

Αυτόματον: Περιοδικό Ψηφιακών Μέσων και Πολιτισμού

Τόμ. 3, Αρ. 2 (2025)

Τεχνοφυσικές Οικολογίες και Κλιματική Κρίση



Από την καινοτομία στη διατήρηση

Γιώργος Βελεγράκης, Αντώνης Φάρας

doi: [10.12681/automaton.42672](https://doi.org/10.12681/automaton.42672)

Copyright © 2025



Άδεια χρήσης [Creative Commons Αναφορά 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Βιβλιογραφική αναφορά:

Βελεγράκης Γ., & Φάρας Α. (2025). Από την καινοτομία στη διατήρηση: Περιβαλλοντικές διαστάσεις της τεχνολογικής συσσώρευσης. *Αυτόματον: Περιοδικό Ψηφιακών Μέσων και Πολιτισμού*, 3(2), 80–101. <https://doi.org/10.12681/automaton.42672>

Από την καινοτομία στη διατήρηση:

Περιβαλλοντικές διαστάσεις της τεχνολογικής συσσώρευσης

Γιώργος Βελεγράκης,* Αντώνης Φάρας**

Περίληψη

Η κυρίαρχη αφήγηση για την τεχνολογική πρόοδο βασίζεται στην ιδέα της συνεχούς καινοτομίας, με στόχο τη βελτίωση της παραγωγικότητας και τη διαχείριση περιβαλλοντικών προκλήσεων μέσω τεχνολογικών λύσεων. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση συχνά αγνοεί τις επιπτώσεις της τεχνολογικής ανάπτυξης στο περιβάλλον, καθώς και τις πολιτικές και κοινωνικές σχέσεις που τη διαμορφώνουν. Το άρθρο αυτό προτείνει μια εναλλακτική οπτική, εστιάζοντας στην έννοια της τεχνολογικής διατήρησης (technological maintenance) ως αντίβαρο στη λογική της προγραμματισμένης απαξίωσης (planned obsolescence) και της τεχνοδιόρθωσης (technofix). Αναδεικνύει τη σημασία της συντήρησης, της επισκευής και της επαναχρησιμοποίησης τεχνολογιών ως στρατηγικές για τη μείωση της εξόρυξης πρώτων υλών, τον περιορισμό των ηλεκτρονικών αποβλήτων και τη διατήρηση βιώσιμων τεχνολογικών υποδομών. Η έμφαση στη διατήρηση ως εναλλακτική προσέγγιση προτείνει μια πιο βιώσιμη σχέση με την τεχνολογία, αμφισβητώντας το αφήγημα της αέναης τεχνολογικής προόδου. Το άρθρο υποστηρίζει ότι η μετάβαση προς ένα βιώσιμο μέλλον δεν είναι απλώς τεχνική διαδικασία, αλλά κοινωνικοτεχνικός μετασχηματισμός, όπου η διατήρηση μπορεί να λειτουργήσει ως εργαλείο επαναδιαπραγμάτευσης των σχέσεων εξουσίας, της κατανομής πόρων και της διαχείρισης των τεχνολογικών υποδομών σε ένα περιβάλλον αυξανόμενης κλιματικής κρίσης.

Λέξεις κλειδιά: τεχνολογική διατήρηση, προγραμματισμένη απαξίωση, τεχνοδιόρθωση, βιωσιμότητα, πολιτική οικολογία

* Μεταδιδακτορικός ερευνητής, Τμήμα Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Επιστήμης ΕΚΠΑ, gvelegrakis@phs.uoa.gr.

** Υποψήφιος διδάκτορας, Τμήμα Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Επιστήμης ΕΚΠΑ, antfaras@phs.uoa.gr.

From innovation to maintenance:

Environmental dimensions of technological accumulation

Giorgos Velegrakis*, **Antonis Faras****

Abstract

The dominant narrative of technological progress is rooted in the idea of continuous innovation aimed at enhancing productivity and addressing environmental challenges through technological solutions. However, this approach frequently overlooks the environmental impacts of technological development, as well as the political and social dynamics that influence it. This article proposes an alternative perspective, emphasizing the concept of technological maintenance as a counterbalance to the logic of planned obsolescence and technofixes. It underscores the importance of maintaining, repairing, and reusing technology as strategies to reduce raw material extraction, minimize e-waste, and sustain technological infrastructures in an environmentally responsible manner. By prioritizing conservation as an alternative approach, the article suggests fostering a more sustainable relationship with technology, challenging the prevailing narrative of perpetual technological progress. It argues that the transition to a sustainable future is not merely a technical process but a socio-technical transformation, where conservation can serve as a tool for renegotiating power dynamics, resource allocation, and the management of technological infrastructure in the face of an escalating climate crisis.

Keywords: technological maintenance, planned obsolescence, technofix, sustainability, political ecology

* Postdoctoral researcher, History and Philosophy of Science Department, NKUA, gvelegrakis@phs.uoa.gr

** PhD candidate, History and Philosophy of Science Department, NKUA, antfaras@phs.uoa.gr.

Εισαγωγή – Η κλιματική κρίση ως «υπαρξιακή απειλή»

Η κλιματική αλλαγή έχει εξελιχθεί σε ένα από τα πλέον επείγοντα ζητήματα της εποχής μας, με τις επιπτώσεις της να γίνονται αισθητές σε κάθε γωνιά του πλανήτη. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα, η περιβαλλοντική υποβάθμιση και η απώλεια βιοποικιλότητας δεν αφήνουν κανένα μέρος της γης ανεπηρέαστο, είτε άμεσα είτε έμμεσα. Οι παρατεταμένοι καύσωνες, οι μεγάλες πλημμύρες, οι τεράστιες πυρκαγιές είναι απλά τα πιο εμφανή σημάδια μιας δυστοπικής πραγματικότητας που ήδη βρίσκεται εν εξέλιξη (Swynghedouw 2022). Η κλιματική κρίση συγκαταλέγεται πλέον στις λεγόμενες «υπαρξιακές απειλές» (Bostrom 2002: 1-2), δηλαδή σε φαινόμενα που ενδέχεται να περιορίσουν ανεπανόρθωτα τις δυνατότητες διαβίωσης της ανθρωπότητας ή ακόμη και να οδηγήσουν στην πλήρη εξαφάνισή της. Σε αυτή την κρισιακή συνθήκη αναδύεται ένα παράδοξο που αφορά τόσο την πολιτική διαχείριση της κλιματικής κρίσης όσο και τον ρόλο της τεχνολογίας. Από τη μία πλευρά, το ζήτημα του κλίματος φαίνεται να έχει πολιτικοποιηθεί όσο ποτέ άλλοτε και να βρίσκεται στο επίκεντρο οικονομικών, αναπτυξιακών αλλά και κοινωνικών πολιτικών. Ταυτόχρονα, η τεχνολογία προβάλλεται αν όχι ως το μόνο, σίγουρα ως το βασικότερο εργαλείο για την αντιμετώπισή της. Αυτό γίνεται κυρίως μέσω καινοτομιών στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την αποθήκευση άνθρακα, την ψηφιακή διαχείριση των πόρων και άλλων τεχνικών. Από την άλλη, οι λύσεις που προτείνονται και προκρίνονται αποδεικνύονται συνεχώς ανεπαρκείς, καθώς η τεχνολογική ανάπτυξη συχνά ενσωματώνεται σε μηχανισμούς που διαιωνίζουν την ίδια λογική της αέναης συσσώρευσης και μεγέθυνσης. Τα τελευταία τουλάχιστον 30 χρόνια,¹ η επίλυση του προβλήματος αναβάλλεται για μια μελλοντική στιγμή, ενώ κάθε φιλοπεριβαλλοντική στρατηγική, πολιτική ή δράση υπερκαθορίζεται από γεωστρατηγικές συγκρούσεις, ενδοκαπιταλιστικούς ανταγωνισμούς και τις κυρίαρχες οικονομικές επιδιώξεις (βλ. και Brand 2022, Malm 2018, Mann και Wainwright 2017).

Το παράδοξο δεν είναι μόνο πολιτικό. Είναι και γνωσιακό. Υπάρχει μια κυρίαρχη εικόνα για την κλιματική αλλαγή όπου εμφανίζεται η επιστήμη αυτόνομα και ανεξάρτητα να παράγει δεδομένα ή να αποκαλύπτει την πραγματικότητα, ενώ οι πολιτικοί –ή η πολιτική– να μην θέλουν ή να μην μπορούν να εφαρμόσουν την «επιστημονική αλήθεια». Η επιστήμη συχνά προβάλλεται ως ο χώρος του «αντικειμενικού», ενώ η πολιτική επιλογή εκλαμβάνεται ως «υποκειμενική». Αντίστοιχα, η τεχνολογία παρουσιάζεται ως το άμεσο και ουδέτερο παράγωγο της επιστήμης ή ως απλή εφαρμογή της, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές παράμετροι που διαμορφώνουν την ανάπτυξή της. Η σχέση αυτή σχηματίζεται συνήθως σε ένα γραμμικό μοντέλο καινοτομίας, το οποίο ξεκινάει από τη βασική έρευνα, οδηγείται στην εφαρμοσμένη επιστήμη και καταλήγει στην ανάπτυξη και την παραγωγή. Έτσι, η τεχνολογία συχνά παρουσιάζεται ως ένας απλός συνδυασμός

1 Η πρώτη έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) του ΟΗΕ δημοσιεύθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1990, βλ. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ipcc_90_92_assessments_far_full_report.pdf.

επιστημονικών μεθόδων –που θεωρούνται αντικειμενικές και ορθολογικές– με πρακτική σκέψη και δημιουργικότητα.

Ωστόσο, ιδιαίτερα σε τεχνολογίες που σχετίζονται με το περιβάλλον –όπως οι ενεργειακές τεχνολογίες, οι μηχανισμοί δέσμευσης άνθρακα ή οι ψηφιακές πλατφόρμες διαχείρισης φυσικών πόρων– είναι εμφανές ότι η τεχνολογική εξέλιξη δεν είναι ποτέ ουδέτερη, αλλά εντάσσεται σε συγκεκριμένο πολιτικοοικονομικό πλαίσιο. Εξάλλου, η ανάπτυξη και η κατεύθυνση της τεχνολογίας δεν είναι ποτέ η γραμμική εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης, αλλά ένα δυναμικό πεδίο που επηρεάζεται από οικονομικές, πολιτικές και κοινωνικές δυνάμεις. Οι τεχνολογίες δεν προκύπτουν αυτόματα από την επιστήμη, αλλά αναπτύσσονται μέσα σε συγκεκριμένα θεσμικά και εταιρικά περιβάλλοντα, όπου η έρευνα και η καινοτομία καθοδηγούνται από επιδιώξεις και συμφέροντα είτε κρατικά είτε ιδιωτικά. Από τις μεγάλες τεχνολογικές εταιρείες έως τους μηχανισμούς χρηματοδότησης της έρευνας, οι τεχνολογικές εξελίξεις διαμορφώνονται από ένα πολύπλοκο σύστημα εξουσίας και επιρροής.

Σε μια εξίσου γραμμική προσέγγιση, οι μηχανικοί κατασκευάζουν «συσκευές», τα κατονομάζουν «αντικείμενα» της τεχνολογίας, οι οποίες προσφέρουν λύσεις στα προβλήματά μας. Οι συσκευές όμως δεν είναι πλέον αντικείμενα. Κατά τον φιλόσοφο Άλμπερτ Μπόργκμαν (Albert Borgmann), πρέπει να κάνουμε τη διάκριση μεταξύ «συσκευής» και «αντικειμένου». Τα αντικείμενα κατά τον Χάιντεγκερ (Heidegger) μας «εμπλέκουν», μια εμπλοκή που είναι ταυτόχρονα σωματική, κοινωνική και απαιτεί κάποιου είδους δεξιότητα. Μια συσκευή αντίθετα, καθώς διαμεσολαβεί ή καθιστά εφικτή μια λειτουργία με τρόπο διαφορετικό από ό,τι στο παρελθόν, τείνει να μας αποσυνδέει από τη λειτουργία της² και να μειώνει τις δεξιότητες ή τη συνεισφορά μας σε αυτή ως χρηστών. Ταυτόχρονα, όσο πιο εξελιγμένη είναι μια συσκευή, τόσο περισσότερο «αποκρύπτεται» ο μηχανισμός και η λειτουργία της από την κοινή θέα, διαδικασία που θυμίζει αυτό που ο Λατούρ (Bruno Latour) (1987: 2-3) περιγράφει ως «μαύρο κουτί» (black boxing): μια κατάσταση όπου, μόλις μια τεχνολογική ή επιστημονική καινοτομία εδραιωθεί, η εσωτερική της λειτουργία θεωρείται δεδομένη και δεν αμφισβητείται. Η εκάστοτε (καινοτόμα) συσκευή είναι καλυμμένη με πλαστικό, ανοξείδωτο ατσάλι ή τιτάνιο, διασφαλίζοντας έτσι την απρόσκοπτη λειτουργία της αλλά και την απρόσωπη φύση της. Συνεπώς, αποσύνδεση και απόκρυψη συμβαδίζουν. Η απόκρυψη της λειτουργίας μιας συσκευής επιτρέπει τη λειτουργία της χωρίς να απαιτεί ιδιαίτερες ικανότητες (βλ. Brittan 2001: 174, Borgmann 1984: 40-48). Έτσι, οι τεχνολογικές συσκευές δεν παρουσιάζονται ως προϊόντα συγκεκριμένων ιστορικών, κοινωνικών και οικονομικών συνθηκών, αλλά ως αυτόνομες και ουδέτερες καινοτομίες. Ο χαρακτηρισμός τους ως «έξυπνων» ενισχύει την αφήγηση ότι μπορούν να επιλύσουν κοινωνικά προβλήματα με τεχνικές λύσεις, χωρίς να απαιτούν ενεργή συμμετοχή ή κριτική σκέψη από τους χρήστες τους. Αυτό το τεχνολογικό αφήγημα αποκρύπτει τις πολιτικές και οικονομικές διαστάσεις των ίδιων των προβλημάτων που υποτίθεται ότι αντιμετωπίζουν.

Στο συγκεκριμένο άρθρο θέλουμε να επανεξετάσουμε την κυρίαρχη αντίληψη που προ-

2 Κατά τον Μπόργκμαν, η αποσύνδεση από μια συσκευή σημαίνει ότι ο χρήστης δεν χρειάζεται να κατανοεί την εσωτερική δομή και λειτουργία της για να τη χρησιμοποιήσει (βλ. και Brittan 2001: 174).

βάλλει τις τεχνολογικές λύσεις ως αντικειμενικές και επαρκείς, συχνά λειτουργώντας ως πρόσημα για την αναβολή βαθύτερων κοινωνικών και πολιτικών αλλαγών. Η τρέχουσα κλιματική κρίση θέτει την ανάγκη για μια κριτική επανεκτίμηση της σχέσης μας με την τεχνολογία, υπερβαίνοντας τα επικρατούντα παραδείγματα της αναλωσιμότητας και της καινοτομίας. Οι δύο αυτές πρακτικές είναι κυρίαρχες στις τρέχουσες τεχνολογικές συνήθειες. Πολλές από τις τρέχουσες τεχνολογικές επιλογές και οι υλικοτεχνικές υποδομές που τις συνοδεύουν φέρουν τη λογική της μίας χρήσης (*disposable technology*), δηλαδή τεχνολογίες και συσκευές που είναι σχεδιασμένες για να χρησιμοποιηθούν για πεπερασμένη περίοδο και στη συνέχεια να απορριφθούν. Αντίστοιχα, η τεχνολογική καινοτομία (*technology innovation*) περιορίζεται μόνο στην αντικατάσταση παλαιότερων συσκευών με νέες που πιθανότατα καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια τόσο για την παραγωγή τους όσο και κατά τη λειτουργία τους.

Υπό την οπτική του επιστημονικού πεδίου «Επιστήμη, Τεχνολογία, Κοινωνία (*Science, Technology, Society – STS*)», ξεκινάμε από την παραδοχή ότι η επιστήμη και η τεχνολογία είναι πλήρως κοινωνικές δραστηριότητες. Όπως υποστηρίζει ο Λατούρ (1988: 301), η επιστήμη δεν είναι μια αντικειμενική αντανάκλαση της φύσης, αλλά μια κοινωνικά διαμορφωμένη πρακτική που καθορίζεται από τις συνθήκες παραγωγής της. Συνεπώς, φέρουν στο εσωτερικό τους ιδεολογίες, συγκρούσεις, κοινωνικές διαφορές και κυρίως ιστορία και ιδεολογία. Ούτε η επιστήμη ούτε η τεχνολογία έχουν μια εγγενή αντικειμενικότητα. Υποστηρίζουμε ότι η τεχνολογική διατήρηση (*technological maintenance*)³ –η πρακτική της επισκευής, της επαναχρησιμοποίησης, της ανακατασκευής και του σχεδιασμού ανθεκτικών και επισκευάσιμων τεχνολογιών– αποτελεί μια κρίσιμη εναλλακτική στην κυρίαρχη προσέγγιση της τεχνολογικής ανάπτυξης, η οποία ευνοεί τη συνεχή αντικατάσταση και απαξίωση προϊόντων. Η έννοια της τεχνολογικής διατήρησης έχει μελετηθεί εκτενώς από την επιστημονική κοινότητα *STS*, καθώς αποκαλύπτει τον τρόπο με τον οποίο η συντήρηση και η επισκευή, αν και αόρατες στις κυρίαρχες αφηγήσεις περί προόδου, είναι θεμελιώδεις για τη βιωσιμότητα των τεχνολογικών συστημάτων (Jackson 2014, Graham και Thrift, 2007).

Αυτή η εναλλακτική προσέγγιση αμφισβητεί τη λογική της τεχνοδιόρθωσης (*technofix*), δηλαδή την πεποίθηση ότι η προηγμένη τεχνολογία μπορεί να επιλύσει σύνθετα κοινωνικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα χωρίς να απαιτείται συστημική αλλαγή. Οι Huesemann και Huesemann (2011) έχουν αναλύσει το πώς η αντίληψη αυτή προωθείται από πολιτικά και οικονομικά συστήματα που επιδιώκουν να διατηρήσουν το *status quo*, αποκλείοντας εναλλακτικές, πιο ολιστικές προσεγγίσεις. Αντί να αντιμετωπίζονται τα δομικά αίτια των προβλημάτων –όπως η υπερκατανάλωση, η περιβαλλοντική υποβάθμιση και η ανισότητα–, η τεχνολογία παρουσιάζεται ως ουδέτερη και αυτόνομη δύναμη ικανή να δώ-

3 Επιλέγουμε να αποδώσουμε την έννοια *maintenance* ως διατήρηση έναντι του πιο διαδεδομένου όρου συντήρηση. Η επιλογή αυτή σχετίζεται με την εκτίμηση ότι η διατήρηση ως όρος δύναται να περιγράψει ορθότερα το υπό εξέταση φαινόμενο, καθώς είναι ευρύτερος και περιλαμβάνει ζητήματα όπως η συντήρηση (*upkeep*), η επανάχρηση (*reuse*), η αναπροσαρμογή (*reconfiguration*) κ.ά. Ο όρος διατήρηση της τεχνολογίας (ή τεχνολογική διατήρηση) μπορεί να αναφέρεται, ως εκ τούτου, τόσο στο σύνολο των μερών μιας τεχνικής σύνθεσης όσο και στα επιμέρους τεχνουργήματα/μέρη που την αποτελούν.

σει λύσεις, αποπολιτικοποιώντας έτσι την κρίση (Douthwaite 1999). Παράλληλα, η έμφαση στην τεχνολογική διατήρηση έρχεται σε αντίθεση με την πρακτική της προγραμματισμένης απαξίωσης (planned obsolescence), δηλαδή του σκόπιμου σχεδιασμού προϊόντων με περιορισμένη διάρκεια ζωής, προκειμένου να εξασφαλιστεί η συνεχής κατανάλωση νέων συσκευών. Η προγραμματισμένη απαξίωση αναδείχθηκε ως στρατηγική του βιομηχανικού καπιταλισμού ήδη από τις αρχές του 20ού αιώνα και θεμελιώθηκε ως επιχειρηματική πρακτική μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο (Slade 2006). Στην οικονομική βιβλιογραφία έχει ήδη αναδειχθεί πως οι εταιρείες σχεδιάζουν τα προϊόντα τους με τέτοιο τρόπο ώστε να μεγιστοποιούν τη ζήτηση για νέα μοντέλα, περιορίζοντας τις δυνατότητες επισκευής και παρατείνοντας τον κύκλο ζωής τους μόνο υπό αυστηρά ελεγχόμενες προϋποθέσεις (π.χ. Builow 1986).

Η τεχνολογική διατήρηση, λοιπόν, δεν είναι απλώς μια τεχνική διαδικασία, αλλά μια πολιτική πράξη που αμφισβητεί τη λογική της συνεχούς τεχνολογικής ανανέωσης και προσφέρει ένα εναλλακτικό μοντέλο τεχνολογικής ανάπτυξης, βασισμένο στην ανθεκτικότητα, την επαναχρησιμοποίηση και την κοινωνική διάσταση της τεχνολογίας (Edgerton 1999: 99). Αντί να θεωρείται δεδομένη η αντικατάσταση παλαιότερων τεχνολογιών με νέες, η συντήρηση προτείνεται ως ένας τρόπος πιο βιώσιμης σχέσης με την τεχνολογία, ενισχύοντας πρακτικές που σέβονται τους περιορισμένους πόρους του πλανήτη και μειώνουν τη σπατάλη. Με την υποστήριξη της τεχνολογικής διατήρησης, μπορούμε να υπερβούμε τη γραμμική πορεία της «φυσικής» τεχνολογικής προόδου και να δημιουργήσουμε χώρο για εναλλακτικά οράματα τεχνολογικής ανάπτυξης. Με τον τρόπο αυτό, επιδιώκουμε να προωθήσουμε μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση της φύσης και των σχέσεων ανθρώπου-φύσης, υπερβαίνοντας τους περιορισμούς των οικονομικών και της σύγχρονης επιστήμης, οι οποίες συχνά πλαισιώνουν αυτές τις σχέσεις μέσω φαινομενικά ουδέτερων αξιακών πλαισίων και ποσοτικών μοντέλων (Turnhout 2024).

Το επιχείρημά μας αναπτύσσεται ως εξής: Καταρχάς αναλύουμε τη λογική της τεχνολογικής διατήρησης ως κομβικό στοιχείο του συστημικού λόγου και της αντίστοιχης πρακτικής για τη διαχείριση κοινωνικών ερωτημάτων και προβλημάτων. Στη συνέχεια, υπογραμμίζουμε τη σημασία της τεχνολογίας σε χρήση, δίνοντας έμφαση στη συνεχιζόμενη συντήρηση και λειτουργία των υφιστάμενων τεχνολογιών, μια πτυχή που συχνά παραβλέπεται από τα κυρίαρχα νεοκλασικά οικονομικά. Ακολούθως, διερευνούμε την έννοια της επιμονής της τεχνολογίας (persistence of technology) (Krebs και Weber 2021), η οποία συχνά έρχεται σε αντίθεση με την προγραμματισμένη απαξίωση. Στο προτελευταίο μέρος, παρουσιάζουμε τις πολιτικές διαστάσεις της διατήρησης της τεχνολογίας ως μια ριζική αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζουμε την τεχνολογία.

Ως συμπέρασμα προτείνουμε να επανεξετάσουμε την τεχνολογία πέρα από γραμμικές και τελεολογικές προσεγγίσεις. Προτείνουμε την πολιτική οικολογία της διατήρησης ως ένα πλαίσιο κατανόησης των κοινωνικών, γεωγραφικών και οικολογικών σχέσεων της τεχνολογίας. Το άρθρο δεν εξαντλεί το θέμα, ενώ αναγνωρίζουμε εξ αρχής διάφορους περιορισμούς στην προσέγγισή μας. Δεν προτείνουμε να διαβαστεί ως μια ειδική μελέτη περίπτωσης ή ως μια ολιστική προσέγγιση της αντίστοιχης βιβλιογραφίας, η οποία έτσι κι αλλιώς είναι περιορισμένη, ειδικά στην Ελλάδα. Προτείνουμε, αντίθετα, να διαβαστεί ως μια εισαγωγή και ως

ένα πλαίσιο ερωτημάτων για τη σχέση τεχνολογίας και περιβάλλοντος, μια σχέση που θα συνεχίσει να μελετάται διεξοδικότερα στο μέλλον.

Από την τεχνολογική διάδοση στην τεχνοδιόρθωση

Ο Αντρέας Μαλμ (Andreas Malm) υποστηρίζει ότι η κλιματική αλλαγή δεν είναι απλώς ένα υποπροϊόν της εκβιομηχάνισης, αλλά μάλλον μια εγγενής συνέπεια της εξάρτησης του καπιταλισμού από τα ορυκτά καύσιμα (Malm 2016). Κατά τον ίδιο, η συνεχής επιδίωξη για μεγέθυνση και κεφαλαιακή συσσώρευση στο πλαίσιο του καπιταλιστικού συστήματος καθιστά την περιβαλλοντική υποβάθμιση όχι απλώς ένα τυχαίο αποτέλεσμα, αλλά μια απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία του. Στο ίδιο μήκος κύματος έχει κινηθεί και η Νάνσι Φρέιζερ (Nancy Fraser), η οποία εισαγωγικά επισημαίνει ότι ο καπιταλισμός, ακόμα και στην οικονομική του σφαίρα, δεν είναι απλώς ένα οικονομικό σύστημα. Σύμφωνα με τη Φρέιζερ, πολύ περισσότερο από το να οργανώνει την οικονομική παραγωγή και ανταλλαγή, ο καπιταλισμός διαμορφώνει αυτό που ονομάζει «μη οικονομικές προϋποθέσεις για τη συσσώρευση». Αυτές οι μη οικονομικές προϋποθέσεις είναι η πλήρης εκμετάλλευση της ανθρώπινης νόησης, των πολιτικών δεξιοτήτων και των φυσικών και περιβαλλοντικών διεργασιών (Fraser 2022: 1-26).

Στο αντίποδα αυτών των αντιλήψεων για τη σχέση καπιταλισμού και περιβάλλοντος, αναπτύσσονται οικονομικές προσεγγίσεις που βασίζονται στη θέση ότι οι καπιταλιστικές οικονομίες αναπτύσσονται με έναν διακεκομμένο, κυκλικό τρόπο, που καθοδηγείται εν μέρει από τον ρυθμό διάδοσης της τεχνολογίας ως ένας από τους πλέον επιδραστικούς εξωγενείς παράγοντες που επιδρούν στο οικονομικό αποτέλεσμα, όπως θα εξηγήσουμε παρακάτω (βλ. και Solow 1956). Σε αυτό το πλαίσιο, οι μετασηματιστικές τεχνολογίες, δηλαδή αυτές που είναι ικανές να αλλάξουν ριζικά την παραγωγή και να ανοίξουν νέους δρόμους για συσσώρευση, δεν εμφανίζονται σταδιακά, αλλά μάλλον σε συμπυκνωμένες εκρήξεις. Αυτές οι τεχνολογικές αλλαγές συχνά ευδοκίμουν σε στιγμές κρίσης, αντικαθιστώντας παλαιότερα τεχνολογικά συστήματα. Κάθε κύμα καπιταλιστικής ανάπτυξης συνδέεται έτσι με ένα ξεχωριστό σύνολο τεχνολογιών (Kondratieff 1935). Κατά τη διαδικασία αυτή, κάθε κύμα δημιουργεί τη δική του «τεχνομάζα» (*technomass*) (Hornborg 2001) που περιλαμβάνει ένα σύνολο των πιο προηγμένων τεχνολογιών της εποχής.

Αυτό το ιστορικό μοτίβο των τεχνολογικών κυμάτων, που χαρακτηρίζεται από εκρήξεις καινοτομίας και συσσώρευση τεχνομάζας, έχει διαμορφώσει βαθιά τον σύγχρονο πολιτικό λόγο, ο οποίος συχνά επικεντρώνεται στην υπόσχεση των τεχνολογικών λύσεων ως πανάκεια για τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές προκλήσεις. Οι τεχνοδιόρθώσεις, ως συστατικό στοιχείο αυτών των λύσεων, μπορούν να γίνουν κατανοητές ως η ιδέα ότι η προηγμένη τεχνολογία θα μας απαλλάξει από ένα διαρκώς αυξανόμενο φορτίο κοινωνικών, περιβαλλοντικών και οικονομικών δεινών (Huesemann και Huesemann 2012). Κατά τον Άλβιν Γουάινμπεργκ (Alvin Weinberg), που εισήγαγε τον όρο τεχνοδιόρθωση, ένα κοινωνικό πρόβλημα μπορεί να επιλυθεί –ή τουλάχιστον να μετασηματιστεί σε κάποιο άλλο που είναι επιλύσι-

μο– ανάγοντάς το σε μια τεχνολογική ή/και μηχανική πρόκληση (Weinberg 1966: 48).

Είτε πρόκειται για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, τη διασφάλιση της επισιτιστικής ασφάλειας ή τη μείωση των ανισοτήτων, οι θιασώτες της τεχνοδιόρθωσης ισχυρίζονται ότι οι τεχνολογικές εξελίξεις σε τομείς όπως η τεχνητή νοημοσύνη, η πράσινη ενέργεια και η βιοτεχνολογική γεωμηχανική, θα αποτελέσουν το κλειδί για την αντιμετώπιση υπαρξιακών απειλών. Η τεχνολογική εμπειρογνωμοσύνη δεν είναι μόνο μια ποιότητα διακυβέρνησης –όπως ήταν στο πλαίσιο του τεχνοκρατικού παραδείγματος–,⁴ αλλά πλέον γίνεται αντιληπτή ως ο βασικός μηχανισμός αντιμετώπισης των παγκόσμιων προκλήσεων (Edler et al. 2021: 11). Έτσι, το παράδειγμα της τεχνοδιόρθωσης δεν προτείνει έναν νέο τρόπο ζωής σύμφωνα με τις αρχές της τεχνοκρατίας. Αντίθετα, περιορίζεται στο να προσφέρει διορθωτικά μέτρα για τις επιπτώσεις της εκβιομηχάνισης και της καπιταλιστικής νεωτερικότητας, αξιοποιώντας την ανθρώπινη δημιουργικότητα μέσω της επιστημονικής και τεχνολογικής προόδου για την αντιμετώπιση υπαρξιακών κρίσεων. Οι τεχνολογικές λύσεις, όπως η προώθηση πράσινων οχημάτων με μειωμένες εκπομπές ρύπων και οι μέθοδοι δέσμευσης άνθρακα ως μέσο καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής, προσφέρουν ένα όραμα για ένα μέλλον όπου οι αρνητικές επιπτώσεις του σύγχρονου τρόπου ζωής μας μπορούν να μειωθούν από τις ίδιες τις καινοτομίες που αρχικά προκάλεσαν αυτές τις προκλήσεις.

Οι αναλυτικές και πολιτικές αδυναμίες του προτάγματος της τεχνοδιόρθωσης είναι μάλλον προφανείς. Πρώτον, παραγνωρίζει ότι η σημερινή οικολογική κρίση δεν οφείλεται διιστορικά στο ανθρώπινο είδος, αλλά μάλλον σε συγκεκριμένα οικονομικά συστήματα, τεχνολογίες και τρόπους ζωής. Δεύτερον, η έννοια αυτή περιορίζει τη βιωσιμότητα σε απλό τεχνολογικό εκσυγχρονισμό, εστιάζοντας σε τεχνολογικές και κοινωνικές καινοτομίες για την επίτευξη οικολογικής ισορροπίας, χωρίς να αντιμετωπίζει τις βαθύτερες αιτίες της περιβαλλοντικής υποβάθμισης (Adloff και Neckel 2019). Τρίτον, παραβλέπει τον ρόλο της τεχνολογικής καινοτομίας στη διευκόλυνση των ασύμμετρων μεταβιβάσεων εργατικής δύναμης και φυσικών πόρων στο πλαίσιο του παγκόσμιου οικονομικού συστήματος. Τελικά, σε πολλές περιπτώσεις, η λογική της τεχνοδιόρθωσης απλά μετατοπίζει το πρόβλημα σε περιοχές όπου η εργασία είναι φθηνότερη και οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί ασθενέστεροι.

Επιπλέον, όπως σημειώνει ο Ζίκχαρντ Νέκελ (Sihard Neckel) η λογική της τεχνοδιόρθωσης υποτιμά τη σημαντικότητα των κοινωνικών και υλικών –συμπεριλαμβανομένων των τεχνολογικών– υποδομών (infrastructure) (Neckel 2024: 115). Οι υποδομές έχουν αποδειχθεί κεντρικές ως προς τη ρύθμιση της σύγχρονης κοινωνίας όσον αφορά τις κρίσεις και τις καταστροφές στους τομείς της υγείας, της οικολογίας και της οικονομίας. Τόσο η ευαλωτότητα των σύγχρονων κοινωνιών όσο και η ικανότητά τους να ρυθμίζονται, εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα και την ποιότητα των υφιστάμενων υποδομών. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, η θεωρία της κοινωνικής κατασκευής έχει αφιερώσει ιδιαίτερη προσοχή στις υποδομές ως το υλικό πλαίσιο των κοινωνιών. Έχει επικεντρωθεί σε βασικές έννοιες:

4 Σε γενικές γραμμές, ο επικρατέστερος ορισμός της τεχνοκρατίας είναι «η διακυβέρνηση (ή ο έλεγχος) της κοινωνίας από επιστήμονες, τεχνικούς ή μηχανικούς – ή τουλάχιστον την άσκηση πολιτικής εξουσίας χάρη στην τεχνική επάρκεια και την εμπειρία στην εφαρμογή της γνώσης» (Gunnell 1982:392).

ιδίως στον καθορισμό της σημασίας των υποδομών ως ανθρώπινων τεχνουργημάτων, στις κοινωνικές διαδικασίες και στην αναλυτικότερη περιγραφή των σχέσεων μεταξύ ανθρώπινων δρώντων (υποκειμένων) και τεχνουργημάτων (αντικειμένων). Στο πλαίσιο αυτό, αυτό που έχει κυρίαρχα αναδειχθεί είναι ότι οι τεχνικές υποδομές είναι απαραίτητα στοιχεία για την κατανόηση της σύγχρονης πραγματικότητας και ότι βασικά στοιχεία των σύγχρονων κοινωνικών τάξεων επηρεάζονται όλο και περισσότερο από τεχνικές και επιστημονικές διαδικασίες (Jasanoff 2015· 2016).

Από την καινοτομία στην τεχνολογία σε χρήση

Η θεωρία της εξωγενούς ανάπτυξης, η οποία εκφράζεται από το υπόδειγμα του Ρόμπερτ Σόλουου (Robert Solow), δημιουργεί ένα θεμελιώδες πλαίσιο για την κατανόηση της σημασίας της καινοτομίας –υπό την έννοια της εισαγωγής νέας τεχνολογίας στην παραγωγική διαδικασία– στο πλαίσιο των νεοκλασικών οικονομικών. Στο πλαίσιο αυτού του υποδείγματος, η ανάπτυξη επηρεάζεται σημαντικά από εξωγενείς επιδράσεις. Οι τεχνολογικές εξελίξεις χρησιμεύουν ως εξωτερική δύναμη που βελτιώνει συνεχώς τη συνάρτηση παραγωγής με την πάροδο του χρόνου, οδηγώντας σε ανάπτυξη. Ο Σόλουου τόνισε ότι το 90% της οικονομικής ανάπτυξης δεν μπορεί να εξηγηθεί αποκλειστικά στις ενδογενείς συνθήκες της παραγωγής και να αποδοθεί μέσω της συνάρτησης παραγωγής, δηλαδή τη σχέση ανάμεσα στην ποσότητα των εισροών που μια επιχείρηση χρησιμοποιεί και στην ποσότητα του προϊόντος που παράγει, αλλά συνδέεται κυρίως με εξωγενείς παράγοντες, όπως η τεχνολογική πρόοδος, η ανάπτυξη του πληθυσμού κ.ά. (Solow 1956).

Ακολουθώντας αυτό το μοντέλο, η νεοκλασική οικονομική σκέψη αντιλαμβάνεται την καινοτομία ως μηχανισμό που οδηγεί στην οικονομική ανάπτυξη μέσω της εισαγωγής νέων στοιχείων και μεθοδολογιών που βελτιώνουν διαρκώς την παραγωγικότητα. Κατά συνέπεια, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής και οι οικονομολόγοι που ευθυγραμμίζονται με τη νεοκλασική παράδοση έχουν συχνά υπογραμμίσει την αναγκαιότητα της προώθησης συστημάτων και πολιτικών που ευνοούν την καινοτομία μέσω της χρηματοδότησης της έρευνας και της ανάπτυξης (E&A), της θέσπισης προστασίας της πνευματικής ιδιοκτησίας και της υποστήριξης βιομηχανιών που βρίσκονται στην πρώτη γραμμή των τεχνολογικών προκλήσεων. Η παράδοση αυτή έχει αναμφίβολα οδηγήσει σε σημαντικές τεχνολογικές ανακαλύψεις και οικονομική ανάπτυξη. Ωστόσο, έχει επίσης σημαντικά μειονεκτήματα, καθώς τείνει να παραβλέπει τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της τεχνολογικής αλλαγής, να ενισχύει την ανισότητα μέσω της συγκέντρωσης γνώσης και πόρων σε λίγες εταιρείες και να προωθεί ένα μοντέλο ανάπτυξης που βασίζεται στη συνεχή κατανάλωση και την απαξίωση παλαιότερων τεχνολογιών. Μία από τις βασικές κριτικές του ενδογενούς μοντέλου ανάπτυξης που επικεντρώνεται στην καινοτομία ή σε μακροοικονομικές θεωρίες εθνικών συστημάτων καινοτομίας (Lundvall 1992) είναι ότι παραβλέπει τη σημασία της τεχνολογίας σε χρήση ή την αναγκαία και συνεχή συντήρηση και λειτουργία των υφιστάμενων τεχνολογιών. Οι ιστο-

ρικοί της τεχνολογίας έχουν παραδοσιακά επικεντρωθεί στην ιστοριογραφία σχετικά με την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και όχι στον τρόπο με τον οποίο αυτές οι τεχνολογίες χρησιμοποιούνται και συντηρούνται με την πάροδο του χρόνου (Edgerton 1999). Αυτό έχει οδηγήσει σε μια στρεβλή άποψη της τεχνολογίας, όπου η μεγαλύτερη προσοχή δίνεται στις καινοτομίες και όχι στις καθημερινές διαδικασίες επισκευής, διατήρησης και συντήρησης που επιτρέπουν στις τεχνολογίες να λειτουργούν για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Αυτή η εστίαση στην καινοτομία αγνοεί το γεγονός ότι οι περισσότερες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται ανά πάσα στιγμή δεν είναι νέες. Πολλές από τις τεχνολογίες στις οποίες βασίζονται οι άνθρωποι στην καθημερινή τους ζωή, από τα συστήματα μεταφορών μέχρι τις οικιακές συσκευές, λειτουργούν εδώ και δεκαετίες. Ακόμη και σε κλάδους που θεωρούνται αιχμής, όπως η τεχνολογία της πληροφορικής ή η αεροδιαστημική, τα περισσότερα τεχνολογικά συστήματα δεν είναι ολοκαίνουργιες εφευρέσεις αλλά παλαιότερα συστήματα που συντηρούνται συνεχώς, ενημερώνονται και προσαρμόζονται στις νέες συνθήκες. Η έμφαση στην καινοτομία, επομένως, συσκοτίζει τον κρίσιμο ρόλο που διαδραματίζουν οι πρακτικές συντήρησης στη διατήρηση της λειτουργικότητας και της συνάφειας των τεχνολογιών με την πάροδο του χρόνου.

Η διάκριση μεταξύ καινοτομίας και τεχνολογίας σε χρήση δεν είναι απλώς ιστορική ή βιβλιογραφική· έχει σημαντικές επιπτώσεις στον τρόπο με τον οποίο οι κοινωνίες κατανέμουν τους πόρους και προσεγγίζουν τη βιωσιμότητα. Δίνοντας προτεραιότητα στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών έναντι της συντήρησης των υφιστάμενων, οι κοινωνίες συχνά αποτυγχάνουν να επενδύσουν στις υποδομές ή υποτιμούν και υποβαθμίζουν την εργασία, που είναι απαραίτητες για να διατηρήσουν τη λειτουργία των τεχνολογιών αποτελεσματικά και βιώσιμα. Αυτή η παραμέληση της διατήρησης μπορεί να οδηγήσει στην πρόωρη απαξίωση των τεχνολογιών, στην αύξηση των τεχνολογικών αποβλήτων και στην ανάγκη συνεχούς αντικατάστασης, τα οποία συμβάλλουν στην περιβαλλοντική υποβάθμιση και στην εξάντληση των πόρων (Vinsel και Russell 2020).

Η εστίαση στην καινοτομία αποκρύπτει επίσης τις πολιτικές και κοινωνικές διαστάσεις της τεχνολογίας σε χρήση (*technology-in-use*), και κυρίως της τεχνολογίας σε ευρεία χρήση (*widespread use*). Αν μια τεχνολογία είναι καινοτόμος ή όχι είναι λιγότερο σημαντικό από το ερώτημα του τρόπου με τον οποίο η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται, συντηρείται και ελέγχεται. Για παράδειγμα, μια τεχνολογία που αναγγέλλεται ως καινοτόμος σε ένα πλαίσιο μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί ή να διατηρηθεί σε ένα άλλο πλαίσιο για να εξυπηρετήσει εντελώς διαφορετικούς σκοπούς. Ο τρόπος με τον οποίο συντηρείται μια τεχνολογία—αν διατηρείται λειτουργική, αν αφήνεται να παρακμάσει ή αν αντιστέκεται ενεργά—μπορεί να έχει βαθιές πολιτικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Η δυναμική αυτή είναι ιδιαίτερα εμφανής όταν εξετάζεται η συντήρηση υποδομών μεγάλης κλίμακας, όπως τα ενεργειακά δίκτυα, τα συστήματα μεταφορών ή οι παροχές νερού. Τα συστήματα αυτά απαιτούν συνεχή συντήρηση για να παραμείνουν λειτουργικά, αλλά η συντήρησή τους είναι συχνά πολιτικά αμφιλεγόμενη. Οι αποφάσεις σχετικά με το πού θα διατεθούν οι πόροι για τη συντήρηση, ποιες τεχνολογίες θα αναβαθμιστούν ή θα αντικατασταθούν και ποιος ελέγχει αυτά τα συστήματα είναι βαθιά πολιτικά ζητήματα που αντανakλούν ευρύτερες κοινωνικές αξίες και

σχέσεις εξουσίας. Επιπλέον, η εργασία που συνεπάγεται η συντήρηση αυτών των τεχνολογιών είναι συχνά αόρατη και υποτιμημένη, παρά την κρίσιμη σημασία της για τη λειτουργία των σύγχρονων κοινωνιών.

Η παραμέληση της τεχνολογίας σε χρήση προς όφελος της καινοτομίας έχει σοβαρές συνέπειες για τη βιωσιμότητα. Πολλές τεχνολογίες που θεωρούνται βιώσιμες ή πράσινες βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε πρακτικές συντήρησης για να αξιοποιήσουν τις δυνατότητές τους. Για παράδειγμα, οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως τα ηλιακά πάνελ ή οι ανεμογεννήτριες απαιτούν τακτική συντήρηση για να λειτουργούν αποτελεσματικά και να εξασφαλίζουν τη μακροζωία τους. Χωρίς κατάλληλη συντήρηση, οι τεχνολογίες αυτές μπορεί να υποβαθμιστούν γρήγορα, μειώνοντας την αποτελεσματικότητά τους και απαιτώντας δαπανηρές αντικαταστάσεις. Ομοίως, τα ηλεκτρικά οχήματα εξαρτώνται από τη συντήρηση της μπαταρίας και τη διατήρηση των υποδομών για να παραμείνουν βιώσιμες εναλλακτικές λύσεις έναντι των αυτοκινήτων που κινούνται με ορυκτά καύσιμα (Fox 2022: 1115).

Η επιμονή της τεχνολογίας

Η τεχνολογική ανάπτυξη παρουσιάζεται συχνά ως μια γραμμική διαδικασία κατά την οποία νέες εφευρέσεις αντικαθιστούν συνεχώς τις παλιές, οδηγώντας την πρόοδο και διαμορφώνοντας το μέλλον. Ωστόσο, η προοπτική αυτή παραβλέπει μια κρίσιμη πτυχή της τεχνολογικής ύπαρξης: την επιμονή (Krebs και Weber 2021). Αναφέραμε προηγουμένως ότι πολλές τεχνολογίες, αντί να απορρίπτονται γρήγορα και να αντικαθίστανται από νεότερες εκδόσεις, παραμένουν σε χρήση για δεκαετίες, ακόμη και αιώνες. Η ανθεκτικότητα της τεχνολογίας αναφέρεται στη μακροβιότητα των τεχνολογικών αντικειμένων, συστημάτων και υποδομών, στην ικανότητά τους να αντέχουν στο πέρασμα του χρόνου και στην προσαρμογή τους στις μεταβαλλόμενες κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτή η ανθεκτικότητα δεν είναι απλώς θέμα τεχνολογικής ανθεκτικότητας, αλλά διαμορφώνεται βαθιά από τις πρακτικές συντήρησης, επισκευής και επαναχρησιμοποίησης, καθώς και από τα κοινωνικοπολιτικά και οικονομικά συστήματα που τις υποστηρίζουν (ό.π. 2021).

Όπως εξετάσαμε προηγουμένως, η εστίαση στην καινοτομία, τόσο στην ιστορία της τεχνολογίας όσο και στη σύγχρονη πολιτική, παραβλέπει το γεγονός ότι οι περισσότερες από τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται ανά πάσα στιγμή δεν είναι νέες. Αντίθετα, πρόκειται για παλαιότερες τεχνολογίες που έχουν διατηρηθεί, προσαρμοστεί και ενσωματωθεί σε διάφορα κοινωνικά και βιομηχανικά συστήματα. Για παράδειγμα, ενώ τα τελευταία smartphones ή τα ηλεκτρικά οχήματα μπορεί να τραβήξουν την προσοχή του κοινού, μεγάλο μέρος του κόσμου εξακολουθεί να βασίζεται σε παλαιότερες μορφές τεχνολογίας –μηχανικά εργαλεία, αναλογικές υποδομές, ακόμη και προψηφιακά συστήματα επικοινωνίας–, που εξακολουθούν να εξυπηρετούν κρίσιμες λειτουργίες.

Οι τεχνολογίες μπορεί να παραμείνουν σε χρήση για πολλούς λόγους. Σε ορισμένες περιπτώσεις, είναι ανθεκτικές από τον σχεδιασμό τους, με σκοπό να διαρκέσουν για πολλά χρό-

νια με την κατάλληλη συντήρηση. Σε άλλες περιπτώσεις, η υποδομή ή τα κοινωνικά συστήματα που έχουν δημιουργηθεί γύρω από μια τεχνολογία καθιστούν δύσκολη ή δαπανηρή την αντικατάστασή της, οδηγώντας στη συνεχή χρήση της ακόμη και όταν υπάρχουν νεότερες, πιο αποτελεσματικές εναλλακτικές λύσεις. Για παράδειγμα, πολλές πόλεις σε όλο τον κόσμο εξακολουθούν να βασίζονται σε συστήματα ύδρευσης και ενέργειας που κατασκευάστηκαν πριν από δεκαετίες. Τα συστήματα αυτά επιμένουν όχι επειδή αντιπροσωπεύουν την καλύτερη διαθέσιμη τεχνολογία, αλλά επειδή το κόστος και η πολυπλοκότητα της αντικατάστασής τους είναι απαγορευτικά.

Από την άλλη πλευρά, η τεχνολογική επιμονή έρχεται συχνά σε αντίθεση με την προγραμματισμένη απαξίωση, μια έννοια που έχει καταστεί κεντρική στη σύγχρονη καταναλωτική κουλτούρα. Η προγραμματισμένη απαξίωση αναφέρεται στον σκόπιμο σχεδιασμό προϊόντων με περιορισμένη διάρκεια ζωής, ενθαρρύνοντας τους καταναλωτές να τα αντικαθίστουν συχνά, επιχειρώντας να οδηγήσουν σε αύξηση των πωλήσεων νέων εκδοχών των ίδιων προϊόντων (Slade 2006). Το φαινόμενο αυτό είναι πιο εμφανές σε κλάδους όπως οι ηλεκτρονικές συσκευές, όπου συσκευές όπως τα smartphones, οι φορητοί υπολογιστές και οι οικιακές συσκευές σχεδιάζονται συχνά έτσι ώστε να καθίστανται παρωχημένες μετά από μερικά χρόνια, είτε λόγω φυσικής φθοράς είτε μέσω ενημερώσεων λογισμικού που καθιστούν τις παλαιότερες συσκευές λιγότερο λειτουργικές. Σε αυτό το πλαίσιο, η επιμονή της τεχνολογίας μπορεί να θεωρηθεί ως αντίσταση στις πιέσεις της παλαίωσης, ένας τρόπος διατήρησης και παράτασης της ζωής των τεχνολογικών συστημάτων σε πείσμα των οικονομικών κινήτρων για συνεχή αντικατάσταση.

Η επιμονή της τεχνολογίας μπορεί να γίνει κατανοητή μέσω των χρονικών διαστάσεων της, οι οποίες αντικατοπτρίζουν τους τρόπους με τους οποίους οι τεχνολογίες διατηρούνται σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες. Οι Κρεμπς και Βέμπερ (Stefan Krebs και Heike Weber), στη μελέτη τους για τις κουλτούρες επισκευής, επισημαίνουν τρεις χρονικές διαστάσεις που διαμορφώνουν την ανθεκτικότητα της τεχνολογίας: πρώτον την πολυχρονική χρήση της τεχνολογίας, δεύτερο τη λειτουργική διάρκεια ζωής, και τέλος την απόρριψη (disposal) της τεχνολογίας (Krebs και Weber 2021).

Ακολουθώντας την προσέγγισή τους (ό.π. 2021), η έννοια της πολυχρονικής χρήσης τεχνολογίας αναφέρεται στο γεγονός ότι κάθε κοινωνία χρησιμοποιεί ταυτόχρονα τεχνολογίες από διαφορετικές ιστορικές περιόδους. Ενώ εισάγονται συνεχώς νέες τεχνολογίες, οι παλαιότερες τεχνολογίες δεν εξαφανίζονται αμέσως· αντίθετα, συνυπάρχουν με τις νεότερες, συχνά για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Αυτή η πολυχρονικότητα είναι ιδιαίτερα εμφανής σε παγκόσμια πλαίσια, όπου οι ανισότητες στην οικονομική ανάπτυξη και τις υποδομές σημαίνουν ότι οι παλαιότερες τεχνολογίες εξακολουθούν να διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στην καθημερινή ζωή. Για παράδειγμα, ενώ ορισμένες περιοχές μπορεί να βασίζονται σε υπερσύγχρονα ψηφιακά δίκτυα επικοινωνίας, άλλες εξακολουθούν να εξαρτώνται από ραδιοφωνικά, τηλεγραφικά ή αναλογικά συστήματα που λειτουργούν εδώ και δεκαετίες. Αυτή η διαχρονική διαστρωμάτωση των τεχνολογιών περιπλέκει τη γραμμική αφήγηση της καινοτομίας, δείχνοντας ότι τα τεχνολογικά συστήματα είναι πολύ πιο ποικίλα και διασυνδεδεμένα διαχρονικά απ' ό,τι συχνά θεωρείται.

Δεύτερον, κάθε τεχνολογία έχει συγκεκριμένη λειτουργική διάρκεια ζωής, η οποία αναφέρεται στην αναμενόμενη περίοδο κατά την οποία η τεχνολογία θα λειτουργεί αποτελεσματικά. Αυτή η διάρκεια ζωής επηρεάζεται τόσο από τη φυσική αντοχή της τεχνολογίας όσο και από τη διαθεσιμότητα των υποδομών συντήρησης και επισκευής. Οι τεχνολογίες που έχουν σχεδιαστεί για μακροχρόνια χρήση, όπως τα βιομηχανικά μηχανήματα ή οι υποδομές μεταφορών, συχνά συνοδεύονται από εκτεταμένα πρωτόκολλα συντήρησης για να διασφαλιστεί η μακροζωία τους. Αντίθετα, τα καταναλωτικά αγαθά σχεδιάζονται συχνά με μικρότερη διάρκεια ζωής, αντανακλώντας οικονομικά μοντέλα που δίνουν προτεραιότητα στη συνεχή κατανάλωση έναντι της μακροχρόνιας διάρκειας ζωής. Ωστόσο, ακόμη και τεχνολογίες με σχετικά μικρή διάρκεια ζωής μπορούν να διατηρηθούν πολύ πέραν της προβλεπόμενης χρήσης τους, εάν επισκευαστούν, τροποποιηθούν ή επαναχρησιμοποιηθούν από τους χρήστες. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα όπου η πρόσβαση σε νέες τεχνολογίες είναι περιορισμένη και οι κοινότητες βασίζονται σε δημιουργικές, τοπικές λύσεις για την παράταση της διάρκειας ζωής των παλαιότερων συσκευών.

Τέλος, η απόρριψη της τεχνολογίας αναφέρεται στο τι συμβαίνει με τις τεχνολογίες όταν αυτές δεν χρησιμοποιούνται πλέον ενεργά. Οι τεχνολογίες που θεωρούνται απαρχαιωμένες συχνά εισέρχονται σε νέους κύκλους χρήσης μέσω διαδικασιών όπως η ανακύκλωση, η επαναδιαμόρφωση ή η επαναχρησιμοποίηση. Για παράδειγμα, οι παλιοί υπολογιστές, τα τηλέφωνα και άλλες ηλεκτρονικές συσκευές μπορούν να αποσυναρμολογηθούν για τα εξαρτήματά τους, τα οποία μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για την επισκευή άλλων συσκευών ή να ενσωματωθούν σε νέα συστήματα. Σε πολλές περιπτώσεις, η απόρριψη της τεχνολογίας περιλαμβάνει επίσης ανεπίσημες οικονομίες επισκευής και ανακύκλωσης, ιδίως στον Παγκόσμιο Νότο, όπου οι παλαιότερες τεχνολογίες συντηρούνται και επαναχρησιμοποιούνται για νέες χρήσεις πολύ μετά την απόρριψή τους από τα πλουσιότερα έθνη. Αυτή η μεταγενέστερη ζωή αμφισβητεί την ιδέα ότι η τεχνολογική πρόοδος είναι μια απλή διαδικασία αντικατάστασης, αναδεικνύοντας, αντίθετα, τους τρόπους με τους οποίους οι τεχνολογίες αναδιαμορφώνονται και προσαρμόζονται διαρκώς ως απάντηση στις μεταβαλλόμενες κοινωνικές και περιβαλλοντικές συνθήκες.

Η ανθεκτικότητα της τεχνολογίας δεν είναι μόνο θέμα φυσικής ανθεκτικότητας, αλλά εξαρτάται επίσης από τις πρακτικές συντήρησης και επισκευής που διατηρούν τα τεχνολογικά συστήματα με την πάροδο του χρόνου. Η επισκευή περιλαμβάνει την εργασία, την τεχνογνωσία και τους πόρους που απαιτούνται για τη διατήρηση της λειτουργίας των τεχνολογιών, από τη συνήθη συντήρηση των υποδομών έως την επισκευή σπασμένων ή δυσλειτουργικών συσκευών (Jackson 2014). Η συντήρηση και η επισκευή είναι αυτές που επιτρέπουν στις τεχνολογίες να παραμένουν σε χρήση, συχνά σε συνθήκες πολύ διαφορετικές από εκείνες για τις οποίες είχαν αρχικά σχεδιαστεί.

Η επισκευή διαδραματίζει βασικό ρόλο στην παράταση της διάρκειας ζωής της τεχνολογίας. Σε πολλές περιπτώσεις, η επισκευή περιλαμβάνει όχι μόνο την επαναφορά μιας τεχνολογίας στην αρχική της κατάσταση, αλλά και την προσαρμογή της σε νέες συνθήκες ή την αναδιαμόρφωσή της για διαφορετικές χρήσεις. Αυτή η διαδικασία, που συχνά αναφέρεται ως *bricolage*, περιλαμβάνει αυτοσχεδιασμό και δημιουργική επίλυση προβλημάτων,

καθώς οι επισκευαστές εργάζονται με περιορισμένους πόρους και διαθέσιμα υλικά για να διατηρήσουν τις τεχνολογίες λειτουργικές. Όπως επισημαίνει ο Ντέιβιντ Ένγκερτον (David Edgerton), η τεχνολογία δεν αφορά μόνο την ανάπτυξη νέων εφευρέσεων, αλλά και την προσαρμογή, τη συντήρηση και τη συνεχή επαναχρησιμοποίηση υφιστάμενων τεχνολογιών, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα με περιορισμένους πόρους (Edgerton 1999: 75). Οι κουλτούρες επισκευής, ιδίως στον Παγκόσμιο Νότο, έχουν καταστεί απαραίτητες για την επιμονή των παλαιότερων τεχνολογιών, καθώς παρέχουν την τεχνογνωσία και την υποδομή που απαιτούνται για τη διατήρηση και την προσαρμογή τεχνολογιών που διαφορετικά θα απορρίπτονταν. Αυτές οι κουλτούρες αμφισβητούν τις κυρίαρχες αφηγήσεις για την τεχνολογική πρόοδο, αποδεικνύοντας ότι οι παλαιότερες τεχνολογίες μπορούν να συνεχίσουν να εξυπηρετούν σημαντικές λειτουργίες, ακόμη και μπροστά στην προγραμματισμένη απαξίωση και την πίεση για συνεχή καινοτομία.

Η διατήρηση της τεχνολογίας ως αντιπαράδειγμα

Η πολιτική της διατήρησης είναι ιδιαίτερα εμφανής στην άνοδο των πολιτισμών της επισκευής, οι οποίοι έχουν αναδυθεί ως απάντηση στην αυξανόμενη αναλώσιμη αξία των καταναλωτικών αγαθών. Οι εργασίες συντήρησης και επισκευής εκτελούνται συνήθως στο παρασκήνιο, μακριά από τα φώτα της δημοσιότητας, και συχνά από άτομα που κατέχουν περιθωριοποιημένες θέσεις στην κοινωνία. Αυτή η αορατότητα δεν είναι τυχαία· αντανακλά ευρύτερες κοινωνικές ιεραρχίες που υποτιμούν ορισμένες μορφές εργασίας, ιδίως εκείνες που σχετίζονται με τη φροντίδα, τη συντήρηση και τη βιωσιμότητα (Mattern 2018). Σε πολλές περιπτώσεις, η συντήρηση εκτελείται από εργαζόμενους σε θέσεις εργασίας χαμηλού κύρους, όπως επιστάτες, μηχανικοί ή τεχνικοί, των οποίων η συμβολή είναι απαραίτητη για τη λειτουργία πολύπλοκων τεχνολογικών συστημάτων, αλλά συχνά παραβλέπεται ή θεωρείται δεδομένη (Denis και Pontille 2019). Αυτοί οι εργαζόμενοι είναι υπεύθυνοι για την καθημερινή συντήρηση των υποδομών, των μηχανημάτων και των δημόσιων υπηρεσιών, ωστόσο η εργασία τους σπάνια αναγνωρίζεται ή εξυμνείται με τον ίδιο τρόπο όπως το έργο των καινοτόμων, των μηχανικών ή των σχεδιαστών. Αυτός ο καταμερισμός εργασίας αντανακλά βαθιά ριζωμένες πολιτισμικές προκαταλήψεις που προκρίνουν τη δημιουργικότητα και την εφεύρεση έναντι της φροντίδας και της συντήρησης.

Η διατήρηση και η συντήρηση σε περιοχές του Παγκόσμιου Νότου είναι κρίσιμες πρακτικές για την παράταση της ζωής των τεχνολογιών. Αυτή επιτυγχάνεται χάρη στην τοπική εμπειρογνώμοσύνη, τον αυτοσχεδιασμό και την επινοητικότητα για να διατηρήσουν τις παλαιότερες τεχνολογίες λειτουργικές για πολύ καιρό αφότου θα είχαν απορριφθεί σε πλουσιότερα έθνη. Πέρα από αυτό ωστόσο είναι και μία διαδικασία της οποίας η μελέτη επιτρέπει να γίνουν ορατοί οι κοινωνικοί ανταγωνισμοί και οι σχέσεις εντός ενός πλαισίου δρώντων και δικτύων (Star 1991). Οι κουλτούρες επισκευής αμφισβητούν το κυρίαρχο μοντέλο κατανάλωσης, το οποίο καθοδηγείται από την προγραμματισμένη απαξίωση και τον συνεχή κύ-

κλο αγοράς νέων προϊόντων και αντιστέκονται σε αυτή τη λογική εκτιμώντας τη διατήρηση και τη φροντίδα των υφιστάμενων τεχνολογιών, συχνά με τρόπους που είναι πιο περιβαλλοντικά βιώσιμοι και οικονομικά δίκαιοι.

Από την άλλη, η ικανότητα επισκευής και συντήρησης των τεχνολογιών συγκεντρώνεται συχνά στα χέρια ορισμένων ομάδων, ενώ άλλοι αποκλείονται από αυτές τις διαδικασίες. Για παράδειγμα, σε πολλούς κλάδους, οι εταιρείες διατηρούν τον έλεγχο της επισκευής των προϊόντων τους μέσω περιοριστικών πρακτικών, όπως τα ιδιόκτητα εξαρτήματα, τα κλειδώματα λογισμικού και οι εγγυήσεις που αποθαρρύνουν την επισκευή από τρίτους (Boniface κ.ά. 2024). Αυτό περιορίζει την ικανότητα των καταναλωτών να συντηρούν τις δικές τους τεχνολογίες και ενισχύει τον εταιρικό έλεγχο στον κύκλο ζωής των προϊόντων. Το αναπτυσσόμενο κίνημα του δικαιώματος στην επισκευή (right to repair) προωθείται ως αντίδραση στην προγραμματισμένη απαξίωση και τους περιορισμούς που επιβάλλουν οι κατασκευαστές στις δυνατότητες επισκευής των προϊόντων τους. Έχει αναδυθεί ως πρόκληση για αυτές τις πρακτικές, υποστηρίζοντας τη μεγαλύτερη πρόσβαση στα εργαλεία, τις γνώσεις και τα υλικά που απαιτούνται για την επισκευή των τεχνολογιών, ως ένας τρόπος εκδημοκρατισμού της τεχνολογικής δύναμης και μείωσης της σπατάλης. Το δικαίωμα στην επισκευή δεν αφορά μόνο την τεχνική δυνατότητα επιδιόρθωσης των προϊόντων, αλλά και ένα ευρύτερο πολιτικό αίτημα για την αναδιαμόρφωση της σχέσης μεταξύ καταναλωτών, εταιρειών και τεχνολογίας (Craziano και Trogal 2019: 636).

Εκτός από την αορατότητα, η διατήρηση χαρακτηρίζεται επίσης από επισφάλεια, καθώς οι εργασίες συντήρησης συχνά αμείβονται χαμηλά, δεν έχουν εργασιακή ασφάλεια και υπόκεινται σε εξωτερικές αναθέσεις και αυτοματοποίηση. Σε πολλές βιομηχανίες, οι εργαζόμενοι στη συντήρηση είναι από τους πρώτους που απολύονται κατά τη διάρκεια οικονομικών υφέσεων, ενώ οι θέσεις εργασίας τους απειλούνται όλο και περισσότερο από την εισαγωγή αυτοματοποιημένων συστημάτων που μειώνουν την ανάγκη για ανθρώπινη εργασία (Autor και Dorn 2013). Αυτή η επισφάλεια επιτείνεται από το γεγονός ότι η εργασία συντήρησης είναι συχνά άτυπη, ιδίως στον Παγκόσμιο Νότο, όπου οι επισκευαστές και οι τεχνικοί λειτουργούν σε μη ρυθμιζόμενες αγορές με ελάχιστη νομική προστασία ή αναγνώριση (Lindell 2010).

Η συζήτηση για την επιμονή της τεχνολογίας δεν μπορεί να είναι ολοκληρωμένη χωρίς να εξεταστούν οι περιβαλλοντικές συνέπειες της προγραμματισμένης απαξίωσης και ο ρόλος της συντήρησης ως εναλλακτικής στρατηγικής. Η κυρίαρχη τεχνολογική ανάπτυξη, που βασίζεται στην ταχεία αντικατάσταση προϊόντων και υποδομών, συμβάλλει στη συνεχή εξόρυξη πρώτων υλών και στη συσσώρευση αποβλήτων. Για παράδειγμα, η εξόρυξη πολύτιμων μετάλλων για την παραγωγή «πράσινων» τεχνολογιών και ηλεκτρονικών συσκευών οδηγεί στην καταστροφή οικοσυστημάτων και τη ρύπανση υδάτινων πόρων, σε περιοχές όπου οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί είναι λιγότερο αυστηροί (Boudet 2019). Ταυτόχρονα, η μαζική παραγωγή και η βραχύβια διάρκεια ζωής των σύγχρονων τεχνολογιών οδηγούν σε τεράστιες ποσότητες ηλεκτρονικών αποβλήτων (e-waste), τα οποία συχνά αποστέλλονται σε χώρες με ανεπαρκείς υποδομές διαχείρισης, επιβαρύνοντας τοπικές κοινότητες με τοξικά απόβλητα (Lepawsky 2018).

Αντί να επικεντρώνεται στη συνεχή αντικατάσταση, η συντήρηση μπορεί να προσφέρει

μια πιο βιώσιμη προσέγγιση, μειώνοντας την ανάγκη για νέες εξορύξεις και περιορίζοντας τον όγκο των αποβλήτων. Η επισκευή και η επαναχρησιμοποίηση τεχνολογιών παρατείνουν τη διάρκεια ζωής των προϊόντων και περιορίζουν τις εκπομπές ρύπων που συνδέονται με την κατασκευή νέων συσκευών (MacBride 2012). Ενδεικτικά, σε τομείς όπως οι υποδομές ενέργειας, οι πόλεις που επενδύουν στη διατήρηση και την αναβάθμιση των δικτύων ύδρευσης και ηλεκτροδότησης αντί για τη συνεχή αντικατάστασή τους, μειώνουν δραστικά το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα (Bakker 2010). Ωστόσο, οι πολιτικές και οικονομικές επιλογές που διαμορφώνουν την τεχνολογική ανάπτυξη συχνά δεν προωθούν τη συντήρηση. Η ανάπτυξη του ηλεκτρικού δικτύου, οι αγωγοί φυσικού αερίου, η ηλεκτροκίνηση και οι «έξυπνες» πόλεις σχεδιάζονται με βάση τεχνολογίες υψηλής εξάρτησης από πρώτες ύλες και διαρκή αντικατάσταση, αναπαράγοντας το μοντέλο της προγραμματισμένης απαξίωσης. Αντί να αντιμετωπίζεται ως τεχνικό εμπόδιο, η τεχνολογική επιμονή μέσω της συντήρησης θα μπορούσε να αναγνωριστεί ως ένας μηχανισμός περιβαλλοντικής και κοινωνικής βιωσιμότητας, μειώνοντας τις πιέσεις προς τα οικοσυστήματα και αναδεικνύοντας εναλλακτικές οικονομίες βασισμένες στη μακροχρόνια χρήση, την επισκευή και την ανακατασκευή (Jackson 2014).

Συμπέρασμα – Προς μια πολιτική οικολογία της διατήρησης

Η διατήρηση ως αντιπαράδειγμα αντιπροσωπεύει μια θεμελιώδη αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο σκεφτόμαστε για την τεχνολογία. Σε έναν κόσμο που κυριαρχείται από την επιδίωξη της καινοτομίας και τη συνεχή εναλλαγή των προϊόντων, προσφέρει ένα εναλλακτικό όραμα. Εστιάζοντας στην επισκευή, τη συντήρηση και την προσαρμογή των υφιστάμενων τεχνολογιών, η διατήρηση αμφισβητεί τις κοινωνικές ιεραρχίες που υποτιμούν την εργασία που συνδέεται με τη φροντίδα αποκαλύπτει τις πολιτικές διαστάσεις της τεχνολογίας, αναδεικνύοντας τους τρόπους με τους οποίους κατανέμεται η εξουσία στον σχεδιασμό, τον έλεγχο και τη συντήρηση των τεχνολογικών συστημάτων. Ωστόσο, μέχρι στιγμής δεν έχει συνδεθεί αποτελεσματικά με τη κριτική των τεχνοδιορθώσεων και την ανάδειξη της ως δυνατότητας για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προκλήσεων. Μέσα από τον φακό της πολιτικής οικολογίας μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα τον κρίσιμο ρόλο που διαδραματίζει η συντήρηση στη διαμόρφωση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών αποτελεσμάτων των τεχνολογικών συστημάτων.

Ο Λάνγκτον Γουίνερ (Langdon Winner) σημειώνει ότι δεν αρκεί να υπερβούμε έναν «αφέλη τεχνολογικό ντετερμινισμό» που περιορίζεται στις επιπτώσεις της τεχνολογίας προσθέτοντας απλώς στην εξίσωση τις κοινωνικές και οικονομικές δυνάμεις που συνδέονται με αυτήν (Winner 1980: 123). Αυτή είναι η κοινωνιολογική ανάλυση της τεχνολογίας και έχει γίνει ήδη από τον 19ο αιώνα. Σήμερα, είναι κρίσιμότερο να κατανοήσουμε και να αναδείξουμε πως η τεχνολογία –συμπεριλαμβανομένων των τεχνολογικών οντοτήτων– και τα τεχνικά συστήματα όχι μόνο έχουν κοινωνικές διαστάσεις αλλά φέρουν και παράγουν πολιτική. Ο Γουίνερ διακρίνει μεταξύ δύο τρόπων με τους οποίους η τεχνολογία παράγει πολιτική: Πρώτον, στις

περιπτώσεις κατά τις οποίες η παρέμβαση, ο σχεδιασμός ή η παραμετροποίηση μιας συγκεκριμένης συσκευής ή ενός τεχνολογικού συστήματος σημαίνει τη διευθέτηση ενός ζητήματος σε μια συγκεκριμένη κοινότητα. Δεύτερον, στις περιπτώσεις κατά τις οποίες σχεδιάζονται εξαρχής συγκεκριμένα τεχνολογικά συστήματα που φαίνεται να απαιτούν, ή να είναι συμβατά με, συγκεκριμένα είδη πολιτικών σχέσεων (ό.π.: 130). Ο δεύτερος τρόπος γεννά και το ερώτημα αν η πολιτική της τεχνολογίας εμπεριέχεται ως ιδιότητα στις ίδιες τις τεχνολογικές οντότητες ή είναι, αντίθετα, ένα πλαίσιο που επιβάλλεται ανεξάρτητα από ένα κυβερνητικό σώμα, μια άρχουσα τάξη ή κάποιον άλλο πολιτικό θεσμό. Αυτό το ερώτημα αποκτά μια ιδιαίτερη κρισιμότητα στα περιβαλλοντικά ζητήματα και τις πολιτικές διαχείρισής τους.

Η μετάφραση των κοινωνικοπεριβαλλοντικών ζητημάτων αποκλειστικά σε τεχνοεπιστημονικά ερωτήματα οδηγεί στη θεώρηση ότι η βιωσιμότητα και η αειφορία επιτυγχάνονται απλώς μέσω της εγκατάστασης τεχνικών διαχειριστικών συστημάτων και της χρήσης μετρήσιμων δεικτών. Στο πλαίσιο αυτό, όταν ένας δείκτης δεν βελτιώνεται, η απάντηση δεν αναζητείται στις κοινωνικές, οικονομικές ή πολιτικές συνθήκες που τον διαμορφώνουν, αλλά στην ανάπτυξη μιας νέας, «πιο έξυπνης» τεχνολογίας ή ενός καινοτόμου μηχανισμού διακυβέρνησης, που υπόσχεται να διορθώσει τις απώλειες. Έτσι, η τεχνολογία και τα τεχνικά συστήματα προβάλλονται ως ουδέτερα και αντικειμενικά, ανεπηρέαστα από τις ευρύτερες κοινωνικοοικονομικές δομές ή τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνεπάγονται.

Στην κυρίαρχη αφήγηση, η κάθε περιβαλλοντική τεχνολογία παρουσιάζεται όχι ως μια κοινωνικά και πολιτικά καθορισμένη επιλογή, αλλά ως ένα αυθύπαρκτο εργαλείο που υποστηρίζει τις θεμελιώδεις λειτουργίες των φυσικών συστημάτων της Γης. Αυτή η οπτική αγνοεί τις κοινωνικές αξίες, τις πολιτικές αποφάσεις και τις οικονομικές επιδιώξεις που επηρεάζουν τον τρόπο ανάπτυξης και εφαρμογής αυτών των τεχνολογιών. Τελικά, καταλήγουμε σε ένα φανταστικό αφήγημα όπου η επιστήμη, η τεχνολογία και η κλιματική αλλαγή συνυπάρχουν σε μια φαινομενικά αρμονική σχέση. Με τον τρόπο αυτό, η πραγματική πολιτική διάσταση της περιβαλλοντικής κρίσης αποσιωπάται και αντικαθίσταται από έναν τεχνοκρατικό λόγο που υπόσχεται λύσεις χωρίς να αμφισβητεί τις βαθύτερες αιτίες του προβλήματος.

Η εμπιστοσύνη αποκλειστικά στην τεχνολογία και την επιστήμη και η αποσιώπηση σε μεγάλο βαθμό των δημοκρατικών διαδικασιών, ενώ αγωνιζόμαστε κατά της κλιματικής αλλαγής, θα σήμαινε την υποταγή μας στη μυθοπλασία μιας εγγενούς λογικής των τεχνικών κατασκευών και υποδομών. Ωστόσο, οι τεχνικές υποδομές –ιδιαίτερα εκείνες που θα μπορούσαν να περιορίσουν την κλιματική αλλαγή– και οι κοινωνικές πρακτικές, είναι αλληλεξαρτώμενες και αναπτύσσονται μέσω μιας συν-εξελικτικής διαδικασίας. Με άλλα λόγια, οι υποδομές δεν υπάρχουν έξω από το κοινωνικό πλαίσιο· χρησιμοποιούνται, κατανοούνται, παρερμηνεύονται ή αλλάζουν πάντα με συγκεκριμένους τρόπους (Shove 2016· 2017). Οι πρακτικές πολιτικές και οι υποδομές επίσης αλληλεξαρτώνται, καθώς οι πολιτικές είναι παράγοντες που καθορίζουν τους τρόπους χρήσης των υποδομών.

Όμως, οι τεχνολογικές επιλογές και αλλαγές αφενός έχουν κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες, αφετέρου μπορούν τελικά να αποκλείσουν κοινωνικές ομάδες που δεν έχουν φωνή κατά τις διαδικασίες σχεδιασμού ή εφαρμογής μιας τεχνολογίας. Εξάλλου, το περιβάλλον δεν είναι έξω από την κοινωνία, μια εξωτερικότητα όπου έχουμε όλες και

όλοι αδιαμεσολάβητη πρόσβαση και τελικά «ωφελούμαστε» και «κινδυνεύουμε» εξίσου από αυτό. Δεν βιώνει καμία ανθρωπότητα τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής. Την κλιματική κρίση τη βιώνουν άνθρωποι και αυτοί καθορίζονται και υπάρχουν μέσα από τις ταξικές, κοινωνικές, έμφυλες, φυλετικές, εθνικές και πολιτισμικές διαφοροποιήσεις, ανισότητες, διεκδικήσεις και συγκρούσεις τους. Σε πολλές περιπτώσεις –βλ. νοτιανατολική Ασία ή υποσαχάρεια Αφρική– οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής έρχονται να επικαθίσουν σε ήδη υπάρχουσες ανισότητες και συγκρούσεις, που είναι αποτέλεσμα της ανισοκατανομής ισχύος μεταξύ του Παγκόσμιου Βορρά και του Παγκόσμιου Νότου. Η πεποίθηση ότι οι επιπτώσεις της κρίσης μπορούν να αμβλυνθούν με τεχνικά μέτρα και «καινοτόμες» τεχνολογίες χωρίς ουσιαστικές οικονομικές και κοινωνικές αλλαγές ενισχύει μια τάση αποϊστορικοποίησης, καθολικοποίησης και φυσικοποίησης τόσο της τεχνολογίας όσο και της κλιματικής αλλαγής. Όπως το θέτουν οι Βράστι (Wanda Vrasti) και Μίκελσεν (Nicholas Michelsen), αυτή η τάση μετασχηματίζει το ερώτημα. Δεν μοιάζει πια να είναι: Συμφωνούμε με τον τρόπο με τον οποίο είναι οργανωμένος ο κόσμος μας; Αντιστοιχεί στην ιδέα που έχουμε για μια καλή ζωή; Και εάν όχι, πώς τον αλλάζουμε; Το ερώτημα γίνεται μάλλον: Πώς αναπτύσσουμε τις συμπεριφορές ή τις ικανότητές μας ώστε να αντεπεξέλθουμε ή να αντέξουμε απέναντι σε ισχυρές δυνάμεις πέρα από τον έλεγχό μας; Η κλασική επιδίωξη για την “καλή ζωή” που κάποτε αποτέλεσε την αφητηρία τόσο για την τέχνη του ζην όσο και για την τέχνη του κυβερνάν, αντικαθίσταται από τον πιο μινιμαλιστικό, σχεδόν ρεαλπολιτικό, αγώνα για την προσαρμοστική επιβίωση (Vrasti και Michelsen 2016: 4). Αυτή είναι μια επί της ουσίας διαδικασία αποπολιτικοποίησης.

Στον αντίποδα, εμείς προτείνουμε να δοθεί έμφαση στον επαναπροσδιορισμό της τεχνολογίας όχι ως πηγή αέναης καινοτομίας, αλλά ως ένα σύστημα που απαιτεί διαχείριση. Προτείνουμε, δηλαδή να μελετηθεί η πολιτική διάσταση της τεχνολογίας, ειδικά σε μια περίοδο κλιματικής κρίσης.

Η έννοια της διατήρησης ως πράξη αντίστασης ενάντια στην ανεξέλεγκτη τεχνολογική πρόοδο μπορεί να πλαισιωθεί μέσω της μεταφοράς του Μισέλ Λεβί (Michael Löwy) για το «φρένο έκτακτης ανάγκης» (Löwy 2024: 80). Στους προβληματισμούς του για την ιστορία και την πρόοδο, ο Μπένγιαμιν (Walter Benjamin) πρότεινε ότι οι επαναστάσεις θα μπορούσαν να κατανοηθούν ως μια κοινωνία που αρπάζει το φρένο έκτακτης ανάγκης ως απάντηση στο ανεξέλεγκτο τρένο της ιστορίας, το οποίο επιταχύνει προς την καταστροφή.⁵ Κατά τον Λεβί, αυτή η μεταφορά έχει σημαντική απήχηση όταν εφαρμόζεται στην τρέχουσα κατάσταση της τεχνολογικής ανάπτυξης και της περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Ενώ η καινοτομία παρουσιάζεται συχνά ως η μόνη βιώσιμη λύση για την περιβαλλοντική υποβάθμιση, το φρένο έκτακτης ανάγκης υποδηλώνει ότι η επιβράδυνση της τεχνολογικής προόδου –μέσω πρακτικών όπως η διατήρηση– μπορεί να είναι απαραίτητη για την αποτροπή περαιτέρω ζημιών.

Η ιδέα της επιβράδυνσης είναι κεντρική για την κατανόηση της πολιτικής οικολογίας της διατήρησης. Σε αντίθεση με τη συνεχή επιδίωξη για καινοτομία, η διατήρηση αφορά τη συντήρηση των ήδη υπαρχόντων τεχνολογικών οντοτήτων και συσκευών, τη διασφάλιση της μακροζωίας τους, την αποτροπή της σπατάλης και της περιβαλλοντικής καταστροφής που

5 Βλ. <https://www.sfu.ca/~andrewf/CONCEPT2.html>

συνδέονται με την ταχεία τεχνολογική εναλλαγή. Αντί να επιταχύνουμε, η διατήρηση απαιτεί να σταματήσουμε, να προβληματιστούμε και να αξιολογήσουμε το πραγματικό περιβαλλοντικό και κοινωνικό κόστος της τεχνολογικής ανάπτυξης. Υπό αυτή την έννοια, η διατήρηση μπορεί να θεωρηθεί ως αντίβαρο στην ιδεολογία της καινοτομικής προόδου που συχνά στηρίζει τον σύγχρονο περιβαλλοντικό και τεχνολογικό λόγο.

Αντίθετα, η διατήρηση αντιπροσωπεύει μια μη γραμμική προσέγγιση της τεχνολογίας. Παρατείνοντας τη διάρκεια ζωής των τεχνολογιών μέσω της επισκευής και της συντήρησης, μειώνεται η ζήτηση για νέους πόρους και περιορίζεται η περιβαλλοντική βλάβη που προκαλείται από τη συνεχή εναλλαγή των προϊόντων. Αυτή η στροφή είναι και μια στροφή από τη μεγέθυνση στη συντήρηση και την τεχνοβιωσιμότητα. Η προσέγγιση αυτή ενθαρρύνει την ανάπτυξη λύσεων χαμηλής τεχνολογίας, ανθεκτικών και προσαρμοσίμων, καθώς και την προσεκτική εξέταση των μακροπρόθεσμων επιπτώσεων των τεχνολογικών συστημάτων τόσο στην κοινωνία όσο και στο περιβάλλον. Δίνεται προτεραιότητα σε τοπικές, εξειδικευμένες λύσεις έναντι των τεχνολογιών που παράγονται μαζικά και ταιριάζουν σε όλους. Αυτή η τοπικοποίηση της τεχνολογίας ευθυγραμμίζεται με τις αρχές της κατάλληλης τεχνολογίας, μια έννοια που τονίζει τη σημασία του σχεδιασμού τεχνολογιών που είναι προσαρμοσμένες στις ανάγκες και τους πόρους συγκεκριμένων κοινοτήτων, ιδίως στον Παγκόσμιο Νότο. Οι κατάλληλες τεχνολογίες είναι συνήθως χαμηλού κόστους, ανθεκτικές και εύκολα επισκευάσιμες, γεγονός που τις καθιστά πιο βιώσιμες και προσιτές από λύσεις υψηλής τεχνολογίας που βασίζονται σε κεντρικά συστήματα παραγωγής και διανομής.

Η διατήρηση δεν είναι μόνο μια τεχνολογική πρακτική· είναι επίσης μια εργασιακή πρακτική. Στο πλαίσιο της πολιτικής οικολογίας της διατήρησης, είναι σημαντικό να εξεταστεί ποιος εκτελεί την εργασία της συντήρησης ενός προϊόντος και υπό ποιες συνθήκες. Οι εργασίες συντήρησης συχνά εκτελούνται από περιθωριοποιημένους και χαμηλά αμειβόμενους εργαζόμενους, τόσο στον επίσημο όσο και στον ανεπίσημο τομέα. Αυτές οι οικονομίες επισκευής είναι ζωτικής σημασίας για την παγκόσμια βιωσιμότητα, αλλά συχνά λειτουργούν υπό επισφαλείς συνθήκες, με ελάχιστη νομική ή οικονομική προστασία για τους εμπλεκόμενους εργαζόμενους. Μεγάλο μέρος της εργασίας που σχετίζεται με τη συντήρηση –είτε πρόκειται για τη διόρθωση μηχανημάτων είτε για τη φροντίδα των παλαιότερων υποδομών– τείνει να υποτιμάται επειδή συνδέεται με την εργασία φροντίδας, η οποία παραδοσιακά εκτελείται από γυναίκες και περιθωριοποιημένες κοινότητες. Αυτή η εργασία θεωρείται συχνά λιγότερο αξιόλογη από την εργασία της καινοτομίας, η οποία συνήθως συνδέεται με επαγγέλματα υψηλού κύρους, όπως η μηχανική και ο σχεδιασμός. Ωστόσο, χωρίς αυτή την εργασία, τα τεχνολογικά συστήματα που στηρίζουν τη σύγχρονη ζωή θα κατέρρεαν γρήγορα.

Η πολιτική οικολογία της διατήρησης είναι, τέλος, μια πρόσκληση για επαναπροσδιορισμό όχι μόνο της έννοιας της βιωσιμότητας, αλλά και του τρόπου με τον οποίο την επιδιώκουμε μέσω της τεχνολογίας. Οι προσπάθειες μετάβασης προς ένα βιώσιμο μέλλον δεν είναι απλές τεχνικές διαδικασίες· είναι κοινωνικοτεχνικές μεταβάσεις, στις οποίες η τεχνολογία δεν λειτουργεί αυτόνομα, αλλά εντάσσεται σε ευρύτερα κοινωνικά και πολιτικά πλαίσια. Τα συστήματα που διαμορφώνουν αυτές τις μεταβάσεις δεν είναι ουδέτερα τεχνικά συστήματα, αλλά κοινωνικοτεχνικά συστήματα, στα οποία συγκρούονται διαφορετικές οπτικές, συμφέροντα και δυναμικές εξουσίας.

Κατά τη διαδικασία αυτής της μετάβασης, δεν έχουμε απλώς τεχνολογικές καινοτομίες, αλλά και ισχυρούς μετασχηματισμούς στις σχέσεις εξουσίας, στα ιδιοκτησιακά καθεστώτα, στις συνεργασίες μεταξύ δρώντων και, συχνά, στην αναπαραγωγή νέων ανισοτήτων· ανισότητες που πολλές φορές αποσιωπώνται ή θεωρούνται δευτερεύουσες μπροστά στη ρητορική της τεχνολογικής προόδου (Βελεγράκης κ.ά. 2024: 5).

Συνεπώς, η συζήτηση περί βιωσιμότητας—που παρουσιάζεται ως ο τελικός στόχος όλων των φιλοπεριβαλλοντικών πολιτικών— δεν θα πρέπει να περιορίζεται σε μια αφηρημένη, ιδεαλιστική έννοια, αλλά να χρησιμοποιείται ως εργαλείο ανάλυσης για να κατανοήσουμε τις πραγματικές κοινωνικοτεχνικές αλλαγές που λαμβάνουν χώρα σήμερα. Ο στόχος δεν είναι να αποδεχτούμε την τεχνολογική μετάβαση ως κάτι αυτόματο ή αναπόφευκτο, αλλά να διερωτηθούμε ποιο βιώσιμο μέλλον θέλουμε να επιδιώξουμε και για ποιους, αναγνωρίζοντας ότι η τεχνολογική εξέλιξη μπορεί να ενισχύσει είτε μια πιο δίκαιη, περιβαλλοντικά υπεύθυνη κοινωνία, είτε να εδραιώσει υπάρχουσες ανισότητες και περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις.

Αναφορές

- Adloff, Frank, και Sighard Neckel. 2019. “Futures of Sustainability as Modernization, Transformation, and Control: A Conceptual Framework.” *Sustainability Science* 14: 1015-1025. <https://doi.org/10.1007/s11625-019-00671-2>.
- Autor, David H., και David Dorn. 2013. “The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market.” *American Economic Review* 103 (5): 1553-97.
- Bakker, Karen. 2010. *Privatizing Water: Governance Failure and the World's Urban Water Crisis*. Cornell University Press.
- Βελεγράκης, Γιώργος, Βασίλης Αράπογλου και Γιώργος Τσιώλης. 2024. «Κριτικές προσεγγίσεις της βιωσιμότητας: Εισαγωγή στο αφιέρωμα.» Κρίση – Εξαμηνιαία Επιστημονική Επιθεώρηση 15 (2024/1): 5-13. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11130753>.
- Boniface, Christopher, Lachlan Urquhart, και Melissa Terras. 2024. “Towards a Right to Repair for the Internet of Things: A Review of Legal and Policy Aspects.” *Computer Law & Security Review* 52: 105934. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2024.105934>.
- Borgmann, Albert. 1984. *Technology and the Character of Contemporary Life*. Σικάγο και Λονδίνο: University of Chicago Press.
- Bostrom, Nick. 2002. “Existential Risks: Analyzing Human Extinction Scenarios and Related Hazards.” *Journal of Evolution and Technology* 9.
- Boudet, Hilary, S. 2019. “Public Perceptions of and Responses to New Energy Technologies.” *Nature Energy* 4 (2019): 446-455. <https://doi.org/10.1038/s41560-019-0399-x>.
- Brand, Ulrich. 2022. “The Global Political Economy of the Imperial Mode of Living.” *Global Political Economy* 1 (1): 26-37. <https://doi.org/10.1332/PEIR2693>.
- Brittan Jr, Gordon G. 2001. “Wind, Energy, Landscape: Reconciling Nature and Technology.” *Philosophy & Geography* 4 (2): 169-184. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10903770124626>.

- Bulow, Jeremy. 1986. "An Economic Theory of Planned Obsolescence", *The Quarterly Journal of Economics*, Volume 101, Issue 4, November 1986: 729-749, <https://doi.org/10.2307/1884176>.
- Denis, Jérôme, και David Pontille. 2019. "Why Do Maintenance and Repair Matter?" Στο *The Routledge Companion to Actor-Network Theory*, επιμ. Anders Blok, Ignacio Fariás, και Celia Roberts, 283-293. Λονδίνο: Routledge.
- Douthwaite, Richard. 1999. *The Growth Illusion*. Ντάρτινγκτον: Green Books.
- Edgerton, David. 1999. *The Shock of the Old: Technology and Global History Since 1900*. Οξφόρδη: Oxford University Press.
- Edler, Jakob, Knut Blind, Henning Kroll, και Torben Schubert. 2021. "Technology Sovereignty as an Emerging Frame for Innovation Policy: Defining Rationales, Ends and Means." *Research Policy* 52 (6): 104765. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104765>.
- Fox, Nick J. 2022. "Green Capitalism, Climate Change and the Technological Fix: A More-Than-Human Assessment." *The Sociological Review* 71 (5): 003802612211212. <https://doi.org/10.1177/00380261221121232>.
- Fraser, Nancy. 2022. *Cannibal Capitalism: How Our System Is Devouring Democracy, Care, and the Planet – and What We Can Do about It*. Λονδίνο: Verso.
- Graziano, Valeria, και Kim Trogal. 2017. "The Politics of Collective Repair: Examining Object-Relations in a Postwork Society." *Cultural Studies* 31 (5): 634-58. doi:10.1080/09502386.2017.1298638.
- Gunnell, John, G. 1982. "The Technocratic Image and the Theory of Technocracy." *Technology and Culture* 23, no. 3 (1982): 392-416. <https://doi.org/10.2307/3104485>.
- Hornborg, Alf. 2001. *The Power of the Machine: Global Inequalities of Economy, Technology, and Environment*. Walnut Creek, Καλιφόρνια: AltaMira.
- Huesemann, Michael, H., και Joyce A. Huesemann. 2011. *Techno-Fix: Why Technology Won't Save Us or the Environment*. Νήσος Gabriola, BC: New Society Publishers.
- Jackson, Steven. 2014. "Rethinking Repair." Στο *Infrastructure Lives*, επιμ. Stephen Graham και Simon Marvin. Λονδίνο: Routledge.
- Jasanoff, Sheila. 2015. "Future Imperfect: Science, Technology, and the Imaginations of Modernity". Στο S. Jasanoff και K. Sang-Hyun (επιμ.), *Dreamscapes of Modernity. Sociotechnical Imaginaries and the Fabrication of Power*, Σικάγο και Λονδίνο: University of Chicago Press: 1–33.
- Jasanoff, Sheila. 2016. *The Ethics of Invention: Technology and the Human Future*, Νέα Υόρκη: Norton.
- Kondratieff, Nikolai, D. 1935. "The Long Waves in Economic Life." *Review of Economic Statistics* 17: 105-115.
- Krebs, Stefan, και Heike Weber. 2021. "Rethinking the History of Repair: Repair Cultures and the 'Lifespan' of Things." Στο *The Persistence of Technology: Histories of Repair, Reuse and Disposal*, επιμ. Stefan Krebs and Heike Weber, 27-48. Μπίλντεφελντ: Transcript Verlag. <https://doi.org/10.1515/9783839447413-003>.
- Latour, Bruno. 1987. *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Κέμπριτζ, Μασαχουσέτη: Harvard University Press.
- Latour, Bruno. 1988. "Mixing Humans and Non-Humans Together: The Sociology of a Door-Closer." *Social Problems* 35: 298-310.
- Lepawsky, Josh. 2018. *Reassembling Rubbish: Worlding Electronic Waste*. Κέμπριτζ, Μασαχουσέτη: MIT Press.

- Löwy, Michael. 2024. *The Revolution Is the Emergency Break: Essays on Walter Benjamin*. 1η έκδοση. Λονδίνο: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003482789>.
- Lundvall, Bengt-Åke. 1992. *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Λονδίνο: Pinter Publishers.
- Malm, Andreas. 2016. *Fossil Capital: The Rise of Steam Power and the Roots of Global Warming*. Λονδίνο: Verso Books.
- Malm, Andreas. 2018. "Long Waves of Fossil Development: Periodizing Energy and Capital." *Mediations* 32 (1): 17-40. www.mediationsjournal.org/articles/long-wave.
- Mann, Graham, και Joel Wainwright. 2017. *Climate Leviathan*. Λονδίνο: Verso.
- Mattern, Shannon. 2018. "Maintenance and Care." *Places Journal*. <https://doi.org/10.22269/181120>.
- MacBride, Samantha. 2012. *Recycling Reconsidered: The Present Failure and Future Promise of Environmental Action in the United States*. Κέμπριτζ, Μασαχουσέτη: The MIT Press. <http://www.jstor.org/stable/j.ctt5hhfqh>.
- Neckel, Sighard. 2024. «Σοσιαλισμός των Υποδομών: Η σημασία της οικονομίας των θεμελίων». *Κρίση - Εξαμηνιαία Επιστημονική Επιθεώρηση* 15 (2024/1): 115-132. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11134463>.
- Shove, Elizabeth. 2016. "Infrastructures and Practice". Στο: O. Coutard και J. Rutherford (επιμ.), *Beyond the Networked City: Infrastructure Reconfigurations and Urban Change in North and South*, Λονδίνο: Routledge: 242-258.
- Shove, Elizabeth. 2017. "Matters of Practice". Στο: A. Hui, T. R. Schatzki και E. Shove (επιμ.), *The Nexus of Practices: Connections, constellations, practitioners*, Λονδίνο: Routledge: 155-168.
- Slade, Giles. 2006. *Made to Break: Technology and Obsolescence in America*. Κέμπριτζ, Μασαχουσέτη: Harvard University Press.
- Solow, Robert M. 1956. "A Contribution to the Theory of Economic Growth." *The Quarterly Journal of Economics* 70 (1): 65-94.
- Star, Susan Leigh. 1991. "The Sociology of the Invisible: The Primacy of Work in the Writings of Anselm Strauss." Στο *Social Organization and Social Process: Essays in Honor of Anselm Strauss*, επιμ. David R. Maines, 265-83. Χόθορν, Νέα Υόρκη: Aldine de Gruyter.
- Swyngedouw, Erik. 2022. "The Unbearable Lightness of Climate Populism." *Environmental Politics* 31 (5): 904-25. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09644016.2022.2090636>.
- Turnhout, Esther. 2024. "A Better Knowledge Is Possible: Transforming Environmental Science for Justice and Pluralism." *Environmental Science & Policy* 155: 103729. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103729>.
- Vinsel, Lee, και Andrew Russell. 2020. *The Innovation Delusion: How Our Obsession with the New Has Disrupted the Work That Matters Most*. Νέα Υόρκη: Currency.
- Vrasti, Wanda, και Nicholas Michelsen. 2016. "Introduction: On Resilience and Solidarity." *Resilience* 5 (1): 3.
- Weinberg, Alvin M. 1966. "Can Technology Replace Social Engineering?" *Bulletin of the Atomic Scientists* 22 (10): 41-48.
- Winner, Langdon. 1980. "Do Artifacts Have Politics?" *Daedalus* 109 (1): 121-136.