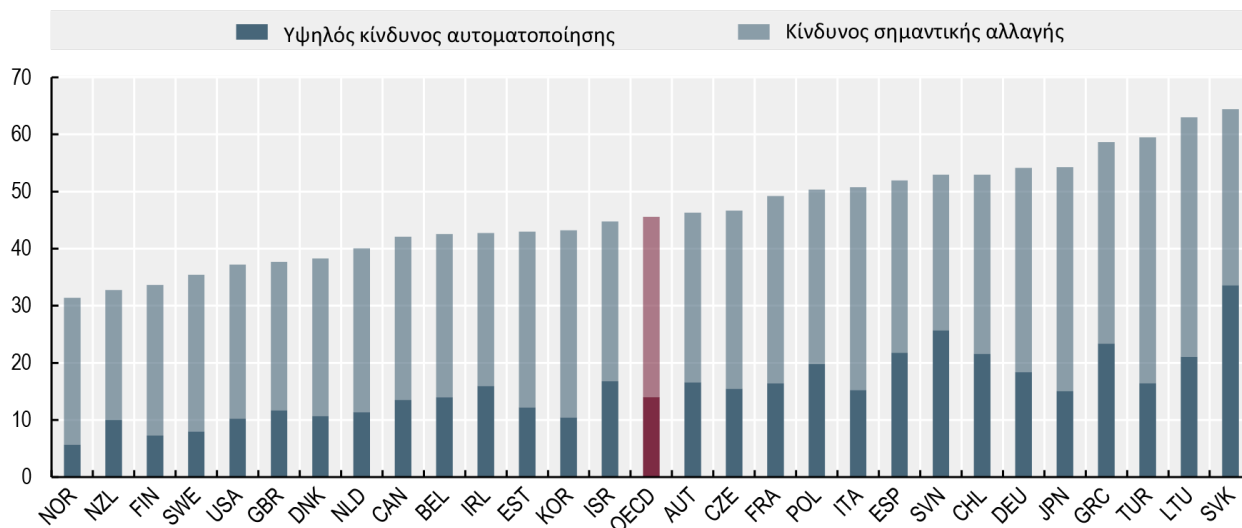
Σε αυτό το στοιχείο, πρέπει να προστεθεί η εξής διάσταση. Η εκτίμηση του βαθμού αυτοματοποίησης είναι σημαντικό να λάβει υπόψη της το γεγονός ότι οι εργαζόμενοι μπορεί να ταξινομηθούν στην ίδια επαγγελματική ομάδα αλλά να εκτελούν ένα διαφορετικό μείγμα εργασιών λόγω διαφορετικής οργάνωσης

μοντέλων εργασίας (π.χ. τυποποιημένο vs μη-τυποποιημένο, γνωστικό, χειρωνακτικό, επικοινωνιακό) (Pouliakas and Russo, 2015). Βάσει του παραπάνω, αρκετές εκτιμήσεις υπολογίζουν την επίδραση της αυτοματοποίησης σε αρκετά χαμηλότερα επίπεδα από τα αρχικώς εκτιμώμενα (Arntz, Gregory & Zierahn, 2016). Σύμφωνα με τους Arntz, Gregory & Zierahn (2016), το ποσοστό των επαγγελμάτων που είναι ευάλωτα στην αυτοματοποίηση εντοπίζεται στο 9%, με αναφορά στις χώρες που συμμετείχαν στην έρευνα του ΟΟΣΑ για τις δεξιότητες ενηλίκων (PIAAC) (Cedefop, 2016). Σε ορισμένες χώρες το ποσοστό ανέρχεται στο 12% (π.χ. Αυστρία, Γερμανία, Ισπανία) και το 6% (π.χ. Φινλανδία, Εσθονία), στοιχείο που αποδίδεται στις πραγματοποιηθείσες επενδύσεις σε Τεχνολογίες Πληροφορικής & Επικοινωνιών καθώς και στα διαρθρωτικά και παραγωγικά χαρακτηριστικά των συγκεκριμένων χωρών.

Ο κίνδυνος μαζικής απώλειας θέσεων εργασίας λόγω της αυτοματοποίησης, ίσως να εμφανίζεται πλέον χαμηλότερος σε σχέση με τις αρχικές εκτιμήσεις, ωστόσο πολλά επαγγέλματα θα χαρακτηριστούν από ριζικές αλλαγές (OECD, 2016γ). Οι πρόσφατες εκτιμήσεις

Γράφημα 7. Επαγγέλματα υπό τον κίνδυνο αυτοματοποίησης στις χώρες του ΟΟΣΑ

Μερίδιο των επαγγελμάτων που διακρίνονται από υψηλό ποσοστό κινδύνου αυτοματοποίησης ή κίνδυνο σημαντικής αλλαγής (%)



Πηγή: OECD, 2019β. Ίδια επεξεργασία και προσαρμογή

για τις χώρες του ΟΟΣΑ αποτυπώνουν τους επικείμενους κινδύνους από την όξυνση του ψηφιακού χάσματος, εντοπίζοντας σημαντικές προκλήσεις στα επαγγέλματα μέσης ειδίκευσης (middle-skilled jobs) και υπολογίζοντας ότι μεσοσταθμικά θα εξαφανισθεί το 14% των υφισταμένων επαγγελημάτων από τους τρέχοντες μετασχηματισμούς και την αυτοματοποίηση στα επόμενα 15-20 έτη, ενώ το 32% πιθανόν να μετασχηματιστεί ραγδαία λόγω της αυτοματοποίησης μεμονωμένων καθηκόντων και εργασιών (Γράφημα 7).

Μια εξίσου σημαντική διάσταση που αναδεικνύεται από τη βιβλιογραφία αφορά στη διαφορική επίδραση της τεχνολογίας. Η τεχνολογική αλλαγή επηρεάζει διαφορετικά επαγγέλματα και διαφορετικά καθήκοντα, με διαφοροποιημένο τρόπο σε συνάρτηση με μια σειρά παραγόντων, όπως ο βαθμός και η ένταση γνώσης που αυτά ενσωματώνουν (Autor et al, 2003· Muro, Maxim & Whiton, 2019). Σε ένα πρώτο επίπεδο, μια διάκριση που είθισται να μελετάται από τη σχετική βιβλιογραφία αφορά στους εργαζόμενους χαμηλής και υψηλής ειδίκευσης. Εντούτοις, οι τρέχουσες τεχνολογικές εξελίξεις καταδεικνύουν ότι οι εργαζόμενοι χαμηλής ειδίκευσης δεν αποτελούν απαραίτητα τις μοναδικές ομάδες που παραμένουν ευάλωτες στην αυτοματοποίηση και την ψηφιοποίηση.

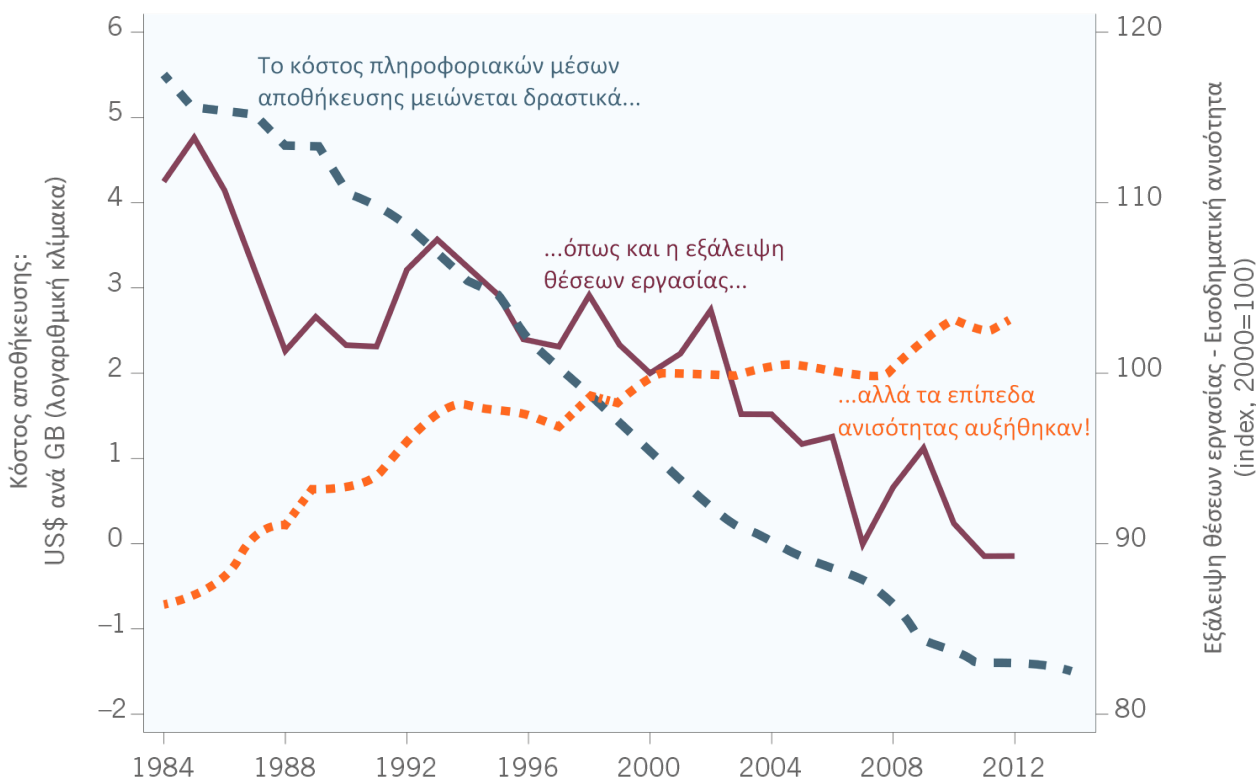
Οι συνεχείς εξελίξεις και διαρθρωτικές αλλαγές, όπως η ραγδαία ενσωμάτωση εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης στην παραγωγική διαδικασία που περιεγράφησαν παραπάνω, αναδεικνύουν μια νέα διάσταση. Ενώ οι περισσότερες τεχνολογικές αλλαγές θεωρείται ότι διαταράσσουν τις αγορές εργασίας χαμηλής ειδίκευσης, η τεχνολογική αλλαγή φαίνεται να προκαλεί αλλαγές και σε ομάδες που αρχικώς δεν αναμενόταν, ήτοι τους εργαζόμενους με εξειδικευμένες γνώσεις ή θέσεις εργασίας των οποίων περιλαμβάνουν τη λήψη αποφάσεων βάσει

δεδομένων (π.χ. χρηματιστηριακές συναλλαγές) (Muro, Liu, Whiton & Kulkarni, 2017). Συνολικά, πρέπει να σημειωθεί ότι παρά τις μετασχηματιστικές τάσεις της τεχνολογικής προόδου, σήμερα αναγνωρίζεται ότι ορισμένες εργασίες θα εκτελούνται πάντα από τον ανθρώπινο παράγοντα κυρίως λόγω των δεξιοτήτων που απαιτούνται (π.χ. δημιουργική σκέψη, κριτική σκέψη).

Υπό αυτή την οπτική, σημαντική παράμετρο αποτελεί η θέση στην εκάστοτε παραγωγική διαδικασία, η συμπληρωματικότητα καθηκόντων καθώς και οι εκάστοτε επιμέρους μικρο-οικονομικές ή μακροοικονομικές συνθήκες. Οι εργαζόμενοι με συμπληρωματικά καθήκοντα ως προς την αυτοματοποίηση (π.χ. χειρισμός αυτοματοποιημένων μηχανών), φαίνεται ότι θα επηρεαστούν θετικά από την εισαγωγή νέων τεχνολογιών αυτοματοποίησης, ενώ οι εργαζόμενοι με υποκαθιστάμενα καθήκοντα θα επηρεαστούν αρνητικά (Autor, 2015). Υπό την ίδια έννοια, η συμπληρωματικότητα των καθηκόντων πιθανόν να επιδράσει θετικά ή αρνητικά στις σχετικές αμοιβές εργασίας ανάλογα με την ελαστικότητα της προσφοράς εργασίας, τη διαθεσιμότητα εργαζομένων που διαθέτουν τις απαιτούμενες συμπληρωματικές δεξιότητες καθώς και την ευρύτερη εισοδηματική ελαστικότητα ζήτησης στον σχετικό τομέα, όπου οι βελτιώσεις παραγωγικότητας μπορεί να συνδυαστούν τόσο με μείωση όσο και αύξηση των σχετικών καταναλωτικών δαπανών (Autor & Dorn, 2013).

Σε αυτό το επίπεδο, σημαντικές επιδράσεις καταγράφονται ήδη ως προς τη συσχέτιση ρυθμού τεχνολογικής αλλαγής και εισοδηματικών ανισοτήτων, οι οποίες φαίνεται να εντείνονται ιδιαίτερα σε συγκεκριμένες χώρες και κατηγορίες (ILO, 2018). Η τεχνολογική αλλαγή και η πτώση του κόστους παραγωγικών συντελεστών εμφανίζεται να ακολουθεί αντίστροφη πορεία από τα μεσοσταθμικά επίπεδα εισοδηματικής ανισότητας (Γράφημα 8). Η συγκεκριμένη διάσταση

Γράφημα 8. Ποσοστό εργαζομένων σε επαγγέλματα με υψηλή ή χαμηλή πιθανότητα αυτοματοποίησης



Σημείωση: Ο ρυθμός εξάλειψης θέσεων εργασίας είναι σταθμισμένο ποσοστό από τις εξής χώρες: Αυστραλία, Βέλγιο, Καναδάς, Δανία, Γαλλία, Ελλάδα, Ιρλανδία, Ιταλία, Ιαπωνία, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Σουηδία, Ηνωμένο Βασίλειο και ΗΠΑ.

Πηγή: ILO, 2018, σελ.3. Ίδια επεξεργασία και προσαρμογή

συνδέεται με τη συζήτηση συγκεντροποίησης των ωφελειών της τεχνολογικής αλλαγής και των επιδράσεων της ως προς στην παραγωγικότητα καθώς και με το επίπεδο αμοιβών εργασίας στα χαμηλότερα στρώματα ειδικεύσης που τροφοδοτείται, μεταξύ άλλων, από τις μετακινήσεις υψηλότερα καταρτισμένου ανθρώπινου δυναμικού προς θέσεις εργασίας χαμηλότερου επιπέδου προσόντων και εξειδίκευσης (Dauth, Findeisen, Sódekum & Wobner, 2017).

Σε ένα πλαίσιο έντονης τεχνολογικής αλλαγής, όπως είναι αναμενόμενο, ιδιαίτερα οι ψηφιακές δεξιότητες αποτελούν πολύ σημαντικό μέρος της σημερινής και μελλοντικής

αγοράς εργασίας. Βάσει στοιχείων της έρευνας European skills and jobs survey (ESJ), οι ενήλικες πλέον χρειάζονται τουλάχιστον ένα μέτριο επίπεδο σε ψηφιακές δεξιότητες⁴⁹ (moderate-level ICT skills), σε συνδυασμό με συμπληρωματικές δεξιότητες, όπως αριθμητισμό, γραμματισμό, εγκάρσιες και συμπεριφορικές δεξιότητες (π.χ. ομαδική εργασία, επικοινωνία).

Αντίστοιχα, τα επαγγέλματα που απαιτούν καλές ψηφιακές δεξιότητες⁵⁰, προϋποθέτουν ταυτόχρονα σημαντικές δεξιότητες σε επίλυση προβλημάτων, μάθηση και ικανότητες ανάπτυξης νέων μεθόδων (Cedefop, 2017). Το συγκεκριμένο στοιχείο είναι αυτό που αναδεικνύει και

49 Σύμφωνα με την έρευνα European skills and jobs survey (ESJ), περίπου το 10% των ενηλίκων εργαζομένων στην Ε.Ε. βρίσκονται σε υψηλή ζώνη κινδύνου ως προς την απαξίωση τεχνολογικών δεξιοτήτων (Cedefop, 2017).

50 Η συζήτηση στην Ευρώπη, περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, την προβλεπόμενη έλλειψη δεξιοτήτων στον τομέα των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών, η οποία προβλέπεται να οδηγήσει σε περισσότερες από 825.000 κενές θέσεις εργασίας μέχρι το 2020 (Ευρωπαϊκή Επιτροπή - European Political Strategy Centre, 2016).

τη συμπληρωματικότητα μεταξύ εργαζομένων και «μηχανών». Πρέπει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο, ότι το περιεχόμενο της σχέσης αυτής συν-καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό και από τον τύπο των τεχνολογικών συντελεστών που συχνά διακρίνονται σε «τεχνολογίες ώθησης» (enabling) και «τεχνολογίες αντικατάστασης» (replacing) (Acemoglu & Restrepo, 2019). Σύμφωνα με την προσέγγιση των Acemoglu & Restrepo (2018a) που εστιάζει στο επίπεδο των καθκόντων (task-based framework), η εισαγωγή «τεχνολογιών αντικατάστασης» καθκόντων της εργασίας, παρότι τείνει να επιδρά θετικά στα επίπεδα παραγωγικότητας, προκαλεί ταυτόχρονα «φαινόμενα εκτόπισης» του εργατικού δυναμικού μειώνοντας τη ζήτηση εργασίας και τα επίπεδα μισθών⁵¹. Σε ορισμένες περιπτώσεις τεχνολογιών (π.χ. τεχνητή νοημοσύνη), οι τάσεις αυτές πιθανόν αντισταθμίζονται από την επίδραση της παραγωγικότητας, όπως αυτή προκύπτει από την εξοικονόμηση κόστους που προκαλείται από την αυτοματοποίηση, γεγονός που αυξάνει τη ζήτηση εργασίας σε μη αυτοματοποιημένες εργασίες. Γενικότερα όμως η εμβάθυνση του αυτοματισμού, παρότι μπορεί να αυξήσει τη ζήτηση εργασίας για ορισμένα επαγγέλματα, φαίνεται σωρευτικά να μειώνει το μερίδιο της εργασίας σε επίπεδο εθνικού εισοδήματος, στοιχείο ωστόσο που -σύμφωνα με τους Acemoglu & Restrepo (2018b)-, δύναται να αντισταθμιστεί μέσα από τη δημιουργία νέων εργασιών υψηλής έντασης εργασίας

(labor-intensive tasks). Σε αυτό το επίπεδο, αποκτάει ιδιαίτερη σημασία το περιεχόμενο των πολιτικών και συστημάτων εκπαίδευσης και κατάρτισης που θα κληθούν να διαχειριστούν την ανάγκη για προσφορά συνδυαστικών κρίσιμων γνώσεων και δεξιοτήτων (π.χ. ψηφιακών και συμπεριφορικών), την ταχύτερη πλέον απαξίωση δεξιοτήτων και τη διαμόρφωση μηχανισμών δια βίου μάθησης που θα διευκολύνουν τη μετάβαση σε αναδυόμενες δέσμες εργασιών και καθκόντων.

Είναι γεγονός, ως συνάγεται εκ των ανωτέρω, ότι η τεχνολογία καταστρέφει ορισμένες θέσεις εργασίας, ενώ δημιουργεί άλλες. Η μεγαλύτερη επίδραση της ωστόσο σήμερα φαίνεται να εντοπίζεται στο μετασχηματισμό του περιεχομένου της εργασίας. Η συνολική επίδραση της τεχνολογικής αλλαγής στη δομή απασχόλησης συναρτάται σε κάθε περίπτωση από ένα σύνολο παραγόντων, όπως οι επικρατούσες μορφές καινοτομικής και παραγωγικής δραστηριότητας (π.χ. τεχνολογική αλλαγή έντασης κεφαλαίου-CBTC⁵²), οι τιμές και το κόστος των βασικών παραγωγικών συντελεστών, η μορφή του ανταγωνισμού στις εκάστοτε αγορές και οι γενικότερες ρυθμίσεις της αγοράς εργασίας (Cedefop, 2016), η σχέση παραγωγικότητας και τεχνολογικής αλλαγής καθώς και η δυναμική διάσταση των οικονομικών κύκλων και διακυμάνσεων που συνδέονται άρρηκτα με τις διαδικασίες υποκατάστασης εργασίας-κεφαλαίου. Συνεπώς, μια πολύ σημαντική παράμετρος

51 Σύμφωνα με τους Bessen κ.α. (2019) το κύμα της «αυτοματοποίησης» (π.χ. ρομποτική, τεχνητή νοημοσύνη, μηχανική μάθηση) δύναται να επιδράσει, σε ορισμένους κλάδους, επί ενός ευρύτερου συνόλου παραμέτρων, όπως το επίπεδο των μισθών. Οι επιδράσεις φαίνεται να είναι διαφορετικές σε σχέση με τις αντίστοιχες επιπτώσεις από την πραγματοποίηση επενδύσεων σε υπολογιστικό εξοπλισμό (computerisation).

52 Η τάση που αναγνωρίζεται σε ορισμένες μελέτες σχετικά με την τεχνολογική αλλαγή έντασης κεφαλαίου (capital-biased technological change-CBTC) φαίνεται να επηρεάζει αρνητικά το μερίδιο της εργασίας στο συνολικό εισόδημα (labour share of income), σε μια σειρά από ανεπτυγμένες οικονομίες (Berger & Frey, 2016). Η μείωση αυτή αποδίδεται σε μια σειρά οικονομικών και θεσμικών παραγόντων (π.χ. συλλογικές διαπραγματεύσεις). Εντούτοις, ως σημαντική παράμετρος αναγνωρίζεται η τάση υποκατάστασης εργασίας από κεφάλαιο δεδομένης της ραγδαίας μείωσης κόστους σε βασικούς παραγωγικούς συντελεστές που αφορούν στις ΤΠΕ (Nordhaus, 2007) και η συνεπακόλουθη πρόκληση νέων μορφών «πώλησης» και ανισότητας.

που θα καθορίσει, επηρεάσει και επιδράσει στα αποτελέσματα από την τεχνολογική αλλαγή –σε συνδυασμό με τα ειδικά αναπτυξιακά και παραγωγικά χαρακτηριστικά κάθε χώρας ή περιφέρειας- αφορά στα μοντέλα πολιτικών που θα υιοθετηθούν σε επίπεδο τεχνολογικών πολιτικών και πολιτικών εκπαίδευσης και κατάρτισης. Υπό αυτό το πρίσμα, η οικοδόμηση μιας «συμπεριληπτικής αγοράς εργασίας» δεν πρόκειται να αποτελέσει μια αυτόματη διαδικασία. Είναι γεγονός ότι θα απαιτήσει σημαντικές βελτιώσεις στην εκπαίδευση και κατάρτιση σε όλα τα επίπεδα, τόσο ως προς την ενίσχυση των προσόντων υψηλής ψηφιακής ειδίκευσης και της παροχής νέων περιεχομένων εκπαίδευσης και κατάρτισης προσανατολισμένων σε συνθετικές δέσμες δεξιοτήτων, συμβατές και συμπληρωματικές ως προς τις αναδυόμενες τεχνολογικές ανάγκες (Cedefop, 2019), όσο και ως προς την εξασφάλιση συμμετοχής των υπο-εκπροσωπούμενων κοινωνικών ομάδων στην αναδυόμενη «ψηφιακή οικονομία».

Προς αυτή την κατεύθυνση, η διεθνής συζήτηση αφορά σήμερα στην ανάγκη αναδιαμόρφωσης των συστημάτων εκπαίδευσης και κατάρτισης ώστε να ανταποκριθούν στις νέες εξελίξεις που συνδέονται με την τεχνολογική πρόοδο και τις αναδυόμενες ανάγκες σε επίπεδο «υβριδικών δεξιοτήτων» (τεχνικές, ήπιες/εγκάρσιες και ψηφιακές δεξιότητες). Οι ψηφιακές δεξιότητες θα αποτελέσουν σίγουρα το επίκεντρο της νέας οικονομικής και παραγωγικής πραγματικότητας, σε συνδυασμό ωστόσο με τις εγκάρσιες ικανότητες (π.χ. καλύτερη διαχείριση της ατομικής μάθησης, κοινωνικές και διαπροσωπικές σχέσεις, επικοινωνία) που πρέπει να ενσωματωθούν σε όλες τις μεθόδους διδασκαλίας και τα περιεχόμενα μάθησης (Ευρωπαϊκή Επιτροπή - European Political Strategy Centre, 2016). Εντούτοις, ο σχεδιασμός κατάλληλων πολιτικών πρέπει να συμπεριλάβει παραμέτρους

που αφορούν διαφορετικούς αποδέκτες και κοινωνικές ομάδες (υψηλής-μέσης-χαμηλής ειδίκευσης, τεχνική εκπαίδευση), διαφορετικές ανάγκες και διαδρομές αλλά και παροχή αρχικών δεξιοτήτων και προσόντων σε συνδυασμό με ένα ευρύτερο πλαίσιο ενδυνάμωσης της αναβάθμισης των δεξιοτήτων (upskilling) και της επανακατάρτισής τους (reskilling). Η διαμόρφωση πολύ-επίπεδων πολιτικών συνδέεται, εντούτοις, με τις ιδιαιτερότητες των ιδιαίτερων παραγωγικών και χωροθετικών χαρακτηριστικών των επιμέρους οικονομιών. Σε αυτό το πλαίσιο, η ολοκληρωμένη ερμηνεία των βασικών τάσεων και αλληλεπιδράσεων μεταξύ του συνόλου των παραγόντων και των μεταβολών που συντελούνται (π.χ. ευέλικτες μορφές απασχόλησης) αποτελεί προϋπόθεση για τον σχεδιασμό πολιτικών που θα διασφαλίσουν τη διευρυμένη και αναβαθμισμένη συμμετοχή του ανθρώπινου δυναμικού στη νέα οικονομική και τεχνολογική πραγματικότητα. Επιπλέον, η ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων διάγνωσης και πρόγνωσης των πραγματικών αναγκών της αγοράς εργασίας συνιστά κρίσιμη παράμετρο ως προς το σχεδιασμό στοχευμένων πολιτικών εκπαίδευσης και κατάρτισης.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΣΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΟΧΗΣ

Η διαδικασία της τεχνολογικής συσσώρευσης και η τεχνολογική πρόοδος δεν συντελούνται εν κενώ αλλά προκύπτουν ως συνέπεια της αλληλεπίδρασης ενός συνόλου κοινωνικο-οικονομικών παραγόντων. Στην πραγματικότητα, συνιστούν μια πολύ-σύνθετη κοινωνική διαδικασία και παράλληλα συναρτώνται ενός συνόλου παραγόντων αλλαγής που αφορούν, μεταξύ άλλων, την παραγωγική διάρθρωση της εκάστοτε οικονομίας, τους οικονομικούς κύκλους και διακυμάνσεις, τους δημογραφικούς παράγοντες, την παγκόσμια γεωγραφική μετατόπιση των οικονομικών και βιομηχανικών δυναμικών, τις άμεσες επιπτώσεις από τη ριζική εκμηχάνιση παραγωγικών διαδικασιών (Frey, 2019), την ωρίμανση των τεχνολογικών κύκλων (ECB, 2019), τη διεθνή οικονομική και χρηματοπιστωτική αλληλεξάρτηση και τις μεταβολές στις διεθνείς χρηματοπιστωτικές και εμπορικές σχέσεις (The Economist, 2019β), την αυξημένη διεθνή οικονομική πολυπλοκότητα και την αυξανόμενη διασυνδεσιμότητα μεταξύ παραγωγικών τομέων και κλάδων (do Amaral, Dias & Lopes, 2007) σε συνδυασμό με τις γεωπολιτικές και γεωοικονομικές δυναμικές (Tooze, 2018), την αναδιάρθρωση της καταναλωτικής ζήτησης (Dobbs et al, 2012 · Roland Berger, 2014 · Dobbs, Manyika & Woetzel, 2016), τις πολιτικές τεχνολογίας, καινοτομίας, εκπαίδευσης και κατάρτισης καθώς και το κυρίαρχο μείγμα μακροοικονομικών πολιτικών. Όπως φάνηκε, ιστορικά οι σχέσεις παραγωγικών διαδικασιών συσσώρευσης, γνώσης και κυρίαρχων πολιτικών, μετασχηματίζονται δυναμικά και γεννούν νέες ιστορικές μορφές που θα διαμορφώσουν νέες κοινωνικές σχέσεις, διαδικασίες και αξίες σε συνάρτηση με τις ευρύτερες δυναμικές του «τεχνολογικού ανταγωνισμού», ο οποίος

φαίνεται να συνιστά ιστορικά μια από τις κύριες δυνάμεις κεφαλαιακής συσσώρευσης και οικονομικής μεγέθυνσης (Schumpeter, 1934). Οι τεχνολογικές και παραγωγικές εξελίξεις των τελευταίων ετών για παράδειγμα -όπως διεφάνη, και σε όλες τις προηγούμενες ιστορικές περιόδους-, φαίνεται να διαθέτουν έντονα στοιχεία διεθνούς τεχνολογικού, παραγωγικού και γεωπολιτικού ανταγωνισμού μεταξύ ανεπτυγμένων οικονομιών καθώς και ανάμεσα σε σύγχρονες οικονομίες και «αναδυόμενες» τεχνολογικές δυνάμεις. Οι πολιτικές ραγδαίας επιτάχυνσης του ψηφιακού μετασχηματισμού της παραγωγής στις σύγχρονες οικονομίες (π.χ. Industrie 4.0, Industria 4.0 κ.α.), φαίνεται να συνδέονται σε μεγάλο βαθμό, μεταξύ άλλων:

- i. με την ανάγκη αντιμετώπισης ζητημάτων παραγωγικότητας, κερδοφορίας και περιορισμών σε επίπεδο οικονομικής μεγέθυνσης και συνολικού επιπέδου ζήτησης,
- ii. με τις στρατηγικές αντιμετώπισης του «μοντέλου χαμηλού κόστους» των αναδυόμενων οικονομιών,
- iii. με τις στρατηγικές επαναπατρισμού βιομηχανικών επενδύσεων προς ανεπτυγμένες οικονομίες (reshoring),
- iv. με την αντιμετώπιση των ισχυρών τεχνολογικών και βιομηχανικών δυναμικών που αναδύονται ραγδαία σε μεγάλες χώρες της Ασιατικής ηπείρου καθώς και
- v. με τις επιδιώξεις ηγετικών βιομηχανικών οικονομιών ως προς την παραγωγική και τεχνολογική διεξόδου σε αναδυόμενες γεωγραφικές και θεματικές αγορές μεγάλου εύρους.

Στο πλαίσιο αυτό, προκύπτει ιστορικά η γέννηση νέων μορφών κρατικής παρέμβασης: των οργανωμένων, επεκτατικών και ενεργητικών πολιτικών ανάπτυξης της τεχνολογίας και της επιστήμης καθώς και των πολιτικών εκπαίδευσης και κατάρτισης που αναδεικνύονται στο

τελευταίο μισό του 20ου αιώνα ως κεντρικών στο μείγμα των μακροοικονομικών πολιτικών αρκετών προηγμένων οικονομιών και κυρίως σε μείγματα πολιτικής παρέμβασης που συνδέονται με θέματα οικονομικής μεγέθυνσης και ανάπτυξης. Η ορθολογικότητα των πολιτικών αυτών, καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό, από τεχνοκρατικούς, επιστημονικούς και ιδεολογικούς παράγοντες, από το εκάστοτε πλέγμα συμφερόντων και διακυβευματιών καθώς και από το εκάστοτε πλέγμα αρχών διακυβέρνησης και ευρύτερο πλέγμα κρατικών πολιτικών (Γράβαρης, 1997). Η ανάδειξη, αποκρυστάλλωση και αναζωογόνηση του ενδιαφέροντος για τη σημασία της τεχνολογικής προόδου και της «καινοτομίας», συνδέεται σε μεγάλο βαθμό με σημεία επιβράδυνσης στη μεγέθυνση της παγκόσμιας οικονομίας, σε συγκεκριμένες κομβικές ιστορικές περιόδους (π.χ. δεκαετίες '50 και '60) καθώς και με την προσέγγιση ότι η απρόσκοπτη κεφαλαιακή συσσώρευση και η αυξητική πορεία της οριακής της παραγωγικότητας είναι εφικτή μέσα από την τεχνολογική συσσώρευση, τον τεχνολογικό μετασχηματισμό και την καινοτομία. Η αναγέννηση του ενδιαφέροντος για τις θεωρήσεις των μακροχρόνιων κυμάτων, όπως αυτές που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενες ενότητες (και σχετίζονται, εν μέρει, με τη προσέγγιση των «βιομηχανικών επαναστάσεων»), φαίνεται να συσχετίζεται ιστορικά με την περίοδο προηγούμενων υφέσεων (δεκαετίες '70 και '80) καθώς και με κύκλους παραγωγικών αναδιάρθρωσεων κατά τις ίδιες περιόδους. Υπό αυτή την έννοια, η «4η Βιομηχανική επανάσταση» αποτελεί την ύστερη φάση μια μακράς πορείας εξέλιξης της επιστημονικής, τεχνολογικής και παραγωγικής συσσώρευσης, όσο και την μετεξέλιξη παραγωγικών, οικονομικών και πολιτικών κινήσεων που συν-εξελίσσονται τις τελευταίες δεκαετίες, σε διεθνές επίπεδο, ως προς την αναζήτηση διεξόδων επί τη βάση των κυρίως μηχανισμών κεφαλαιακής

συσσώρευσης. Η ιστορική σκοπιά καθώς και η οικονομική και τεχνολογική ιστορία μας τροφοδοτούν με τη δυνατότητα να κατανοήσουμε την εμφάνιση των ριζικών μετασχηματισμών ως το συνδυαστικό αποτέλεσμα και την σύμπτυξη μακροχρόνιων τεχνολογικών επιτευγμάτων, παραγωγικών διεργασιών και κοινωνικο-οικονομικών συνθηκών.

Οι τεχνολογικές και βιομηχανικές επαναστάσεις τροφοδοτούνται, μεταξύ άλλων, από μείγματα κρατικών πολιτικών –και συνεπώς, αντίστοιχων οικονομικών, κοινωνικών και πολιτικών «συνθέσεων»- που στοχεύουν στην υποστήριξη της τεχνολογικής αλλαγής, της παραγωγικής αναδιάρθρωσης και της οικονομικής μεγέθυνσης. Υπό αυτή την οπτική, οι κρατικές πολιτικές και τα επιμέρους μέτρα τους συνδέονται τόσο με την κατεύθυνση της τεχνολογικής και επιστημονικής ανάπτυξης μιας κοινωνίας, όσο και με το επίπεδο και τις μορφές διάχυσης γνώσεων και αναβάθμισης των δεξιοτήτων του ανθρώπινου δυναμικού μέσα από τις εκάστοτε πολιτικές εκπαίδευσης και κατάρτισης. Συνεπώς, οι στόχοι και οι μορφές των εφαρμοζόμενων πολιτικών μπορούν να επιφυλάσσουν διαφοροποιημένα οικονομικά και κοινωνικά αποτελέσματα ανάλογα με τη συνολική ορθολογικότητα τους και τη σχέση που διαμορφώνεται ανάμεσα σε μορφές παραγωγής και πολιτικές αναδιανομής αξιών προκαλώντας είτε νέα σταθερά υποδείγματα οικονομικής μεγέθυνσης είτε περισσότερη αστάθεια σε ήδη ευάλωτα κοινωνικο-οικονομικά συστήματα.

Η παραπάνω εργασία επιχείρησε τη διερεύνηση ενός πεδίου με αρκετές παράλληλες προεκτάσεις, σε επίπεδο οικονομικής και κοινωνικής θεωρίας, τεχνολογικών εξελίξεων και παραγωγικού μετασχηματισμού καθώς και πολιτικών τεχνολογίας, εκπαίδευσης και κατάρτισης. Βασική στόχευση αποτέλεσε η περιγραφή της έννοιας της προϊούσας τεχνολογικής και παραγωγικής αλλαγής, η ανάδειξη των προεκτάσεων

του τεχνολογικού σκέλους της επί των παραγωγικών εφαρμογών και διαδικασιών –μέσα από την παρουσίαση τριών ενδεικτικών περιπτώσεων εφαρμογής- καθώς και η επισήμανση της συζήτησης σχετικά με τις επιπτώσεις της παρούσας τεχνολογικής αλλαγής σε σχέση με τις δεξιότητες του ανθρώπινου δυναμικού.

Εν κατακλείδι, ορισμένα σημεία που αξίζει να καταγραφούν σε σχέση με την παραπάνω επισκόπηση, αφορούν σε μια σειρά από βασικές επισημάνσεις. Κατ' αρχάς, η φύση της τεχνολογικής αλλαγής, όπως σε κάθε ιστορική περίοδο -και όπως αυτή παρουσιάστηκε σε έναν βαθμό στις παραπάνω σελίδες-, επιφυλάσσει ριζικές, ασύμμετρες και διαφοροποιημένες επιπτώσεις τόσο στη δομή απασχόλησης, όσο και στο σύνολο της οικονομικής δραστηριότητας. Η τεχνολογική αλλαγή συνιστά πάντα μια μη γραμμική, ανομοιόμορφη και σύνθετη διαδικασία που δεν εξαπλώνεται συμμετρικά αλλά εξελίσσεται σωρευτικά και δυναμικά σε διαφορετικά κύματα και διακυμάνσεις, με διαφοροποιημένες επιπτώσεις σε παραγωγικό, οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο. Για παράδειγμα, η τεχνολογική προσαρμογή των μικρομεσαίων επιχειρήσεων –είτε ως χρηστών τεχνολογιών ως επί το πλείστον είτε ως παραγωγοί τεχνολογίας σε ένα πολύ μικρότερο βαθμό- σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης και δη σε επίπεδο λιγότερο ανεπτυγμένων χωρών αποτελεί εξαιρετικά σημαντική πρόκληση. Οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις -και ιδιαίτερα οι πολύ μικρές- συναντούν και αναμένεται να αντιμετωπίσουν εξαιρετικά ισχυρά εμπόδια και δυσκολίες ως προς τη διαδικασία υιοθέτησης προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών (European Commission, 2017). Συνοπτικά, τα σχετικά εμπόδια, μεταξύ άλλων, συνδέονται με τρία βασικά επίπεδα. Κατ' αρχάς, το βασικό εμπόδιο αφορά στο υψηλό κόστος υιοθέτησης και τις απαιτούμενες επενδύσεις ενσωμάτωσης νέων τεχνολογικών συστημάτων καθώς και στην περιορισμένη πρόσβαση

σε τεχνολογικές υποδομές, διαμοιρασμένο και κοινόχρηστο εξοπλισμό και εργαστήρια δοκιμής τεχνολογικών λύσεων. Η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών συνδέεται επίσης πάντα και με τον ευρύτερο παραγωγικό ορίζοντα και τη συμμετοχή σε ευρύτερες αλυσίδες αξίας που θα καταστήσουν βιώσιμες τις επενδύσεις σε τεχνολογική αναβάθμιση. Κατά δεύτερον, το δεύτερο επίπεδο εμποδίων σχετίζεται με την πρόσβαση σε εξειδικευμένη τεχνογνωσία, την ανάγκη στοχευμένης ενημέρωσης ως προς τις πιθανές αξιοποιήσιμες εφαρμογές και τις προϋποθέσεις επιτυχούς ενσωμάτωσης τους (π.χ. αξιοποίηση big data, κοινή χρήση μηχανών προσθετικής κατασκευής) καθώς και την έγκυρη πληροφόρηση ως προς τα δυνητικά σημεία εισόδου σε παραγωγικές αλυσίδες και νησίδες αγοράς. Τρίτον, πολύ σημαντική διάσταση συνιστά η πρόσβαση σε εξειδικευμένες δεξιότητες καθώς και η σχετική δυνατότητα προσέλκυσης και διατήρησης εξειδικευμένου τεχνολογικού προσωπικού (European Parliament, 2016). Επιπλέον, σε συνάρτηση με τα τρία προηγούμενα συγκεκριμένα επίπεδα εμποδίων, οι μικρές επιχειρήσεις –στην πλειονότητα τους, υπό τη διάσταση των χρηστών και αποδεκτών τεχνολογίας- αντιμετωπίζουν δυσκολίες που αφορούν στην περιορισμένη πρόσβαση σε χρηματοδοτικά εργαλεία ως προς τη χρηματοδότηση παραγωγικών δραστηριοτήτων, την υποστήριξη συνεργατικών και κοινοπρακτικών σχημάτων και την πρόσβαση σε προηγμένο εξοπλισμό. Είναι προφανές ότι οι παραπάνω ελλείψεις εμφανίζονται περισσότερο οξυμένες σε λιγότερο ολοκληρωμένα «εθνικά συστήματα καινοτομίας» και λιγότερο ανεπτυγμένες οικονομίες, όπου η περιορισμένη πρόσβαση σε εργαλεία υποστήριξης είναι πιο έντονη και επομένως, τα εμπόδια και τα «κατώφλια εισόδου» είναι περισσότερα και υψηλότερα. Υπό αυτούς τους όρους, το «πλέγμα ελλείψεων και εμποδίων» προσδίδει στην προϊούσα «τεχνολογική αλλαγή» χαρακτηριστικά ισχυρής

και πολυσήμαντης πρόκλησης -για το μεγαλύτερο μέρος των μικρομεσαίων επιχειρήσεων, τουλάχιστον σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο και ιδιαίτερα ως προς τους κλάδους χαμηλής και μέσης τεχνολογικής έντασης- και αναμένεται να λειτουργήσει, επί μακρόν και σε μεγάλο βαθμό, υπέρ των διαμορφωμένων «οικονομικών συνάθροισης» σε εθνικό, περιφερειακό και τεχνολογικό επίπεδο, οξύνοντας έτι περαιτέρω υφιστάμενες ανισότητες μεταξύ οικονομιών και τεχνολογικά προετοιμασμένων (και μη) επιχειρήσεων και δημιουργώντας νέα «κατοχυρωμένα» τεχνολογικά και παραγωγικά πλεονεκτήματα. Όπως παρουσιάστηκε άλλωστε, αρκετές εξελικτικές θεωρητικές προσεγγίσεις από την πλευρά της οικονομικής θεωρίας, μας τροφοδοτούν ήδη με τη διόραση περί της τάσεως της τεχνολογικής αλλαγής να ορίζεται από το επίπεδο των τεχνολογιών που βρίσκονται ήδη σε χρήση, ενώ παράλληλα, η πιθανότητα επιχειρήσεων, οργανισμών και οικονομιών να επιτύχουν τεχνολογικές προόδους συναρτάται των τεχνολογικών επιπέδων που έχουν ήδη επιτευχθεί (Dosi, 1988). Το γεγονός αυτό, καθιστά καθοριστική τη σημασία των κατάλληλων πολιτικών, αφενός ως προς την έγκαιρη προσαρμογή και την πολυ-επίπεδη καθοδήγηση των παραγωγικών υποκειμένων στο αναδυόμενο σύνθετο περιβάλλον, αφετέρου ως προς το πλαίσιο πολιτικών ανταγωνισμού, αντιμονοπωλιακών πολιτικών και διαφύλαξης σχετικών ισότιμων όρων. Με άλλα λόγια, η τεχνολογική προσαρμογή, η κάλυψη του «τεχνολογικού χάσματος» και η αντιμετώπιση του διεθνούς τεχνολογικού (και εμπορικού) ανταγωνισμού αποτελεί, καταρχάς, ζήτημα μακρο-οικονομικών πολιτικών, αναπτυξιακών πολιτικών και ολοκληρωμένων πολιτικών καινοτομίας και οικονομικής ρύθμισης που ιστορικά διαμορφώνουν τους όρους τεχνολογικής συσσώρευσης, τεχνολογικής προόδου και παραγωγικού μετασχηματισμού. Αντίστοιχα, το σχετικό ερώτημα

που προκύπτει δεν αφορά, καταρχάς, μόνο στην αφαιρετική διάσταση του εάν η «τεχνολογική αλλαγή» οδηγεί σε οικονομική ευημερία αλλά περισσότερο περιλαμβάνει ερωτήματα ως προς το ποιους θα ωφελήσει, ποιους θα πλήξει, πότε και πως αναμένονται ήπιες ή δραματικές επιπτώσεις και ποια είναι τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν -στο εκάστοτε εθνικό ή υπερ-εθνικό πλαίσιο- ως προς την αντιμετώπιση των τεχνολογικών, οικονομικών και κοινωνικών αλλαγών. Το βάθος, το είδος και το εύρος των επιπτώσεων που προκύπτουν από τις νέες μορφές τεχνολογικής συσσώρευσης -ιδιαίτερα στην επικείμενη φάση εμφάθυνσης της- συναρτώνται άμεσα της μορφολογίας και του ειδικότερου περιεχομένου των εκάστοτε μακρο-οικονομικών, τεχνολογικών και αναπτυξιακών πολιτικών.

Θεωρητικά, όπως αναφέρθηκε, η μετάβαση σε ένα νέο «τεχνο-οικονομικό παράδειγμα» μπορεί να επιφέρει πολυσήμαντες επιδράσεις. Υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις, η μετάβαση σε ένα νέο «παράδειγμα» δύναται να προσφέρει τη δυνατότητα ενός ποσοτικού άλματος στη συνολική παραγωγικότητα των συντελεστών παραγωγής και να δημιουργήσει νέες δυνατότητες επενδυτικών ευκαιριών (Freeman & Perez, 1988). Εντούτοις, οι διαρθρωτικές αλλαγές που προκύπτουν κατά τη διαδικασία εντατικοποίησης της «τεχνολογικής συσσώρευσης» δύναται να δημιουργήσουν φάσεις οικονομικής καθόδου, οικονομικής ύφεσης αλλά και άλλων δραματικών οικονομικών ανισορροπιών λόγω των διαχεόμενων επιπτώσεων που προκύπτουν μέσα από τον μετασχηματισμό των σύγχρονων οικονομιών. Σε αρκετές περιπτώσεις μάλιστα, υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι μπορεί να συμβάλει δραματικά στην όξυνση της ανισότητας, την οικονομική στασιμότητα ή την εμφάνιση φαινομένων οικονομικής ύφεσης καθώς και την κοινωνική αποδιάρθρωση. Για παράδειγμα, σε ευρωπαϊκό επίπεδο είναι πιθανόν, η εντατικοποίηση του νέου

τεχνολογικού και παραγωγικού κύματος, ιδιαίτερα στην επόμενη φάση διεύρυνσης και εμβάθυνσης του, να οδηγήσει στη συγκέντρωση των νέων βιομηχανικών δομών σε συγκεκριμένες περιοχές της Ευρώπης και να ανατροφοδοτήσει τις υφιστάμενες «οικονομίες συνάθροισης», όπως στην περίπτωση των ΗΠΑ⁵³.

Στην παρούσα περίοδο, ενδεικτικά σημάδια των νέων «μορφών ανισορροπίας» που προκύπτουν στο πλαίσιο της τρέχουσας «τεχνολογικής συσσώρευσης» αναφέρονται, μεταξύ άλλων, στην εντατικοποίηση τάσεων συγκεντροποίησης σε ορισμένες αγορές προϊόντων και υπηρεσιών, στην εμφάνιση νέων τάσεων «τεχνολογικού χάσματος» μεταξύ οικονομιών, στα περιορισμένα αποτελέσματα επί της παραγωγικότητας των οικονομιών καθώς και στις πολυσήμαντες επιδράσεις επί της αγοράς εργασίας. Για παράδειγμα, οι δυτικές οικονομίες παρακολουθούν την εκθετική τεχνολογική πρόοδο και την εντατικοποιημένη τεχνολογική συσσώρευση να συνδυάζονται με τη στασιμότητα της παραγωγικότητας τους, κατά τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ο ρυθμός αύξησης της παραγωγικότητας στην Ε.Ε., μειώθηκε από 2% ετησίως το 1995 σε λιγότερο από 0,5% σήμερα, ενώ στις ΗΠΑ η ετήσια αύξηση της παραγωγικότητας προσεγγίζει το 0,6% (Nesta, 2019). Εξάιρεση σε αυτή την τάση φαίνεται να αποτελούν πρωτοπόρες επιχειρήσεις, ιδιαίτερα στον τομέα των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών με μεγαλύτερο μέγεθος, διεθνή δραστηριότητα, ευρύ χαρτοφυλάκιο ευρεσιτεχνιών και χαρακτηριστικά υψηλής

τεχνολογικής έντασης και υιοθέτησης ψηφιακών τεχνολογικών συστημάτων σε ευρεία επιχειρησιακή κλίμακα (Andrews, Criscuolo & Gal, 2016· Bessen, 2017). Η διαμόρφωση νέων μορφών συγκεντροποίησης και η συγκέντρωση μεγάλου μέρους των ωφελειών της τεχνολογικής συσσώρευσης σε ένα μικρό αριθμό πολύ μεγάλων και διεθνοποιημένων επιχειρήσεων έντασης τεχνολογίας (“superstar firms”), φαίνεται να αποτελεί μέρος της αναδυόμενης πραγματικότητας, σε συνδυασμό με την παρουσία υψηλών «κατωφλίων εισόδου» -για ένα μεγάλο μέρος επιχειρήσεων αλλά και ολόκληρων οικονομιών- σε μια σειρά από αναδυόμενους τεχνολογικούς τομείς. Σε αυτό το περιβάλλον, η διαδικασία της τεχνολογικής αλλαγής, σε συνδυασμό με τη διεθνοποίηση των οικονομικών δραστηριοτήτων, φαίνεται να ημιμοδοτεί τις περισσότερο παραγωγικές επιχειρήσεις σε κάθε κλάδο, γεγονός που δημιουργεί φαινόμενα έντονης συγκέντρωσης σε επίπεδο αγορών προϊόντων (product market concentration) σε ευθεία αναλογία με την επικυριαρχία συγκεκριμένων επιχειρήσεων σε κλάδους⁵⁴ με υψηλά ποσοστά κερδοφορίας και χαμηλό μερίδιο εργασίας ως προς την προστιθέμενη αξία και τις πωλήσεις (Autor et al, 2017). Σύμφωνα με τους Autor κ.α. (2017), σε κλάδους όπου η συγκεντροποίηση ως προς το επίπεδο πωλήσεων αυξάνεται σημαντικά, παρατηρείται η μεγαλύτερη μείωση στο μερίδιο της εργασίας, τόσο στις ΗΠΑ όσο και διεθνώς. Κατά συνέπεια, όσο μια επιχείρηση επικυριαρχεί στον κλάδο της, καταλαμβάνοντας μεγαλύτερο

53 Στις ΗΠΑ, η γεωγραφική κατανομή των προηγμένων βιομηχανιών έχει περιοριστεί. Καταγράφεται ότι το 1980, 59 από τις 100 μεγαλύτερες μητροπολιτικές περιοχές της χώρας απασχολούσαν τουλάχιστον το 10% του εργατικού δυναμικού τους σε προηγμένες βιομηχανίες. Αντίθετα, το 2013, το ίδιο ποσοστό συγκεντρώνεται σε 23 μεγάλες μητροπολιτικές περιοχές ως προς τις μεγάλες συγκεντρώσεις προηγμένης βιομηχανικής δραστηριότητας, με αποτέλεσμα η οικονομία των ΗΠΑ να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από έναν μικρότερο αριθμό προηγμένων βιομηχανικών δομών (Φωτάκης & Σελίμης, 2018). Αντίστοιχα, οι Muro et al (2019), εντοπίζουν και καταγράφουν τις ολόενα και πιο δραματικές περιφερειακές διαφορές που τροφοδοτεί η τεχνολογική βιομηχανία στην αμερικανική οικονομία, δημιουργώντας επιλεγμένες προνομιακές περιοχές τεχνολογίας (π.χ. Νέα Υόρκη, Σιάτλ, Σαν Φρανσίσκο) σε ένα πλαίσιο πολυάριθμων υποβαθμισμένων περιμετρικών περιφερειών.

54 Στους κλάδους όπου παρατηρείται η υψηλότερη αυξανόμενη συγκέντρωση, εντοπίζεται επίσης η υψηλότερη δυναμική ως προς την καινοτομική ικανότητα, όπως αποτυπώνεται από το δείκτη ευρεσιτεχνιών (Autor et al, 2017).

μερίδιο της αγοράς, τόσο μειώνεται το συνολικό μερίδιο της εργασίας στο ΑΕΠ. Αντίστοιχα, η σχέση μεταξύ συγκεντροποίησης και πτώσης του μεριδίου εργασίας, φαίνεται σε ορισμένες περιπτώσεις να συσχετίζεται με αλλαγές στις εργασιακές πρακτικές καθώς και στη μεταφορά εργασιακών καθηκόντων –που προηγουμένως επιτελούνταν εντός επιχείρησης- στο εξωτερικό περιβάλλον των επιχειρήσεων (π.χ. υπεργολαβίες) (Weil, 2014). Αντίστοιχα, επιχειρήσεις με κυρίαρχη θέση σε μια σειρά από τομείς με υψηλό βαθμό συγκεντροποίησης διακρίνονται από υψηλότερα περιθώρια κέρδους (Grullon, Larkin & Michaely, 2018), ενώ όπως αναφέρθηκε, ιδιαίτερα σε τομείς υψηλής ψηφιακής έντασης, τα περιθώρια κέρδους (“mark-ups”) φαίνεται να χαρακτηρίζονται από διαχρονική αύξηση και διεύρυνση σε σχέση με άλλους κλάδους της οικονομίας (Calligaris, Criciuolo & Marloin, 2018). Οι παρατηρούμενες τάσεις, ιδιαίτερα στις χώρες που ηγούνται της νέας τεχνολογικής εποχής, εγείρουν εκ νέου σε διεθνές επίπεδο ζητήματα οικονομικής ρύθμισης, πολιτικών ρύθμισης του ανταγωνισμού και αντιμονοπωλιακών πολιτικών. Εντούτοις, με τους σημερινούς τεχνολογικούς όρους, οι νέες πολιτικές οικονομικής ρύθμισης καλούνται να διευρύνουν και εμπλουτίσουν τον ορίζοντα εργαλείων οικονομικής ρύθμισης λόγω των νέων διαστάσεων που προκύπτουν και χρήζουν αποτελεσματικής διαχείρισης, ιδιαίτερα σε ορισμένες περιπτώσεις που αφορούν στον τομέα της «ψηφιακής οικονομίας». Οι νέες διαστάσεις, αφορούν στην αξιοποίηση και τη διαχείριση των δεδομένων (data) και την αξιοποίηση τους ως προς την ανάπτυξη πιο εξελιγμένων πληροφοριακών μηχανών, λογισμικού και αλγορίθμων και συνεπακόλουθα τη διατήρηση υψηλών εμποδίων εισόδου και την πιθανή εμφάνιση δυνητικά

«δεσπόζουσας θέσης», τόσο σε επίπεδο εμπρόσθιων συναλλαγών (πελάτες) όσο και σε επίπεδο προμηθευτικών αλυσίδων (The Economist, 2019γ· 2017α· 2017β· Tepper & Hearn, 2018).

Είναι σαφές ότι η μετάβαση προς τη «νέα εποχή» δεν θα συντελεστεί υπό τους ίδιους όρους και δεν επιφυλάσσει τα ίδια αποτελέσματα για όλες τις οικονομίες. Είναι επίσης γεγονός ότι η τεχνολογική και παραγωγική υπεροχή των ανεπτυγμένων βιομηχανικών χωρών και ο αναδυόμενος ιδιότυπος διεθνοποιημένος «τεχνολογικός ανταγωνισμός» είναι πιθανόν να δημιουργήσει μια ακόμη πιο διευρυμένη απόσταση από τις λιγότερο ανεπτυγμένες και περιφερειακές οικονομίες. Για παράδειγμα, σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η προϊούσα τεχνολογική αλλαγή θα μπορούσε να αποτελέσει σε αυτή τη φάση, μια διεργασία ταχείας και ευρείας διεύρυνσης του τεχνολογικού και παραγωγικού χάσματος ανάμεσα σε τεχνολογικά προηγμένες οικονομίες, στις συμπληρωματικές παραγωγικές τους χώρες και περιφέρειες καθώς και τις «οικονομίες βαθιάς τεχνολογικής υστέρησης». Οι λιγότερο ανεπτυγμένες οικονομίες, οι οποίες διαθέτουν και τη μεγαλύτερη ανάγκη οικονομικής και αναπτυξιακής προσαρμογής, αντιμετωπίζουν σήμερα παράλληλα το υψηλότερο επίπεδο εμποδίων ως προς την προσαρμογή τους στα νέα τεχνολογικά δεδομένα. Η προϊούσα τεχνολογική συσσώρευση είναι αρκετά πιθανό να διευρύνει το «τεχνολογικό χάσμα» μεταξύ προηγμένων και λιγότερο ανεπτυγμένων χωρών, να αυξήσει το «κόστος εισόδου» -και συνεπώς, το κόστος γεφύρωσης του- και επομένως, να εντατικοποιήσει τα φαινόμενα «τεχνολογικής εξάρτησης» μεταξύ «οικονομιών αιχμής» και «οικονομιών υστέρησης»⁵⁵. Υπό το φως των επικείμενων αλλαγών, ο ρόλος του μείγματος κρατικών πολιτικών αναδεικνύεται σε

55 Για παράδειγμα, η επιβράδυνση των ρυθμών ανάπτυξης και ασθενική αναπτυξιακή δυναμική αρκετών οικονομιών της Ν. Ευρώπης αυξάνει την απόσταση μεταξύ των τελευταίων και του ευρωπαϊκού πυρήνα (Λαμπριανίδης, 2019).

κρίσιμη παράμετρο διαμόρφωσης ενός περιβάλλοντος που θα μετριάσει τις αθέμιτες συνέπειες της τεχνολογικής και παραγωγικής μετάβασης εντός εθνικών πλαισίων και μεταξύ διαφορετικών οικονομιών. Όπως αναφέρθηκε, η κρίσιμη προϋπόθεση αναπτυξιακής σύγκλισης δεν αφορά μόνο στην εκπόνηση μιας συνολικής εθνικής στρατηγικής αλλά περιλαμβάνει τους υλικούς όρους εκπλήρωσης των προδιαγραφών που σχετίζονται με τον περιορισμό του «κόστους εισόδου», την τεχνική ικανότητα και την υλική δυνατότητα γεφύρωσης του διευρυνόμενου τεχνολογικού χάσματος μέσα από την ανάπτυξη στοχευμένων προγραμμάτων (mission-oriented) αναπτυξιακής ώθησης μακροπρόθεσμου ορίζοντα σε κρίσιμες περιοχές με πολλαπλάσιαστικές δυναμικές σε επίπεδο οικονομικού και κοινωνικού αποτελέσματος (Mazzucato & MacFarlane, 2019).

Επιπλέον, η επικυριαρχία της ερμηνευτικής τάσης του «τεχνολογικού ντετερμινισμού» που καθίσταται κυρίαρχη σε περιόδους σύμπτυξης τεχνολογικών εξελίξεων και εντατικοποίησης της αξιοποίησης νέων κρίσιμων τεχνολογικών συντελεστών στα παραγωγικά συστήματα τείνει να «απλοποιεί» τη συζήτηση περί των προϋποθέσεων διευρυμένης αναπτυξιακής προσαρμογής των λιγότερο ανεπτυγμένων οικονομιών στη βάση μιας γραμμικά αναλογικής συσχέτισης μεταξύ τεχνολογικής προόδου και κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης. Σε αυτό το επίπεδο και δεδομένου ότι η τεχνολογική αλλαγή συν-επιδρά με πλήθος οικονομικών και κοινωνικών μεταβολών, ο σχεδιασμός πολιτικών αναπτυξιακής μετάβασης και ολοκληρωμένης κοινωνικο-οικονομικής προσαρμογής, δεν πρέπει να παραγνωρίζει διαστάσεις, προκλήσεις και απειλές που σχετίζονται με δραματικές αλλαγές σε όλα τα υπόλοιπα κοινωνικο-οικονομικά επίπεδα. Η απόσταση που πρέπει να διανυθεί από τις λιγότερο ανεπτυγμένες οικονομίες είναι ολοένα και μεγαλύτερη. Αυτό

που μας διδάσκει η τεχνολογική και οικονομική ιστορία αλλά και η τρέχουσα εμπειρία των ισχυρών, τεχνολογικά, οικονομικών είναι ότι ο μετριασμός (μερικώς έστω) του «τεχνολογικού χάσματος» προϋποθέτει μαζικές επενδύσεις σε υλικό και άυλο κεφάλαιο –σε επίπεδο οικονομίας– καθώς και ολιστικές πολιτικές και παρεμβάσεις σε μια σειρά παραμέτρων που περιλαμβάνουν την οικοδόμηση νέων κοινωνικών ικανοτήτων, την αναβάθμιση των ψηφιακών υποδομών, την αναδιοργάνωση των εθνικών συστημάτων καινοτομίας και τεχνολογίας, την ταυτόχρονη υποβοήθηση της τεχνολογικής ανάπτυξης αλλά και τη διάχυση της στα παραγωγικά συστήματα, το σχεδιασμό νέων επιχειρηματικών οικοσυστημάτων μεταξύ παραγωγικών τομέων καθώς και το σχεδιασμό σύγχρονων πολιτικών δεξιοτήτων. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση των απαιτούμενων πολιτικών συνδέεται άρρηκτα, μεταξύ άλλων, με το επικρατούν μείγμα μακρο-οικονομικών πολιτικών δεδομένου ότι μεγάλο μέρος των απαιτούμενων παρεμβάσεων θα προέλθει από εκτεταμένες πολιτικές δημοσίων επενδύσεων που ιστορικά δημιουργούν τις προϋποτιθέμενες συνθήκες απομείωσης του κινδύνου, διαμόρφωσης των κρίσιμων υποδομών και δημιουργίας των απαιτούμενων συμπληρωματικών συντελεστών τεχνολογικής συσσώρευσης (Mazzucato, 2013· Mazzucato & Penna, 2015).

Στο πλαίσιο αυτό, μεγάλο μέρος της σχετικής διεθνούς συζήτησης αφορά, ανάμεσα σε άλλα, την ανάγκη εμπλουτισμού των δομικών λίθων διαμόρφωσης των πολιτικών καινοτομίας και οικονομικής μεγέθυνσης. Έως σήμερα τα βασικά μείγματα πολιτικής βασίζονται, λιγότερο ή περισσότερο, στην ανάγκη διόρθωσης των «αστοχιών της αγοράς» (π.χ. κίνητρα ως προς την ανάπτυξη δραστηριοτήτων Έρευνας και Ανάπτυξης) και τη «συστημική αποτυχία», η οποία εδράζεται στην ιδέα ότι τα κενά και οι δυσαρμονίες ενός συστήματος καινοτομίας (π.χ. έρευνας

και βιομηχανίας) αποτελούν σημαντικά εμπόδια που οι πολιτικές καινοτομίας καλούνται να αντιμετωπίσουν (Fagerberg, 2005). Ωστόσο, η νέα οικονομική πραγματικότητα φαίνεται να τροφοδοτεί την ανάγκη σχεδιασμού περισσότερο ολιστικών προσεγγίσεων (Borras & Edquist, 2019) ως προς την αντιμετώπιση των αναδυόμενων προκλήσεων που να συνδέουν τις τεχνολογικές πολιτικές και τις πολιτικές καινοτομίας με τις πολιτικές δεξιότητων, τις πολιτικές απασχόλησης και τις πολιτικές οικονομικής ρύθμισης (πολιτικές ανταγωνισμού και αντιμονοπωλιακές ρυθμίσεις).

Ειδικότερα, σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι ο ρόλος ενός «αναπτυξιακού κράτους» αναδεικνύεται ιστορικά κρίσιμος σε όλο το πλέγμα των κρατικών πολιτικών, τόσο ως προς τη διαμόρφωση των προϋποθέσεων παραγωγικής αξιοποίησης των γνώσεων μέσα από τη δημιουργία λειτουργικών συστημάτων καινοτομίας με εγκάρσια μέτρα πολιτικής (π.χ. βιομηχανικές πολιτικές, πολιτικές δημοσίων επενδύσεων, φορολογικές πολιτικές, πολιτικές έρευνας και τεχνολογίας, πολιτικές εκπαίδευσης και κατάρτισης) όσο και ως προς τη διαχείριση της ροής των αντιθέσεων των διαδικασιών συσσώρευσης (π.χ. πολιτικές ρύθμισης ανταγωνισμού). Η οικονομική και τεχνολογική ιστορία οικονομιών που αξιοποίησαν κύματα τεχνολογικής αλλαγής στο πλαίσιο διαδικασιών αναπτυξιακής σύγκλισης (π.χ. Σιγκαπούρη, Ν. Κορέα) καθώς και η εξέταση των ήδη εφαρμοζόμενων πολιτικών ψηφιακού και βιομηχανικού μετασχηματισμού μας τροφοδοτούν με συγκεκριμένες διαπιστώσεις ως προς τη σημασία των συμπληρωματικών προϋποθέσεων αναπτυξιακής σύγκλισης (Rodrik, 2007· 2013). Υπό αυτό το πρίσμα, οι τρέχουσες αλλαγές στα διεθνή οικονομικά και τεχνολογικά δεδομένα αναδεικνύουν όψεις της κρατικής λειτουργίας σε μια σειρά από κλασικά και νέα πεδία παρέμβασης που συνδέονται πλέον, μεταξύ άλλων, με την παραγωγική αλλά και ασφαλή αξιοποίηση των

δεδομένων (data access policies for innovation), τη διαμόρφωση υποδομών συνεργατικής τεχνολογικής ανάπτυξης και καινοτομίας (π.χ. ψηφιακοί κόμβοι καινοτομίας) (Rissola & Sörvik, 2018), την υλοποίηση μέτρων τεχνολογικής διάχυσης για την αντιμετώπιση σημαντικών κοινωνικο-οικονομικών προκλήσεων (multi-purpose digital technologies) και την επιτάχυνση των διαδικασιών υιοθέτησης νέων τεχνολογιών σε επίπεδο μικρομεσαίων επιχειρήσεων, το σχεδιασμό προσαρμοσμένων και συνδυαστικών εργαλείων χρηματοδότησης, την ενθάρρυνση νέων εργαλείων και μορφών συνεργασίας (digital industrial platforms) (European Commission, 2018γ) αλλά και συνεργατικών σχημάτων και οικοσυστημάτων «ανοικτής καινοτομίας» (π.χ. συστάδες επιχειρήσεων και δίκτυα καινοτομίας) καθώς και την ανάπτυξη κατάλληλων και στοχευμένων πολιτικών εκπαίδευσης και κατάρτισης (OECD, 2018).

Σήμερα φαίνεται ότι οι συνθήκες που διαμορφώνουν τους θεμέλιους λίθους της «ανταγωνιστικότητας» στις σύγχρονες οικονομίες διαστηρούν ως καθοριστικό κινητήριο παράγοντα τη διαμόρφωση ολοκληρωμένων συστημάτων διακυβέρνησης τεχνολογίας και καινοτομίας και την προώθηση συνεκτικών αλυσίδων παραγωγής, κυκλοφορίας και αξιοποίησης καινοτομιών. Το συστημικό στοιχείο –πέρα από το συνολικό απόθεμα τεχνολογικής συσσώρευσης καθεαυτό– στην ανάπτυξη μιας «αλυσίδας καινοτομίας» (παραγωγή, διάχυση, εφαρμογή, αξιοποίηση) είναι αυτό που σήμερα διαφοροποιεί τα νέα πρότυπα πολιτικών τεχνολογίας και καινοτομίας και διασυνδέει τις τελευταίες, σε αρκετές προηγμένες οικονομίες, με τις πολιτικές βιομηχανικής ανάπτυξης, τις πολιτικές αξιοποίησης της αγοραστικής δύναμης του κράτους, τις πολιτικές εκπαίδευσης και τις ευρύτερες αναπτυξιακές πολιτικές (Borras & Edquist, 2019). Συμπληρωματικά ως προς αυτές τις διαστάσεις εντούτοις, ο ρόλος ενός «αναπτυξιακού κράτους» αφορά και

στη διαμόρφωση μηχανισμών διαχείρισης της «αβεβαιότητας» (και «κοινωνικοποίησης» του κόστους), ιδιαίτερα στις κρίσιμες φάσεις πρώιμης ανάπτυξης και ωρίμανσης νέων τεχνολογικών συντελεστών, συστάδων ή συστημάτων. Ο ρόλος ενός «αναπτυξιακού κράτους» είναι ιστορικά καθοριστικός, αν και συχνά αφανής, στη διαμόρφωση κατάλληλων πολιτικών τεχνολογικής ωρίμανσης και έπειτα, τεχνολογικής διάχυσης, αναπτυξιακής προσαρμογής και αναβάθμισης της οικονομικής συνθετότητας των τεχνοπαγωγικών συστημάτων. Όπως αναφέρει η Carlota Perez, το κράτος είναι αυτό που αναλαμβάνει τους «κινδύνους» σε στρατηγικούς τομείς της γνωσιολογικής μετεξέλιξης (Mazzucato, 2013). Κατά συνέπεια, ο βαθμός επιτυχούς συναρμογής -ιδιαίτερα των λιγότερο ανεπτυγμένων οικονομικών- με τις διεθνείς εξελίξεις, σε επίπεδο τεχνολογικής και αναπτυξιακής προσαρμογής και αναβάθμισης των επιμέρους παραγωγικών υποδειγμάτων συναρτάται με την ανάδυση μιας νέας «ορθολογικότητας» της κρατικής παρέμβασης και τη διαμόρφωση των θεσμικών προϋποθέσεων συγκρότησης αναπτυξιακών λειτουργιών και αναπτυξιακών πολιτικών που θα δημιουργήσουν τους όρους συμμετοχής μιας οικονομίας σε παραγωγικές δραστηριότητες υψηλής προστιθέμενης αξίας.

Πρέπει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι το πεδίο ανάπτυξης της τεχνολογικής αλλαγής αναδεικνύει, μεταξύ άλλων, τη σχέση ανάμεσα στις σχετικές βιομηχανικές πολιτικές, τις τεχνολογικές πολιτικές και τις πολιτικές καινοτομίας καθώς και τις αναπτυξιακές πολιτικές από τη μια πλευρά και από την άλλη, τις πολιτικές οικονομικής ρύθμισης και τις πολιτικές ανταγωνισμού. Στις σύγχρονες οικονομίες, η κρατική παρέμβαση καλείται ιστορικά να ισορροπήσει ανάμεσα σε

επιλογές υποστήριξης αναδύομενων και δυναμικών τεχνολογικών και παραγωγικών κλάδων και τομέων ("picking the winners") αλλά ταυτόχρονα να διαμορφώσει ένα πλαίσιο ρύθμισης των οικονομικών δραστηριοτήτων βάσει κριτηρίων που σχετίζονται με την εύρυθμη λειτουργία των αγορών όταν εμφανίζονται τάσεις συγκεντροποίησης και ζητήματα στρέβλωσης ανταγωνισμού που πιθανόν επιδρούν αρνητικά σε συγκεκριμένους δείκτες παρακολούθησης και ρύθμισης του ανταγωνισμού στις αντίστοιχες αγορές (π.χ. επίπεδα τιμών και όφελος του καταναλωτή). Η παραπάνω συσχέτιση κρατικών πολιτικών καθίσταται ακόμη πιο σύνθετη σε ένα διεθνοποιημένο οικονομικό περιβάλλον. Η τεχνολογική πρόοδος της εποχής μας συν-εξελίσσεται παράλληλα με την ανάπτυξη διεθνοποιημένων οικονομικών και παραγωγικών σχέσεων που εξελίσσονται με υψηλό βαθμό πολυπλοκότητας. Το γεγονός αυτό καθιστά την κρατική παρέμβαση μια περισσότερο σύνθετη διαδικασία επηρεάζοντας σύστοιχα το περιεχόμενο των σχετικών περιεχομένων πολιτικής. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο για παράδειγμα, μέρος των ζητημάτων που η πολιτική ανταγωνισμού καλείται πλέον, μεταξύ άλλων, να αντιμετωπίσει αφορά στα όρια μεταξύ του οφέλους των καταναλωτών, της στρέβλωσης του ανταγωνισμού και των ισχυρών τάσεων και δυναμικών ενίσχυσης μεγάλων επιχειρήσεων διεθνούς κλίμακας υπό τη λογική αντιμετώπισης του ανταγωνισμού από αντίστοιχες επιχειρήσεις εκτός Ε.Ε., τόσο στο πλαίσιο της αγοράς της Ε.Ε. όσο και σε συνάρτηση του έντονου ανταγωνισμού από αναδύομενες αγορές (π.χ. Ασία). Για παράδειγμα, λίγες μέρες μετά την απόφαση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής⁵⁶ (06 Φεβρουαρίου 2019) να μην επιτρέψει την εξαγορά της Alstom (εξοπλισμός μεταφορικού έργου και υπηρεσίες) από τη

56 http://europa.eu/rapid/press-release_STATEMENT-19-889_en.htm

Siemens, δημοσιεύεται το Γαλλο-Γερμανικό Μανιφέστο για μια Ευρωπαϊκή Βιομηχανική Πολιτική στον 21ο αιώνα (Manifesto for a European Industrial Policy fit for the 21st Century⁵⁷), το οποίο περιγράφει τη σημασία της ψηφιοποίησης της βιομηχανίας μέσα από σχετικά εργαλεία που βρίσκονται υπό σχεδιασμό και υλοποίηση (π.χ. IPCEI) και επί τη βάση αυτή, κυρίως προωθεί την ανάγκη προσαρμογής των ευρωπαϊκών κανόνων ως προς την κατεύθυνση δημιουργίας «ευρωπαϊκών πρωταθλητών», οι οποίοι θα μπορούν να ανταποκριθούν στις νέες συνθήκες της παγκόσμιας αγοράς. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στη συγκεκριμένη υπόθεση εντοπίζονται, προς το παρόν, σημαντικά ζητήματα προς διερεύνηση καθώς εκτιμάται ότι οι συγχωνεύσεις –η ανακοίνωση της Επιτροπής αφορά και στην αντίστοιχη περίπτωση εξαγοράς της Augubis από την Wieland- θα οδηγήσουν σε υψηλότερες τιμές, λιγότερες επιλογές και χαμηλότερα επίπεδα καινοτομίας, ενώ δεν τεκμηριώθηκαν κατάλληλες λύσεις για την επίλυση των ζητημάτων ανταγωνισμού. Σύμφωνα με το σκεπτικό της Επιτροπής -το οποίο βασίζεται σε μια λεπτομερή τεχνο-οικονομική εκτίμηση συνυπολογίζοντας παραμέτρους που αφορούν στα συμφέροντα των κρατών μελών και των πολιτών τους- στόχος είναι ο έλεγχος των συγκεντρώσεων στην Ε.Ε. και η αποτροπή δημιουργίας ολιγοπωλίων ή κυρίαρχων θέσεων (dominant players) σε συγκεκριμένες αγορές που βλάπτουν τον ανταγωνισμό και τους επιχειρηματικούς πελάτες ή τους καταναλωτές. Από την άλλη πλευρά, στους τρεις πυλώνες του κειμένου του Μανιφέστου, η ψηφιοποίηση και ο ψηφιακός μετασχηματισμός της βιομηχανίας συνδέονται ρητά με την ανάγκη προσαρμογής του ευρωπαϊκού θεσμικού πλαισίου στα θέματα ανταγωνισμού (π.χ. ενισχυμένες

αρμοδιότητες του Συμβουλίου έναντι της Επιτροπής, κρατικές ενισχύσεις, συγχωνεύσεις και εξαγορές), το οποίο θα μπορεί να επιτρέψει στις πολύ μεγάλες ευρωπαϊκές επιχειρήσεις να ανταγωνίζονται σε διεθνές επίπεδο με επιχειρήσεις εκτός Ε.Ε., οι οποίες ενίοτε υποστηρίζονται και ενισχύονται, υπό διαφορετικούς όρους, από τις εκάστοτε κυβερνήσεις (π.χ. μέσω κρατικών ενισχύσεων). Όπως φαίνεται, το πλαίσιο ανταγωνισμού που θα διαμορφωθεί τα επόμενα χρόνια στην Ευρώπη θα πρέπει να ισορροπήσει, μεταξύ άλλων, ανάμεσα σε αντίρροπες ή αντιθετικές στοχεύσεις και επιδιώξεις, οι οποίες αφενός περιλαμβάνουν τη μη στρέβλωση του ανταγωνισμού και την αποτροπή δημιουργίας ολιγοπωλίων ή κυρίαρχων θέσεων σε επίπεδο ευρωπαϊκής αγοράς, αφετέρου, καλείται να συνυπολογίσει τις έντονες πλέον τάσεις και επιδιώξεις ανάδειξης βιομηχανικών επιχειρήσεων με ισχυρή και ανταγωνιστική τεχνολογική και επιχειρηματική δραστηριότητα διεθνούς κλίμακας, ιδιαίτερα όσον αφορά σε συγκεκριμένες χώρες της Ε.Ε. που διαθέτουν τις σχετικές προϋποθέσεις και κινητοποιούν τη συζήτηση για τη νέα βιομηχανική πολιτική στην Ευρώπη. Είναι προφανές ότι η συγκεκριμένη διάσταση αφορά σε διαφορετικό βαθμό και υπό διαφοροποιημένο πρίσμα διαφορετικές χώρες εντός της Ε.Ε., ενώ συναρτάται των παραγωγικών δομών της παραγωγικής κλίμακας και των παραγωγικών δυναμικών των επιμέρους οικονομιών, των τεχνολογικών τους ικανοτήτων, της θέσης τους στις διεθνείς αλυσίδες αξίας, της παραγωγικής και τεχνολογικής δυναμότητας πρόσβασης τους σε νέες αναδυόμενες αγορές, καθώς και της ορθολογικότητας, του περιεχομένου και του βαθμού αυτοτέλειας των ασκούμενων μακρο-οικονομικών πολιτικών. Επιπλέον, είναι πιθανόν η δημιουργία και ανάπτυξη

57 <https://www.gouvernement.fr/en/a-franco-german-manifesto-for-a-european-industrial-policy-fit-for-the-21st-century>

νέων μεγαλύτερων παραγωγικών σχημάτων σε επίπεδο Ε.Ε., αφενός να εντείνουν τις ανταγωνιστικές παραγωγικές και εμπορικές πιέσεις εντός των ορίων της ενιαίας αγοράς, προκαλώντας περαιτέρω τάσεις συγκεντροποίησης – όπως άλλωστε ιστορικά φαίνεται να παρατηρείται σε αυτή τη φάση ανάπτυξης νέων τεχνο-οικονομικών παραδειγμάτων. Σε αυτή την περίπτωση, η ενιαία εσωτερική αγορά ίσως να λειτουργούσε ως ένα πρωταρχικό επίπεδο συσσώρευσης προς μια νέα μορφή και κλίμακα διεθνοποίησης -προς αναδυόμενες γεωγραφικές και θεματικές αγορές- ισχυρών βιομηχανικών οικονομιών και επιχειρήσεων μεγάλης κλίμακας. Εναλλακτικά, η «τεχνολογική επανάσταση» της εποχής μας δύναται να αποτελέσει έναυσμα προς μια ενιαία ευρωπαϊκή τεχνολογική και βιομηχανική πολιτική καθώς και πολιτική ανταγωνισμού ως προς την προώθηση μιας ισόρροπης γεωγραφικά βιομηχανικής ανάπτυξης στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης δημιουργώντας τις αναγκαίες αναπτυξιακές προϋποθέσεις στις λιγότερο ανεπτυγμένες οικονομίες, σε επίπεδο χρηματοδοτικών, επενδυτικών και θεσμικών συνθηκών (Lianos, 2019).

Ως προς τις επιπτώσεις στη δομή απασχόλησης, φαίνεται να αναδεικνύεται έντονα η διάσταση μεταβολής του υφιστάμενου καταμερισμού και οργάνωσης της εργασίας λόγω των επικείμενων αλλαγών στα επιχειρηματικά πρότυπα οργάνωσης. Το γεγονός αυτό αναμένεται να δημιουργήσει περιεχόμενα, διαδικασίες και συστήματα εργασίας, δημιουργώντας νέες ανάγκες αναβάθμισης των δεξιοτήτων του ανθρώπινου δυναμικού και νέες ανάγκες ως προς το σχεδιασμό σύγχρονων εργαλείων και συστημάτων μάθησης. Οι τεχνολογικές αλλαγές μεταβάλλουν ραγδαία τόσο την παραγωγική και οικονομική όσο και την κοινωνική δραστηριότητα, δεδομένου ότι οι συγκεκριμένες αλλαγές και προσαρμογές (π.χ. ανάγκη για την απόκτηση νέων δεξιοτήτων) συμπίπτουν με μια αξιολογική

ρευσιτότητα στη δομή απασχόλησης. Η ταχύτητα της εκθετικά αναπτυσσόμενης συλλογικής γνώσης στις σύγχρονες οικονομίες επιδρά σύστοιχα στον ρυθμό των τεχνολογικών αλλαγών, τα αναγκαία περιεχόμενα μάθησης καθώς και τις υφιστάμενες επαγγελματικές οριοθετήσεις προκαλώντας «ρευστοποίηση» των υφιστάμενων ορίων μεταξύ επαγγελμάτων και υβριδοποίηση επαγγελματικών κατηγοριών. Οι άλλοτε ρητές ή συχνά υποκείμενες αυτές δυναμικές, μεταβάλλουν σε μεγάλο βαθμό τα περιεχόμενα των γνώσεων προκαλώντας μια «υβριδοποίηση των δεξιοτήτων» (UKCES, 2014), διαστέλλουν τα όρια ανάμεσα σε τεχνολογικές, τεχνικές και θεωρητικές γνώσεις και δη στις δι-επιφάνειες επιστημονικών αντικειμένων και παραγωγικών κλάδων. Παράλληλα, η απώλεια θέσεων εργασίας αναμένεται να συνδυαστεί τόσο με σημαντικές αλλαγές στα περιεχόμενα των υφιστάμενων επαγγελμάτων (δημιουργώντας νέες μορφές από-ειδίκευσης) όσο και με την ανάπτυξη αμιγώς νέων επαγγελματικών κατηγοριών. Σε αυτό το πλαίσιο, όσο η τεχνολογία θα μεταμορφώνει το πεδίο των απαιτούμενων δεξιοτήτων και τη φύση των επαγγελμάτων, το βασικό ερώτημα είναι πρωτίστως κοινωνικό και αφορά στους βέλτιστους τρόπους σύνδεσης του ανθρώπινου δυναμικού με τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις και απαιτήσεις. Οι αλλαγές αυτές ωστόσο συνδέονται και με τις παραπάνω επισημάνσεις σχετικά με τους νέους καταμερισμούς εργασίας, τις παραγωγικές εξειδικεύσεις και τις αναδυόμενες οικονομικές γεωγραφίες που θα προκύψουν μέσω της ανάδειξης επικυρίαρχων τεχνολογιών, τομέων, περιφερειακών οικονομιών-συστάδων και βιομηχανικών κρατών. Επιπλέον, τα φαινόμενα από-ειδίκευσης και τεχνολογικής ανεργίας καθώς και οι πολύ-επίπεδες αρνητικές επιπτώσεις από την εισαγωγή νέων τεχνολογιών συναρτώνται μιας σειράς παραγόντων όπως η εκάστοτε εγχώρια παραγωγική διάρθρωση και τεχνολογική ικανότητα, ο

βαθμός εισαγωγής νέων τεχνολογιών, η διάθροιση της αγοράς εργασίας καθώς και οι σχετικές πολιτικές δεξιοτήτων και απασχόλησης. Σε κάθε περίπτωση ωστόσο φαίνεται ότι οι επιδράσεις από την τεχνολογική αλλαγή δεν αφορούν μόνο στην απώλεια θέσεων εργασίας ή την εξαφάνιση επαγγελματιών αλλά και στις αλλαγές που θα προκληθούν στα εσωτερικά περιεχόμενα και τη διάρθρωση των υφιστάμενων επαγγελματιών.

Το τρέχον τεχνολογικό κύμα αφορά σε διαφορετικό βαθμό και με διαφορετικό τρόπο, διαφορετικές χώρες, περιφέρειες, επιχειρήσεις και άτομα. Η τεχνολογική αλλαγή μπορεί δυνητικά να αποτελέσει, μεταξύ άλλων, ιστορικά μια δυναμική πηγή τεχνολογικής προόδου, οικονομικής μεγέθυνσης και κοινωνικο-οικονομικής σύγκλισης μεταξύ οικονομιών αλλά και ταυτόχρονα, παράγοντα σημαντικής ανισορροπίας και ανισότητας στα οικονομικά συστήματα, με προεκτάσεις που αφορούν στο σύνολο της οικονομικής και κοινωνικής λειτουργίας και συνοχής. Είναι γεγονός ότι ένα ευρύ σύνολο επαγγελματιών, επιχειρήσεων και κλάδων παραμένουν εκτός της νέας τεχνολογικής πραγματικότητας περισσότερο ως αποτέλεσμα, μεταξύ άλλων, των «υψηλών εμποδίων εισόδου» που προϋποθέτει ένα ευρύ φάσμα επενδυτικού ορίζοντα και επιχειρηματικής κλίμακας ως προς την τεχνολογική προσαρμογή στα νέα δεδομένα. Επιπροσθέτως, η εξέλιξη των επόμενων φάσεων μεταβολής των «τεχνο-οικονομικών παραδειγμάτων», σε όποια μορφή αυτή η μεταβολή λάβει σε εθνικό και υπερ-εθνικό επίπεδο, επιφυλάσσει νέες μορφές επιδράσεων, επιπτώσεων και μεταβολών καθώς και νέες μορφές κοινωνικο-οικονομικών «ρηγμάτων» και ανισοτήτων σε επίπεδο ατόμων, επιχειρήσεων και διαφορετικών οικονομιών. Σε αυτό το πλαίσιο, η ανάδυση νέων βιομηχανικών χώρων, αναδυόμενων τεχνολογικών περιοχών και επιχειρηματικών πεδίων αποτελούν σημαντικές και επιταχυνόμενες προκλήσεις για τις οικονομίες,

τις επιχειρήσεις και τα άτομα στα επόμενα χρόνια. Συνεπώς, η κατανόηση και η πρόγνωση των αναμενομένων τεχνολογικών και παραγωγικών αλλαγών αποτελεί μόνο ένα μέρος της επιστημονικής διαδικασίας διερεύνησης των παραπάνω κοινωνικο-οικονομικών φαινομένων που θα πρέπει να συμπληρωθεί από την υλοποίηση κατάλληλων και τεκμηριωμένων κρατικών πολιτικών, οι οποίες θα προετοιμάσουν θα υποβοηθήσουν και θα επιταχύνουν το φαινόμενο της τεχνολογικής διάχυσης σε επίπεδο οικονομίας, παραγωγής και εργασίας αφενός, αφετέρου θα διευκολύνουν την πρόσβαση του ανθρώπινου δυναμικού στην τεχνολογική αλλαγή μέσα από σύγχρονα συστήματα γνώσης, εκπαίδευσης και κατάρτισης. Οι νέες μορφές κρατικών πολιτικών που θα συνοδεύσουν την ιστορική πορεία της τρέχουσας τεχνολογικής αλλαγής -στο εκάστοτε εθνικό ή υπερ-εθνικό περιβάλλον- καλούνται να συμβάλουν στην εκπλήρωση της βαθύτερης σημασίας της έρευνας, της επιστήμης και της τεχνολογίας ως προς τον κοινωνικό ρόλο τους στη δυνατότητα βελτίωσης της οικονομικής και κοινωνικής ευημερίας και στην ενεργοποίηση μιας δυναμικής μετασχηματισμού των κοινωνικών δυνατοτήτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση

- Γράβαρης, Δ (1997) *Κρίση του κοινωνικού κράτους και νεωτερικότητα*, Αθήνα: Ίδρυμα Σάκη Καράγιωργα.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2017) [Επενδύοντας στην έξυπνη, καινοτόμο και βιώσιμη βιομηχανία - Μια ανανεωμένη στρατηγική για τη βιομηχανική πολιτική της ΕΕ](#), Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή, την Επιτροπή των Περιφερειών και την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων - έγγρ. 12202/17 + ADD 1.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή - European Political Strategy Centre (2016) [Το Μέλλον της Εργασίας. Δεξιότητες και Ανθεκτικότητα για ένα Κόσμο που Αλλάζει](#) (The future of work. Skills and resilience for a world of change), EPSC Strategic Notes, No. 13, 10 June, μτφ. Π. Λιντζέρης - Δ. Βαλάση, Αθήνα: ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ, Δεκέμβριος, σσ. 24.
- Λαμπριανίδης Λ. (2019) [Πρωθώντας την ενεργή συμμετοχή της Ελλάδας στην 4η Βιομηχανική Επανάσταση](#), ΕΝΑ – Ινστιτούτο Εναλλακτικών Πολιτικών.
- Λιντζέρης, Π. (2018) [Επισημάνσεις και σχόλια με αφορμή τη μελέτη του βιβλίου του Nick Srnicek Καπιταλισμός της ψηφιακής πλατφόρμας](#), Ερευνητικά Κείμενα ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ, No. 4/2018.
- Σμυρναίος, Ν. (2018) *Το Ολιγοπώλιο του Διαδικτύου*, Αθήνα: Μεταμεσονύκτιες Εκδόσεις.
- Φωτάκης, Κ. & Σελίμης, Σ. (2018) [Η Ελλάδα μπροστά στην 4η Βιομηχανική Επανάσταση](#), Ινστιτούτο Εναλλακτικών Πολιτικών (ΕΝΑ).
- Φουντάς, Σ. & Γέμτος, Θ. (2015) [Γεωργία Ακριβείας](#), Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.

Ξενόγλωσση

- Acatech (2013) [Recommendations for Implementing Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0](#), Final report of the Industrie 4.0 Working Group. Securing the future of German manufacturing industry.
- Accenture (2016) [Platform Economy: Technology-driven business model innovation from the outside in](#), Technology Vision 2016.
- Acemoglu, D. & Autor, D. (2011) *Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings*, Handbook of Labor Economics 4, pp. 1043-1171.
- Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2019) *Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor*, Journal of Economic Perspectives, vol 33(2), pp. 3-30.
- Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2018a) [The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares, and Employment](#), American Economic Review, vol 108(6), pp. 1488-1542.

Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2018B) [*Artificial Intelligence, Automation and Work*](#), NBER Working Paper No. 24196

Andrews, D., C. Criscuolo and P. Gal (2016) [*The best vs the rest: the global productivity slowdown, divergence across firms and the role of public policy*](#), OECD Productivity Working Papers, 5/2016, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/63629cc9-en>

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

Arthur, B. (1996) [*Increasing returns and the new world of business*](#), Harvard Business Review, July-August.

Atkinson, R. et al. (2012) [*Worse than the Great Depression: What the experts are missing about US manufacturing decline*](#), Information Technology and Innovation Foundation, Washington, DC.

Autor, D., (2019) [*Work of the Past, Work of the Future*](#), Richard T. Ely Lecture, American Economic Association: Papers and Proceeding forthcoming, May.

Autor, D., Dorn, D., Katz, L., Patterson, C. & Reenen, J.V, (2017) [*The Fall of the Labor Share and the Rise of Superstar Firms*](#), CEP Discussion Papers dp1482, Centre for Economic Performance, LSE.

Autor, D., Dorn, D. & Hanson, G. (2016) [*The China Shock: Learning from labor market adjustment to large changes in trade*](#), NBER Working Paper No. 21906.

Autor, D. H. (2015) [*Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation*](#), The Journal of Economic Perspectives, Vol. 29, No. 3, pp. 3-30.

Autor, D. & Dorn, D. (2013) [*The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market*](#), American Economic Review 103(5), pp. 1553-97.

Autor, D. & Price, B. (2013) [*The Changing Task Composition of the U.S. Labor Market: An Update of Autor, Levy, and Murnane*](#), MIT Working Paper.

Autor, D., Katz, L. & Kearney, M. (2006) [*The Polarization of the U.S. Labor Market*](#), Working Paper 11986, Cambridge, Mass.: National Bureau of Economic Research.

Autor, D. H., F. Levy, et al. (2003) [*The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration*](#), The Quarterly Journal of Economics, 118(4): 1279-1333.

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, OECD Publishing, Paris.

Berttram, P. Schneider, J. and Münch, M. (2018) [*The Magic of Predicting Demand from Data*](#), Strategy + Business.

Bessen, J., Goos, M., Salomons, A., Van den Berge, W. (2019) [Automatic Reaction - What Happens to Workers at Firms that Automate?](#), Boston Univ. School of Law, Law and Economics Research Paper.

Bessen, J. E. (2017) [Information Technology and Industry Concentration](#), Law and Economics Research Papers, No 17-41, Boston University School of Law.

Bessen, J. (2015) *Learning by Doing: The Real Connection between Innovation, Wages and Wealth*, New Haven and London: Yale University Press.

Bonvillian, W. (2017) [The rise of advanced manufacturing institutes in the United States](#), in OECD (2017), *The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business*, OECD Publishing, Paris.

Borras, S. & Edquist, C. (2019) *Holistic Innovation Policy. Theoretical Foundations, Policy Problems, and Instrument Choices*, Oxford University Press.

Braverman, H. (1974) *Labor and Monopoly Capital: The Degradation of Work in the Twentieth Century*, New York: Monthly Review Press.

Brennan, L. et al. (2015) [Manufacturing in the world: Where next?](#), International Journal of Operations and Production Management, Vol. 35, No. 9, pp. 1253-1274.

Calligaris, S., Cricuolo, C. & Marlolin, L. (2018) [Mark-ups in the digital era](#), OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No 2018/10, OECD Publishing, Paris.

Cedefop (2019) [Artificial or human intelligence](#), Briefing note, June.

Cedefop (2017) [People, machines, robots and skills](#), Briefing note, July.

Cedefop (2016) [Rise of the machines: Technological skills obsolescence in the EU](#), #ESJsurvey Insights, No 8, Thessaloniki: Greece.

Collignon, H., Vincent, J., Broquist, M. & Kratzert, T. (2016) [The Internet of Things: A New Path to European Prosperity](#), A.T.Kearney.

Dauth, W., Findeisen, S., Sódekum, J., Wobner, N. (2017) [German robots: The impact of industrial robots on workers](#), IAB Discussion Paper No. 30 (Nuremberg, Institute for Employment Research).

Davenport, T. & D'Amico, D. (2018) *The AI Advantage: How to Put the Artificial Intelligence Revolution to Work*, Massachusetts: MIT Press.

Davenport, T. (2017) *Competing on Analytics: The New Science of Winning*, Harvard Business Review Press.

Davis, G. (2009) *Managed by the Markets: How Finance Re-Shaped America*, Oxford University Press.

Deichmann, U., Aparajita G. & Deepak M. (2016) [Will Digital Technologies Transform Agriculture in Developing Countries?](#) Policy Research Working Paper 7669, World Bank, May.

do Amaral, J.F., Dias, J. & Lopes, J.C., (2007) *Complexity as interdependence in input–output systems*, Environ. Plan. A 39, pp. 1770–1782.

Dobbs, R., Manyika, J. & Woetzel, J. (2016) *No Ordinary Disruption: The Four Global Forces Breaking All the Trends*, New York: Public Affairs.

Dobbs, R. Remes, J., Manyika, J. Roxburgh, C., Smit, S. & Schaer, F. (2012) [*Urban world: Cities and the rise of the consuming class*](#), McKinsey Global Institute.

Dosi G. (1988) *The nature of innovative process*, in Dosi G., Freeman, C., Nelson, R. R., Silverberg, G., Soete, L. (Eds) *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter Publishers.

ECB (2019) [*Economic Bulletin*](#), No. 3, 25 April.

EIB (2018) [*Financing the digital transformation. Unlocking the value of photonics and microelectronics*](#), Brussels.

EIT (2019) [*Digital Transformation of European Industry*](#), Full Report, EIT Digital.

EPO (2017) [*Patents and the Fourth Industrial Revolution*](#) (4IR), Munich.

Eurofound (2019) [*The future of manufacturing in Europe*](#), Publications Office of the European Union, Luxembourg.

European Commission (2018a) [*Digital Transformation Scoreboard 2018. EU businesses go digital: opportunities, outcome and uptake*](#), Luxembourg: Publications Office of the European Union.

European Commission (2018b) [*EU budget: Commission proposes €9.2 billion investment in first ever digital programme*](#), Press release, 6 June.

European Commission (2018γ) [*Digitising European Industry: Progress so far, 2 years after the launch*](#), Luxembourg: Publications Office of the European Union.

European Commission (2017) [*Digital Transformation Monitor. Key lessons from national industry 4.0 policy initiatives in Europe*](#), European Commission.

European Commission (2015) [*KET's: Time to Act*](#), Final Report, High-level Expert Group on KET's, European Commission.

European Commission (2013) [*Factories of the Future: Multi-Annual Roadmap for the Contractual PPP under Horizon 2020*](#), European Commission, Directorate-General for Research and Innovation.

European Parliament (2016) [*Industry 4.0*](#), Study for the ITRE Committee - Industry, Research and Energy, DG for Internal Policy.

European Parliament (2014) [*Precision Agriculture: an opportunity for EU farmers – potential support with the CAP 2014-2020*](#), Joint Research Centre (JRC) of the European Commission.

European Technology Platform Photonics21 (2019) [Europe's age of light! How photonics will power growth and innovation](#), Strategic Roadmap, European Technology Platform Photonics21.

Evans, P. & Gawer, A. (2016) [The Rise of the Platform Enterprise. A Global Survey](#), The Emerging Platform Economy Series No. 1.

Fagerberg, J. (2005) *Innovation: a guide to the literature*, in Fagerberg, J., Mowery, D. & Nelson, R. (Eds.) *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press.

Federal Ministry of Labour and Social Affairs (2017) [Reimagining Work: Work 4.0](#), White Paper, Berlin.

Ford, M. (2015) *Rise of the Robots: Technology and the threat of a jobless future*, New York: Perseus Books Group.

Freeman, C. & Louca, F. (2001) *As time goes by: from the industrial revolutions to the information revolution*, Oxford University Press.

Freeman, C. & Perez, C. (1988) *Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour*, in Dosi, G. et al. eds. *Technical Change and Economic Theory*, London: Francis Pinter,

Frey, C.B. (2019) *The Technology Trap. Capital, Labor, and Power in the Age of Automation*, New Jersey & Oxfordshire: Princeton University Press.

Frey, C. and M. Osborne (2013) [The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?](#), Oxford Martin School Working Paper.

Friedrichs, S. (2017) [Tapping nanotechnology's potential to shape the next production revolution](#) in OECD, *The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business*, OECD Publishing, Paris.

Fuchs, C. (2018) [Industry 4.0: The Digital German Ideology](#), *triple* 16(1), pp. 280-289.

Gemtos, T.A., Fountas, S., Blackmore, S. and Greipentrog, H.W. (2002) *Precision farming experience in Europe and the Greek potential*, HAICTA Conference, Athens, June.

Gordon, R. (2012) [Is U.S. Economic Growth Over? Faltering Innovation Confronts the Six Headwinds](#), NBER Working Paper No. 18315.

Grullon, G., Larkin, Y. & Michaely, R. (2018) [Are U.S. Industries Becoming More Concentrated?](#), Forthcoming, *Review of Finance*.

ILO (2018) [The impact of technology on the quality and quantity of jobs](#), Prepared for the 2nd Meeting of the Global Commission on the Future of Work 15–17 February, Issue Brief 6.

Institute for Manufacturing (2016) [Digital Transformations, Institute for Manufacturing Review](#), Issue 6, Cambridge, UK.

Institute for Manufacturing (2014) [Digital Transformations, Institute for Manufacturing Review](#), Issue 2, Cambridge, UK.

Jenny, F. & Neven, D. (2019) *Competition policy in the aftermath of the Siemens/Alstom prohibition: An agenda for the new Commission*, in "Which competition and industrial policies for the new EU Commission after Siemens/Alstom?", On-Topic, Concurrences N° 2-2019.

Leonard, J. & Davison, L. (2019) [U.S. Said to Investigate French Plan for Tax on Tech Giants](#), Bloomberg, July 10.

Lianos, I. (2019) [The future of competition policy in Europe: Some reflections on the interaction between industrial policy and competition law](#), in "Which competition and industrial policies for the new EU Commission after Siemens/Alstom?", On-Topic, Concurrences N° 2-2019.

Lipsey, R., K. Carlaw and C. Bekar (2005) *Economic Transformations – General Purpose Technologies and Long-Term Economic Growth*, Oxford University Press.

Lodefalk, M. (2010) [Servicification of manufacturing – Evidence from Swedish firm and enterprise group level data](#), Working Papers No. 2010:3, Örebro University, School of Business.

López-Gómez, C., McFarlane, D., O'Sullivan, E. & Velu, C (2018) [A study for Innovate UK by Policy Links](#), Institute for Manufacturing (IfM), University of Cambridge, Interim Report.

López-Gómez, C., Leal-Ayala, D., Palladino, M. & O'Sullivan, E. (2017) [Emerging Trends in Global Advanced Manufacturing: Challenges, Opportunities and Policy Responses](#), United Nations Industrial Development Organization.

MacKenzie, D. & Wajcman, J. (1999) *Introductory essay: the social shaping of technology*, in MacKenzie, D. & Wajcman, J. (Eds.) *The social shaping of technology* (2nd Ed.), Open University Press, UK: Buckingham.

Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P. & Dewhurst, M. (2017) [A future that works: Automation, employment, and productivity](#), McKinsey Global Institute.

Marcolin, L., S. Miroudot and M. Squicciarini (2016) [Routine Jobs, Employment and Technological Innovation in Global Value Chains](#), OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2016/01, OECD Publishing.

Mazzucato, M. & MacFarlane (2019) [How to Build a Patient Investment Bank](#), Project Syndicate, March 28.

Mazzucato, M. & Penna, C. (2015) *Mission-Oriented Finance for Innovation: New Ideas For Investment-Led Growth*, London: Policy Network.

Mazzucato, M. (2013) *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths* (Anthem Other Canon Economics), London and New York: Anthem Press.

McFarlane, D. (2018) [*Industrial Internet of Things Applying IoT in the Industrial Context*](#), EPSRC.

Muro, M., Maxim, R. & Whiton, J. (2019) [*Automation and Artificial Intelligence: How machines are affecting people and places*](#), Metropolitan Policy Program: Brookings, Massachusetts.

Muro, M., Liu, S., Whiton, J. & Kulkarni, S. (2017) [*Digitalization and the American workforce*](#), Metropolitan Policy Program: Brookings, Massachusetts.

Nordhaus, W. D. (2007) *Two centuries of productivity growth in computing*, The Journal of Economic History, Vol. 67, No. 01, pp. 128-159.

OECD (2019a) [*Measuring the Digital Transformation. A Roadmap for the Future*](#), OECD Publishing, Paris.

OECD (2019b) [*Employment Outlook. The Future of Work*](#), OECD Publishing, Paris.

OECD (2018) [*OECD Science, Technology and Innovation Outlook: Adapting to Technological and Societal Disruption*](#), OECD Publishing, Paris.

OECD (2016a) [*The Internet of Things. Seizing the Benefits and Addressing the Challenges*](#), Ministerial Meeting on the Digital Economy, Background Report, OECD Digital Economy Papers, no 252.

OECD (2016b) [*Automation and Independent Work in a Digital Economy*](#), Policy Brief on the Future of Work, OECD Publishing, Paris.

OECD (2015) [*Data-Driven Innovation: Big Data for Growth and Well-Being*](#), OECD Publishing, Paris.

Parker, G., Alstyne, W.V.M. & Choudary, S.P. (2016) *Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy--And How to Make Them Work for You*, New York: W. W. Norton & Company.

Perez, C. (2016) [*Capitalism, Technology and a Green Global Golden Age: The Role of History in Helping to Shape the Future*](#), Beyond the Technological Revolution research project, Working Paper Series, WP 2016-1.

Perez, C. (2004) *Technological revolutions, paradigm shifts and socio-institutional change*, in Reinert, E. (Ed.) *Globalization, Economic Development and Inequality: An Alternative Perspective*, Cheltenham, UK: Edward Elgar.

Pisano, G. (2015) [*You need an innovation strategy*](#), Harvard Business Review, June.

Porter, M. & Heppelmann, J. (2015) [*How Smart, Connected Products Are Transforming Companies*](#), October Issue.

Porter, M. & Heppelmann, J. (2014) [*How Smart, Connected Products Are Transforming Competition*](#), Harvard Business Review, November Issue.

Pouliakas, K. and Russo, G. (2015) [*Heterogeneity of skill needs in relation to job tasks: evidence from the OECD PIAAC survey*](#), IZA discussion paper series; No 9392.

Reimsbach-Kounatze, C. (2017) [Benefits and challenges of digitalising production](#), in OECD, The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business, OECD Publishing, Paris.

Reynolds, E., Samel, H. M. & Lawrence, J. (2013) *Learning by Building: Complementary Assets and the Migration of Capabilities in U.S. Innovative Firms*, in Locke, R. & Wellhausen, R. Production in the Innovation Economy, The MIT Task Force on Production and Innovation, Massachusetts: The MIT Press.

Rodrik, D. (2014). *The past, present, and future of economic growth*. In F. Allen, et al., Towards a better global economy: Policy Implications for Citizens Worldwide in the 21st Century. Oxford: Oxford University Press.

Rodrik, D. (2013) [Unconditional Convergence in Manufacturing](#), Quarterly Journal of Economics, 128 (1), pp. 165-204.

Rodrik, D. (2007) *One Economics, Many Recipes*, Princeton University Press, Princeton, NJ.

Ross, A. (2016) *The Industries of the Future*, UK: Simon & Schuster.

Rissola, G. & Sörvik, J. (2018) [Digital Innovation Hubs in Smart Specialisation Strategies: Early lessons from European regions](#), Technical report by the Joint Research Centre (JRC), Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Schmidt, E. & Rosenberg, J. (2015) *How Google Works*, London: John Murray.

Schwab, K. & Davis, N. (2018) *Shaping the Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum.

Shapira, P. & Youtie, J. (2017) [The next production revolution and institutions for technology diffusion](#), in OECD, The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business, OECD Publishing, Paris.

Sniderman, B., Mahto, M. & Cotteleer, M. (2016) [Industry 4.0 and manufacturing ecosystems: Exploring the world of connected enterprises](#), Deloitte University Press.

Srnicek, N. (2017) *Platform Capitalism*, Cambridge: Polity Press.

Tepper, J. & Hearn, D. (2018) *The Myth of Capitalism: Monopolies and the Death of Competition*, New Jersey: Wiley.

The Economist (2019a) [Making it in America. American manufacturing companies have a spring in their step](#), February 7th.

The Economist (2019b) [One thousand and one sleepless nights. The trade war and finance](#), The Economist, May 30th.

The Economist (2019y) [Why big tech should fear Europe](#), May 23rd.

The Economist (2017a) [Fuel of the future - Data is giving rise to a new economy](#), May 6th.

The Economist (2017b) [The world's most valuable resource is no longer oil, but data](#), May 6th.

Tooze, A. (2018) *Crashed: How a Decade of Financial Crises Changed the World*, London: Allen Lane.

UKCES (2014) [The Future of Work: Jobs and Skills in 2030](#), Evidence Report 84 (February), UK Commission for Employment and Skills.

Van Alstyne, M.W., Parker, G. & Choudary, S.P. (2016) [Pipelines, Platforms, and the New Rules of Strategy](#), Harvard Business Review, April.

Varian H., Farrell, J & Shapiro, C. (2004) *The Economics of Information Technology: An Introduction* (Raffaele Mattioli Lectures), Cambridge: Cambridge University Press.

Wang, L. & Wittenstein, J. (2019) [If This Is a Tech Bubble in Stocks, It's the Expansionary Phase](#), Bloomberg, May 3.

Weaver, A & Osterman, P. (2013) *The New Skill Production System: Policy Challenges and Solutions in Manufacturing Labor Markets*, in Locke, R. & Wellhausen, R. (Eds.) *Production in the Innovation Economy*, The MIT Task Force on Production and Innovation, Massachusetts: The MIT Press.

Weil, D. (2014) *The Fissured Workplace*, Cambridge, MA: Harvard University Press.

Winig, L. (2016) [GE's Big Bet on Data and Analytics](#), Case Study, February 18th, MIT Sloan Management Review.

WIPO (2019) [WIPO Technology Trends 2019: Artificial Intelligence](#), Geneva: World Intellectual Property Organization.

Wolfert, S., Goense, D. & Sørensen C. (2014) [A Future Internet Collaboration Platform for Safe and Healthy Food from Farm to Fork](#), Published in Annual SRII Global Conference, DOI:10.1109/SRII.2014.47

Wolfert, S., Verdouwa, C. & Bogaardt, M.J. (2017) *Big Data in Smart Farming – A review*, *Agricultural Systems* 153, pp. 69–80.

World Economic Forum (2016) [The Future of Jobs, Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution](#), WEF.



Έτος Ίδρυσης 2006

ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων
ΓΣΕΒΕΕ

Αριστοτέλους 46
104 33 Αθήνα

email—
info@imegsevee.gr

τηλ—
210 8846852

imegsevee.gr

Το παρόν ερευνητικό κείμενο εκπονήθηκε στο πλαίσιο της Πράξης «Παρεμβάσεις της ΓΣΕΒΕΕ για τη συστηματική παρακολούθηση και πρόγνωση αλλαγών του παραγωγικού και επιχειρηματικού περιβάλλοντος των μικρομεσαίων επιχειρήσεων» με κωδικό ΟΠΣ 5003864, του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία (ΕΠΑΝΕΚ), με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης