

Πρόλογος συγγραφέα

Η τεχνολογική μεταβολή αποτελεί ιστορικά θεμελιώδη μηχανισμό παραγωγικής, οικονομικής και κοινωνικής εξέλιξης. Αντιστοίχως, η αλληλεπιδραστική σχέση τεχνολογικής αλλαγής, παραγωγικής δραστηριότητας και κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης συνιστά διαχρονικά βασικό αντικείμενο κοινωνικής, οικονομικής και πολιτικής ανάλυσης. Στο πλαίσιο αυτό, μεγάλο μέρος της κοινωνικής και οικονομικής θεωρίας επικεντρώνεται στη σημασία της «τεχνολογικής προόδου» ως κρίσιμης κινητήριας δύναμης του κοινωνικο-οικονομικού συστήματος.

Εντούτοις, η ανάπτυξη και μετεξέλιξη συναφών θεμελιωδών θεωρητικών προσεγγίσεων εποικοδομείται ιστορικά σε συνάρτηση με εμπράγματους ιστορικούς συντελεστές και τεχνο-παραγωγικές εξελίξεις. Σε συγκεκριμένες ιστορικές περιόδους φαίνεται να επιταχύνονται και να συντήκονται ραγδαίες και αλληλένδετες τεχνολογικές, παραγωγικές και οικονομικές εξελίξεις που τείνουν να μεταβάλλουν το σύνολο των λεγόμενων «τεχνο-οικονομικών παραδειγμάτων» μέσω τεχνικών και ευρύτερων συστημικών αλλαγών που επενεργούν επί του συνόλου της οικονομικής και παραγωγικής δραστηριότητας. Υπό αυτή τη συνθήκη, η εμπάθυνση και κατανόηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ τεχνολογίας, οικονομίας, παραγωγικής μεγέθυνσης και κρατικών πολιτικών προσεγγίζεται με περισσότερη διαύγεια σε κρίσιμες ιστορικές καμπές.

Το ανα χείρας βιβλίο επιχειρεί την ανάδειξη των αλληλεπιδραστικών σχέσεων μεταξύ τεχνολογίας, οικονομίας, παραγωγικής μετεξέλιξης και πολιτικών τεχνολογικής ανάπτυξης και καινοτομίας σε θεωρητικό και εμπειρικό επίπεδο. Συναφώς, διερευνάται η σχέση μεταξύ τεχνολογικής αλλαγής (ή τεχνολογικής μεταβολής) [technological change], τεχνο-παραγωγικού μετασχηματισμού, οικονομικής μετεξέλιξης και πολιτικών τεχνολογικής ανάπτυξης και καινοτομίας, μέσα από το πρίσμα του τρέχοντος τεχνολογικού κύματος και σημαντικών επιμέρους πτυχών του. Συγχρόνως, κεντροβαρές αντικείμενο του βιβλίου αποτελεί η κατανόηση του περιεχομένου των σχετικών **πολιτικών επιστημονικής ανάπτυξης, τεχνολογικής ανάπτυξης και καινοτομίας** (πολιτικών ET&K εφεξής) καθώς και των ολοένα και πιο διακριτών αλλά και στοχευμένων πολιτικών ψηφιακής ανάπτυξης.

Προς την κατεύθυνση αυτή, διερευνάται ένα πλέγμα συγκεκριμένων ερωτημάτων που πλαισιώνονται από την ιστορική και θεωρητική σκοπιά των εξελικτικών θεωριών οικονομικής και τεχνολογικής μεταβολής, τα οποία επικεντρώνονται στην οριοθέτηση και ανάλυση των βασικών χαρακτηριστικών και τάσεων των πολιτικών ET&K και των πολιτικών ψηφιακής ανάπτυξης σε διεθνές επίπεδο. Κατ' επέκταση, ακολουθεί μια επισκόπηση των κεντρικών τάσεων και επιδράσεων που η ευρύτερη αλυσίδα τεχνολογικών ακολουθιών επιφέρει σε τρεις καίριες ενότητες θεματικών και παραγωγικών πεδίων

[in-depth case studies], οι οποίες αφορούν τους τομείς της μεταποίησης, της πράσινης ενεργειακής μετάβασης και της αγροτικής παραγωγής.

Η απόπειρα διερεύνησης των παραπάνω θεματικών προϋποθέτει μια συνολική κατανόηση των υφιστάμενων και επικείμενων αλλαγών, αναδεικνύοντας την ανάγκη διαμόρφωσης ενός αναλυτικού πλαισίου κατανόησης των υποκείμενων διεργασιών και σχέσεων ανάμεσα σε παραγωγική διαδικασία, τεχνολογία και πολιτικές. Η κατανόηση του περιεχομένου των πολιτικών ET&K προσεγγίζεται μέσα από τη σκοπιά του συνολικότερου πλαισίου των κρατικών πολιτικών και των επιμέρους διασυνδέσεων. Αντιστοίχως, δεδομένου ότι η τεχνολογική αλλαγή δεν επιτελείται εν κενώ, η διερεύνηση όψεων και προεκτάσεων της προϊούσας τεχνολογικής εξέλιξης επιχειρείται να συνδεθεί ερμηνευτικά με το γενικότερο πλαίσιο βασικών παραμέτρων του ευρύτερου οικονομικού και κοινωνικού περιβάλλοντος.

Στις παρακάτω σελίδες επιχειρείται μια αναλυτική θεώρηση των παραπάνω παραμέτρων μέσω της επεξεργασίας των εξής βασικών συνιστωσών που αφορούν:

- i)** μια κριτική αποκωδικοποίηση των σημαντικών και πολυεπίπεδων τεχνολογικών μετασχηματισμών που συντελούνται, υπό το φως της ευρύτερης οικονομικής θεωρίας και δη των εξελικτικών θεωριών οικονομικής και τεχνολογικής μεταβολής,
- ii)** μια αναλυτική περιγραφή των παραγόντων επιτάχυνσης του τεχνολογικού και παραγωγικού μετασχηματισμού σε διεθνές επίπεδο, με έμφαση στην κατανόηση αναδυόμενων τεχνολογικών ακολουθιών και των δομικών τους στοιχείων, υπό το πρίσμα της σχέσης τεχνολογικής μεταβολής και παραγωγικών και κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων,
- iii)** μια λεπτομερή και δεισδυτική κατανόηση σε τρεις κομβικές κατηγορίες παραγωγικής δραστηριότητας όπου συντελούνται σημαντικές τεχνο-παραγωγικές αλλαγές,
- iv)** μια αναλυτική επισκόπηση και οριοθέτηση του βασικού περιεχομένου αλλά και των βασικών μετασχηματισμών που επιτελούνται σε επίπεδο πολιτικών ET&K και πολιτικών ψηφιακής ανάπτυξης τα τελευταία έτη, μέσα από την ανάδειξη ενός ευρύτερου αναλυτικού πλαισίου και την αποτύπωση σύγχρονων εργαλείων πολιτικής και τέλος,
- v)** μια θεωρητική ανάλυση των θεμελιωδών παραμέτρων ερμηνείας και προσδιορισμού των κινητήριων παραγόντων, του περιεχομένου, της μορφής και των ορίων των πολιτικών ET&K στο διεθνοποιημένο και μεταβαλλόμενο κοινωνικο-οικονομικό περιβάλλον.

Επί τη βάση των παραπάνω διαστάσεων, ο γενικότερος στόχος του παρόντος βιβλίου είναι διττός. Αφενός, στις παρακάτω σελίδες επιχειρείται η εννοιολογική και εμπειρική τεκμηριωμένη αποσαφήνιση των σχέσεων αλληλεπίδρασης ανάμεσα στην τεχνολογική μεταβολή, τους τεχνο-παραγωγικούς και οικονομικούς μετασχηματισμούς καθώς και τις πολιτικές ET&K και τις πολιτικές ψηφιακής ανάπτυξης. Αφετέρου, το βιβλίο αποπειράται να επανατοποθετήσει και να αναδείξει την ενδογενή και ουσιώδη σημασία των πολιτικών ET&K σε συνάρτηση με τις σύγχρονες τεχνο-παραγωγικές αναδιτάξεις, μέσα από την περιγραφή ενός ευρύτερου αναλυτικού πλαισίου για τις σύγχρονες μορφές κρατικών πολιτικών τεχνολογίας και καινοτομίας.

1

Εισαγωγή



Λέξεις-κλειδιά

τεχνολογική εξέλιξη, επιστημονική γνώση, παραγωγικές γνώσεις, αποδοτικότητα κεφαλαίου, καινοτομία, αναπτυξιακή διαδικασία, εξελικτικές θεωρίες της τεχνολογικής και οικονομικής μεταβολής.

Εισαγωγικό σημείωμα

Το παρόν κεφάλαιο παρουσιάζει το ευρύτερο πλαίσιο της προβληματικής που αναπτύσσεται στις επιμέρους ενότητες του βιβλίου.

Το Κεφάλαιο 1 διακρίνεται σε δυο υπο-κεφάλαια που επικεντρώνονται στην ευρύτερη πλαισίωση της «τεχνολογικής μεταβολής» και στη συσχέτισή της με το περιεχόμενο των πολιτικών ΕΤ&Κ.

Στο πρώτο υπο-κεφάλαιο διαμορφώνεται μια γενικότερη εννοιολόγηση της «τεχνολογικής μεταβολής» σε σχέση με τις ευρύτερες κοινωνικο-οικονομικές και αναπτυξιακές διεργασίες.

Στο δεύτερο υπο-κεφάλαιο, η έννοια της τεχνολογικής μεταβολής συσχετίζεται με τις σύγχρονες μορφές και τον ρόλο των πολιτικών ΕΤ&Κ.

Υπό αυτό το πρίσμα, το κεφάλαιο μελετάει και διερευνά, σε πρώτο επίπεδο, την εννοιολογική σημασία της συν-εξέλιξης παραγωγικών μηχανισμών, θεσμικών παραμέτρων και επιστημονικών-τεχνολογικών αξιών ως προϋποθέσεων οικονομικής μεγέθυνσης και κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης, αναδεικνύοντας παράλληλα δομικές και θεσμικές προϋποθέσεις της τεχνολογικής μεταβολής στις νεωτερικές κοινωνίες και οικονομίες.

1.1. Η ευρύτερη πλαισίωση της «τεχνολογικής μεταβολής»

Η ανθρώπινη εξέλιξη χαρακτηρίζεται και τροφοδοτείται από την αλληλεπίδραση κυρίως μεταξύ τριών θεμελιωδών κοινωνικών δυνάμεων: i) την αναζήτηση νέων μεθόδων και

πρακτικών για τη βελτίωση των υλικών συνθηκών διαβίωσης, ii) την αναζήτηση νέων οπτικών κατανόησης του φυσικού και κοινωνικού φαινομένου καθώς και iii) την ανάπτυξη διαφορετικών μορφών οργάνωσης της κοινωνικο-οικονομικής δραστηριότητας. Η αλληλεπίδραση των παράλληλων αυτών δυνάμεων εξελίσσεται δυναμικά σε επίπεδο γεωγραφίας και ιστορίας, διαμορφώνοντας διαφοροποιημένες μορφές και φάσεις εξέλιξης των ανθρώπινων κοινωνιών και τροφοδοτώντας νέα σχήματα πολιτικής, οικονομικής και κοινωνικής οργάνωσης.

Στις σύγχρονες κοινωνίες, οι μορφές γνώσης που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση των προκειμένων κοινωνικών δυναμικών αλληλεπιδρούν με τις κρατούσες μορφές κοινωνικής οργάνωσης, τους κανόνες ατομικής και συλλογικής κοινωνικής και οικονομικής συμπεριφοράς και τις εκάστοτε κατανομές των δομών διακυβέρνησης. Επιπρόσθετα, οι μορφές γνώσης (π.χ. επιστήμη, τεχνολογία, καινοτομία) και οι μηχανισμοί ανάπτυξής τους συσχετίζονται με θέματα οικονομικής μεγέθυνσης και παραγωγικής εξέλιξης και εκσυγχρονισμού, καθώς και κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης. Κατ' επέκταση, η αλληλεπίδραση τεχνολογίας, γεωγραφίας, και θεσμών συνιστά ένα διαχρονικό ιστορικό συντελεστή μακρών κυμάτων κοινωνικο-οικονομικής εξέλιξης (Sachs, 2020).

Η συνδυαστική μετεξέλιξη των παραπάνω παραγόντων διαμορφώνεται αλλά και προσδιορίζει υφιστάμενες και μετεξελισσόμενες σχέσεις πολιτικής και οικονομικής ισχύος. Παράλληλα, συνεξελίσσεται με διαφοροποιημένα συστήματα ιδεών, τα οποία με τη σειρά τους επενεργούν στις διάφορες χωρικές κλίμακες (π.χ. οικονομίες, περιφέρειες, χωρικές ενότητες), των οποίων η σύσταση και διαμόρφωση καθορίζεται από τη μορφή συνάρθρωσης των τρόπων παραγωγής, των σχέσεων παραγωγής, των κοινωνικών σχέσεων και του κυρίαρχου σε κάθε περίπτωση θεσμικού πλαισίου.

Η κοινωνικο-οικονομική θεωρία επιχειρεί διαχρονικά την κατανόηση των συγκεκριμένων δυναμικών μέσα από τη μελέτη των βασικών συστατικών που διέπουν την κοινωνικο-οικονομική λειτουργία και πλοηγούν την κοινωνική αναπαραγωγή. Σε διαφορετικές ιστορικές περιόδους, διαφορετικές θεωρητικές προσεγγίσεις επικεντρώνονται σε παράγοντες που εκλαμβάνονται ως κρίσιμοι ως προς την παραγωγή και τη χρήση των κοινωνικών πόρων και αγαθών. Η κατανόηση της **οικονομικής μεταβολής**, της παραγωγικής μεγέθυνσης και της αναπτυξιακής διαδικασίας κατ' επέκταση, λαμβάνει περιεχόμενα, τα οποία αλληλεπιδρούν με τις επικρατούσες ιστορικά συνθήκες, τις γεωγραφίες της ανάπτυξης, την κοινωνικο-οικονομική πραγματικότητα, τις κοινωνικές δομές, τις θεσμικές διατάξεις και τις εκάστοτε αναλυτικές ικανότητες, τις θεωρητικές προσαρμόζουσες και τις πολιτισμικές προσεγγίσεις (Galor, 2022).

Όπως παρουσιάζεται αναλυτικά στις παρακάτω σελίδες, η επιστήμη και η τεχνολογία ως κοινωνικές μορφές, αποτελούν δραστηριότητες που ολοένα και περισσότερο τροφοδοτούν την ανθρώπινη εξέλιξη, σε συνάρτηση με τις κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες που συντέιναν στην ανάδυσή τους. Η **κοινωνική και οικονομική θεωρία**, αναγνωρίζοντας σταδιακά τις τελευταίες δεκαετίες την καθοριστική σημασία της τεχνολογικής εξέλιξης και της επιστημονικής γνώσης ως προς τις διαδικασίες αναπαραγωγής των κοινωνικών συστημάτων, συστηματοποιεί τη μελέτη των συστατικών εσωτερικών

στοιχείων τους, καθώς και τη διερεύνηση των εξωτερικών συστημικών παραμέτρων που καλλιεργούν και ενισχύουν την ανάπτυξή τους.

Στην κλασική πολιτική οικονομία, αναγνωρίζεται σε έναν βαθμό η σημασία των παραγωγικών γνώσεων, μολοντί περισσότερη έμφαση προσδίδεται σε κατηγορίες που αφορούν τη συσσώρευση κεφαλαίου, τη μισθωτή εργασία, την παραγωγικότητα και τις μορφές διαχείρισης των κυμαινόμενων χαρακτηριστικών τους. Υπό αυτή την οπτική, διατυπώνονται οι πρώτες βασικές προσεγγίσεις που αναγνωρίζουν τη σημασία του «**τεχνολογικού παράγοντα**» (ήτοι, της τεχνολογικής μεταβολής) και τη συσχέτιση του με τη βελτίωση της παραγωγικής ικανότητας, τον ριζικό μετασχηματισμό των παραγωγικών μέσων και τη συνεχή αναβάθμιση των όρων παραγωγής προστιθέμενης αξίας και ενδυνάμωσης των δυναμικών αποδοτικότητας του κεφαλαίου.

Στο πρώτο μισό του προηγούμενου αιώνα εμφανίζονται νέες θεωρητικές προσεγγίσεις κατανόησης των οικονομικών δυναμικών, οι οποίες διευρύνουν τον ορίζοντα των υπό εξέταση μεταβλητών, των εργαλείων ανάλυσης και των αιτιωδών συναφειών τους. Η συμβολή του Joseph Schumpeter επί παραδείγματι, η οποία παρεμπιπτόντως προκύπτει σε ένα ιστορικό σημείο όπου έχει διευρυνθεί καθοριστικά η κατανόηση των φυσικών φαινομένων, αναδεικνύει νέες διαστάσεις στην κατανόηση των οικονομικών κύκλων και των βαθύτερων μηχανισμών οικονομικής μεταβολής. Σημαντική έννοια στην κατεύθυνση των θεωρητικών εργασιών του Schumpeter αποτέλεσε η ανάδειξη της «**καινοτομίας**», η οποία συνιστά τον συνδυασμό πόρων και δυνατοτήτων για την ανάπτυξη νέων μεθόδων παραγωγής, διανομής και οργάνωσης, τη διάνοιξη νέων αγορών προμήθειας πρώτων υλών και διάθεσης προϊόντων καθώς και την ανάπτυξη σημαντικά βελτιωμένων ή νέων προϊόντων με απώτερη στόχευση την επίτευξη οικονομικών αποδόσεων (Kocka, 2021).

Ο Schumpeter, ανάμεσα σε άλλα, θέτει ρητά το ζήτημα της μελέτης των θεσμικών προϋποτιθέμενων συνθηκών της οικονομικής, παραγωγικής και κοινωνικής αναπαραγωγής. Όπως παρουσιάζεται αναλυτικότερα στις επόμενες ενότητες, στο επίκεντρο της συγκεκριμένης προσέγγισης αποτυπώνονται μορφές που αφορούν τόσο στους λειτουργικούς κανόνες κατανόησης της οικονομικής οργάνωσης (οι οποίοι προκύπτουν πλέον μέσα από εγγενείς τάσεις για ανισορροπία ή «δημιουργική καταστροφή») και τον κρίσιμο ρόλο των θεσμών στην περαιτέρω ώθηση της επιχειρηματικής και οικονομικής δραστηριότητας (π.χ. σχέση καινοτομίας και χρηματοδότησης), όσο και στη σημασία της γνώσης, του τεχνολογικού και οργανωτικού μετασχηματισμού, της καινοτομίας και του τεχνολογικού ανταγωνισμού ως κατηγοριών ολοκληρωμένης κατανόησης των σχετικών λειτουργικών εννοιών.

Ο εντοπισμός στοιχείων «ανισορροπίας» στις λειτουργίες των οικονομιών (μη δεδομένη διάσταση για αρκετά χρόνια στις νεοκλασικές αναλύσεις) αποτελεί βασικό παράγοντα εμφάνισης θεσμικών ερμηνευτικών παραμέτρων στη διαδικασία της ανάπτυξης (Βαϊτσος και Μπαρτζώκας, 2004). Η διευρυμένη οπτική της αναπτυξιακής διαδικασίας ενθαρρύνει σταδιακά το ενδιαφέρον για τη μελέτη επιπλέον μεταβλητών, όπως θεσμών και κρατικών πολιτικών. Οι παράγοντες αυτοί τείνουν κατά τις ακόλουθες δεκαετίες να ενσωματώνονται στις προσπάθειες ερμηνείας της ανάπτυξης των οικονομιών. Κατά συνέπεια, οι νεοκλασικές προσεγγίσεις μετεξελίσσονται και αποδίδουν ιδιαίτερη σημασία σε κατηγορίες όπως τα κεφαλαιουχικά αγαθά, η γενική χωρική κατανομή τους, οι πο-

σοτικές διαστάσεις της χρήσης τους και οι δυνατότητες βελτιστοποίησης της συμβολής σε διεργασίες οικονομικής μεγέθυνσης. Σχολές σκέψης με διαφορετική αφηρητή ενσωματώνουν σταδιακά τη σημασία της «τεχνολογικής μεταβολής» και της γνώσης σε υποδείγματα ενδογενούς ανάπτυξης, εισάγοντας έννοιες όπως «αυξανόμενες οικονομικές αποδόσεις» και «οικονομίες συγκέντρωσης».

Η ανάδυση των υποδειγμάτων ενδογενούς οικονομικής μεγέθυνσης που ενσωματώνουν την **«τεχνολογία»** ως ενδογενή μεταβλητή του οικονομικού συστήματος, προετοιμάζουν, εν πρώτοις, τη διαδρομή για τη σταδιακή μετέπειτα ανάδειξη του ρόλου των πολιτικών ET&K ως προς την τεχνολογική μεταβολή και την οικονομική μεγέθυνση. Οι επενδύσεις στην επιστήμη, την τεχνολογία και την καινοτομία αποτελούν πλέον καθοριστικότερο παράγοντα οικονομικής προόδου εν σχέσει με τις επενδύσεις σε υλικό κεφάλαιο (Romer, 1986). Μέσα από τις αναλύσεις των υποδειγμάτων **ενδογενούς οικονομικής μεγέθυνσης**, αναδεικνύεται η σημασία της «τεχνολογικής μεταβολής» ως κρίσιμου ενδογενούς παραγωγικού συντελεστή, ο οποίος μπορεί να ενισχυθεί μέσα από τις κατάλληλα στοχευμένες ιδιωτικές και δημόσιες επενδύσεις. Στο συγκεκριμένο θεωρητικό πλαίσιο, οι εξελικτικές θεωρίες οικονομικής και τεχνολογικής μεταβολής και η νεο-σομπετεριανή προσέγγιση του οικονομικού φαινομένου διευρύνουν τις παραμέτρους της επίδρασης της τεχνολογικής μεταβολής σε θέματα θεσμών και οικονομικών πολιτικών, επιστημονικής ανάπτυξης, διάχυσης και αξιοποίησης των τεχνολογικών πόρων, και κυρίως συνεξέλιξης τεχνολογικών, οργανωτικών και θεσμικών συνθηκών ως προϋποθέσεων κοινωνικο-οικονομικής αναπαραγωγής (Fagerberg, 2005).

Συναφώς, οι γεωγραφίες του τεχνολογικού μετασχηματισμού συνιστούν σημαντική διάσταση που σχετίζεται με τις παραπάνω παραμέτρους. Η συνεξέλιξη τεχνολογικών, οργανωτικών και θεσμικών συνθηκών καθώς και η μελέτη χωρικών διαστάσεων στην αναπτυξιακή διαδικασία και τις παραγωγικές διεργασίες αποτελεί ένα διακριτό, παράλληλο και συνεξελισσόμενο θεωρητικό πλέγμα προσεγγίσεων. Ειδικότερα, η εξελικτική προσέγγιση στην περιφερειακή επιστήμη μελετάει συμπληρωματικά τις γενικές κατηγορίες παραγωγής, κυκλοφορίας και εγκατάστασης των βασικών οικονομικών μονάδων (π.χ. διεθνείς τεχνο-παραγωγικές αλυσίδες αξίας, τεχνολογικές συνοικίες, τεχνολογικός ανταγωνισμός, νέες γεωγραφίες της τεχνολογίας). Επιπλέον, τα ειδικότερα περιεχόμενα των μορφών τοπικής ανάπτυξης σε συγκεκριμένα χωρικά (εθνικά και περιφερειακά) **συστήματα καινοτομίας** εξετάζονται υπό τη θέαση ορισμένων θεωρητικών προσεγγίσεων, με αναφορά σε διαστάσεις στρατηγικών, θεσμών, οργάνωσης και διακυβέρνησης.

Σε αυτό το πλαίσιο, το παρόν βιβλίο επικεντρώνεται εκτεταμένα στην αποτύπωση της δυναμικής σχέσης ανάμεσα στην τεχνολογική μεταβολή και τη σημασία των **πολιτικών επιστημονικής ανάπτυξης, τεχνολογικής ανάπτυξης και καινοτομίας**. Βασική συνιστώσα της ανάλυσης που εμπεριέχεται στις παρακάτω σελίδες είναι ότι η παραγωγική και οικονομική μετεξέλιξη καθώς και η κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη συναρτώνται από τη διάσταση της παραγωγής και της αναδιανομής επιστημονικών και παραγωγικών γνώσεων. Επιπροσθέτως, ως βασική προϋπόθεση εκπλήρωσης της διαδικασίας αυτής αναδεικνύεται ο πολυεπίπεδος ρόλος σχετικών πολιτικών και θεσμών, που ενθαρρύνουν την πολύπτυχη θεσμική οργάνωση του «τεχνολογικού φαινομένου»

καθώς και την αναβάθμιση των όρων τεχνολογικού, οργανωτικού και θεσμικού μετασχηματισμού.

Οι εν λόγω εννοιολογικές και αντικειμενικές κατηγορίες αποτελούν, όπως αναδεικνύεται, προϋποθέσεις και κρίσιμες διαδικασίες βελτίωσης των παραγωγικών ικανοτήτων μιας χωρικής κοινωνικο-οικονομικής ενότητας. Υπό αυτή την οπτική, εξετάζονται διαστάσεις και θέματα που αφορούν μηχανισμούς ανάδυσης και μετασχηματισμού τεchnο-παραγωγικών υποδειγμάτων σε συγκεκριμένες θεματικές περιοχές, σε συνάρτηση με την αναγνώριση προϋποθέσεων διαμόρφωσης ολοκληρωμένων πολιτικών τεχνολογικής ανάπτυξης. Ως εκ τούτου, διερευνώνται ζητήματα θεωρίας που αφορούν την κατανόηση και μεθοδολογική επεξεργασία της σχέσης μεταξύ γνώσης, τεχνολογίας και πολιτικών. Ακόμα, διερευνώνται ο ρόλος και οι επιπτώσεις των ασκούμενων πολιτικών τεχνολογικής ανάπτυξης και καινοτομίας στη διαδικασία διεύρυνσης των ορίων αξιοποίησης της γνώσης σε νέους παραγωγικούς και οικονομικούς τομείς.

Οι πολιτικές ανάπτυξης της έρευνας, της τεχνολογίας και της καινοτομίας συνιστούν σήμερα θεμελιώδες τμήμα του θεσμικού αυτού πλαισίου. Κύριος ρόλος τους συχνά είναι να ολοκληρώσουν τους βασικούς σκοπούς τόσο της αναγκαίας κοινωνικά και παραγωγικά παραγωγής δημοσίων αγαθών (π.χ. ερευνητική και τεχνολογική ανάπτυξη), όσο και της αναγκαίας κοινωνικά κατανομής τους (π.χ. τεχνολογική διάχυση). Υπό αυτό το πρίσμα, το βιβλίο μελετάει και διερευνάει τη σημασία της συνεξέλιξης παραγωγικών μηχανισμών, θεσμικών δομών και παραμέτρων, καθώς και επιστημονικών και τεχνολογικών αξιών ως προϋπόθεσης οικονομικής μεγέθυνσης και κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης με την ευρύτερη έννοια, αναδεικνύοντας παράλληλα δομικές και θεσμικές προϋποθέσεις της τεχνολογικής μεταβολής στις σύγχρονες νεωτερικές κοινωνίες και σε επιμέρους τομείς μετάβασης.

1.2. Τεχνολογική μεταβολή και ο ρόλος των πολιτικών ΕΤ&Κ ως κινητήριας δύναμης μετασχηματισμού

Η αλληλεπίδραση τεχνολογικής μεταβολής, παραγωγικής δραστηριότητας και κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης αποτελεί διαχρονικά καίριο αντικείμενο της κοινωνικής, οικονομικής και πολιτικής ανάλυσης. Σε αρκετές θεωρητικές προσεγγίσεις, η «τεχνολογική πρόοδος» συνιστά ουσιώδη παράγοντα μεταβολής των τεchnο-παραγωγικών και οικονομικών συστημάτων, ενώ συνδέεται άμεσα με νέες μορφές **«γεωγραφιών της τεχνολογίας»**, υπό το πρίσμα της σημασίας του τοπικού περιβάλλοντος στην ανάπτυξη της τεχνολογίας αλλά και υπό τη σκοπιά των διεθνοποιημένων αλυσίδων αξίας και των νέων γεω-τεχνολογικών ανταγωνισμών.

Κατ' επέκταση, η σύντηξη τεχνολογικών και παραγωγικών μεταβολών σε συγκεκριμένες ιστορικές περιόδους σε συνάρτηση με ευρύτερες οικονομικές, παραγωγικές και ευρύτερα κοινωνικές αλλαγές τροφοδοτούν κατά περιόδους τον επιστημονικό διάλογο σχετικά με τον πολυσήμαντο ρόλο του «τεχνολογικού παράγοντα» αλλά και τη σημα-

σία της **τεχνολογικής συσσώρευσης** ως πρωταρχικής προϋπόθεσης ως προς την επιτάχυνση της παραγωγικής και οικονομικής μεγέθυνσης σε επίπεδο οικονομιών, περιφερειών, τόπων και επιχειρήσεων.

Σε οριζόντιο επίπεδο, ο **τεχνολογικός μετασχηματισμός** κλάδων, τομέων, διαδικασιών και δραστηριοτήτων αποτελεί σήμερα έναν δυναμικό παράγοντα αλλαγής που εμφανίζεται να δημιουργεί νέα τεχνολογικά θεμέλια για τις παραγωγικές διαδικασίες και

Τεχνολογικός μετασχηματισμός: η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και η συνολική μετατροπή επιστημονικών ή/και τεχνικών γνώσεων σε νέες τεχνολογικές εφαρμογές, συστήματα ή προϊόντα και η αξιοποίηση των νέων τεχνολογικών μορφών σε παραγωγικές και οργανωτικές διαδικασίες, νέα επιχειρηματικά μοντέλα και νέους τρόπους παραγωγής και διάθεσης προϊόντων και υπηρεσιών.

τις δυνατότητες παραγωγής, την επιχειρηματική οργάνωση και την ανάπτυξη εμπορικής και οικονομικής δραστηριότητας σε διαπεριφερειακό και διεθνές επίπεδο. Η αλληλεπίδραση της δυναμικής που επιφέρει η ραγδαία «τεχνολογική μεταβολή» σε συσχέτιση με διεργασίες όπως η παγκοσμιοποίηση και το διεθνές οικονομικό εμπόριο, η ανάδυση νέων οικονομικών δυνάμεων, η αναδιάρθρωση της ζήτησης, η εμφάνιση σύγχρονων επιχειρηματικών μοντέλων (π.χ. ψηφιακές πλατφόρμες) και η νέα οικονομική γεωγραφία συμπεριλαμβανο-

μένης της εντεινόμενης αστικοποίησης (Dobbs, Manyika & Woetzel, 2016), δημιουργούν ένα μείγμα παραγόντων που επιδρούν καθοριστικά στους τρόπους που σήμερα παράγονται και διατίθενται οικονομικά αγαθά και υπηρεσίες. Οι επιδράσεις αυτές επενεργούν στην εισαγωγή νέων **συστημάτων παραγωγής**, νέων επιχειρηματικών μοντέλων και επιχειρηματικών πρακτικών καθώς επίσης μπορούν δυναμικά να επιφέρουν σαφείς ευεργετικές επιδράσεις στην παραγωγικότητα, στο κόστος και στην ποιότητα των προϊόντων και των υπηρεσιών (Berger & Frey, 2016). Επιπροσθέτως, οι τεχνολογικές εξελίξεις διευρύνουν συνεχώς τα όρια αξιοποίησης της γνώσης, μεταβάλλοντας ριζικά τη δομή, το περιεχόμενο και την κατεύθυνση κρίσιμων παραγωγικών και κοινωνικών δραστηριοτήτων.

Ιστορικά, η «τεχνολογική μεταβολή» αποτελεί μία από τις κινητήριες κοινωνικές δυνάμεις που επιφέρει, υπό συγκεκριμένες συμπληρωματικές προϋποτιθέμενες συνθήκες, βελτιώσεις σε παραγωγικές διαδικασίες και παραγωγικότητα, οδηγεί στην ανάπτυξη νέων προϊόντων και υπηρεσιών, δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας και σύγχρονα **επιχειρηματικά μοντέλα**, ενώ δύναται να αναζωογονήσει οικονομίες, περιφέρειες, κλάδους ή να δημιουργήσει αμιγώς νέους τεχνολογικούς τομείς (Αγγελάκης, 2019). Κατά συνέπεια, ορισμένες τεχνολογίες προσδίδουν προσαυξητικά στοιχεία στα οικονομικά και παραγωγικά συστήματα, ενώ άλλες τεχνολογικές καινοτομίες προκαλούν ευρύτερες επιδράσεις σε επίπεδο οικονομικής και κοινωνικής ευημερίας. Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, οι ραγδαίες τάσεις «ψηφιακού μετασχηματισμού» των οικονομιών φαίνεται, μέσα από τη διάχυση ενός ευρέος φάσματος τεχνολογικών ακολουθιών, να αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα εγκάρσιας τεχνολογικής μεταβολής.

Γνωρίζουμε ήδη ιστορικά ότι σημαντικές εγκάρσιες αλλαγές αναμένονται σε ιστορικές περιόδους όπου τεχνο-παραγωγικοί μετασχηματισμοί συντήκονται στα πεδία των μετα-

φορών, των επικοινωνιών και της ενέργειας (Rifkin, 2011). Η ισχύς του ατμού, ο ηλεκτρισμός, η πληροφορική και η αυτοματοποίηση αποτέλεσαν, κατά το μάλλον ή ήττον, κομβικές αλλαγές στην τεχνολογική, βιομηχανική και οικονομική ιστορία των σύγχρονων κοινωνιών. Συνεπώς, η τρέχουσα κυρίαρχη συζήτηση σκιαγραφεί 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**») με βασικές παραμέτρους τις έννοιες του «ψηφιακού μετασχηματισμού» και του «πράσινου-ενεργειακού μετασχηματισμού».

Παρ' όλα αυτά, οι σημαντικές αλλαγές που συντελούνται προκαλούν μεταβολές σε μια σειρά από παραγωγικές και οικονομικές δραστηριότητες αλλά παράλληλα φαίνεται να λειτουργούν ως ένας ισχυρός παράγοντας ανισορροπίας, καθώς και δημιουργίας ή αναπαραγωγής νέων ανομοιομορφιών, ανισοτήτων και συγκεντροποιήσεων, τόσο σε επίπεδο αγοράς εργασίας, δομής απασχόλησης και οικονομίας όσο και σε επίπεδο κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης οικονομιών, κλάδων, περιφερειών και οικονομιών σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο. Η εντατικοποιημένη διαδικασία τεχνολογικού μετασχηματισμού επιφέρει διαφοροποιημένα αποτελέσματα που δεν επιβεβαιώνουν πάντα τη ντετερμινιστική προσέγγιση του τεχνολογικού φαινομένου ως ενός μονοσήμαντα θετικά επιδραστικού ιστορικού συντελεστή. Αντιθέτως, διαπιστώνεται ότι η διαδικασία εξάπλωσης των τεχνολογικών αλλαγών είναι συχνά ανομοιόμορφη και διακρίνεται από τάσεις συγκεντροποίησης σε επίπεδο επιχειρήσεων, κλάδων, γεωγραφιών και οικονομιών. Επί αυτής της διάστασης, σκιαγραφείται παρακάτω, μεταξύ άλλων, μια ευρύτερη θεωρητική πλαισίωση με έμφαση σε παραμέτρους προκλήσεων και θεμελιωδών παραγωγικών, γνωστικών και θεσμικών προϋποθέσεων της τεχνολογικής μεταβολής (βλ. Κεφάλαιο 2).

Γενικά, οι σημαντικές διαπιστώσεις σχετικά με τον ρόλο του «τεχνολογικού παράγοντα» και της τεχνολογικής συσσώρευσης στην παραγωγική βελτίωση, τη βελτιωμένη οριακή αποδοτικότητα κεφαλαίου και την οικονομική μεγέθυνση τροφοδοτούνται τις τελευταίες δεκαετίες από μια ευρεία θεωρητική τεκμηρίωση. Η ιστορική επισκόπηση καταδεικνύει τη διαχρονικά και σωρευτικά μετασχηματική δυναμική της επιστήμης και της τεχνολογίας στην παραγωγική, οικονομική και κοινωνική εξέλιξη (βλ. Κεφάλαιο 3). Επί παραδείγματι, όπως θα φανεί αναλυτικότερα σε επόμενη ενότητα, η «θεωρία της ενδογενούς μεγέθυνσης» αποτυπώνει τη σημασία των επενδύσεων σε ανθρώπινο κεφάλαιο, καινοτομία και γνώση ως κρίσιμων συντελεστών οικονομικής μεγέθυνσης. Επιπλέον, η εν λόγω θεωρητική προσέγγιση επιχειρεί να αναδείξει τη σημασία των «θετικών εξωτερικοτήτων» [positive externalities] και των «διαχεόμενων επιδράσεων» [spillover effects] σε σχέση με την παραγωγική μεγέθυνση (Romer, 1986· 1990). Η συμβολή της θεωρίας ενδογενούς μεγέθυνσης περιλαμβάνει επίσης την ανάδειξη της σημασίας των πολιτικών ΕΤ&Κ ως προς την επίτευξη μακροπρόθεσμων θετικών ρυθμών οικονομικής μεγέθυνσης.

Επί τη βάση αυτή, η περίοδος που ακολούθησε την ανάδυση των υποδειγμάτων ενδογενούς μεγέθυνσης (Romer, 1990· Aghion and Howitt, 1992) συνδυάζεται με τη μετεξέλιξη στοιχειοθετημένων και τεκμηριωμένων εμπειρικά προσεγγίσεων (βλ. εργασίες SPRU, Ηνωμένο Βασίλειο) που αναδεικνύουν, μεταξύ άλλων, τόσο τις διαφοροποιημένες διαστάσεις αξιοποίησης του «τεχνολογικού παράγοντα» μεταξύ διαφορετικών κλάδων

όσο και τη μη γραμμικότητα των διαδικασιών μετατροπής της τεχνολογικής συσσώρευσης σε παραγωγικό μετασχηματισμό και οικονομική μεγέθυνση. Ως εκ τούτου, η ανάδειξη των **εξελικτικών προσεγγίσεων τεχνολογικής και οικονομικής μεταβολής** έρχεται (ιστορικά και θεωρητικά) να συμπληρώσει την προσπάθεια θεωρητικής κατανόησης του τεχνολογικού φαινομένου και να επισημάνει τις κρίσιμες (τεχνικές και θεσμικές) διαστάσεις μετασχηματισμού της τεχνολογικής συσσώρευσης σε παραγωγικές εφαρμογές, τεχνο-παραγωγικές βελτιώσεις και οικονομική μεγέθυνση.

Η ανάδυση αυτού που σήμερα ονομάζουμε «4η Βιομηχανική Επανάσταση» χαρακτηρίζεται από έναν συνδυασμό τεχνολογικών συστημάτων από τα πεδία του υλικού, του ψηφιακού και του βιολογικού κόσμου (Schwab, 2017· Schwab & Davis, 2018). Εντούτοις, η διαπιστούμενη τεχνολογική μεταβολή (βλ. Κεφάλαιο 6) αποτελεί το πρώτο στάδιο μιας ευρύτερης αλληλουχίας φάσεων και προϋποθέσεων που δυνητικά οδηγούν σε μια ευρύτερη αλλαγή παραγωγικών και κοινωνικών υποδειγμάτων. Συνακόλουθα, οι μεταβολές αυτές δημιουργούν νέες προκλήσεις σε διαφορετικά επίπεδα τόσο για τις οικονομίες όσο και για τις μεμονωμένες επιχειρήσεις και τα άτομα. Για παράδειγμα, οι επιπτώσεις της τεχνολογικής αλλαγής στα επαγγέλματα διαφοροποιούνται σε επίπεδο κλάδων, περιφερειών και οικονομιών ανάλογα με τις επιμέρους παραγωγικές και χωρικές διαφοροποιήσεις (Nübler, 2016). Σε αυτό το πλαίσιο, η τεχνολογική εξέλιξη δεν οδηγεί αυτόματα και ομοιόμορφα σε βελτίωση των συνθηκών ευημερίας των οικονομιών, ενώ δημιουργεί νέες προκλήσεις και διαφοροποιήσεις ανάμεσα σε προηγμένες και υστερούσες οικονομίες.

Προσέτι, ένας ευρύτερος επιστημονικός προβληματισμός που συνοδεύει τη συζήτηση για την ανάδυση της λεγόμενης **«οικονομίας της γνώσης»** αφορά τη διαπίστωση ότι η τεχνολογική μεταβολή δεν εξαπλώνεται με συμμετρικό και ομοιόμορφο τρόπο σε επίπεδο οικονομιών, επιχειρήσεων και ατόμων (Unger, Stanley, Gabriel & Mulgan, 2019). Κατά συνέπεια, η παραγωγική διάχυση του τεχνολογικού φαινομένου συνιστά μια βασική πρόκληση και μια παράμετρο που συνδέεται στενά με την ανάγκη σχεδιασμού κατάλληλων πολιτικών αναπτυξιακής προσαρμογής, αναβάθμισης των **τεχνο-παραγωγικών συστημάτων** και των παραγωγικών υποδειγμάτων, καθώς και ανάπτυξης ολοκληρωμένων πολιτικών εκπαίδευσης και κατάρτισης.

Όπως θα φανεί αναλυτικότερα σε επόμενες ενότητες, για παράδειγμα, στην περίπτωση

Πράσινη μετάβαση: μακροπρόθεσμες στρατηγικές προώθησης της εκτεταμένης αξιοποίησης τεχνολογιών, μεθόδων, πρακτικών, καθώς και οργανωτικών προτύπων και προϊόντικών και διεργασιακών προδιαγραφών προς την κατεύθυνση περιορισμού του περιβαλλοντικού αποτυπώματος που προκύπτουν από τις παραγωγικές και κοινωνικο-οικονομικές δραστηριότητες, αλλά και του περιορισμού της απελευθέρωσης αερίων του θερμοκηπίου.

του τεχνολογικού μετασχηματισμού της μεταποίησης, διαπιστώνονται έντονες τάσεις τεχνο-παραγωγικής μεταβολής αλλά και έντονες διαφοροποιήσεις μεταξύ οικονομιών, κλάδων και επιχειρήσεων (βλ. Κεφάλαιο 7). Αναφορικά με την ενεργειακή πράσινη μετάβαση, παρατηρείται σημαντική τεχνολογική μεταβολή, ταυτόχρονα, όμως, οι τεχνο-οικονομικές και θεσμικές προϋποθέσεις αποδεικνύονται πολυσύνθετες επηρεάζοντας τη μορφή και τον ρυθμό ευρύτερης «μεταβολής παραδείγματος» (βλ. Κε-

φάλαιο 8). Κατ' αναλογία, στην περίπτωση της αγροτικής παραγωγής, τα δυνητικά οφέλη της τεχνολογικής μεταβολής είναι ισχυρά όπως επίσης και οι τεχνικές, γνωστικές, οργανωτικές και χρηματοδοτικές προκλήσεις (βλ. Κεφάλαιο 9). Συνακόλουθα, βασική διάσταση των σύγχρονων πολιτικών ΕΤ&Κ συνιστά ολοένα και περισσότερο η βαθμιαία συγκρότηση μέτρων πολιτικής που επικεντρώνονται τόσο στο επίπεδο ανάπτυξης της τεχνολογίας όσο και στο επίπεδο «**τεχνολογικής διάχυσης**» και υιοθέτησης. Ακολούθως, η ερμηνευτική αυτή κλειδα θα βοηθήσει στην κατανόηση του περιεχομένου μέτρων πολιτικής, πρωτοβουλιών και στρατηγικών επιτάχυνσης της «τεχνολογικής μεταβολής» σε επίπεδο θεματικών πεδίων, τεχνολογικών περιοχών και γεωγραφικών ενοτήτων.

Επί τη βάση των παραπάνω, παρατηρούμε τον αξιοσημείωτο ρόλο του «τεχνολογικού παράγοντα» εν σχέσει με τις αναδυόμενες «γεωγραφίες της τεχνολογίας», είτε στο επίπεδο της συμβολής των τόπων στην τεχνολογική ανάπτυξη (π.χ. νέα οικοσυστήματα καινοτομίας) είτε στο επίπεδο της διεθνούς τεχνολογικής αλληλεξάρτησης ως πτυχής της διεθνοποίησης των παραγωγικών αλυσίδων αξίας (π.χ. σχεδιασμός, κατασκευή και παραγωγή ημιαγωγών και μικροεπεξεργαστών) αλλά και ως έκφανσης νέων γεωπολιτικών ισορροπιών (π.χ. τόποι παραγωγής κρίσιμων υλικών και σπάνιων γαιών, περιοχές υψηλής τεχνολογικής εξειδίκευσης στην παραγωγή προηγμένων τεχνολογικών συστημάτων). Σε αυτό το επίπεδο, οι γεωγραφίες της τεχνολογίας αναδεικνύονται σε ολοένα και κρισιμότερη μεταβλητή ως προς τη σημασία των θεσμικών και τεχνολογικών διατάξεων που ευνοούν τη σωρευτική τεχνολογική ανάπτυξη (βλ. ανεπτυγμένα περιφερειακά ή κλαδικά οικοσυστήματα καινοτομίας) (Lunwall et al, 2002· Malerba, 2002).

Ο υψηλός βαθμός **τεχνολογικής εξειδίκευσης** που σωρευτικά οικοδομείται σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές σε συνάρτηση με συγκεκριμένους τομείς και κρίκους διεθνοποιημένων αλυσίδων αξίας, διαμορφώνει ένα νέο γεωγραφικό τοπίο της τεχνολογίας που συνοδεύει επάλληλα τη νέα τεχνολογική εποχή και διαμορφώνει νέες τεχνολογικές, γεωπολιτικές και «γεω-τεχνολογικές ισορροπίες». Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση του κρίσιμου τεχνο-παραγωγικού ρόλου της Ταϊβάν και της Νοτίου Κορέας στη βιομηχανία ημιαγωγών, ιδιαίτερα ως προς τα τελικά στάδια κατασκευής ημιαγωγών και μικροεπεξεργαστών υπερ-προηγμένης εξειδίκευσης και απόδοσης. Συναφώς, οι πολιτικές ΕΤ&Κ αναδεικνύονται σε συστατικό μέρος μακροπρόθεσμων βιομηχανικών και αναπτυξιακών πολιτικών συμβάλλοντας στην ανάδυση νέων τεχνολογικών περιοχών, νέων «τεχνολογικών τοπίων» και νέων «δυναμικών συγκριτικών πλεονεκτημάτων» (Lee, 2019). Υπογραμμίζεται, δε, ότι ακόμη και η πρόσβαση σε κρίσιμες πρώτες ύλες και άλλα ενδιάμεσα προϊόντα (π.χ. σπάνιες γαίες, σπάνια αέρια), αλλά και η διαμόρφωση υποδομών επεξεργασίας και τεχνολογικής προετοιμασίας των αναγκαίων νέων υλικών [refining] αποτελεί ολοένα και πιο κρίσιμη διεργασία στη συνολική διεθνοποιημένη παραγωγική συνάρτηση που αντιστοίχως συνδέεται με συστοιχίες τοπικών γεωγραφικών εξειδικεύσεων αλλά και γεω-τεχνολογικών ανταγωνισμών. Συνεπώς, στις παρακάτω σελίδες, ο παράγοντας της γεωγραφίας (επί τη βάση της σχέσης χώρου και τεχνολογίας) αναδεικνύεται ως εγκάρσια και θεμελιώδης ερμηνευτική μεταβλητή σε πολλές διαφορετικές διαστάσεις.

Υπό αυτό το πρίσμα, σκοπός του παρόντος βιβλίου είναι να παρουσιάσει μια γενική επισκόπηση και αποτύπωση των βασικών εννοιών και σχέσεων ανάμεσα σε σημαντικές

τεχνολογικές αλλαγές με κυρίαρχη τη διάσταση των ψηφιακών τεχνολογικών συντελεστών. Επιπλέον, στις παρακάτω ενότητες επιχειρείται η διερεύνηση των υποκείμενων σχέσεων, αλληλεπιδράσεων και επιδράσεων από τις ραγδαίες υφιστάμενες και επικείμενες τεχνολογικές αλλαγές σε επίπεδο πολιτικών ΕΤ&Κ και συναφώς αλληλένδετων κρατικών πολιτικών (π.χ. βιομηχανικές πολιτικές). Επίκεντρο του βιβλίου καθώς και οριζόντια ερμηνευτική διάσταση αποτελεί η ανάλυση των **νέων υποδειγμάτων σχεδιασμού σύγχρονων πολιτικών ΕΤ&Κ** (και πολιτικών ψηφιακής ανάπτυξης) καθώς και η κατανόηση επιμέρους μέτρων πολιτικής και στοχευμένων παρεμβάσεων τόσο σε οριζόντιο όσο και σε εξειδικευμένο (τομεακά ή θεματικά) επίπεδο.

Ειδικότερα, στις παρακάτω σελίδες επιχειρείται η διερεύνηση εκφάνσεων του τρέχοντος τεχνολογικού κύματος ψηφιακού μετασχηματισμού, επί τη βάση οριοθετημένων ερωτημάτων που αφορούν τη διερεύνηση όψεων και προεκτάσεων της προϊούσας τεχνολογικής αλλαγής. Με τον σκοπό μιας ολοκληρωμένης κατανόησης των σχετικών ζητημάτων, κρίνεται σκόπιμο να μελετηθούν οι εξής πτυχές:

1. ο ιστορικός ορίζοντας, σε σχέση με την οικονομική θεώρηση της τεχνολογίας,
2. οι βασικοί τεχνολογικοί συντελεστές και τεχνολογικές ακολουθίες που οδηγούν πλέον αυτό που στην παρούσα ιστορική μορφή ονομάζουμε «τεχνολογικό μετασχηματισμό» και «4η Βιομηχανική Επανάσταση»,
3. οι μηχανισμοί μέσω των οποίων ο «τεχνολογικός παράγοντας» δεισιδύει και μεταβάλλει το περιεχόμενο των παραγωγικών δραστηριοτήτων σε διαφορετικές εκφάνσεις των παραγωγικών και οικονομικών δραστηριοτήτων,
4. οι μορφές και τα νέα εργαλεία των σύγχρονων πολιτικών ΕΤ&Κ και των πολιτικών ψηφιακής ανάπτυξης, τόσο σε επίπεδο γενικού σχεδιασμού και πυλώνων πολιτικής όσο και σε επίπεδο επιμέρους επιχειρησιακών μέτρων πολιτικής και στοχευμένων επιχειρησιακών παρεμβάσεων,
5. οι διεθνείς βασικοί κινητήριοι οικονομικοί παράγοντες που τροφοδοτούν τις αναδυόμενες τεχνολογικές και παραγωγικές μετατοπίσεις προσδίδοντας χαρακτηριστικά «προαναγγελθείσας επανάστασης» στις τρέχουσες τεχνολογικές μεταβολές στη συγκεκριμένη ιστορική περίοδο,
6. οι δυναμικές, άμεσες και έμμεσες, ευρύτερες επιπτώσεις από την ανάπτυξη και εισαγωγή νέων τεχνολογικών συντελεστών, σε επίπεδο συναφών διαστάσεων (π.χ. διάρθρωση κλάδων και πολιτικές ανταγωνισμού, βιομηχανικές πολιτικές, εμπορικές πολιτικές και δυναμικά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα, τεchno-παραγωγικές αλυσίδες αξίας, ανθρώπινο δυναμικό και δομή απασχόλησης).

Σημειώνεται ότι στο πλαίσιο της παρούσας ανάλυσης, οι πολιτικές στήριξης της έρευνας, της τεχνολογίας και της καινοτομίας (πολιτικές ΕΤ&Κ) ορίζονται ως:

«το οργανωμένο πλέγμα κρατικής υποστήριξης της επιστημονικής, τεχνολογικής και καινοτομικής δραστηριότητας μέσα από τον συστηματικό σχεδιασμό και την εφαρμογή σχετικών μέτρων πολιτικής σε επίπεδο χρηματοδότησης, διαμόρφωσης θεσμικού πλαισίου, δημιουργίας ερευνητικών-τεχνολογικών υπο-

δομών και υλοποίησης προγραμμάτων ανάπτυξης της έρευνας της τεχνολογίας και της καινοτομίας».

Αντιστοίχως, οι **πολιτικές ψηφιακής ανάπτυξης**, ως σύγχρονη μορφή, κατηγορία και διεπιφάνεια μεταξύ τεχνολογικών πολιτικών και πολιτικών καινοτομίας, προσδιορίζονται ως:

«τα στοχευμένα μέτρα πολιτικής με επικέντρωση στην ενεργή υποστήριξη της ανάπτυξης και της διάχυσης νέων ψηφιακών τεχνολογιών σε ερευνητικό, τεχνολογικό και παραγωγικό επίπεδο και η συνακόλουθη ανάπτυξη ενός πολυεπίπεδου συμπλέγματος οικοδόμησης ψηφιακών υποδομών, εκπόνησης συνεργατικών πρωτοβουλιών, υλοποίησης προγραμμάτων ψηφιακής ανάπτυξης σε ερευνητικό και παραγωγικό επίπεδο, διαμόρφωσης ειδικών χρηματοδοτικών εργαλείων ανάπτυξης και υιοθέτησης ψηφιακών τεχνολογιών καθώς και σχεδιασμού θεσμικών ρυθμίσεων του ψηφιακού περιβάλλοντος».

Όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικά στις επόμενες ενότητες, τα μέτρα πολιτικών ET&K και πολιτικών ψηφιακής ανάπτυξης διακρίνονται ως προς τον χαρακτήρα τους βάσει διαφορετικών στοχεύσεων (π.χ. οριζόντιο vs στοχευμένο θεματικά επίπεδο), τεχνολογικού προσανατολισμού (π.χ. τεχνολογίες αιχμής vs τεχνολογικός εκσυγχρονισμός παραδοσιακών κλάδων) και επιμέρους πεδίων παρέμβασης (π.χ. χρηματοδοτικά εργαλεία, ερευνητικές υποδομές, θεσμικό πλαίσιο, φορολογικά κίνητρα, προδιαγραφές προϊόντων, δημόσιες συμβάσεις/προμήθειες, εμβληματικές συνεργατικές πρωτοβουλίες, μηχανισμοί υποστήριξης και μεταφοράς τεχνολογίας).

Εν κατακλείδι, επιχειρείται η διασύνδεση των παραπάνω ζητημάτων με το ευρύτερο, διεθνώς, μεταβαλλόμενο, οικονομικό περιβάλλον και τις σχετικές βιομηχανικές και εμπορικές πολιτικές και τις πολιτικές ανταγωνισμού. Ειδικότερα, τα βασικά ερωτήματα που επιχειρείται να απαντηθούν στις παρακάτω σελίδες συνοψίζονται στις κάτωθι ευρύτερες κατηγορίες:

1. Σε τι ακριβώς συνίσταται ο «τεχνολογικός και ψηφιακός μετασχηματισμός» και η «τεχνολογική και ψηφιακή επανάσταση»; (βλ. Κεφάλαια 2, 3 και 6).
2. Ποια είναι τα βασικά δομικά στοιχεία του νέου τεχνολογικού κύματος και πώς συνοψίζεται η διεθνής συζήτηση για την «3η Βιομηχανική Επανάσταση» (Rifkin, 2011), την «4η Βιομηχανική Επανάσταση» (Acatech, 2013· Schwab, 2017), τη «2η Τεχνολογική Εποχή» [«2^η Εποχή των Μηχανών»] (Brynjolfsson & McAfee, 2014· Brynjolfsson & McAfee, 2017α) και το ευρύτερο ερμηνευτικό πλαίσιο των «τεχνολογικών επαναστάσεων» (Perez, 2004· 2009); (βλ. Κεφάλαια 2, 3 και 6).
3. Ποιοι είναι οι βασικοί μηχανισμοί δημιουργίας και οι βασικές πηγές της «τεχνολογικής μεταβολής» («πώς προκύπτει») και πώς καταγράφεται η τεχνολογία σε επίπεδο δεικτών μέτρησης είτε στα αρχικά στάδια ανάπτυξης (π.χ. ευρεσιτεχνίες και τεχνολογικά όρια) είτε σε επίπεδο βαθμού ενσωμάτωσης, βαθμού επίδρασης και ανάδυσης νέων τεχνολογικών τομέων; (βλ. Κεφάλαιο 6).
4. Ποιος είναι ο ρόλος του κράτους στην ανάπτυξη και διάχυση της τεχνολογικής πρόοδου καθώς και στη ρύθμιση των τεχνολογικών εξελίξεων και της νέας «ψηφιακής

συνθήκης»; Ποιες είναι οι βασικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των κυρίαρχων υποδειγμάτων σχεδιασμού και εφαρμογής πολιτικών ET&K και πολιτικών ψηφιακής ανάπτυξης; (βλ. Κεφάλαιο 3, 4, και 5).

5. Ποια είναι τα πεδία εφαρμογής των τεχνολογικών μεταβολών («πού κατευθύνεται» η τεχνολογία;) και πώς επιδρούν οι τεχνολογικές αλλαγές σε επιμέρους κρίσιμους τομείς, όπως η μεταποίηση, η ενεργειακή μεταβολή και η αγροτική παραγωγή; (βλ. Κεφάλαια 7, 8 και 9).
6. Ποιες είναι οι βασικές επιδράσεις του τεχνολογικού και ψηφιακού μετασχηματισμού σε επίπεδο οικονομίας και κοινωνίας (π.χ. πολιτικές ανταγωνισμού, διεθνείς τεchnο-παραγωγικές αλυσίδες, αγορά εργασίας-δομή απασχόλησης); (βλ. Κεφάλαιο 10).

Υπό τη σκοπιά αυτή, υιοθετήθηκαν, εν προκειμένω, ορισμένες βασικές μεθοδολογικές αρχές ως προς την ολιστική προσέγγιση του αντικειμένου της «τεχνολογικής μεταβολής» και των πολιτικών ET&K (Σχήμα 1) που σταχυολογούνται στις εξής διαστάσεις:

1. *Ολιστικός χαρακτήρας*: στόχος της παρούσας ανάλυσης είναι η κατανόηση των υλικοτήτων (τεχνολογίες), των πεδίων εφαρμογής (π.χ. βιομηχανία), των μορφών των πολιτικών ET&K και των πολιτικών ψηφιακής ανάπτυξης, καθώς και των συνελκόμενων πτυχών και διαστάσεων (π.χ. θεωρητικό πλαίσιο, ιστορική διαδρομή και εξέλιξη, πλαίσιο ρύθμισης ανταγωνισμού, διεθνείς παραγωγικές αλυσίδες, γεω-τεχνολογικός και τεχνολογικός-εμπορικός ανταγωνισμός, δείκτες μέτρησης και παρακολούθησης της τεχνολογικής μεταβολής, ανάδυση νέων γεωγραφικών κέντρων και περιοχών τεχνολογικής εξειδίκευσης, αγορά εργασίας).
2. *Επικεντρωμένη πλαισίωση*: σημαντική έμφαση προσδίδεται στην ευρύτερη δυνατή γωνία θέασης του υπό εξέταση αντικειμένου, λαμβάνοντας υπόψη το ιστορικό πλαίσιο καθώς και τη συσχέτιση της τεχνολογικής προόδου με θέματα παραγωγικότητας, οικονομικής μεγέθυνσης και παραγωγικο-οικονομικού μετασχηματισμού. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται επίσης στη συνεξέλιξη βασικών κινητήριων παραγόντων (π.χ. θεσμικές παράμετροι ρύθμισης του τεχνολογικού παράγοντα, αντιμετώπιση παραγωγικών και κοινωνικών προκλήσεων) και στην ανάδειξη των θεμελιωδών προϋποθέσεων μετατροπής της τεχνολογικής προόδου σε παραγωγική, οικονομική και κοινωνική μετεξέλιξη.
3. *Συνδυαστικά ερμηνευτικός χαρακτήρας*: η κατανόηση του αντικειμένου επιχειρεί να συνδυάσει την ανάλυση των τεχνολογικών εξελίξεων σε συνδυασμό με τα περιεχόμενα σχετικών πολιτικών ET&K (μορφολογία πολιτικών), τα περιεχόμενα των τεχνικών υλικοτήτων (π.χ. διαχρονική πολυεπίπεδη συνεξέλιξη ψηφιακών τεχνολογιών, αλληλεπίδραση τεχνολογικών ακολουθιών με οικονομικές επιδράσεις, διεθνείς παραγωγικές αλυσίδες, κοινωνικές επιδράσεις) καθώς και τις διασυνδέσεις μεταξύ συναφών κρατικών πολιτικών (π.χ. πολιτικές ET&K, πολιτικές ψηφιακής ανάπτυξης, βιομηχανική πολιτική, ενεργειακή πολιτική, αναπτυξιακή πολιτική, πολιτική ανταγωνισμού).
4. *Τεχνολογική μεταβολή και πολιτικές ET&K*: η παρούσα ανάλυση επιχειρεί, μεταξύ άλλων, τη διερεύνηση εγκάρσιων ερωτημάτων ως προς τους μηχανισμούς μέσω των οποίων «οι κοινωνίες και οι οικονομίες παράγουν τεχνολογία» και, συνεπακόλουθα, η τεχνολογική πρόοδος οδηγεί σε νέες παραγωγικές και κοινωνικο-οικονομικές μορ-

3. η διευκόλυνση των προμηθειών αγαθών, η πρόσβαση σε εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό καθώς και σε τεχνολογικούς πόρους,
4. η βελτίωση των δυνατοτήτων πρόσβασης σε πληροφόρηση σχετικά με τις αλλαγές της αγοράς και της τεχνολογίας (Marshall, 1920).

Υπό αυτό το πρίσμα, ο Marshall αξιοποιεί την έννοια των «βιομηχανικών συνοικιών» [industrial districts], μία από τις βασικές συνιστώσες των μετέπειτα θεωριών και πολιτικών για την ανάπτυξη γεωγραφικά εντοπισμένων συνεργατικών σχηματισμών [clusters], βιομηχανικών περιοχών και παραγωγικών και τεχνολογικών χωρικών οικοσυστημάτων.

2.2. Σύγχρονη οικονομική σκέψη και «τεχνολογικές επαναστάσεις»

Η βελτίωση των ρυθμών παραγωγικότητας σε μακροπρόθεσμη βάση συσχετίζεται άμεσα με την ανάπτυξη, την υιοθέτηση και την παραγωγική αξιοποίηση τεχνολογικών και οργανωτικών καινοτομιών. Η συγκεκριμένη υπόθεση και διαπίστωση αποτελεί, κατά το μάλλον ή ήττον, κοινό σημείο έρευνας, ανάλυσης και εξαγωγής συμπερασμάτων των περισσότερων κλασικών και σύγχρονων θεωρητικών της οικονομικής και τεχνολογικής μεταβολής. Στον ορίζοντα των αναδυόμενων θεωρητικών προσεγγίσεων εμφανίζονται τις τελευταίες δεκαετίες νέες μορφές τεχνολογικής προόδου και νέα πεδία παραγωγικής αξιοποίησης του «τεχνολογικού παράγοντα».

Σε ιστορικό επίπεδο, η περίοδος που διαδέχεται τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο σηματοδοτείται από το σταδιακό πέρασμα στη λεγόμενη «3η Βιομηχανική Επανάσταση». Όπως αναφέρθηκε, ο «ατμός» αποτέλεσε το βασικό κινητήριο μηχανισμό λειτουργίας των πρώτων μηχανών για την πρώτη ιστορικά βιομηχανική εποχή, όπως αντίστοιχα η ηλεκτρική ενέργεια έδωσε ώθηση στη μαζική παραγωγή, ενώ η ανάπτυξη των τεχνολογιών πληροφορικής προώθησε την αυτοματοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας σε επάλληλα κύματα και υπο-περιόδους¹⁰.

Σύμφωνα με τον Brian Arthur (2011), τις τελευταίες δεκαετίες μεταβαίνουμε από την εποχή που οι τεχνολογίες επαυξάνουν τις ανθρώπινες δυνατότητες στην εποχή που οι τεχνολογίες προσομοιώνουν ή αντικαθιστούν τον ανθρώπινο παράγοντα (π.χ. γενετική μηχανική, Τεχνητή Νοημοσύνη, εμφυτεύματα). Συγκεκριμένα, ο Arthur διακρίνει τρεις περιόδους τεχνολογικής μετάβασης:

1. Περίοδος 1970-80: ανάπτυξη ενσωματωμένων κυκλωμάτων, μικροεπεξεργαστές [microchips], μικροποίηση [miniaturization], νέα ψηφιακά εργαλεία [computer-

10. Η υποστήριξη των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) αποτελεί μία από τις πρώτες και πιο εκτεταμένες μορφές τεχνολογικής πολιτικής (Freeman, 2003a). Συνιστά γεγονός ότι η παραδαία και πολυεπίπεδη ανάπτυξη των ΤΠΕ επιταχύνεται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των επιμέρους τεχνολογικών συντελεστών ως προς την πορεία του κόστους τεχνολογικής ανάπτυξης και υιοθέτησης, την κλιμάκωση της αποδοτικότητας (π.χ. επεξεργαστές) και την ευρύτητα των εφαρμογών (Langlois & Mowery, 1995).

aided design programs], ηλεκτρονική παρακολούθηση αποθεμάτων, προσωπικός υπολογιστής.

2. Περίοδος 1990-2000: διασύνδεση ψηφιακών διεργασιών, μεταφορά δεδομένων, παγκόσμια δίκτυα, διαδίκτυο, υπολογιστικό νέφος, διασύνδεση μηχανών και ψηφιακές επιχειρησιακές εργασίες.
3. Περίοδος από το 2010: αισθητήρες (π.χ. ραντάρ, LiDAR, βιοαισθητήρες, υπολογιστική και μηχανική όραση), συγκέντρωση δεδομένων, επεξεργασία δεδομένων, αλγόριθμοι, εξελιγμένα συστήματα (π.χ. μηχανική όραση, επεξεργασία φυσικής γλώσσας, ψηφιακοί βοηθοί κ.ά.).

Κατά την πρώτη περίοδο, οπότε και προσδιορίζεται εν πολλοίς η προπαρασκευαστική φάση της «3ης Βιομηχανικής Επανάστασης», η οικονομική επιστήμη προσεγγίζει την επίδραση του τεχνολογικού παράγοντα στην παραγωγικότητα ως «εξωγενή». Ειδικότερα, αξίζει να αναφερθεί η συνεισφορά του Solow (1956· 1957) που έγκειται στην ποσοτικοποίηση της σχέσης συσσώρευσης κεφαλαίου και τεχνολογικής προόδου. Η συγκεκριμένη προσέγγιση αποτυπώνει αποκλίσεις ανάμεσα στις αλλαγές κεφαλαιακής έντασης και μεταβολών στην παραγωγικότητα, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων δεν μπορούσε πλέον να εξηγηθεί παρά μόνο με αναγωγή σε διάφορες μορφές τεχνολογικής προόδου και στο γνωστό «εναπομένον κατάλοιπο» [unexpected residual].

Σύμφωνα με τον Solow, το 90% της διακύμανσης του οικονομικού προϊόντος δεν μπορεί να ερμηνευθεί από το φυσικό κεφάλαιο και την ανθρώπινη εργασία, ενώ ονομάζει το εναπομένον κατάλοιπο, ως «τεχνική αλλαγή». Η θεωρία του έγινε γνωστή ως «θεωρία εξωγενούς μεγέθυνσης», κυρίως επειδή η προσέγγισή του εισάγει την «τεχνική αλλαγή» εξωγενώς ως μια χρονική τάση (Mazzucato, 2013). Ο Solow προσδιορίζει την περίοδο εκείνη την τεχνολογική πρόοδο ως μια «εξωγενή μεταβλητή» που συμβάλλει στην **οικονομική μεγέθυνση**, οριοθετώντας ωστόσο έναν συγκεκριμένο ορίζοντα ανάπτυξης μιας οικονομίας πέραν του οποίου ο ρυθμός οικονομικής μεγέθυνσης δύναται να διατηρηθεί μόνο μέσω της τεχνολογικής αλλαγής και της συνεπακόλουθης ενίσχυσης της συνολικής παραγωγικότητας. Μερικές δεκαετίες αργότερα, ο Solow θα διατυπώσει τον όρο «παράδοξο της παραγωγικότητας», αναδεικνύοντας την αντίφαση μεταξύ των σημαντικών τεχνολογικών εξελίξεων και των περιορισμένων επιδράσεών τους στους σχετικούς δείκτες παραγωγικότητας (Solow, 1987).

Πολύ σημαντική θέση στο πεδίο της ανάλυσης του «τεχνολογικού παράγοντα» κατέχει ο Kenneth Arrow. Ο Arrow συμβάλλει καθοριστικά στην ερμηνεία και κατανόηση της τεχνολογικής προόδου. Στο πλαίσιο των επιστημονικών εργασιών του, επικεντρώνεται, μεταξύ άλλων, στις δραστηριότητες Έρευνας και Ανάπτυξης και στις διαδικασίες **«μάθησης μέσα από την πράξη»** (1962α· 1962β). Αντιστοίχως, έδωσε έμφαση στο γεγονός ότι, ενώ μια μεγάλη ποσότητα γνώσης προκύπτει ως αποτέλεσμα εμπρόθετης κατανομής πόρων σε Έρευνα και Ανάπτυξη, ένα μεγάλο ποσοστό τεχνολογικής προόδου αποτελεί παράλληλη συνέπεια επενδύσεων ή παραγωγικής δραστηριότητας.

Μια επιπλέον κρίσιμη συνεισφορά του Arrow (1962β) έγκειται στην επιστημονική πρόταση και διαπίστωση ότι οι περισσότεροι ανταγωνιστικές αγορές δημιουργούν περισσότερα κίνητρα για την ανάπτυξη δραστηριότητας στο πεδίο Έρευνας και Ανάπτυξης

από πλευράς επιχειρήσεων, δημιουργώντας ένα περιβάλλον ώθησης της καινοτόμου δραστηριότητας, εν συγκρίσει με τις αγορές μονοπωλιακής διάρθρωσης. Συνεπώς, ο Kenneth Arrow συμπεραίνει ότι ο «τέλειος ανταγωνισμός» προσφέρει περισσότερα κίνητρα στις επιχειρήσεις για την ανάπτυξη δραστηριοτήτων καινοτομίας, ενώ η αποκλειστική «**επίδραση αντικατάστασης**» περιορίζει τα κίνητρα των επιχειρήσεων με μονοπωλιακή θέση για την ανάπτυξη καινοτομιών. Η συγκεκριμένη διαχρονική συνεισφορά φαίνεται, ειρήσθω εν παρόδω, να καθίσταται επίκαιρη και να επανέρχεται προσφάτως στην ευρύτερη επιστημονική συζήτηση περί του βέλτιστου τρόπου ρύθμισης των τεχνολογικών αγορών, της ψηφιακής οικονομίας και των νέων εμπορικών και επιχειρηματικών δραστηριοτήτων στο ψηφιακό περιβάλλον.

Σύμφωνα με τον Arrow (1962B), μια επιχείρηση που λειτουργεί σε ένα ανταγωνιστικό περιβάλλον και αναπτύσσει καινοτομική δραστηριότητα –με όρους διασφάλισης της **διανοητικής ιδιοκτησίας** [exclusive intellectual property rights]– μετατοπίζεται από μια συνθήκη μηδενικού κέρδους σε μια συνθήκη με ένα υψηλό κέρδος (όπως προκύπτει από νέα προϊόντα ή/και υπηρεσίες). Αντιθέτως, μια επιχείρηση με μονοπωλιακή θέση που αναπτύσσει καινοτομική δραστηριότητα, αντικαθιστά το αρχικό μονοπωλιακό κέρδος με ένα σχετικά υψηλότερο επίπεδο κέρδους [«replacement effect»].

Εντούτοις, η συγκεκριμένη οριακή μετατόπιση δεν αποτελεί επαρκές και ισχυρό κίνητρο για την ανάπτυξη καινοτομιών σε μονοπωλιακές αγορές. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η συγκεκριμένη θέση έρχεται σε θεωρητική αντιπαράθεση με μέρος της προσέγγισης του Schumpeter (Mark II) ως προς το σκέλος του ότι οι μεγάλες επιχειρήσεις και οι συγκεντρωποιημένες αγορές [highly concentrated market structures] προσφέρουν ένα περισσότερο σταθερό περιβάλλον για την ανάπτυξη καινοτομικής δραστηριότητας σε σχέση με τις συνθήκες «τέλειου ανταγωνισμού» (Gibert, 2006). Η παραγωγική κλίμακα αφενός συνδέεται με την ανάγκη πραγματοποίησης επενδύσεων και ενδογενούς ανάπτυξης νέων τεχνολογικών μορφών και καινοτομιών. Αφετέρου, σύμφωνα με τη συμβολή του Arrow, η διαμόρφωση παραγωγικής κλίμακας σε επίπεδο που οδηγεί σε φαινόμενα ολιγοπωλιακής διάρθρωσης ενδεχομένως συνδέεται με τη διαμόρφωση δομών μειωμένων κινήτρων σε επίπεδο επιμέρους αγορών.

Η βασική ιδέα στην οποία βασίζονται τα νέα παραδείγματα της νεοκλασικής οικονομικής εδράζεται στην έννοια της «**ενδογενούς καινοτομίας**». Η αρχική θεωρητική θεμελίωση των μοντελοποιημένων αρχών της παρούσας θεωρίας προέρχεται από την κατά Kenneth Arrow παραδοχή ότι η ανάπτυξη τεχνικών γνώσεων μέσα από τις παραγωγικές διεργασίες επιφυλάσσει συγκεκριμένες έμμεσες και άμεσες συνέπειες, τις λεγόμενες «εξωτερικότητες» (Arrow, 1962a). Συν τοις άλλοις, ο Arrow συνέδεσε θεωρητικά τις μαθησιακές διαδικασίες με τον ρυθμό επενδύσεων αλλά και με το απόλυτο επίπεδο γνώσης που έχει ήδη συσσωρευτεί (Αγγελάκης, 2017). Ο συντελεστής «γνώση» συναρτάται σε μεγάλο βαθμό με τις λειτουργικές επιδράσεις των σωρευτικών επενδύσεων. Η ύπαρξη των «εξωτερικότητων» επιφυλάσσει εν συνεχεία την παραγωγή αυξανόμενων αποδόσεων κλίμακας, οι οποίες ιστορικά αποτυπώνονται από αρκετούς οικονομολόγους, ως αποτέλεσμα του καταμερισμού της εργασίας και της αυξανόμενης εξειδίκευσης (Romer, 1986).

Η αύξηση της παραγωγικότητας ως αποτέλεσμα μάθησης, εν συνεχεία, αποτέλεσε μία

από τις πηγές που οδήγησαν σε αυτό που σήμερα καλούμε «θεωρία της ενδογενούς μεγέθυνσης». Οι θεωρητικοί της ενδογενούς μεγέθυνσης, όπως οι Paul Romer και Robert Lucas, αναλύουν περαιτέρω την κεντρική ιδέα των «αυξανόμενων αποδόσεων κλίμακας»¹¹ (Romer, 1986· Lucas, 1988). Όπως εξάλλου αναφέρθηκε εισαγωγικά, η «θεωρία της ενδογενούς μεγέθυνσης» αποτυπώνει τη σημασία των επενδύσεων σε ανθρώπινο κεφάλαιο, καινοτομία και γνώση ως κρίσιμων συντελεστών οικονομικής μεγέθυνσης. Κεντρική διάσταση στη συγκεκριμένη θεωρία κατέχουν οι «θετικές εξωτερικότητες», οι «διαχεόμενες επιδράσεις» και οι **«αυξανόμενες αποδόσεις»** [increasing returns] ως προς την επιτάχυνση της οικονομικής μεταβολής.

Συνακόλουθα, η ανάδυση της θεωρίας ενδογενούς μεγέθυνσης αποτυπώνει και τεκμηριώνει τη σημασία των στοχευμένων μέτρων πολιτικής για την ανάπτυξη της τεχνολογίας και της καινοτομίας ως προς την επίτευξη μακροπρόθεσμων θετικών ρυθμών οικονομικής μεγέθυνσης. Η διαμόρφωση δομών κινήτρων για την αύξηση των επενδύσεων σε ΕΤ&Κ συνιστά άλλωστε κρίσιμη παράμετρο τεχνολογικής και οικονομικής μεταβολής (Romer, 1986· 1990). Συνεπώς, ο «τεχνολογικός παράγοντας» αποτελεί διάσταση που μπορεί να ενισχυθεί μέσα από κατάλληλα μέτρα και παρεμβάσεις και κατ' αυτόν τον τρόπο να συμβάλει στην παραγωγική και οικονομική μεγέθυνση.

Στο πλαίσιο αυτό, η αναγνώριση των βελτιώσεων που προκύπτουν στις παραγωγικές διαδικασίες από τη σωρευμένη εμπειρία, τη χρήση εξοπλισμού και τις καινοτομίες, αποτελεί σημαντική μετάβαση για την οικονομική σκέψη, με συνέπειες την αμφισβήτηση του αξιώματος της «γραμμικότητας» και την επανεξέταση της ίδιας της έννοιας της «γενικής ισορροπίας» (Βαϊτσός και Μπαρτζώκας, 2004). Ο «τεχνολογικός παράγοντας» σταδιακά αποκρυσταλλώνεται ως αυτοτελής παραγωγικός συντελεστής στην ολική παραγωγική συνάρτηση, ενώ οι αυξανόμενες αποδόσεις κλίμακας αναδεικνύονται σε νέα καθοριστική παράμετρο της «τεχνολογικής μεταβολής».

Παρόλο που τα ενδογενή υποδείγματα εξακολουθούν να συντηρούν τις νεοκλασικές παραδοχές της κινούμενης ισορροπίας στα οικονομικά συστήματα (Βαϊτσός, 2015), στην πορεία αναθεώρησαν τη νεοκλασική σκέψη στα σημεία: i) των ενδογενών ιδιοτήτων της τεχνολογικής προόδου και των διαφοροποιημένων εξωτερικών οικονομικών στις διαδικασίες μεγέθυνσης και ii) στην ανάδειξη των συνθηκών αύξησης των οικονομικών επιδόσεων επί της χρήσης και συσσώρευσης συντελεστών παραγωγής. Επιπλέον, νέες οικονομικές έννοιες και σημασίες εντάσσονται στην ανάλυση του φαινομένου της «καινοτομίας» και αφορούν, μεταξύ άλλων, τις αύξουσες αποδόσεις [increasing returns] και την «εξάρτηση από την πεπατημένη» [path dependency] (Arthur, 1989· Arthur, 1994).

Προς αυτή την κατεύθυνση, η σημασία της «μάθησης» αρχίζει να πλαισιώνεται από την έννοια της **πολυπαραγοντικής παραγωγικότητας** (multifactor productivity

11. Σύμφωνα με τις κλασικές προσεγγίσεις του Adam Smith, η οικονομική διαδικασία διακρίνεται από σταθερά κόστη και σταθερές αποδόσεις κλίμακας, βάσει των γραμμικών συναρτήσεων παραγωγής (Kaldor, 1970· Kaldor, 2004). Η επιστημονική εργασία του Ricardo, συνεισφέρει επίσης στη συζήτηση για τη σχέση των μηχανών και της χρήσης τους, τις επιπτώσεις στην εργατική τάξη και το εθνικό ακαθάριστο προϊόν, καθώς και τη διάσταση του διεθνούς εμπορίου, εν συναρτήσει με τις τιμές των αγαθών (Ricardo, 2002).

– MFP), ως το τμήμα των παραγωγικών εκροών που δεν μπορούν να ερμηνευθούν γραμμικά και απόλυτα από την αύξηση των παραγωγικών εισροών (Αγγελάκης, 2017). Η «τεχνολογική αλλαγή» βάσει της επικρατούσας προσέγγισης θεωρείται μέρος του φυσικού κεφαλαίου (π.χ. εξοπλισμός και ενσωματωμένη τεχνολογία), τμήμα του άυλου κεφαλαίου (π.χ. Έρευνα & Ανάπτυξη, οργανωσιακό κεφάλαιο, κεφάλαιο έντασης γνώσης και δεξιότητες) καθώς και αποτέλεσμα επαυξημένης πολυπαραγοντικής παραγωγικότητας που αποτυπώνει ενισχυμένη αποτελεσματικότητα στην αξιοποίηση φυσικού κεφαλαίου, ανθρώπινου δυναμικού, τεχνολογικής και οργανωτικής καινοτομίας, καθώς και ενθάρρυνση φαινομένων «διάχυσης γνώσης» (OECD, 2015).

Οι παραπάνω διαπιστώσεις έκαναν σταδιακά εμφανές ότι ο «τεχνολογικός παράγοντας» αποτελεί επίσης έναν βασικό συντελεστή αύξησης της παραγωγικότητας της εργασίας, ενώ σε μεγάλο βαθμό οι σχετικές διαδικασίες συσσώρευσης γνώσης είναι ενδογενείς στις σχετικές παραγωγικές διαδικασίες, σε επίπεδο επιχειρήσεων, περιφερειών και οικονομιών. Εντούτοις, τα αποτελέσματα, ως προς την παραγωγικότητα, από την τρέχουσα «ψηφιακή και Βιομηχανική Επανάσταση», αποτελούν ακόμη αντικείμενο μελέτης και διερεύνησης. Σύμφωνα με τον Robert Gordon (2012) για παράδειγμα, σκιαγραφείται μια μετριασμένη εικόνα ως προς τα επιτεύγματα της ψηφιακής επανάστασης. Σύμφωνα επίσης με τον Gordon (2017), η πρόσφατη τεχνολογική μεταβολή προκαλεί σχετικά περιορισμένες επιδράσεις στην παραγωγικότητα σε σχέση με τις προηγούμενες τεχνολογικές επαναστάσεις και συμβάλλει μόνο σε μια βραχυχρόνια αύξησή της. Επιπλέον, ο Gordon αμφισβητεί την άποψη ότι η οικονομική ανάπτυξη στις Η.Π.Α. συνεχίζεται αδιάλειπτα, ενώ αναδεικνύει την ιστορικά ισχυρότερη επίδραση που κατέγραψαν οι τεχνολογικές καινοτομίες (π.χ. ηλεκτρισμός, μεταφορές) κατά την ιστορική περίοδο 1870-1970.

Στον αντίποδα, οι Brynjolfsson και McAfee (2014) επιχειρηματολογούν ότι οι στατιστικές παραγωγικότητας δεν καταγράφουν επαρκώς την άνοδο της οικονομίας διαμοιρασμού και την πληθώρα των φθηνών ή δωρεάν ψηφιακών υπηρεσιών. Συναφείς ερμηνείες υιοθετούν την προσέγγιση αδυναμίας των στατιστικών αναλύσεων να συλλάβουν και να μετρήσουν τις ποιοτικές βελτιώσεις και αλλαγές στην παραγωγική διαδικασία (Corrado & Hulten, 2010). Αντίστοιχες προσεγγίσεις αναδεικνύουν τη σύνθετη φύση του «**άυλου κεφαλαίου**» [intangible assets] ως προς το επίπεδο της πλήρους καταγραφής των πολύπτυχων επιδράσεων του στην παραγωγικότητα (π.χ. Έρευνα και Ανάπτυξη, λογισμικό, βιομηχανικός σχεδιασμός, ευρεσιτεχνίες) (Haskel & Westlake, 2017).

Συνεπώς, η συζήτηση για τον «τεχνολογικό παράγοντα» καθώς και τη σχέση καινοτομίας, γνώσης, μάθησης και οικονομικής μεγέθυνσης (Freeman, 1990· Freeman & Soete, 1999) αποτελούσαν και θα αποτελούν κρίσιμα σημεία επιστημονικής διερεύνησης. Σε συνέχεια των παραπάνω εξελίξεων, τόσο σε επίπεδο ιστορικής, τεχνολογικής και οικονομικής πραγματικότητας όσο και σε θεωρητικό επίπεδο, η κοινωνικο-οικονομική θεωρία στα χρόνια που θα ακολουθήσουν θα επικεντρωθεί, έτι περαιτέρω, σε θέματα τεχνολογίας και καινοτομίας. Πέραν βέβαια της εστίασης στα συγκεκριμένα πεδία, ιδιαίτερη έμφαση προσδίδεται εντόνως, προϊόντος του χρόνου, στην ολοκληρωμένη προσέγγιση και κατανόηση του φαινομένου της καινοτομίας και της τεχνολογικής ανάπτυξης, καθώς

και στην εξειδικευμένη εξέταση των πολιτικών έρευνας, τεχνολογίας και καινοτομίας ως θεμελιώδους παραμέτρου επιτάχυνσης της τεχνολογικής μεταβολής.

Διευρύνοντας τον ορίζοντα της επισκόπησης περί των θεωρητικών προσεγγίσεων κατανόησης του «τεχνολογικού παράγοντα», διαπιστώνεται ότι σταδιακά αναδεικνύεται περαιτέρω η σημασία της «τεχνολογικής αλλαγής» και των άυλων επενδύσεων (π.χ. Έρευνα και Ανάπτυξη, γνώση, δεξιότητες) ως προς την οικονομική και κοινωνική πρόοδο, σε μικροοικονομικό και μακροοικονομικό επίπεδο (Freeman, 1990). Τα «οικονομικά της καινοτομίας» αναδύονται τις τελευταίες δεκαετίες ως ένας διακριτός επιστημονικός υπο-κλάδος. Βασικά πεδία διερεύνησης αφορούν πλέον ζητήματα που περιλαμβάνουν τις μικροοικονομικές επιδράσεις της καινοτομίας, μικροοικονομικές κλαδικές αναλύσεις σε σχέση με την καινοτομική δραστηριότητα σε επίπεδο επιχειρήσεων, ανάλυση αποδόσεων και αποδοτικότητα επενδύσεων τεχνολογικής έντασης καθώς και μακροοικονομικές αναλύσεις ως προς τον ρόλο της τεχνολογίας σε συνάρτηση με την παραγωγική μεγέθυνση (Hall & Rosenberg, 2010).

Το επόμενο ισχυρό θεωρητικό ρεύμα κατανόησης του τεχνολογικού παράγοντα συμπυκνώνεται στις εξελικτικές θεωρήσεις της τεχνολογικής και οικονομικής μεταβολής. Αυτές προσδίδουν ιδιαίτερη έμφαση στην αλληλεπίδραση του «τεχνολογικού παράγοντα», των μακρών τεχνολογικών κυμάτων, των οικονομικών διακυμάνσεων και οικονομικών κύκλων, των οικονομικών κρίσεων σε σχέση με τις ευρύτερες κινήσεις του παραγωγικού και χρηματοπιστωτικού κεφαλαίου καθώς και των εκάστοτε σχετικών ρυθμίσεων πολιτικής. Οι συγκεκριμένες προσεγγίσεις εδράζονται σε έναν βαθμό και σε βαθύτερες θεωρητικές παραδοχές. Σύμφωνα με την νεοκλασική παράδοση, η αναπτυξιακή διαδικασία ακολουθεί μια πορεία στην οποία η αιτία και το αποτέλεσμα είναι σαφώς προσδιορισμένα και η «ανάπτυξη» αποτελεί ένα «φαινόμενο σταθερής τροχιάς» [steady state]. Αντιθέτως, η εξελικτική θεώρηση λαμβάνει υπόψη τις ιστορικές συνθήκες, σύνθετους αιτιώδεις μηχανισμούς και αναπτυξιακές αναταράξεις και ανισορροπίες που φαίνεται να απέχουν πολύ από μια γραμμική «σταθερή κατάσταση» (Verspagen, 2005).

Εν πρώτοις, η θεμελιώδης θεωρητική συνεισφορά του Christopher Freeman αναδεικνύει τη σημασία των «μακρών διακυμάνσεων» που σχετίζονται με τη διάχυση των νέων τεχνολογιών και οι οποίες συνοδεύονται συνήθως από κύκλους υπερβάλλουσας παραγωγικής ικανότητας ή περιόδους τεχνολογικής υστέρησης. Αναλύοντας αυτές τις τάσεις, ο Freeman υπογράμμισε τον ρόλο που διαδραμάτισαν συγκεκριμένες πολιτικές κατευθύνσεις ως προς τις προτεραιότητες των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), της συνάρθρωσής τους με το χρηματοπιστωτικό σύστημα και την πρόκληση οικονομικών κρίσεων¹² (Freeman, 2003γ). Στο πλαίσιο αυτό, ο Freeman ανέδειξε τον ρόλο που διαδραμάτισε η κυριαρχία του χρηματοπιστωτικού κεφαλαίου, όπως αυτό χαρακτηρίζεται από την επιδίωξη των βραχυπρόθεσμων κερδών, της ταχύτητας κυκλοφορίας και

12. Για παράδειγμα, η απορρύθμιση του χρηματοπιστωτικού τομέα κατά τις δεκαετίες του '70 και '80, η κλιμάκωση των κινήσεων και συναλλαγών κεφαλαίων, η ανάδυση του χρηματοπιστωτικού κεφαλαίου [financialisation] καθώς και η εμφάνιση νέων «χρηματοπιστωτικών καινοτομιών» (π.χ. παράγωγα), συνδυάστηκαν με την εξάπλωση και τις δυνατότητες που προσέφερε η χρήση των ΤΠΕ (Freeman, 2007).