

Εισαγωγή

Ποια ήταν τα κριτήρια με τα οποία οι ΗΠΑ αποφάσισαν τη μεταφορά ολόκληρου του εργαστηρίου παραγωγής μικροεπεξεργαστών (συμπεριλαμβανομένου και ενός μεγάλου μέρους των εργαζομένων) από την Ταϊβάν στο Φοίνιξ της Αριζόνας¹; Γιατί το αμερικανικό Υπουργείο Εμπορίου προτείνει την απαγόρευση εισαγωγής κινεζικών και ρωσικών ανταλλακτικών αυτοκινήτων στις ΗΠΑ², ενώ αρνείται την εγκατάσταση³ κινεζικών γερανών (απο)φόρτωσης στα αμερικανικά λιμάνια; Γιατί περιορίστηκε η μέχρι πρότινος απεριόριστη επενδυτική στόχευση των κεφαλαίων υψηλού επιχειρηματικού κινδύνου σε κινεζικές επιχειρήσεις;

Η απάντηση στα παραπάνω ερωτήματα δεν είναι οικονομική. Η μετεγκατάσταση είναι σαφώς πιο δαπανηρή και ενδέχονται καθυστερήσεις σε αυτή τη διαδικασία, ενώ η απαγόρευση εισαγωγών πλήττει το διεθνές εμπόριο, γεγονός που, μεταξύ άλλων, θα αυξήσει την τελική τιμή προς τον καταναλωτή. Ομοίως, η προσδοκία αυξημένης οικονομικής επιστροφής επί της επένδυσης σταθμίζεται και αξιολογείται ως λιγότερο σημαντική από την αποτροπή απόκτησης τεχνολογικού προβαδίσματος από ανταγωνιστικές χώρες σε κρίσιμους τομείς ένεκα αυτής ακριβώς της επένδυσης.

Η σύντομη, λοιπόν, απάντηση είναι ότι οι παραπάνω αποφάσεις υπαγορεύτηκαν λόγω των νέων γεωπολιτικών συνθηκών και του έντονου τεχνολογικού ανταγωνισμού μεταξύ χωρών όπως οι ΗΠΑ,

1. Liu, J. (2024). What works in Taiwan doesn't always work in Arizona, a chipmaking giant learns, *The Japan Times*.

2. Garrett, L., (2024). U.S. proposes ban on Chinese auto parts so cars 'can't be used against us', *NPR*.

3. Fleming, S., Sevastopulo, D., Jones, C. (2024). How national security has transformed economic policy, *Financial Times*.

η Κίνα, καθώς και διεθνικών οντοτήτων όπως η ΕΕ. Οι χώρες πλέον επιλέγουν το πλέγμα των δημόσιων πολιτικών τους επιδιώκοντας την επίτευξη εγχώριας τεχνολογικής, βιομηχανικής αυτονομίας και γνωσιακής αυτοτέλειας σε κρίσιμους τεχνολογικούς τομείς. Μάλιστα, αυτή η στόχευση φαίνεται να επιδιώκεται με όρους παιγνίου αρνητικού αθροίσματος – δηλαδή, όχι μόνο να επιτευχθεί και να διευρυνθεί η εθνική επιστημονική επίδοση αλλά και να εμποδιστεί, μετριαστεί ή τουλάχιστον καθυστερήσει η επίτευξη αντίστοιχης αυτοτέλειας για τις ανταγωνιστικές χώρες.

Το αίτημα αυτής της επίτευξης σηματοδοτεί ένα νέο επεισόδιο στο κυρίαρχο οικονομικό αφήγημα. Πλέον, η εποχή όπου η διεθνοπολιτική συμπεριφορά καθοριζόταν από ζητήματα ελεύθερου διακρατικού εμπορίου φαίνεται να έχει αντικατασταθεί από πολιτικές προστατευτισμού και παρεμβατισμού, άσκησης βιομηχανικής πολιτικής και του νέου οικονομικού εθνικισμού. Ο τελευταίος εστιάζει στην αυτάρκεια, την τεχνολογική ανεξαρτησία και την ανθεκτικότητα ενάντια στις παγκόσμιες αλυσίδες αξίας. Η διασφάλιση ενάντια στο ενδεχόμενο να διακοπεί η πρόσβαση π.χ. σε πρώτες ύλες ή στην ενέργεια για γεωπολιτικούς λόγους ή λόγω δημόσιας υγείας, αποτελεί πλέον βασικό πολιτικό και επιχειρηματικό αίτημα.

Το βιβλίο αυτό γράφτηκε ως μια πιο εκτεταμένη απάντηση στα ανωτέρω ερωτήματα. Θα πλαισιώσει τα ζητήματα της επιστημονικής έρευνας και τεχνολογικής ανάπτυξης εντός του ευρύτερου διεθνοπολιτικού ανταγωνισμού και θα αναδείξει τη σημασία των γεωπολιτικών κριτηρίων επί των τεχνολογικών αποφάσεων. Στις αποφάσεις περί εξαγωγών, επενδύσεων και ενάρξεων επιστημονικών και τεχνολογικών δραστηριοτήτων συνυπολογίζεται πλέον το κριτήριο του εθνικού συμφέροντος. Επιπλέον, βαρύνουσα σημασία έχουν τα ζητήματα της μείωσης από την εξάρτηση των παγκόσμιων αλυσίδων αξίας, η ενίσχυση της εγχώριας επιστημονικής δυναμικής, η ενεργοποίηση και ο μετασχηματισμός της εθνικής βιομηχανικής βάσης σε ένα ανώτερο τεχνολογικό επίπεδο, καθώς και η συμπληρωματικότητα με φιλικά διακείμενες ή και συμμαχικές χώρες.

Η επιστημονική έρευνα, η τεχνολογική ανάπτυξη και συνεπα-

γόμενες δημόσιες πολιτικές⁴ συναρτώνται ευθέως με γεωπολιτικά κριτήρια. Αυτό δεν ισχύει μονάχα διότι, ανέκαθεν, η έννοια του χώρου σχετιζόταν με την επιστημονική έρευνα και την τεχνολογική ανάπτυξη, αλλά διότι πλέον διαπιστώνεται ότι και το αντίστροφο ισχύει. Ότι, δηλαδή, οι γεωπολιτικές επιλογές έχουν μια πολύ ισχυρή επιστημονική και τεχνολογική διάσταση, επιδρώντας στο ποιος συνεργάζεται με ποιον, πού μπορεί κάποιος να σπουδάσει, ποιος μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση σε ανώτατη τεχνολογία και τεχνογνωσία, πού κατευθύνεται η «έξυπνη» χρηματοδότηση, πού θα εγκατασταθούν οι ψηφιακοί κόμβοι μεταφοράς δεδομένων (data centres), ποιος θα αποκτήσει πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων για να εκπαιδευτούν τα μεγάλα γλωσσικά μοντέλα (large language models) κ.λπ.

Την ισχυρή σύζευξη των δύο μαρτυρά η ανάδυση εννοιών όπως «γεωπολιτική της τεχνολογίας» (geopolitics of technology)⁵, «νέος ψυχρός τεχνολογικός πόλεμος» (new technological cold war)⁶, «πόλεμος μικροεπεξεργαστών» (chips war)⁷, «γεωτεχνολογική τέχνη της πολιτικής» (geotech statecraft)⁸, «τεχνολογική και ψηφιακή κυριαρχία» (technological⁹ and digital sovereignty¹⁰),

4. Lindner, R., Edler, J., Daimer, S. (2024). Understanding Paradigm Change in Science, Technology, and Innovation Policy: Between Science Push and Policy Pull. In: Edler, J., Walz, R. (eds) *Systems and Innovation Research in Transition. Sustainability and Innovation*. Springer, Cham.

5. Baums, A., Butts, N. (2025). *Tech Cold War: The Geopolitics of Technology*, Lynne Rienner Publishers.

6. Tung, R. L., Zander, I., Fang, T. (2023). The Tech Cold War, the multipolarization of the world economy, and IB research, *International Business Review*, vol. 32(6).

7. Miller, C. (2022). *Chip War: The Fight for the World's Most Critical Technology*, Simon & Schuster.

8. Podcast του Κέντρου Στρατηγικών και Διεθνών Σπουδών (Center for Strategic and International Studies) με τίτλο: *GeoTech Wars*, <https://www.csis.org/podcasts/geotech-wars>.

9. Edler, J., Blind, K., Kroll, H., Schubert, T. (2023). Technology sovereignty as an emerging frame for innovation policy. Defining rationales, ends and means, *Research Policy*, vol. 52(6).

10. Farid, G. (2017). *Digital Sovereignty – Steps Towards a New System of Internet Governance*. Fondation pour l'innovation politique, Paris: Fondapol.

«αποσύνδεση» (decoupling)¹¹, «οπλοποίηση της τεχνολογίας» (technology weaponized)¹², όπως αποτυπώνεται σε πλήθος νέων μελετών, ίδρυση νέων ερευνητικών κέντρων και στην παραγωγή δημόσιων πολιτικών.

Ένα από τα παράδοξα αυτής της σχέσης είναι ότι τα ζητήματα π.χ. της διαθεσιμότητας των πρώτων υλών, της συνεργατικής ή μη σχέσης μεταξύ των κρατών, της μετακίνησης του εξειδικευμένου ανθρώπινου δυναμικού και, ασφαλώς, της γεωπολιτικής αστάθειας ανέκαθεν επενεργούσαν στην επιστημονική και τεχνολογική ανάπτυξη, είτε διευκολύνοντας, επιταχύνοντας ή και επιβραδύνοντας τον ρυθμό και την κατεύθυνση της τεχνολογικής αλλαγής. Ρητά ή άρρητα, όσοι ασχολούνταν με την επιστήμη και την τεχνολογία –δεν αναφερόμαστε μόνο ή αποκλειστικά στους επιστήμονες, αλλά σε όσους οργάνωναν τις διαδικασίες, χρηματοδοτούσαν τις δράσεις και είχαν σκοπό να αξιοποιήσουν τα αποτελέσματα– λάμβαναν υπόψη τους αυτές τις ευρύτερες μεταβλητές. Αντίθετα από τον Αρχιμήδη όταν αναφώνουσε «μη μου τους κύκλους τάραττε», λειτουργούσαν «εν τω κόσμω τούτο», αντιλαμβανόμενοι την επιστημονική και τεχνολογική ανάπτυξη ως μέρος του ευρύτερου κοινωνικο-οικονομικού σχηματισμού και συναρτώμενη με τους περιορισμούς και τις ευκαιρίες που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Αυτό φαίνεται να ισχύει και στις παρούσες συνθήκες – αλλά μόνο εν μέρει. Ο ανταγωνισμός μεταξύ των κρατών, καθώς και οι εχθρικές σχέσεις μεταξύ τους, δεν είναι αποκλειστικά σημερινό φαινόμενο. Δυστυχώς, τα κράτη ανέκαθεν ανταγωνίζονταν μεταξύ τους, ενώ επέλεγαν ως προνομιακά τα κράτη-εταίρους με βάση συγκεκριμένα κοινωνικά, πολιτιστικά και γεωγραφικά κριτήρια, όπως εγγύτητα, γλώσσα, θρησκεία κ.λπ.

Ούτε η προσπάθεια ελέγχου των πρώτων υλών είναι καινούργιο φαινόμενο. Ο αποκλειστικός έλεγχος των ορυχείων αργύρου στο

11. Black, J. S., Robinson, A. J (2021). The Strategic Challenges of Decoupling: Navigating your company's future in China, *Harvard Business Review*.

12. Farell, H., Newman, A. (2024). *Underground Empire. How America Weaponized the World Economy*, Penguin Press.

Λαύριο από τους Αθηναίους είναι ένας από τους βασικούς λόγους για τη στρατιωτική και τεχνολογική ανάπτυξη που γνώρισε η πόλη κατά τους αρχαίους χρόνους. Ομοίως, ο περιορισμός μετακίνησης χαρισματικών ανθρώπων ένεκα της τεχνογνωσίας, οξύνοιας, παρατηρητικότητας κ.λπ. που διέθεταν δεν είναι κάτι νέο. Ο κίνδυνος να προσχωρήσουν στην αυλή άλλου μονάρχη, ανταγωνιστικού κράτους ή ηγεμόνα ήταν πάντοτε υπαρκτός και έπρεπε να αναπτυχθούν δικλείδες ασφαλείας για να αποτραπεί αυτό το ενδεχόμενο. Ενδεικτικά, οι γνώσεις του επιστήμονα Ibn al-Haytham-Alhazen (περίπου 965-1040 μ.Χ.) για τη διαχείριση των αυξομειώσεων του Νείλου και την αποτροπή πλημμυρών ήταν τόσο απαραίτητες που ο χαλίφης al-Hakim των Φατιμίδων τού επέβαλε κατ' οίκον περιορισμό. Ή, οι αστρονομικές γνώσεις του Tycho Brache (1546-1501) ήταν τόσο σημαντικές για το βασίλειο της Δανίας που ο βασιλιάς Frederick II τού είχε απαγορεύσει την έξοδο από τη χώρα.

Αντίστροφα, η αποστολή ανθρώπων σε ξένα μέρη για να αποκτήσουν τεχνογνωσία και κατανόηση μιας διαδικασίας αποτέλεσε, επίσης, συγκροτημένη και συντονισμένη πολιτική εκ μέρους του ηγεμόνα, του κράτους κ.λπ. – as αναλογιστούμε τη διαδικασία μεταφοράς της γνώσης για τη δημιουργία του δρόμου του μεταξιού από την αυτοκρατορική Κίνα στο Βυζάντιο κατά τη βασιλεία του Ιουστινιανού ή τον Άγγλο John Dee, μαθηματικό, ο οποίος συμμετείχε σε διπλωματικές αποστολές της βασίλισσας Ελισάβετ Α', με σκοπό να συγκεντρώσει τις γνώσεις και τις τεχνολογίες που είχαν αναπτύξει άλλες χώρες στα αντικείμενα της πλοήγησης, της χαρτογραφίας και της διοίκησης υπερπόντιων κατακτήσεων.

Ωστόσο, αυτή η επαναληψιμότητα των ιστορικών κύκλων έχει τα όριά της. Πλέον, καταγράφεται μια σειρά από ποιοτικά χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν ουσιαστικά τους παρελθοντικούς αυτούς ιστορικούς κύκλους από την παρούσα κατάσταση. Οι κλυδωνισμοί που δημιουργεί ή/και προκαλεί το εξωτερικό αυτό περιβάλλον επενεργούν έντονα και απευθείας στη διαδικασία της επιστημονικής έρευνας και τεχνολογικής ανακάλυψης. Αυτό συμβαίνει για μια σειρά από λόγους.

Ένας είναι αυτό που μπορεί να χαρακτηριστεί ως «ιστορικός

εφησυχασμός» των δυτικών κοινωνιών και, ασφαλώς, των πολιτικών ηγετών τους. Χωρίς μεγάλο βαθμό αυθαιρεσίας, η έναρξη αυτού του εφησυχασμού μπορεί να αναχθεί στην επικράτηση του δυτικού κόσμου στον Ψυχρό Πόλεμο επί του ανατολικού μπλοκ, προεξαρχούσης της κατάρρευσης της Σοβιετικής Ένωσης. Το μεταψυχροπολεμικό σφάλμα στην πολιτική ανάλυση του δυτικού κόσμου ήταν ότι θεώρησε το φιλελεύθερο μοντέλο διακυβέρνησης ως το μοναδικό αναπτυξιακό σχήμα που θα μπορούσε να υιοθετηθεί από όλες τις χώρες του κόσμου. Μετά από αυτή την ξεκάθαρα λανθασμένη εκτίμηση, αγνόησε επίσης ότι η ιστορική μνήμη, η παρελθούσα αναπτυξιακή τροχιά, η πολιτισμική θεώρηση των πραγμάτων και οι διαφορετικές εθνικές επιδιώξεις επιδρούν σημαντικά στην επιλογή του πολιτικού οράματος των εθνών. Αποτέλεσμα ήταν η μεν Ρωσία (ως διάδοχος της Σοβιετικής Ένωσης) να διατηρήσει το δικό της γεωπολιτικό αφήγημα και να αντιλαμβάνεται τη θέση της στην ιστορία με συγκεκριμένους και προφανώς αποκλίνοντες από τη δυτική σκοπιά όρους. Η παραδοσιακή έμφαση της ρωσικής κοινωνίας στις βασικές επιστήμες, η εστίαση στην ανάπτυξη ισχυρών και τεχνολογικά προηγμένων οπλικών συστημάτων και η αθρόα είσοδος συναλλάγματος ένεκα ενεργειακών εξαγωγών οδήγησαν στην ανασυγκρότηση μιας ανταγωνιστικής Ρωσίας που επενδύει στις τεχνολογικές και βιομηχανικές της υποδομές και προβάλλει τα γεωπολιτικά της αιτήματα στο εγγύς εξωτερικό διά της βίας – όπως αποδεικνύεται, δυστυχώς, από τον πόλεμο στην Ουκρανία.

Μια στρατηγική αστοχία αντίστοιχου διαμετρήματος εκ μέρους της Δύσης ήταν η αδυναμία της να προβλέψει την άνοδο της Κίνας ως διακριτού γεωπολιτικού δρώντα πρώτης κατηγορίας. Ως χώρα με ισχυρότατη ιστορική μνήμη και εργασιακή κουλτούρα που αποδέχεται τον υποβιβασμό του ατομικού συμφέροντος υπέρ του συλλογικού, αντιλήφθηκε το ανεξάντλητο αίτημα για καταναλωτικά προϊόντα εκ μέρους της Δύσης ως μια πρώτη τάξεως ευκαιρία για τον επιστημονικό, τεχνολογικό και βιομηχανικό της μετασχηματισμό σε ένα υπέρτερο παραγωγικό μοντέλο. Ξεκινώντας ως εργοστάσια με πολύ χαμηλούς μισθούς (sweatshops) όπου παρά-

γονταν μεταποιημένα προϊόντα χαμηλής ποιότητας με πολύ φθινό κόστος, η κινεζική επιχειρηματική κοινότητα βαθμιαία απέκτησε τεχνογνωσία κατασκευής ολοένα και πιο σύνθετων τεχνολογικά προηγμένων προϊόντων, παύοντας, παράλληλα, να λειτουργεί ως υπεργολάβος τρίτων, προσποριζόμενη με αυτόν τον τρόπο όλη την παραγόμενη υπεραξία. Αυτή η συγκεντρωθείσα οικονομική ισχύς στηρίχθηκε σε μια πολύ ισχυρή επιστημονική και τεχνολογική βάση και μετασχηματίζεται σε στρατιωτική ισχύ με γεωπολιτικό αποτύπωμα παγκοσμίως.

Η συνειδητοποίηση ότι η μείωση του βιομηχανικού και τεχνολογικού μεριδίου στον σχετικό παγκόσμιο καταμερισμό, καθώς και η αντίστοιχη μείωση του γεωπολιτικού αποτυπώματος στο διεθνές στερέωμα τα τελευταία χρόνια, λειτούργησαν ως απότομη αφύπνιση για τις δυτικές κοινωνίες. Πλέον, αυτό που βιώνουμε –και υποδηλώνεται emphatically από τη δεύτερη θητεία Τραμπ– είναι η μετάπτωση από μια περίοδο καταναλωτικής μακαριότητας σε ένα καθεστώς διμέτρω και διαρκούς ανταγωνισμού για την απόκτηση ενός ικανού τεχνολογικού και βιομηχανικού πλεονεκτήματος.

Ένας δεύτερος λόγος ποιοτικής διάκρισης από τους προηγούμενους ιστορικούς κύκλους είναι η υπερβολική εξάρτηση της οικονομίας –και, ευρύτερα, της οικονομικής μεγέθυνσης– από την τεχνολογία. Παρότι η τεχνολογική πρόοδος συνέβαλλε ανέκαθεν στην οικονομική μεγέθυνση, η συμμετοχή και η επίδρασή της τις τελευταίες δεκαετίες αποκτά διαρκώς μεγαλύτερη σημασία¹³. Η τεχνολογική πρόοδος επιδρά στην οικονομία μέσω διάφορων μηχανισμών και τρόπων. Πρώτον, βελτιώνοντας την παραγωγικότητα. Η πρόσβαση σε νέα, βελτιωμένα εργαλεία, τεχνικές και τεχνολογίες αυξάνει τα παραγόμενα προϊόντα και υπηρεσίες ανά μονάδα εργατικού δυναμικού ανά μονάδα χρόνου.¹⁴ Αυτό συνεπάγεται τη μείωση του κόστους παραγωγής και την αύξηση των κερδών, τα

13. Tasse, G. (2024). *Growth Policies for the High-Tech Economy*, Edward Elgar Publishing.

14. Audretsch, D., Lehmann, E., Wright, M. (2014). Technology transfer in a global economy, *The Journal of Technology Transfer*, Springer, vol. 39(3), p. 301-312.

οποία δύνανται να επενδυθούν στην ανάπτυξη νέων βελτιωμένων εργαλείων κ.λπ. ενεργοποιώντας έτσι έναν ενάρετο κύκλο καινοτομίας και ανάπτυξης.

Ένας δεύτερος τρόπος είναι μέσω της δημιουργίας νέων θέσεων απασχόλησης και της ανάδυσης νέων επιχειρηματικών και βιομηχανικών κλάδων. Καθώς προκύπτουν νέες τεχνολογίες, δημιουργούνται νέες αγορές για τα παραγόμενα προϊόντα και υπηρεσίες, η ζήτηση των οποίων διευρύνει τον παραγωγικό αυτό κλάδο, ο οποίος με τη σειρά του αυξάνει τη ζήτηση για απασχόληση¹⁵.

Ένας τρίτος μηχανισμός είναι μέσω της βελτίωσης της αποδοτικότητας των αγορών. Η μείωση του πληροφοριακού κόστους και του κόστους συναλλαγών μέσω της τεχνολογίας (βλ. τεχνολογίες πληροφορικής και διαδίκτυο) διευκολύνει τη σύζευξη μεταξύ πωλητών και αγοραστών, τη σύγκριση μεταξύ των δεύτερων, την επίτευξη συμφωνιών κ.λπ.

Είναι προφανές ότι η επίδραση της τεχνολογίας δεν είναι μόνο ευεργετική. Η τεχνολογική αλλαγή προκαλεί κινητικότητα στην εργασία. Νέες τεχνολογίες απαιτούν νέες δεξιότητες και ικανότητες. Κάποιοι από τους εργαζόμενους θα ανταπεξέλθουν σε αυτή τη γνωσιακή μετάβαση, ενώ κάποιοι άλλοι όχι, οδηγούμενοι έτσι στην ανεργία.¹⁶ Επίσης, η κατανομή των ωφελειών της τεχνολογίας δεν είναι ομοιόμορφη – δεν κατανέμεται, δηλαδή, σε όλους με τον ίδιο τρόπο. Κάποιοι είναι ικανότεροι ή και καλύτερα τοποθετημένοι (λόγω γνωσιακών ικανοτήτων, επαγγελματικών θέσεων και οικογενειακής καταβολής) ώστε να αντλήσουν το μέγιστο από την τεχνολογία. Υπάρχουν, ωστόσο, και αυτοί που δεν θα το καταφέρουν. Οι παραπάνω λόγοι προκαλούν την ανεργία, την ανισότητα και την κοινωνική διαστρωμάτωση, δυσχεραίνοντας περαιτέρω την κοινω-

15. Malecki, E. J., Malecki, E. J. (1991). *Technology and economic development: the dynamics of local, regional, and national change*. New York: Longman Scientific & Technical.

16. Tassey, G. (2008). Globalization of technology-based growth: the policy imperative, *The Journal of Technology Transfer*, vol. 33(6), p. 560-578.

νική κινητικότητα μεταξύ των πολιτών¹⁷. Δεδομένης της καθολικής παρουσίας της τεχνολογίας, τα φαινόμενα αυτά μόνο θα εντείνονται, οδηγώντας έτσι το κράτος στην ανάπτυξη συγκροτημένων και μεγάλων σε κλίμακα προσπαθειών επανεκπαίδευσης, απόκτησης τεχνολογικών δεξιοτήτων και παροχής πλέγματος υπηρεσιών κοινωνικής υποστήριξης.

Επειδή, ωστόσο, η τεχνολογική αυτή πρόοδος δεν περιορίζεται μόνο εντός του όποιου κράτους αλλά, μέσω πολλαπλών μηχανισμών και διαδικασιών, διαχέεται και στα υπόλοιπα κράτη, η οικονομική επίδραση της τεχνολογίας άπτεται άμεσα της συνολικής εθνικής ανταγωνιστικότητας.

Πλέον, το μερίδιο των εξαγωγών προϊόντων ή και υπηρεσιών έντασης γνώσης και υψηλής τεχνολογίας (επί του συνόλου των εξαγωγών) αποτελεί έναν κρίσιμο δείκτη εθνικών επιδόσεων επί του οποίου αξιολογείται η τεχνολογική και βιομηχανική ανταγωνιστικότητά τους. Σε συνδυασμό με την ανάδυση ενός ανταγωνιστικού γεωπολιτικού περιβάλλοντος και τις υψηλές επιδόσεις των νέων οικονομικών δρώντων, όπως είδαμε παραπάνω, η παραγόμενη επιστημονική και τεχνολογική γνώση, που αποτελεί πλέον το «καύσιμο» του οικονομικού μετασχηματισμού για τα κράτη, αποτιμάται πιο ακριβά. Η δυναμική αυτής της γνώσης για τον μετασχηματισμό ενός κλάδου ή ακόμα και της δημιουργίας ενός νέου, ωθεί τα κράτη –και αυτό ισχύει για όλα τα κράτη– να ασκήσουν μια ενεργητική πολιτική για την επιστήμη και την τεχνολογία, υιοθετώντας έτσι, μεταξύ άλλων, περιοριστικές πολιτικές διάχυσης της γνώσης αυτής, της κινητικότητας του ανθρώπινου δυναμικού –που είναι ο κύριος φορέας αυτής της γνώσης–, καθώς και του πολύ πιο ισχυρού ελέγχου των άυλων και υλικών εκροών της.

Επιπλέον της εθνικής ανταγωνιστικότητας, η τεχνολογική πρόοδος άπτεται και της εθνικής ασφάλειας. Η απόκτηση ή και η διατήρηση του στρατιωτικού πλεονεκτήματος εδράζεται σε πολύ μεγάλο

17. Madsen, J. B., Ang, J. B., Banerjee, R. (2010). Four centuries of British economic growth: the roles of technology and population, *Journal of Economic Growth*, vol. 15, p. 263–290.

βαθμό στην ικανότητα των κρατών να εφαρμόσουν τις επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις σε πεδία αμυντικού ενδιαφέροντος.¹⁸ Δεδομένου ότι ένα πολύ μεγάλο μέρος των νέων τεχνολογιών στην άμυνα προκύπτει από εμπορικές επιχειρήσεις, όπως και ότι η αμυντική βιομηχανία αξιοποιεί εξαρτήματα που έχουν παραχθεί από τέτοιες επιχειρήσεις, η διασφάλιση ότι δεν θα προκύψουν αθέμιτες γνωστικές διαχύσεις προς ανταγωνιστικές χώρες αποκτά πολύ μεγάλη σημασία. Ενδεχόμενη διάχυση θέτει σε κίνδυνο όχι μόνο το εξαγωγικό ισοζύγιο αυτών των επιχειρήσεων (δεν θα πρέπει να διαφεύγει της προσοχής ότι ακόμα και οι αμυντικές βιομηχανίες είναι, στο τέλος της ημέρας, επιχειρήσεις), αλλά επίσης απομειώνει το ενδεχόμενο στρατιωτικό πλεονέκτημα που έχουν ήδη αποκτήσει χώρες με αποκλειστικά προνόμια πρόσβασης σε τεχνολογίες αιχμής – ιδιαίτερα αυτές που αναπτύσσουν μόνες τους ή σε συνεργασία με άλλες φιλικά διακειμένες χώρες.

Περαιτέρω, η διοίκηση της επιστήμης και τεχνολογίας ως δημόσια πολιτική, ήδη υποκείμενη σε ευρύτερες γεωπολιτικές μεταβλητές και ανταγωνιστικές οικονομικές σχέσεις εντός και εκτός του κράτους, απέκτησε ακόμα μεγαλύτερη σημασία ένεκα της συνεισφοράς της στα θέματα δημόσιας υγείας. Ο τρίτος, λοιπόν, λόγος που αναδεικνύει την αυξημένη σημασία της επιστήμης και τεχνολογίας είναι η υγεία.

Παρότι, ως αντικείμενο, ο χώρος της παροχής υπηρεσιών υγείας είναι ένας κατεξοχήν τεχνολογικός κλάδος με πλήθος παραδειγμάτων άσκησης δημόσιας πολιτικής για τις επιστήμες υγείας και συναφείς τεχνολογίες (βλ. την ευρωπαϊκή πολιτική για την «αποστολή εναντίον του καρκίνου»), η πανδημία του Covid-19 αποτελεί μια παραδειγματική περίπτωση της συνδρομής της τεχνολογίας στην αντιμετώπιση της πανδημίας. Μάλιστα, η τεχνολογία συνέδραμε όχι μόνο στην αντιμετώπισή της αλλά, ένεκα αυτής, αναπτύχθηκαν νέοι ιατρικοί κλάδοι για την αντιμετώπιση πλήθους ασθενειών σε

18. Sachini, E., Sioumalas-Christodoulou, K., Chrysomallidis, C., Siganos, G., Karampakios, N. (2020). Identifying the Intellectual Capital of Greek Defence Firms. Science Outputs and Industrial Considerations, *Defence and Peace Economics*, vol. 33(3), p. 366–385.

καθεστώς φυσικής απομόνωσης (βλ. ψηφιακά εργαλεία και εξ αποστάσεως αντιμετώπιση ασθενειών).

Η πανδημία, ωστόσο, αποτέλεσε και αιτία για να αναδειχθούν οι προϋπάρχοντες και ελλοχεύοντες γεωπολιτικοί ανταγωνισμοί μεταξύ των χωρών. Την ίδια στιγμή που οι χώρες έπρεπε να συεννοηθούν μεταξύ τους και να διευθετήσουν μια σειρά από διακρατικά ζητήματα διαχείρισης και συντονισμού του ιατρικού και φαρμακευτικού έργου για σκοπούς ανάπτυξης της θεραπείας του ιού, η Κίνα έπρεπε να αποσειεί την κατηγορία (εκ μέρους των ΗΠΑ) ότι καθυστέρησε να ενημερώσει τη διεθνή κοινότητα για την πανδημία που επέλαυε, καθώς και ότι η πανδημία εξαπλώθηκε ανεξέλεγκτα λόγω ελλιπών δομών δημόσιας υγείας. Αντίστροφα, οι ΗΠΑ χαρακτήριζαν τον Covid-19 ως «κινεζικό ιό» και στηλίτευαν το πολιτικό σύστημα της Κίνας ως την κύρια αιτία για την αναποτελεσματική διαχείριση του ζητήματος, προκειμένου να στρέψουν –σύμφωνα με τους Κινέζους– το δημόσιο ενδιαφέρον μακριά από τις μεγάλες απώλειες σε νοσούντες στα αμερικανικά νοσοκομεία. Επιπλέον, στο ίδιο αυτό περιβάλλον γεωπολιτικού ανταγωνισμού, έπρεπε να αποφασιστεί ποιες χώρες θα είχαν πρόσβαση πρώτες στο εμβόλιο, καθώς και τη δυνατότητα παραγωγής του εμβολίου ως γενόσημου φαρμάκου για σκοπούς εμβολιασμού των πληθυσμών σε φτωχές χώρες.

Αντίστοιχου, αν όχι μεγαλύτερου, διαμετρήματος κίνδυνος για την ανθρώπινη επιβίωση αποτελεί η περιβαλλοντική υποβάθμιση, όπως αυτή εκδηλώνεται σε πλήθος διαστάσεων πλανητικής κλίμακας, π.χ. η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης και η αλλαγή των μοτίβων συμπεριφοράς του καιρού. Όπως φαίνεται, ένα πολύ μεγάλο μέρος αντιμετώπισης αυτής της υποβάθμισης θα έχει ισχυρό τεχνολογικό χαρακτήρα στην κατεύθυνση των νέων μορφών ενέργειας και αποθήκευσης, τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης υπαρχόντων συστημάτων, τη μείωση της σπατάλης πρώτων υλών, όπως το νερό, κ.λπ. Η σταθεροποίηση του κλίματος απαιτεί πολύ σημαντικά επιτεύγματα στα παραπάνω πεδία και καμία υπάρχουσα τεχνολογία δεν δύναται να τα πετύχει είτε αυτοτελώς είτε σωρευτικά.

Για την αντιμετώπιση αυτών των «μείζονων προκλήσεων»

ρισμού της απάντησης εκ μέρους του συστήματος είναι μια πολύ τεχνική διαδικασία, ούτε εύκολα κατανοητή ούτε διαφανής. Κάποιος μπορεί βάσιμα να ισχυριστεί ότι είναι ένα «μαύρο κουτί» και αυτό καθιστά τη διαδικασία παραγωγής της απάντησης δυσχερέστατη, γεγονός που αποκλείει τη δυνατότητα επαλήθευσης εκ μέρους αυτού που εισηράττει την απάντηση.

Ήδη καταγράφονται περιπτώσεις όπου επαγγελματίες πρώτης γραμμής, όπως το ιατρικό προσωπικό, διστάζουν να υιοθετήσουν τις προτεινόμενες διαγνώσεις των συστημάτων ΤΝ, ακριβώς επειδή δεν μπορούν να κατανοήσουν τη συλλογιστική διαδικασία με την οποία οδηγήθηκαν τα συστήματα στη συγκεκριμένη διάγνωση.⁷⁹ Στην περίπτωση της ΕΤΠ, η ανυπαρξία τέτοιας διαδικασίας επαλήθευσης οδηγεί σε έλλειμμα λογοδοσίας για τυχόν λάθη ή/και προκαταλήψεις που ενδεχομένως εντοπιστούν. Επίσης, απομειώνει την ίδια τη γνωστική ικανότητα του χειριστή του συστήματος, όπως θα δούμε αργότερα.

Τέλος, το ζήτημα της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης δεν είναι αμελητέο. Όπως είδαμε και νωρίτερα, μία από τις προκλήσεις κατά την εκπαίδευση και λειτουργία τέτοιων μεγάλων γλωσσικών μοντέλων είναι η σημαντική ενεργειακή κατανάλωση που απαιτείται. Το ενεργειακό αποτύπωμα τέτοιων μοντέλων αποτελεί ένα ζήτημα που επανέρχεται στο πεδίο της δημόσιας πολιτικής και, όπως θα διαπιστώσουμε, η ΕΤΠ που στοχεύει στην ανάπτυξη ενεργειακά βιώσιμων τεχνολογιών επιδιώκει να επιλύσει.

Ενισχύοντας ή αμβλύνοντας την ανθρώπινη δημιουργικότητα;

Η δημιουργικότητα αποτελεί ένα πεδίο το οποίο θα αναταράξει η αξιοποίηση της ΤΝ. Η δυνατότητα να αναλυθούν μεγάλες βάσεις δεδομένων, να μετατραπούν βίντεο και εικόνες σε αρχεία xls, βάσεις

79. Gastounioti, A., Kontos, D., (2020). Is It Time to Get Rid of Black Boxes and Cultivate Trust in AI?, *Radiology Artificial Intelligence*, vol. 27(2).

δεδομένων και ιστορίες, η δημιουργία περιεχομένου κάθε μορφής (κώδικας, εικόνες, μουσική, έγγραφα, παρουσιάσεις κ.λπ.) είναι μερικές από τις παρεχόμενες λειτουργικότητες της ΤΝ. Η συγγραφή κώδικα, η δημιουργία πινάκων και γραφημάτων από δεδομένα, η σχηματική απεικόνιση βάσεων δεδομένων, καθώς και οι συνθετικές απαντήσεις επί τη βάση απλών ερωτημάτων, αποτελούν πρόσθετα παραδείγματα των τρόπων με τους οποίους η ΤΝ μπορεί να συνδράμει στην ανθρώπινη δημιουργικότητα.

Μάλιστα, η ταχύτητα, η φαινομενική πληρότητα, καθώς και η καθαρότητα των διατυπώσεων που παρέχονται ως απάντηση, είναι ενέργειες που προκαλούν θαυμασμό. Συγκρινόμενα με τη φθαρτότητα του ανθρώπινου σώματος –το οποίο χρειάζεται την καθημερινή ξεκούραση και τη διατροφή, χαρακτηρίζεται από τον σειριακό τρόπο επίλυσης ενώ η εκπαίδευσή μας απαιτεί χρόνο–, τα εργαλεία της ΤΝ με τη διαρκή, αδιατάρακτη λειτουργία τους, καθώς και την ταχύτητα, τη διαθεματικότητα και πληρότητα των απαντήσεων, φαίνεται να αποτελούν την προφανή επιλογή για την επίλυση ζητημάτων που άπτονται κάθε διάστασης της ανθρώπινης ζωής – συμπεριλαμβανομένης της επιστημονικής και τεχνολογικής ανακάλυψης⁸⁰. Όπως είδαμε παραπάνω, ο ΟΟΣΑ, εξειδικευμένοι ερευνητές και επιχειρήσεις έχουν αρχίσει ήδη να διερευνούν τον βαθμό, τον τρόπο και την επίδραση της ΤΝ προς την κατεύθυνση της επέκτασης του ορίου της επιστημονικής και τεχνολογικής γνώσης – δηλαδή, τη δυνατότητα να συνδράμει στον εντοπισμό νέων ερευνητικών ζητημάτων, απαντήσεων, καθώς και στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών για σκοπούς καινοτομικής επέκτασης.

Η φαινομενική αφθονία απαντήσεων και η δυνατότητα πρόσβασης σε αυτές μέσω ενός ηλεκτρολογίου έχουν μερικές αρνητικές διαστάσεις που δεν έχουν τύχει μεγάλης συζήτησης. Εδώ θα εξετάσουμε αυτές που συνδέονται ή μάλλον επιδρούν απομειώνοντας την ανθρώπινη δημιουργικότητα και την αυθεντικότητα.

80. Kissinger, H., Schmidt, E., Mundie, C., (2024). AI can save humanity – or, end it, *The Atlantic*.

Βάση και των δύο είναι η κατανόηση –δηλαδή, η συγκροτημένη αναγνώριση των εσωτερικών και εξωτερικών συνθηκών μιας κατάστασης– και η επακόλουθη επαναδιάταξη και αναδιαμόρφωση συναρτήσεων των επιδιώξεων, επιθυμιών και στόχων του ατόμου. Η παροχή της πληροφορίας-απάντησης χωρίς επαρκή αιτιολόγηση (με τη μορφή της παροχής των έγκυρων πηγών, της βιβλιογραφίας, της μεθοδολογίας ή όποιας άλλης διαδικασίας από την οποία προέκυψε η απάντηση) αποτελεί ένα από τα προβλήματα της ΤΝ. Και αυτό διότι η ίδια η παροχή της επεξεργασμένης πληροφορίας –άκοπα και σχεδόν αυτόματα σε συνδυασμό με την έλλειψη της αιτιολόγησης– δεν εξασκεί τις γνωσιακές λειτουργίες του ατόμου, απομειώνοντας έτσι το διανοητικό και γνωσιακό εύρος του ανθρώπου. Όπως χαρακτηριστικά διατυπώνουν οι Messeri και Crockett, μεταβαίνουμε σε μια κατάσταση επιστημονικής αναζήτησης, όπου τα εργαλεία της ΤΝ μπορούν να βοηθήσουν στην ανακάλυψη περισσότερων πραγμάτων αλλά όχι στην κατανόησή τους.⁸¹

Η γνώση αποτελεί μια χρονοβόρα, κοπιαστική, γραμμική και σωρευτική διαδικασία που έχουμε κατακτήσει μέσα από χιλιετίες εξέλιξης ως ανθρώπινα όντα. Επίσης, συνοδεύεται από τη διαδικασία δοκιμής και σφάλματος, το ενδεχόμενο της αποτυχίας και σίγουρα σχετίζεται με την κατανόηση των διαφορετικών πτυχών και διαστάσεων ενός θέματος. Αυτή η κατανόηση επιτρέπει την επαναληψιμότητα. Υπάρχει βάσιμο ενδεχόμενο ότι αυτές οι γνωσιακές δεξιότητες αμβλύνονται όταν η απάντηση προκύπτει άκοπα και χωρίς τεκμηρίωση⁸². Ουσιαστικά, βρισκόμαστε για πρώτη φορά μπροστά στο ενδεχόμενο απόσχισης της γνώσης από τη διαδικασία

81. Messeri, L., Crockett, M. J. (2024). Artificial intelligence and illusions of understanding in scientific research, *Nature*, vol. 627(8002), p. 49-58.

82. Έχει ήδη διαπιστωθεί η γνωσιακή έκπτωση που ακολουθεί ως συνέπεια της αυξημένης χρήσης του GPS. Βλ. Miola, L., Muffato, V., Sella, E., Meneghetti, C., Pazzaglia, F., (2024). GPS use and navigation ability: A systematic review and meta-analysis, *Journal of Environmental Psychology*, vol. 99. Για την ΤΝ, εδώ: Ahmad, S. F., Han, H., Alam, M.M., et al. (2023). Impact of artificial intelligence on human loss in decision making, laziness and safety in education, *Humanities Social Science Communication*, vol. 10, 311.

κατανόησης του πλήθους των διαστάσεων, πτυχών και διαδικασιών μέσω των οποίων προέκυψε και καθορίστηκε – γεγονός που οδηγεί σε γνωσιακή έκπτωση και ατροφία⁸³.

Αυτό, μάλιστα, θα πρέπει να αξιολογηθεί σε συνδυασμό με το διαρκές ζήτημα της καθαρότητας και πληρότητας των δεδομένων επί των οποίων έχει εκπαιδευτεί ο αλγόριθμος. Ειδικότερα, το γεγονός ότι η ανάδειξη ευρημάτων και εν γένει απαντήσεων στηρίζεται σε μια μαθηματική σχηματοποίηση και κατανομή βαρών (επί των δεδομένων) τα οποία αποφασίζει αυτοτελώς ο αλγόριθμος, συνεπάγεται ότι η ορθότητα, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο προέκυψαν οι παρεχόμενες απαντήσεις, είναι δύσκολο να αξιολογηθούν και εν γένει να επαληθευτούν.

Με άλλα λόγια, η αδυναμία της ιχνηλάτησης της διαδικασίας μέσω της οποίας προέκυψε η απάντηση, σε συνδυασμό με τον άκοπο και ατεκμηρίωτο τρόπο της παροχής της ίδιας της απάντησης, αποτελούν ζητήματα που θα πρέπει να απασχολήσουν ευρύτερα όλους όσοι ασχολούνται με τη διεπαφή ανθρώπων με τις μηχανές, καθώς –σύμφωνα με τους σκοπούς αυτού του βιβλίου– αναζητούν τη βέλτιστη θέση ως προς την αξιοποίηση της ΤΝ για τους σκοπούς της επιστημονικής και τεχνολογικής προόδου.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η (μη) πληρότητα και καθαρότητα των δεδομένων ενδέχεται να δημιουργήσει αυτές τις «πληροφοριακές φούσκες» (information bubbles), όπου τα χαμηλής αξίας δεδομένα θα αξιοποιούνται για την παραγωγή απαντήσεων, οι οποίες με τη σειρά τους θα ανακυκλώνονται περαιτέρω εκπαιδεύοντας το ίδιο το σύστημα – δηλαδή, πρόκειται για ένα, τρόπον τινά, αδιέξοδο κυκλικό επιχείρημα. Η κυκλικότητα αυτής της «συλλογιστικής διαδικασίας» ενισχύεται και για μια ακόμα σειρά λόγων, όπως οι προκαταλήψεις και παραισθήσεις των δεδομένων, καθώς και οι

83. Bai L., Liu X., Su J. (2023). ChatGPT: the cognitive effects on learning and memory, *Brain*, vol. 1(3), e30. Επίσης, Dergaa, I., Ben Saad, H., Glenn, J.M., Amamou, B., Ben Aissa, M., Guelmami, N., Fekih-Romdhane, F., Chamari, K. (2024). From tools to threats: a reflection on the impact of artificial-intelligence chatbots on cognitive health, *Frontiers in Psychology*, vol. 15.

συνειδητές κρατικές ή/και επιχειρηματικές προσπάθειες να «εμποτίσουν» λειψά και λανθασμένα δεδομένα – διαδικασία στην οποία θα στηριχθεί ο αξιοποιούμενος αλγόριθμος της ΤΝ για την εξαγωγή απαντήσεων επιδιώκοντας να παρεμποδίσουν, να καθυστερήσουν και να εξαπατήσουν (FIMI).

Αυτή η χαμηλής ποιότητας παραγόμενη γνώση, πέρα από το ότι δεν θα είναι αξιοποιήσιμη από τους ερευνητές, ενέχει την πιθανότητα να τους εγκλωβίσει σε μια γνωσιακά υπο-βέλτιστη κατάσταση αφού –δικαίως ίσως– θα πιστεύουν ότι οι παρεχόμενες πληροφορίες αποτελούν την αιχμή της γνώσης, ενώ στην πραγματικότητα αφορούν πράγματα που ήδη γνωρίζουν (streetlight effect) – χωρίς, ωστόσο, να μπορούν να προχωρήσουν σε επαλήθευση ή διάψευση.⁸⁴

Αφενός, ο γνωσιακός εγκλωβισμός στην αξιοποίηση χαμηλής αξίας δεδομένων και, αφετέρου, ο αυξανόμενος «εθισμός» στη χρήση των chatboxes της ΤΝ ως τον μοναδικό ή/και κύριο μηχανισμό διερεύνησης και αναζήτησης, ενδεχομένως θα επιδράσει προς το χειρότερο στη δημιουργικότητα ως μέτρο και ένδειξη της ανθρωπίνης φύσης. Η αποκλειστική εξάρτηση από την ΤΝ για την παροχή λύσεων θα απομειώσει τη δημιουργική σκέψη, τη γνωσιακή ανεξαρτησία και φαντασία.⁸⁵ Επίσης, θα ατονίσουν οι πολλαπλές (στην πραγματικότητα, όσες και οι άνθρωποι) δυνατότητες έκφρασης, καθιστώντας μας εν τέλει προβλέψιμους και απομειώνοντας έτσι το συλλογικό πολιτιστικό μας αποτύπωμα⁸⁶.

Αυτός ο εκφραστικός πλούτος (ως «φαινότυπος» της δημιουργι-

84. Khurana, M., (2023). The Trajectory of Discovery. What Determines the Rate and Direction of Medical Progress, *Cambridge University Press*. Κεφάλαιο 4: Streetlight Effects: How Does the Streetlight Influence What We Choose to Study?.

85. Lee, H. P., Sarkar, A., Tankelevitch, L. et al. (2025). The Impact of Generative AI on Critical Thinking – Self-Reported Reductions in Cognitive Effort and Confidence Effects from a Survey of Knowledge Workers, *Proceedings of the ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, <https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/the-impact-of-generative-ai-on-critical-thinking-self-reported-reductions-in-cognitive-effort-and-confidence-effects-from-a-survey-of-knowledge-workers/>.

86. Williams, R. (2024). AI Can Make You More Creative But It Has Limits, *MIT Technology Review*.

κότητας) εξακτινώνεται από τον τρόπο που ντυνόμαστε, εκφραζόμαστε έως και τον τρόπο που διενεργούμε έρευνα, αντλούμε ερεθίσματα για την τεχνολογική ανάπτυξη και, εν τέλει, σκεφτόμαστε. Εδώ παρατηρείται ένα παράδοξο της ΤΝ: η χειραφέτηση της ανθρώπινης δημιουργικότητας μέσω αυτής προϋποθέτει τον πρότερο αυτοπεριορισμό της.

Προσέλκυση και διατήρηση ανθρώπινου δυναμικού

Ο ανθρώπινος παράγοντας είναι και θα εξακολουθήσει να είναι ο κύριος μετασχηματιστικός παράγοντας στον επιστημονικό και τεχνολογικό αγώνα του 21ου αιώνα, οι συνέπειες του οποίου επηρεάζουν ουσιαστικά τις γεωπολιτικές ισορροπίες. Άρα, η εκπαίδευση, προσέλκυση και διατήρηση εξειδικευμένου ανθρώπινου δυναμικού, ικανού να προωθήσει τα όρια της επιστημονικής γνώσης και τεχνολογικής εφαρμογής, καθίσταται σημαντική διάσταση της ασκούμενης ΕΤΠ.

Η επίτευξη αυτού του στόχου, δηλαδή της δημιουργίας μιας επαρκούς βάσης ανθρώπινου δυναμικού που να μπορεί να συνδράμει (ενδεικτικά) στην εξέλιξη της ΤΝ στη νευρωνική μηχανική (neural engineering), στη βιομηχανοτρονική (biomechatronics) και, ευρύτερα, στη δημιουργικότητα και την παραγωγή γνώσης, αποτελεί ένα δύσκολο πρόβλημα. Για την επίλυσή του απαιτείται η παροχή επικαιροποιούμενης και υψηλής ποιότητας εκπαιδευτικής γνώσης, η διαστασιολογημένη σύζευξη μεταξύ ακαδημαϊκής έρευνας και επιχειρηματικής αξιοποίησης, όπως επίσης και οι ανταγωνιστικές οικονομικές απολαβές και η πληθώρα κινήτρων (επαγγελματικής και ερευνητικής εξέλιξης κ.λπ.).

Εξίσου σημαντικός είναι και ο ρόλος του κράτους ως ρυθμιστή των αποτυχιών της αγοράς, ως κεντρικού χρηματοδότη των μελλοντικών ερευνητικών προτεραιοτήτων και, κυρίως, εκπέμποντας την πρόθεση να στηρίξει όχι μόνο μεσοπρόθεσμα αλλά και μακροπρόθεσμα τον κρατικό μετασχηματισμό μέσα από την τεχνολογική αλλαγή. Τα παραπάνω αποτελούν κοινή γνώση που οι σημαντικές

χώρες επιδιώκουν να ικανοποιούν, προτεραιοποιώντας τα συναρτήσεις και των ιδεολογικών τους επιλογών.

Το πρόβλημα ξεκινά όταν αντιληφθούμε τη γνώση ως αποτέλεσμα ενός παιχνιδιού αρνητικού αθροίσματος (το οποίο γίνεται αρνητικότερο όσο πιο εφαρμοσμένη καθίσταται αυτή η γνώση) μεταξύ των κρατών. Αυτή η αντίληψη συνάδει με τις ευρύτερες τάσεις προστατευτισμού και απομόνωσης που διαπιστώνονται τα τελευταία χρόνια και σχετίζονται με τον γεωπολιτικό ανταγωνισμό. Κατά συνέπεια, η ασκούμενη ΕΤΠ για το ανθρώπινο δυναμικό στοχεύει στη μεγιστοποίηση της προς απόκτηση γνώσης για την επίτευξη εθνικής γνωσιακής αυτοτέλειας και ανεξαρτησίας. Ταυτόχρονα, στοχεύει στην απομείωση των πιθανοτήτων διαρροής αυτής της γνώσης προς ανταγωνιστικές χώρες και φορείς, καθώς και την προσπάθεια απόκτησης γνώσης αιχμής που έχει παραχθεί από αυτές τις ανταγωνιστικές χώρες και τους φορείς. Υπό αυτές τις συνθήκες, ανακύπτουν τα ζητήματα ελεύθερης μετακίνησης της γνώσης και του ανθρώπινου δυναμικού, όπως και της ηθλημένης/παράνομης μεταφοράς τεχνογνωσίας.

Εστιάζοντας στο πρώτο σκέλος, οι διάφορες μορφές με τις οποίες κωδικοποιείται η γνώση και καθίσταται μεταδόσιμη (βλ. επιστημονικές δημοσιεύσεις, ευρεσιτεχνίες, βάσεις δεδομένων, αλγόριθμοι), καθώς και οι φορείς της γνώσης που την πραγματώνουν (βλ. ερευνητές, επιστήμονες, καθώς και φορείς) αποτελούν σημεία ενδιαφέροντος – πλέον, με όρους εθνικής ασφάλειας.

Ακριβώς λόγω του σημαντικού πολλαπλασιαστική ισχύος που αποτελούν η γνώση και οι φορείς της, η μετακίνησή τους πλέον υπόκειται σε περιορισμούς. Επιδιώκοντας την πρόληψη της διαρροής τεχνογνωσίας, οι ΗΠΑ μειώνουν και ελέγχουν εξαντλητικά τον αριθμό των Κινέζων και Ρώσων φοιτητών στα πανεπιστήμιά τους. Όπως είδαμε νωρίτερα, ο αριθμός των Κινέζων στα αμερικανικά πανεπιστήμια μειώθηκε από 370.000 το 2019 σε 290.000 το 2022.⁸⁷

87. Στοιχεία από Atlas Project, OECD, <https://www.iie.org/research-initiatives/project-atlas/explore-data/united-states-2/> (πρόσβαση 27 Οκτωβρίου 2024).

Ομοίως, όπως θα δούμε, οι μυστικές υπηρεσίες έχουν δικαίωμα ελέγχου σε ερευνητικές προτάσεις που αφορούν κρίσιμες τεχνολογίες ως προς τους συμμετέχοντες και τους συνεργαζόμενους φορείς. Αντίστοιχα, οι κοινές επιστημονικές δημοσιεύσεις, όπως είδαμε, μεταξύ Κινέζων και Αμερικανών συγγραφέων μειώνονται, καταδεικνύοντας και με αυτόν τον τρόπο την αποσυγκόλληση των εθνικών τους συστημάτων παραγωγής γνώσης.

Αυτή η αυστηροποίηση στις πολιτικές μετακίνησης του ανθρώπινου δυναμικού προς συγκεκριμένες χώρες και των διάφορων μορφών κωδικοποιημένης γνώσης συμπληρώνεται από αυξημένα κίνητρα προσέλκυσης για άλλες χώρες. Συμπληρώνοντας, δηλαδή, τη «συσταλτική» αυτή συμπεριφορά ως προς τη μετακίνηση με το «διασταλτικό» της ισοδύναμο, επιδιώκεται η προσέλκυση εγκεφάλων (brain gain) από φιλικά διακείμενες ή/και συμμαχικές χώρες με τις οποίες δεν υπάρχουν μείζονες γεωπολιτικές εντάσεις. Κατά συνέπεια, διαπιστώνεται ότι η ασκούμενη ΕΤΠ εκ μέρους των κρατών, καθώς και των επιχειρήσεων, στρέφεται προς τη δημιουργία δεσμών και την προσέλκυση φοιτητών, ερευνητών και καθηγητών από τέτοιες χώρες. Αυτή η διαφοροποίηση ήδη αποτελεί γεγονός αφού, για το έτος 2024, περίπου 1,5 εκ. Ινδοί φοιτητές φοιτούν στις χώρες της Δύσης – οκτώ φορές πάνω από το 2012.⁸⁸ Συγκεκριμένα για τις ΗΠΑ, από τους 97.000 Ινδούς το 2013, πλέον το 2022 φοιτούν 200.000.⁸⁹

Επειδή, ωστόσο, η προσέλκυση εξειδικευμένου ανθρώπινου δυναμικού είναι ένα παγκόσμιο παιχνίδι, την ίδια τακτική ακολουθεί και η Κίνα. Εστιάζοντας στην επαναπροσέλκυση των Κινέζων ερευνητών πίσω στην πατρίδα τους, παρέχει πολύ ανταγωνιστικές συνθήκες επιστροφής. Σύμφωνα με μια πολύ πρόσφατη ανασκόπηση της Αμερικανικής Ακαδημίας Επιστημών, η Κίνα υλοποιεί δεκάδες προγράμματα που στοχεύουν στην επιστροφή (reverse migration)

88. Binkley, C., Pathi, K., Stachel, G. (2024). Record Numbers of Indian Students Study at US Universities, *VOA Learning English και Associated Press*.

89. Στοιχεία από Atlas Project, OECD, <https://www.iie.org/research-initiatives/project-atlas/explore-data/united-states-2/> (πρόσβαση 27 Οκτωβρίου 2024).

του εξειδικευμένου ανθρώπινου δυναμικού.⁹⁰ Ο συνδυασμός των αντικινήτρων, όπως ο αυξημένος έλεγχος για θέματα εθνικής ασφάλειας, η μείωση της χρηματοδότησης για έρευνα αιχμής, καθώς και η πολιτιστική άπωση που προκαλεί η ευρύτερη γεωπολιτική ένταση σε συνδυασμό με τα κίνητρα (χρηματοδότηση, υποδομές, μόνιμες θέσεις) και η αίσθηση ικανοποίησης του πατριωτικού καθήκοντος (αφού κάποιος επιστρέφει στη χώρα από την οποία ξεκίνησε και με πόρους της οποίας σπούδασε και τού παρέχεται η δυνατότητα να τη βοηθήσει περαιτέρω) εξηγούν, σύμφωνα με την ανασκόπηση, ικανοποιητικά την τάση επιστροφής των Κινέζων επιστημόνων στην Κίνα.

90. Sweig, D. (2024). *China's Talent Programs: Lessons for the United States?*, "International Talent Programs in the Changing Global Environment" Consensus Study, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine.