

# Η ΦΥΣΙΚΟΨΗΦΙΑΚΗ ΕΥΦΥΪΑ ΣΤΟΝ ΧΩΡΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

Αναστασία Πανώρη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

2

## 2.1 Εισαγωγή

Σημαντικοί μετασχηματισμοί έχουν γίνει στον αστικό και περιφερειακό χώρο τις τελευταίες δεκαετίες με την εισαγωγή νέων προσεγγίσεων για την επίλυση προβλημάτων και νέων προτύπων διακυβέρνησης. Η υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών σε διάφορα χωρικά επίπεδα πόλεων και περιφερειών συνεπάγεται μια διεπιστημονική προσέγγιση που συνδέει θεωρίες, μεθοδολογίες και πρακτικές από διάφορα πεδία επιστήμης και τεχνολογίας. Σε αυτά συγκαταλέγονται οι τομείς της πληροφορικής, της επιστήμης των δεδομένων, του χωρικού σχεδιασμού και της ανάπτυξης, σε συνδυασμό με τη μηχανική, την οικονομία και την καινοτομία. Σε αυτό το πλαίσιο, θεωρητικές προσεγγίσεις όπως αυτές των έξυπνων πόλεων και των οικοσυστημάτων καινοτομίας έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για να περιγράψουν τους τρόπους με τους οποίους η ψηφιακή τεχνολογία έχει οδηγήσει σε βελτιωμένα μοντέλα χωρικού σχεδιασμού και ανάπτυξης.

Σημαντικές προσπάθειες έχουν γίνει να διερευνηθεί η εξέλιξη των σχέσεων του χώρου και των ψηφιακών συστημάτων, θέτοντας στο επίκεντρο πτυχές που σχετίζονται με τους τρόπους που αυτά αλληλοεπιδρούν για την παραγωγή γνώσης και τη δημιουργία εξωτερικότητων. Οι προσπάθειες αυτές συνήθως εστιάζονται: α) στην εξέλιξη των τεχνολογιών, των ψηφιακών στοιχείων και στην εμπειρική εξέταση πόλεων (Mitchel 1996, Ishida and Isbister 2000, Graham 2003), β) στην ανάλυση των δυνάμεων που διαμορφώνουν τις συνιστώσες του έξυπνου χώρου (Angelidou 2015, Chourabi et al. 2012), γ) στην ολοκλήρωση των ψηφιακών συστημάτων που διαμορφώνονται στον χώρο, όπως τα ενσωματωμένα συστήματα (embedded systems) και το διαδίκτυο του μέλλοντος (future internet) (Belissent 2010, Caragliu et al. 2011, Deakin 2011, Schaffers et al. 2011), και δ) στην παραγωγή γνώσης μέσω των συνδέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των ψηφιακών στοιχείων, της συλλογικής νοημοσύνης και των διαδικασιών καινοτομίας (Komninos 2002, 2008, 2014, Bell et al. 2009).

Η μετάβαση στην ψηφιακή εποχή δημιούργησε ένα νέο πρότυπο παραγωγής γνώσης και καινοτομίας, που ενισχύει τις δυνατότητες λήψης αποφάσεων μέσω

πληροφοριών από διάφορα επίπεδα χώρου, το οποίο πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στον χωρικό σχεδιασμό (Komninos and Panori 2019). Νέες μορφές αλληλεπιδράσεων που αναπτύσσονται μεταξύ του φυσικού και του ψηφιακού χώρου επεκτείνουν τις υπάρχουσες ικανότητες και ενισχύουν τις δυνατότητες επίλυσης προβλημάτων. Το γεγονός αυτό έχει οδηγήσει σε συνεχείς προσπάθειες για την εξερεύνηση του είδους και των χαρακτηριστικών των αναδυόμενων μορφών ευφυΐας που αναπτύσσονται στον χώρο, ως προς το είδος των αλληλεπιδράσεων φυσικών και ψηφιακών συστημάτων που τις προκαλούν, καθώς και τους δεσμούς που προκύπτουν μεταξύ τους (Azevedo Guedes et al. 2018).

Στόχος του παρόντος κεφαλαίου είναι να εντοπίσει και να συζητήσει τους τρόπους με τους οποίους ενεργοποιούνται και αλληλοεπιδρούν διάφορα είδη ευφυΐας στον χώρο, δίνοντας έμφαση στη φυσικοψηφιακή ευφυΐα, μέσα από διαδικασίες όπως είναι η διάχυση της γνώσης, η συνεργασία, οι θετικές εξωτερικότητες και οι συνδέσεις μεταξύ τους. Ο προσδιορισμός της αρχιτεκτονικής της χωρικής ευφυΐας λαμβάνοντας υπόψη τα φυσικά και ψηφιακά μέρη της είναι ένα ουσιαστικό βήμα προς την αξιοποίηση των δυνατοτήτων και της ωφέλειας που προσφέρει η ψηφιακή εποχή στον χωρικό σχεδιασμό.

Το κεφάλαιο περιλαμβάνει δύο κύριες ενότητες. Η πρώτη ενότητα στοχεύει στη λεπτομερή ανάλυση των στοιχείων της φυσικοψηφιακής ευφυΐας που συνυπάρχουν και αλληλοεπιδρούν στον χώρο. Ο ανθρώπινος παράγοντας και η ευφυΐα που προκύπτει από αυτόν για την επίλυση προβλημάτων, η τεχνητή ευφυΐα, καθώς και η συλλογική ευφυΐα σε ανθρώπινες κοινότητες τίθενται στο επίκεντρο αυτής της ενότητας. Η ενότητα συζητά τον τρόπο με τον οποίο η τεχνητή ευφυΐα λειτουργεί συμπληρωματικά προς τις ανθρώπινες δυνατότητες, συμπεριλαμβάνοντας διαδικασίες συλλογής, εξόρυξης και ανάλυσης δεδομένων, ενώ δίνεται έμφαση στη συλλογική και συνεργατική ευφυΐα που δημιουργείται μέσω της αλληλεπίδρασης των ατόμων που ζουν στις πόλεις ή συμμετέχουν σε ψηφιακούς χώρους, όπως οι διαδικτυακές πλατφόρμες.

Η δεύτερη ενότητα επικεντρώνεται στην αλληλεπίδραση των παραπάνω στοιχείων της φυσικοψηφιακής ευφυΐας και στον τρόπο που αυτά επηρεάζουν τις λειτουργίες του χώρου και, συνεπώς, τον χωρικό σχεδιασμό. Σε αυτό το πλαίσιο, οι έξυπνες πόλεις και τα έξυπνα οικοσυστήματα αποτελούν εκφάνσεις της φυσικοψηφιακής ευφυΐας στον χώρο. Ψηφιακά εργαλεία όπως οι διαδικτυακές πλατφόρμες λειτουργούν ως καταλύτες και παράγουν εξωτερικότητες παρόμοιες με αυτές του φυσικού χώρου, ενισχύοντας πτυχές της ανταλλαγής γνώσης και της συνεργασίας, με αποτέλεσμα τη δημιουργία έξυπνων οικοσυστημάτων. Τέτοιες πλατφόρμες συνεργασίας μπορεί να έχουν πολλαπλές εφαρμογές στην επίλυση κοινωνικοοικονομικών προκλήσεων, όπως για παράδειγμα η δημόσια ασφάλεια στις μετακινήσεις και η κλιματική αλλαγή.

## 2.2 Η φυσικοψηφιακή ευφυΐα στον χώρο και τα βασικά στοιχεία της

### 2.2.1 Ο ανθρώπινος παράγοντας

Η ψυχολογία και η βιολογία έχουν διερευνήσει την ανθρώπινη ευφυΐα κυρίως ως χαρακτηριστικό των ατόμων και της ικανότητάς τους να επιλύουν προβλήματα (Sternberg and Kauffman 2011). Η εξέλιξη της ανθρώπινης ευφυΐας, συμπεριλαμβανομένων των αισθήσεων και των συμπεριφορών, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από μια υπάρχουσα ανθρώπινη ικανότητα πρόβλεψης που βασίζεται στο εξελιγμένο σύστημα αντίληψης, επικοινωνίας, μνήμης του ανθρώπινου εγκεφάλου (Hawkins and Blakeslee 2004). Ωστόσο, πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι οι άνθρωποι ξεχωρίζουν από άλλα είδη όχι μόνο από την άποψη των προηγμένων ικανοτήτων αλλά επίσης λόγω μιας φυσικής τάσης και κινήτρου να συμμετέχουν στις ψυχικές καταστάσεις των άλλων (Tomasello et al. 2005). Η κοινωνική ευφυΐα περιλαμβάνει αυτό τον τύπο ατομικών ικανοτήτων που σχετίζεται με την ερμηνεία συμπεριφοράς άλλων ατόμων, συμπεριλαμβανομένων σκέψεων, προθέσεων, επιθυμιών και πεποιθήσεων, καθώς και αλληλεπιδράσεων και στενών σχέσεων σε κοινωνικές ομάδες (Baron-Cohen et al. 1999). Για τον σκοπό αυτό, είναι πολύ δύσκολο να αντιληφθούμε τη διαμόρφωση της ευφυΐας στον χώρο διερευνώντας μόνο τις ατομικές ικανότητες και χωρίς να κατανοήσουμε ή να λάβουμε υπόψη το δεδομένο κοινωνικοπολιτισμικό πλαίσιο (Sternberg 1984).

Σύμφωνα με τον Gardner (2000), η ανθρώπινη ευφυΐα εμπεριέχει πολλαπλές διαστάσεις, οι οποίες μπορούν να ομαδοποιηθούν σε επτά κατηγορίες: 1) τη γλωσσική ευφυΐα, που επιτρέπει στα άτομα να επικοινωνούν και να κατανοούν τον κόσμο μέσω της γλώσσας, 2) τη λογική-μαθηματική ευφυΐα, που επιτρέπει στα άτομα να χρησιμοποιούν και να εκτιμούν τις αφηρημένες σχέσεις, 3) τη μουσική ευφυΐα, που επιτρέπει στους ανθρώπους να δημιουργούν, να επικοινωνούν και να κατανοούν νοήματα που παράγονται από ήχο, 4) την οπτική ευφυΐα, που επιτρέπει στους ανθρώπους να αντιλαμβάνονται τις οπτικές ή χωρικές πληροφορίες, να τις μεταμορφώνουν και να αναδημιουργούν οπτικές εικόνες από τη μνήμη, 5) τη σωματική-κινησθητική ευφυΐα, βάσει της οποίας τα άτομα μπορούν να χρησιμοποιήσουν όλο ή μέρος του σώματός τους για να δημιουργήσουν προϊόντα ή να λύσουν προβλήματα, 6) την ενδοπροσωπική ευφυΐα, που βοηθά τα άτομα να διακρίνουν τα διάφορα συναισθήματά τους, να χτίσουν ακριβή διανοητικά μοντέλα του εαυτού τους και να αντλήσουν από αυτά για να πάρουν αποφάσεις για τη ζωή τους, και 7) τη διαπροσωπική ευφυΐα, με επίκεντρο την κατανόηση των στόχων και των στάσεων των άλλων ατόμων (Gardner 1992).

Μελέτες που διερευνούν διεργασίες για την παραγωγή γνώσης επισημαίνουν πρόσθετες ικανότητες που είναι σημαντικές για την επίτευξη κοινών στόχων, όπως η διαχείριση ομαδικών και διαπροσωπικών διαδικασιών σε πραγματικό χρόνο (Brooks 1991, Clark 1998, Wilson 2002, Knoblich et al. 2011). Αυτές περιλαμ-

βάνουν ικανότητες που διευκολύνουν τον συντονισμό σε περιβάλλοντα όπου τα άτομα είναι διατεθειμένα να συνεργαστούν και λειτουργούν ως ραχοκοκαλιά της κοινωνικής ευφυΐας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η ικανότητα του ατόμου να κινείται συγχρονισμένα (Schmidt and Richardson 2008), να κάνει τον εαυτό του προβλέψιμο (Vesper et al. 2016), να συμμετέχει σε προβλέψεις σχετικά με τις ενέργειες των άλλων (Sebanz and Knoblich 2009, Noy et al. 2011), να διαμορφώνει σχέδια δράσης που ενσωματώνουν τόσο τις προσωπικές του ενέργειες όσο και των άλλων μελών της ομάδας (Loehr et al. 2013, Sacheli et al. 2018) και να λαμβάνει αποφάσεις που είναι βέλτιστες τόσο για την ομάδα όσο και για το ίδιο (Sugden 2000, Santamaria and Rosenbaum 2011).

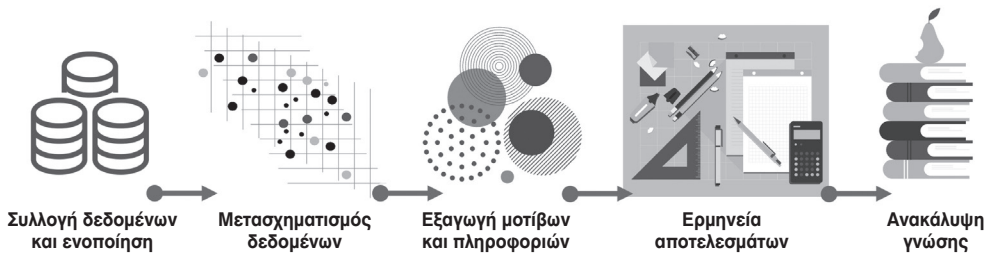
Η χωρική ανάπτυξη, και πιο συγκεκριμένα η αστική και περιφερειακή ανάπτυξη που δίνει έμφαση στο ανθρώπινο κεφάλαιο, έχει βασιστεί στην ικανότητα των ατόμων να συνεργάζονται για ενέργειες που τείνουν να βελτιστοποιούν τα κοινωνικά οφέλη αντί τα ατομικά. Έτσι, η ανθρώπινη ευφυΐα που βασίζεται σε προηγμένες ατομικές ικανότητες, οι οποίες περιλαμβάνουν τη συμμετοχή σε κοινωνικές δραστηριότητες και την κατανόηση των προθέσεων άλλων ανθρώπων, λειτουργεί ως δύναμη για την οικοδόμηση ισχυρών κοινωνικών δομών στον χώρο, επιτρέποντας στα άτομα να απολαμβάνουν οφέλη από εξωτερικότητες και οικονομίες συγκέντρωσης.

## 2.2.2 Η τεχνητή ευφυΐα

Τα τελευταία χρόνια ο χωρικός σχεδιασμός έχει μεταβεί από μια εποχή που χαρακτηριζόταν από έλλειψη δεδομένων σε μια εποχή πλούσια σε δεδομένα (Miller and Han 2009, Panori et al. 2020). Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, η συλλογή δεδομένων και η ανάλυσή τους μέσα από ψηφιακά εργαλεία προέκυψαν ως δύο πολύτιμα στοιχεία, όχι μόνο για τους ερευνητές που ενδιαφέρονται να τα αξιοποιήσουν για νέα ερευνητικά ευρήματα αλλά και για τις πόλεις και τις περιφέρειες που καλούνται να σχεδιάσουν δράσεις και πολιτικές βασισμένες σε τεκμήρια για την ενίσχυση της ανάπτυξης. Η συλλογή, εξόρυξη και ανάλυση δεδομένων, καθώς και η εξαγωγή ουσιαστικής γνώσης από αυτά συγκροτούν έναν τύπο τεχνητής ευφυΐας, η οποία έχει προσφέρει σημαντική κατεύθυνση στην ανάπτυξη συστημάτων και οικονομιών που βασίζονται στη γνώση (Hu and Cercone 1995, Panori et al. 2020).

Ξεκινώντας από τα στάδια της συλλογής και εξόρυξης δεδομένων, είναι σημαντικό να δούμε τους τρόπους με τους οποίους τα ψηφιακά εργαλεία έχουν βοηθήσει σε αυτές τις δύο διαδικασίες και στον τρόπο με τον οποίο συνδυάζουν τα δεδομένα με χωρικά χαρακτηριστικά. Η δυνατότητα του γεωγραφικού προσδιορισμού των δεδομένων μέσα από την εξέλιξη της τεχνολογίας, όπως το διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things, IoT) και τα γεωγραφικά συστήματα πληροφο-

ριών (Geographic Information Systems, GIS), έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη σχεδίαση και υλοποίηση πολιτικών και δράσεων που σχετίζονται με τον χωρικό σχεδιασμό (Hashem et al. 2016, Kompinos et al. 2021b). Σε αυτό το πλαίσιο μπορούν να αναζητηθούν χωρικά μοτίβα, να διατυπωθούν θεωρίες και να δοκιμαστούν υποθέσεις στον χώρο χρησιμοποιώντας λεπτομερή ανάλυση μέσω νέων τεχνικών συλλογής δεδομένων, όπως τα παγκόσμια συστήματα εντοπισμού θέσης (Global Positioning Systems, GPS) και οι εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες (Volunteer Geographic Information, VGI) (Goodchild 2007). Παράλληλα με την πρόοδο στη συλλογή νέων τύπων δεδομένων έχουν αναπτυχθεί και καινοτόμες μέθοδοι ανάλυσής τους για την εξαγωγή πληροφορίας με χωρική διάσταση (Mennis and Guo 2009). Η εξαγωγή μοτίβων και πληροφοριών μέσα από διαδικασίες ανακάλυψης γνώσης, όπως αυτή που φαίνεται στο Σχήμα 2.1 (Brachman and Anand 1996, Fayyad et al. 1996), είναι ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της τεχνητής ευφυΐας και αποτελεί βασικό συστατικό για την οικοδόμηση μιας ευρύτερης ψηφιακής ευφυΐας του χώρου.



**Σχήμα 2.1:** Διαδικασία συλλογής δεδομένων για ανακάλυψη γνώσης (Προσαρμογή από: Brachman and Anand 1996, Fayyad et al. 1996)

Σε ένα δεύτερο επίπεδο, τα ψηφιακά εργαλεία έχουν προσφέρει σημαντική βοήθεια στον τρόπο με τον οποίο τα γεωγραφικά προσδιορισμένα δεδομένα μπορούν να αναλυθούν και να οδηγήσουν σε μια ενισχυμένη διαδικασία ανακάλυψης γνώσης. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο εντάσσονται τα ψηφιακά εργαλεία που χρησιμοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη ως βάση τους ή προσπαθούν να μιμηθούν σε μεγάλο βαθμό τις λειτουργίες του ανθρώπινου εγκεφάλου. Την ίδια στιγμή, δομές όπως τα συστήματα παράλληλης και καταναμημένης επεξεργασίας (Parallel-Distributed Systems, PDPs) προχωρούν ένα βήμα παραπέρα ξεπερνώντας τις διαδικασίες προηγούμενων τεχνητών συστημάτων και εξελίσσονται μέσω μαθησιακών διαδικασιών και συσσώρευσης πείρας, όπως γίνεται

στον ανθρώπινο νου (Gardner 2000). Παρόμοιες προσεγγίσεις έχουν επίσης εφαρμοστεί στην περίπτωση των τεχνητών νευρωνικών δικτύων (Artificial Neural Networks, ANN), των συστημάτων πολλαπλών πρακτόρων (Multi-Agent Systems, MAS), των συστημάτων επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (Natural Language Processing, NLP) και των διαδικασιών λήψης αποφάσεων Markov (Markov Decision Processes, MDP).

Η έννοια της βαθιάς μάθησης (deep learning) αποτελεί μια επιπλέον προσέγγιση που χρησιμοποιείται στην ανάπτυξη εφαρμογών τεχνητής ευφυΐας η οποία έχει κερδίσει πολλή προσοχή. Αναφέρεται σε αναπαραστάσεις νευρωνικών δικτύων με σημαντικό αριθμό επιπέδων, ξεκινώντας από έναν μικρό αριθμό και φτάνοντας έως και χιλιάδες επίπεδα (Russell and Norvig 2016). Η ανάπτυξη μεθόδων για την εκπαίδευση αυτών των δικτύων βασίζεται στην εκτίμηση των βαρών που συνδέονται με κάθε σύνδεση νευρώνων στο δίκτυο. Οι προσπάθειες βελτιστοποίησης αυτής της διαδικασίας βασίζονται στον τρόπο που κατανοούμε τις λειτουργίες του ανθρώπινου εγκεφάλου μέσω δύο βασικών μεθόδων: της εξέλιξης και της αναπαράστασης. Στην πρώτη περίπτωση, ο αλγόριθμος προσπαθεί να μετρήσει τα αποτελέσματα μιας αλλαγής για τον υπολογισμό των βαρών σε μια διαδικασία βαθιάς μάθησης, ενώ, στην τελευταία, τα αποτελέσματα μιας αλλαγής υπολογίζονται μέσω παραδειγμάτων και οι αλλαγές των βαρών εφαρμόζονται ταυτόχρονα στα νευρωνικά δίκτυα (Rumelhart et al. 1985, LeCun et al. 2015).

Πολλές από αυτές τις παραπάνω τεχνικές έχουν εφαρμοστεί σε περιπτώσεις που σχετίζονται με πόλεις και περιφέρειες μέσα από την ταξινόμηση εικόνων (Zuo et al. 2016), την αναγνώριση προσώπων και ομιλίας (Deng et al. 2013, Taigman et al. 2014), την παρακολούθηση αντικειμένων (Li et al. 2016), την ανίχνευση πεζών (Sermanet et al. 2013) και την επεξεργασία φυσικής γλώσσας (Collobert and Weston 2008). Μια ενδιαφέρουσα εφαρμογή που δείχνει τις δυνατότητες που μπορεί να προσφέρει η τεχνητή ευφυΐα στο πεδίο της γνώσης και στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας του χωρικού σχεδιασμού είναι η πλατφόρμα UnificationEngine (UE) (<https://www.unificationengine.com>, πρόσβαση 20/01/2022), η οποία αποτελεί συνδυασμό εφαρμογών τεχνητής ευφυΐας. Η πλατφόρμα επιτρέπει στους χρήστες να επικοινωνούν σε φυσική γλώσσα σε πάνω από είκοσι διαφορετικά κανάλια, συμπεριλαμβανομένων SMS, email, μέσων κοινωνικής δικτύωσης και μηνυμάτων σε πλατφόρμες συνομιλίας, χωρίς να απαιτείται ξεχωριστή εφαρμογή (Unified Inbox 2018). Το σύστημα τεχνητής ευφυΐας IBM Watson (<https://www.ibm.com/watson>, πρόσβαση 20/01/2022) παρέχει τη δυνατότητα επεξεργασίας της φυσικής γλώσσας από την πλατφόρμα UE, γεγονός που επιτρέπει στους χρήστες να επικοινωνούν με τις συσκευές τους. Σε ένα σενάριο ενίσχυσης του χωρικού σχεδιασμού σε μια έξυπνη πόλη, η πλατφόρμα αυτή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την ενημέρωση των τοπικών αρχών σχετικά με τα πιο σημαντικά ζητήματα που απασχολούν την κοινότητα, καθώς και για την ενημέρωση

των αστικών μεταφορών με βάση τις μετακινήσεις και τις δραστηριότητες των συμμετεχόντων.

Μια διαφορετική περίπτωση, που παρουσιάστηκε από το Future Cities Catapult (<https://futurecities.catapult.org.uk/>, πρόσβαση 20/01/2022), περιλαμβάνει μια εφαρμογή για τη βελτίωση της συμπεριφοράς των οδηγών σε πραγματικό χρόνο. Τα ενσωματωμένα έξυπνα συστήματα στις πόλεις υποστηρίζουν την προηγμένη επικοινωνία οχήματος προς όχημα (Vehicle to Vehicle communication, V2V) και οχήματος προς υποδομή (Vehicle to Infrastructure, V2I) με τη χρήση αισθητήρων και με τη σύνδεσή τους σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης. Τέτοιου είδους εφαρμογές βοηθούν τους οδηγούς, βελτιώνουν την οδική ασφάλεια και μειώνουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση (Griffiths 2018). Στην επίδειξη (demo) εφαρμογών υπό ανάπτυξη για C-V2X (κινητό όχημα σε όλα) από εταιρείες όπως η Ericsson, η Huawei και η Qualcomm, τα οχήματα στέλνουν και λαμβάνουν προειδοποιητικά σήματα και ειδοποιήσεις σχετικά με εισερχόμενους πεζούς, εμπόδια, πινακίδες, έργα κατασκευής και άλλες υποδομές. Σε συνδυασμό με την τεχνολογία δικτύου 5G, τα οχήματα μπορούν να ενημερώσουν για τις μελλοντικές ενέργειές τους σε άλλα C-V2X οχήματα, αυξάνοντας σημαντικά την οδική ασφάλεια.

Όπως μπορούμε να δούμε από τα παραπάνω, οι εφαρμογές τεχνητής ευφυΐας βασίζονται σε συνδυασμό επιμέρους προσεγγίσεων και τεχνολογιών, οι οποίες είτε από μόνες τους είτε συνδυαστικά στοχεύουν να ενισχύσουν τη διαδικασία παραγωγής γνώσης.

### 2.2.3 Συλλογική και συνεργατική ευφυΐα

Η συλλογική ευφυΐα στον χωρικό σχεδιασμό εκφράζεται μέσα από συμμετοχικές διαδικασίες, οι οποίες παρουσιάζουν μια σταδιακά αυξητική τάση τα τελευταία χρόνια, στοχεύοντας κυρίως στον σχεδιασμό δράσεων, στρατηγικών και οικοσυστημάτων. Οι συμμετοχικές διαδικασίες, και κατ'έκταση η συλλογική ευφυΐα, ενισχύθηκαν μετά την ανάπτυξη και τη διείσδυση των διαδικτυακών πλατφορμών, έχοντας ως κύρια πηγή πληροφορίας τις συνεισφορές και τις αλληλεπιδράσεις των χρηστών μέσα από αξιολογήσεις, σχόλια, περιεχόμενο, δεξιότητες και πόρους (Nagalakshmi and Joglekar 2011). Οι διαδικτυακές πλατφόρμες λειτουργούν ως διαχειριστές πληροφορίας και γνώσης, προσφέροντας ψηφιακά περιβάλλοντα για συλλογικές δραστηριότητες (Langlois and Elmer 2013, Van Dijck 2013, Schwarz 2017). Η συλλογική ευφυΐα που δημιουργείται μέσω της παραγωγής και ανάλυσης δεδομένων μπορεί να οδηγήσει σε νέες ευκαιρίες για όσους έχουν πρόσβαση σε αυτά (Schwarz 2017, Angelidou 2017, Panori et al. 2017).

Κατά καιρούς έχουν παρουσιαστεί διάφορες μέθοδοι για την αξιοποίηση των δεδομένων που προκύπτουν μέσα από διαδικασίες συλλογικής ευφυΐας και την εξαγωγή γνώσης, όπως οι μέθοδοι φιλτραρίσματος που χρησιμοποιούνται στα

συστήματα συστάσεων (recommender systems), οι τεχνικές ομαδοποίησης για τον εντοπισμό συνόλων με παρόμοια χαρακτηριστικά, η αυτόματη ταξινόμηση εγγράφων με βάση τα χαρακτηριστικά που εμφανίζονται σε κάθε έγγραφο, η διεξαγωγή προβλέψεων βάσει προηγούμενων συνόλων δεδομένων (Segaran 2007). Οι διαδικτυακές πλατφόρμες ενσωματώνουν σε μεγάλο βαθμό ψηφιακά εργαλεία που βασίζονται σε τέτοιου είδους μεθοδολογίες, έχοντας ως στόχο τη μεγιστοποίηση της παραγωγής γνώσης μέσα από την αυξημένη συμμετοχή χρηστών.

Εκτός από την αξιοποίηση των δεδομένων που παράγονται, η βιβλιογραφία διακρίνει τρία βασικά κανάλια μέσω των οποίων οι διαδικτυακές πλατφόρμες μπορούν επιπλέον να ενισχύουν τις θετικές εξωτερικότητες της συλλογικής ευφυΐας. Αυτά περιλαμβάνουν τη χρηματοδότηση νέων ιδεών μέσω του πληθοπορισμού, τη δημιουργία ψηφιακών οικοσυστημάτων και την ενίσχυση της ικανότητας συνεργασίας μεταξύ των δρώντων. Σε ένα πρώτο επίπεδο, ο πληθοπορισμός (crowdsourcing) είναι μια σημαντική κινητήριος δύναμη πίσω από εφαρμογές συλλογικής ευφυΐας που αναπτύσσονται στις διαδικτυακές πλατφόρμες. Είναι χαρακτηριστικό ότι από το 2010 και μετά έχει αναπτυχθεί ένας σημαντικός αριθμός πλατφορμών πληθοπορισμού που χρησιμοποιούν τη συλλογική ευφυΐα για τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης σε αστικά περιβάλλοντα. Ορισμένες από αυτές, όπως το By the City / For the City ([www.spontaneousinterventions.org/project/by-the-cityfor-the-city](http://www.spontaneousinterventions.org/project/by-the-cityfor-the-city), πρόσβαση 20/01/2022) και το City Atlas ([www.cuny-sustainablecities.org/projects/the-city-atlas](http://www.cuny-sustainablecities.org/projects/the-city-atlas), πρόσβαση 20/01/2022), έχουν χρησιμοποιηθεί για τη συλλογή ιδεών, υπηρεσιών και περιεχομένου από μεγάλες ομάδες πολιτών. Επιπλέον, οι πόλεις της Φιλαδέλφειας και της Νέας Υόρκης ξεκίνησαν την πρωτοβουλία Change by Us ([www.newyork.thecityatlas.org/change](http://www.newyork.thecityatlas.org/change), πρόσβαση 20/01/2022), μέσω της οποίας μεταδίδουν τις ιδέες των πολιτών, οι οποίοι συμμετέχουν και δημιουργούν έργα ή ομάδες και βρίσκουν πόρους για την υλοποίηση των ιδεών τους. Αντίστοιχα, η πρωτοβουλία Ideas to Transform the City (<https://baelige.buenosaires.gob.ar/>, πρόσβαση 20/01/2022) αναπτύχθηκε από την πόλη του Μπουένος Άιρες, επιτρέποντας στους πολίτες να συνεισφέρουν ιδέες για την αλλαγή της πόλης τους. Στην περίπτωση του τομέα των μεταφορών και της ασφάλειας, το Street Bump (<http://www.streetbump.org/>, πρόσβαση 20/01/2022) είναι μια πλατφόρμα πληθοπορισμού που χρησιμοποιείται για τη συλλογή δεδομένων οδικού δικτύου σε πραγματικό χρόνο από τους οδηγούς, ενώ το EVApp (<https://www.evapp.org/>, πρόσβαση 20/01/2022) κινητοποιεί εθελοντές στον χρόνο μεταξύ μιας κλήσης έκτακτης ανάγκης και της άφιξης των αρμόδιων υπηρεσιών (Van Ransbeeck 2016).

Οι εφαρμογές πληθοπορισμού περιλαμβάνουν μια πολύ μεγάλη ποικιλία πρακτικών, όπως την ανάπτυξη λογισμικού ανοιχτού κώδικα, την ανάλυση μεγάλων δεδομένων, τις επιστημονικές πρωτοβουλίες πολιτών και την κοινωνική χαρτογράφηση (Certomà and Rizzi 2015, Anttiroiko 2015). Ένας κατάλογος εφαρμογών που παρουσιάστηκε από το Future Cities Catapult (Griffiths 2018) περιλαμβάνει



πλατφόρμες πληθοπορισμού που έχουν σχεδιαστεί για να συλλέγουν ιδέες από κοινότητες μέσω διαδικτυακών φόρουμ και επιτρέπουν στους πολίτες να δώσουν ανώνυμα σχόλια σχετικά με δράσεις στην περιοχή τους, καθώς και ζωντανά εργαστήρια (living labs) που διευκολύνουν τη συνεργασία και τη δημιουργία νέων υπηρεσιών σε πραγματικό περιβάλλον με τους χρήστες και τους ανθρώπους που ζουν στην περιοχή.

Ένα δεύτερο επίπεδο ψηφιακών εφαρμογών που ενισχύουν τη συλλογική ευφυΐα στον χώρο σχετίζεται με πλατφόρμες που προσφέρουν ευκαιρίες για τη δημιουργία ψηφιακών οικοσυστημάτων. Τα ψηφιακά οικοσυστήματα παρουσιάζουν πλεονεκτήματα όσον αφορά τα κόστη συναλλαγής, την πρόσβαση στην αγορά και τη διαθεσιμότητα των δεδομένων, εφόσον αποτελούν εγγενή χαρακτηριστικά της συνεχώς εξελισσόμενης οικονομικής δομής (Parker et al. 2016). Τέτοιου είδους οικοσυστήματα παρέχουν αυξημένες δυνατότητες πρόσβασης σε αγορές, τεχνολογίες, δεξιότητες και υποδομές, μέσω της συμμετοχής και της συσσώρευσης μεγάλου αριθμού χρηστών που προσφέρουν τις υπηρεσίες τους σε έναν κοινό ψηφιακό χώρο. Τα ψηφιακά οικοσυστήματα αποτελούν μια ακόμα έκφανση της συλλογικής ευφυΐας, όπου οι χρήστες μπορούν να συνεργάζονται αποτελεσματικά σε ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων (Oskam and Boswijk 2016, Kenney and Zysman 2020, Biber et al. 2017). Σε αυτό το πλαίσιο, τα ψηφιακά οικοσυστήματα έχουν οδηγήσει σε αναδιοργάνωση των οικονομικών δραστηριοτήτων στον χώρο, μέσα από την επίδρασή τους στις συνθήκες εισόδου στην αγορά και στον τρόπο δημιουργίας αξίας (Kenney and Zysman 2020).

Σε ένα τρίτο επίπεδο, οι διαδικτυακές πλατφόρμες ενισχύουν τη συλλογική ευφυΐα μέσω δικτύων που δημιουργούν, τα οποία διευκολύνουν την ικανότητα των ατόμων για συνεργασία. Γενικά, η συνεργατική ευφυΐα μπορεί να αποτελέσει και από μόνη της μια επιπλέον μορφή ευφυΐας στον χώρο (Komninos and Panori 2019). Η αποτελεσματικότητα πολλών δραστηριοτήτων εξαρτάται από την ικανότητά μας να ζούμε και να εργαζόμαστε μαζί σε ομάδες, κοινότητες και κοινωνίες (Humphrey 1976). Οι συνεργατικές πτυχές της νοημοσύνης έχουν αποκτήσει αυξημένη προσοχή, λόγω της σημασίας της κοινωνικής γνώσης στην αποτελεσματική διαχείριση σύνθετων κοινωνικών καταστάσεων. Η συνεργασία είναι ένας τύπος ευφυΐας που αναδύεται μέσω των ανθρώπινων ικανοτήτων και των κοινών προσπαθειών μεταξύ ατόμων ή ευφυών πρακτόρων για την επίτευξη ενός συγκεκριμένου στόχου (Lévy 2010). Η συνεργατική ευφυΐα είναι το αποτέλεσμα συνεργιών μεταξύ εμπειρογνομόνων, οργανισμών, λογισμικού, συνόλων δεδομένων και βρόχων ανατροφοδότησης για καλύτερες αποφάσεις. Η βασική διαφορά ανάμεσα στη συνεργατική ευφυΐα και τη συλλογική ευφυΐα αφορά δομές ιεραρχίας που αναπτύσσονται σε οργανισμούς και οι οποίες επηρεάζουν τις διαδικασίες συνεργατικής ευφυΐας.

Τα δίκτυα αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο μέσου του οποίου μπορεί να αναπτυχθεί αποτελεσματικά η συνεργατική και συλλογική νοημοσύνη όσον αφο-

ρά την καινοτομία, τη συνεργασία και τον συντονισμό (Antonelli and Carpiello 2016). Η μετάβαση στην ψηφιακή εποχή συνέβαλε στην εμφάνιση νέων μορφών συνεργατικών και κοινωνικών δικτύων που ενεργοποιούνται με τη συμβολή του ψηφιακού χώρου. Σε αυτό το πλαίσιο, η διακυβέρνηση είναι ένα σημαντικό πεδίο εφαρμογής για συνεργατικές και συλλογικές προσεγγίσεις που εκφράζονται μέσω της συμμετοχής του κοινού. Στις περιπτώσεις σχεδιασμού πολιτικής, η συνεργατική και συλλογική νοημοσύνη μπορεί να παρέχει μεθόδους για τη λήψη αποφάσεων, την εφαρμογή και την αξιολόγηση δράσεων βάσει τεκμηρίων (Komninou et al. 2014, Capello and Kroll 2016, Reid and Maroulis 2017).

Η σύνδεση πολυεπίπεδων χωρικών πλαισίων, κανονισμών και στόχων στρατηγικής απαιτεί ένα μεγάλο φάσμα δεδομένων και τεκμηρίων για τον καθορισμό των προβλημάτων, των προτεραιοτήτων και των κατάλληλων μέσων πολιτικής. Για τον σκοπό αυτό, οι τοπικές αρχές διερευνούν τρόπους για να επιτρέψουν στους πολίτες να συμμετέχουν πιο ενεργά στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων (Van Waart et al. 2016). Καταβάλλονται συνεχείς προσπάθειες για να διερευνηθεί σε ποιο βαθμό οι ψηφιακές τεχνολογίες και τα ανοιχτά δεδομένα ενισχύουν τη συμμετοχική διακυβέρνηση και τον δημόσιο διάλογο στις πόλεις και τις περιφέρειες, προάγοντας αποτελέσματα συνεργατικής νοημοσύνης (Brynskov et al. 2014).

## 2.3 Εκφάνσεις της φυσικοψηφιακής ευφυΐας στον χώρο

### 2.3.1 Σύνδεση ψηφιακών στοιχείων

Πολλές μελέτες που διερευνούν την εξέλιξη της ευφυΐας στο επίπεδο του χώρου επικεντρώνονται σε διάφορες εκφάνσεις της, όπως οι έξυπνες πόλεις, εισάγοντας νέους ορισμούς οι οποίοι προσπαθούν να περιγράψουν τις νέες αλληλεπιδράσεις που δημιουργούνται μέσω των ψηφιακών στοιχείων. Η έννοια της φυσικοψηφιακής ευφυΐας, όταν τοποθετείται στο γενικότερο πλαίσιο του χώρου, περιλαμβάνει πολλές πτυχές της καθημερινότητας και εστιάζεται στον τρόπο με τον οποίο οι λειτουργίες στον χώρο μπορούν να ενδυναμωθούν μέσω της τεχνολογίας (Schaffers et al. 2011). Με αυτή την έννοια, η φυσικοψηφιακή ευφυΐα μπορεί να λειτουργήσει ως καταλύτης για τον χωρικό σχεδιασμό ενσωματώνοντας και ενισχύοντας τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ διαφόρων στοιχείων του χώρου, τα οποία μοιράζονται πληροφορίες και παράγουν καινοτομία (Cohen et al. 2016).

Η βιβλιογραφία επισημαίνει ορισμένα σημαντικά ορόσημα που έχουν επηρεάσει όχι μόνο τον σχηματισμό των έξυπνων συστατικών του χώρου αλλά και την επίδρασή τους στην καινοτομία και την παραγωγικότητα, δεδομένου ότι αυτά τα δύο είναι βασικά στοιχεία για τον χωρικό σχεδιασμό. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980 επισημάνθηκε έντονα η σημασία των οικονομιών συγκέντρωσης και των εξω-

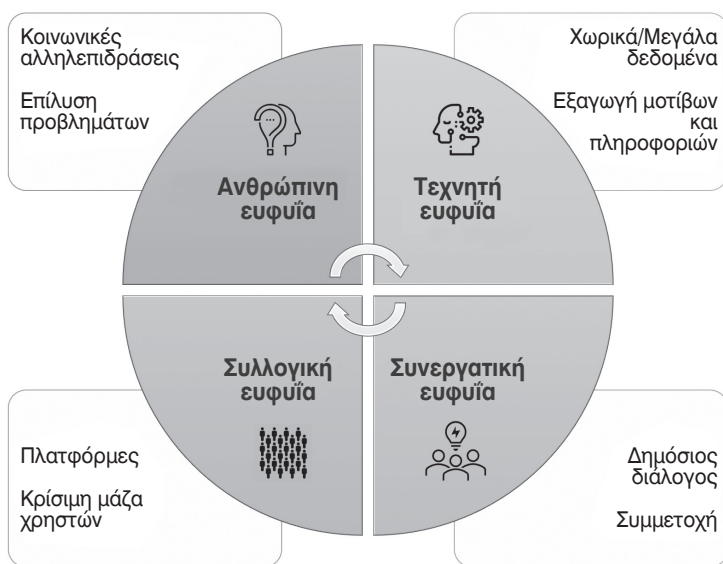
τερικότητων που λειτουργούν ως καταλύτες στις διαδικασίες καινοτομίας, μέσα από τη σύνδεση της ανάπτυξης με τα χαρακτηριστικά του χώρου, τις διαδικασίες συσσώρευσης και τα συστήματα καινοτομίας (Scott 1988, Storper and Christopher 1987). Η επόμενη περίοδος (δεκαετία του '90) χαρακτηρίστηκε από σημαντική τεχνολογική πρόοδο, με κύριο γνώρισμα την ανάπτυξη του διαδικτύου. Αυτές οι τεχνολογικές εξελίξεις είχαν ισχυρό θετικό αντίκτυπο στην επικοινωνία και την ανταλλαγή πληροφοριών, επεκτείνοντας περαιτέρω την καινοτομία στον χώρο. Καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της περιόδου, μια νέα ψηφιακή διάσταση άρχισε να προστίθεται στα φυσικά και θεσμικά στοιχεία του χώρου των πόλεων και περιφερειών, μετασχηματίζοντας τις επιδράσεις των διαδικασιών συσσώρευσης και των εξωτερικότητων (Tranos 2016, Komninos 2018a, Autio et al. 2018).

Σήμερα μπορούμε πλέον να μιλάμε για μια σε βάθος ψηφιακή μετάβαση η οποία έχει επηρεάσει σημαντικά λειτουργίες του χώρου, δημιουργώντας νέες συνθήκες και ανάγκες στον σχεδιασμό του, λαμβάνοντας υπόψη τις τεχνολογικές εξελίξεις και τα νέα συμμετοχικά μοντέλα (Komninos 2006). Η φυσικοψηφιακή ευφυΐα στον χώρο που έχει διαμορφωθεί μέσα από αυτές τις εξελικτικές διαδικασίες αποτελεί μια συνύπαρξη δρώντων και αντικείμενων που επικοινωνούν και ανταλλάσσουν γνώσεις και ικανότητες, οδηγώντας σε κυβερνοφυσικά συστήματα και συνδημιουργία καινοτομίας (Gioannella 2013).

Η ψηφιακή εποχή παρέχει αυξημένες δυνατότητες ενισχύοντας τη συγκέντρωση και τον συνδυασμό όλων των στοιχείων της φυσικοψηφιακής ευφυΐας που αναλύθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, υποδεικνύοντας την ανάγκη προσδιορισμού των τρόπων με τους οποίους αυτές συνυπάρχουν και αλληλοεπιδρούν στον χώρο. Είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε τους τρόπους με τους οποίους τα διάφορα στοιχεία της φυσικοψηφιακής ευφυΐας συνδέονται μεταξύ τους, καθώς και τα θετικά αποτελέσματα που δημιουργούνται μέσω της αλληλεπίδρασής τους. Σε αυτό το πλαίσιο, η φυσικοψηφιακή ευφυΐα που παράγεται δρα με συσσωρευτικό τρόπο ως προς τη συνολική ευφυΐα του χώρου.

Το Σχήμα 2.2 δίνει μια σχηματική αναπαράσταση της ενσωμάτωσης των στοιχείων της ψηφιακής ευφυΐας στον χώρο θεωρώντας δύο χωριστές συνιστώσες τα συλλογικά και τα συνεργατικά στοιχεία (Komninos and Panori 2019). Ο φυσικός χώρος σε πολλές περιπτώσεις περιλαμβάνει εγγενώς σημαντικό κομμάτι των δύο πρώτων στοιχείων της ευφυΐας, ανθρώπινης και τεχνητής. Ωστόσο, όταν αυτά ενισχυθούν με ισχυρά ψηφιακά κανάλια επικοινωνίας και μια κουλτούρα ανοιχτών υποδομών και δεδομένων, μπορούν να ενεργοποιήσουν αποτελεσματικά δύο επιπλέον στοιχεία, αυτά της συλλογικής και συνεργατικής ψηφιακής ευφυΐας. Αυτή η πολυεπίπεδη δομή μπορεί να δημιουργήσει πολλαπλές εξωτερικότητες μέσα στον φυσικό χώρο, συνθέτοντας μια ψηφιακή ευφυΐα κατά την οποία παράγονται αλληλεπιδράσεις μεταξύ διαφορετικών επιπέδων νοημοσύνης.

Σε αυτό το πλαίσιο, τα ψηφιακά μέσα λειτουργούν ως βασικοί καταλύτες για



**Σχήμα 2.2:** Τύποι φυσικοψηφιακής ευφυΐας στον χώρο

την ενίσχυση και την ολοκλήρωση της φυσικοψηφιακής ευφυΐας, δημιουργώντας πολλαπλά κανάλια επικοινωνίας μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων της. Αυτά περιλαμβάνουν διαδικασίες επικοινωνίας, συλλογής και αλληλεπίδρασης δεδομένων. Στη σχετική βιβλιογραφία, η επικοινωνία και η ενσωμάτωση πολλαπλών επιπέδων ευφυΐας μέσω ψηφιακών μέσων περιγράφεται ως:

- μια διάχυτη επικάλυψη τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών που συνδέει πράγματα, οργανισμούς και ανθρώπους (Clarke 2013),
- ένα χωρικό λειτουργικό σύστημα που παρέχει ενοποιημένη λήψη δεδομένων, έλεγχο σε πραγματικό χρόνο, ιστορική βάση δεδομένων, μηχανή ανάλυσης και πλατφόρμα φιλοξενίας εφαρμογών για αστικά περιβάλλοντα (Living PlanIT 2012),
- ένα σύνολο τεχνολογικών προϋποθέσεων που περιλαμβάνει εξοπλισμό δικτύου (κανάλια οπτικών ινών και δίκτυα Wi-Fi), δημόσια σημεία πρόσβασης (ασύρματες εστίες, περιπτερα) και συστήματα πληροφοριών που προσανατολίζονται στις υπηρεσίες (Nam and Pardo 2011) ή
- ένα οικοδόμημα που αποτελείται από τέσσερις ομόκεντρους δακτυλίους, στο κέντρο των οποίων βρίσκονται τα ευρυζωνικά δίκτυα, οι ενσύρματες και ασύρματες υποδομές και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Έπειτα υπάρχει ένας δεύτερος δακτύλιος τεχνολογιών ιστού που επιτρέπουν την προστασία, την επεξεργασία, την εξερεύνηση, την οπτικοποίηση και την ανάλυση δεδομένων. Ο τρίτος δακτύλιος

αποτελείται από εφαρμογές για πληροφορίες και συνεργασία μέσω διαδικτύου σε διαφορετικούς τομείς, ενώ ο τελευταίος και εξωτερικός δακτύλιος αποτελείται από ψηφιακές υπηρεσίες (Komninos 2014).

Μια πιο προσεκτική ματιά στο Σχήμα 2.2 βοηθάει να εντοπιστούν συγκεκριμένες εκδηλώσεις άμεσων ή έμμεσων συνδέσεων που διευκολύνουν την επικοινωνία μεταξύ των υφιστάμενων στρωμάτων. Ένα ενδιαφέρον γεγονός είναι ότι η συνεργατική ευφυΐα ενισχύεται μέσω του ανθρώπινου παράγοντα και της συλλογικής ευφυΐας. Από αυτή την άποψη, οι αλληλεπιδράσεις των κοινωνικών ομάδων μαζί με τις ατομικές ικανότητες επίλυσης προβλημάτων αποτελούν καθοριστικές παραμέτρους για την ενίσχυση του κοινωνικού διαλόγου. Ταυτόχρονα, ψηφιακά περιβάλλοντα όπως οι διαδικτυακές πλατφόρμες μπορούν να αξιοποιηθούν για δραστηριότητες διάδοσης ενός κοινού στόχου και οράματος, για την ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών και για την παραγωγή καινοτομίας με γνώμονα τον χρήστη κατά τη διάρκεια των διαδικασιών επίλυσης προβλημάτων και του σχεδιασμού πολιτικών (Kakderi et al. 2018, Komninos 2018b). Με παρόμοιο τρόπο, η τεχνητή και η συνεργατική ευφυΐα λειτουργούν ως καταλύτες για τις συλλογικές εκφράσεις ευφυΐας. Η συμμετοχή των χρηστών σε συνδυασμό με διαδικασίες εξόρυξης μεγάλων δεδομένων θεωρούνται σημαντικά συστατικά για την παροχή μιας κρίσιμης μάζας πληροφορίας και τεκμηρίων στον χωρικό σχεδιασμό.

Σε αυτό το πλαίσιο, τα στοιχεία της φυσικοψηφιακής ευφυΐας που αναλύθηκαν στην προηγούμενη ενότητα βοηθούν στη δημιουργία και την ολοκλήρωση πολυδιάστατων χωρικών συστημάτων (Streitz 2017, Komninos and Panori 2019). Αυτό συμβαίνει την ίδια στιγμή που ο χώρος χαρακτηρίζεται από μεγάλο αριθμό ροών δεδομένων και πληροφοριών, που συνυπάρχουν παράλληλα με κλασικές λειτουργίες, όπως κτίρια, σπίτια, δρόμοι, πλατείες και μνημεία (Mitchell 1996, Böhlen and Frei 2010). Δύο από τις βασικότερες εκφάνσεις της ψηφιακής ευφυΐας στον χώρο είναι οι έξυπνες πόλεις και τα έξυπνα οικοσυστήματα.

### 2.3.2 Έξυπνες πόλεις και οικοσυστήματα

Στην περίπτωση των έξυπνων πόλεων, έχουν πραγματοποιηθεί διάφορες προσπάθειες για τη διερεύνηση των μηχανισμών δημιουργίας ψηφιακής ευφυΐας στον αστικό χώρο (Kitchin 2014, Kummitha and Crutzen 2017, Mehr et al. 2017). Έχει παρατηρηθεί ότι η ευφυΐα των έξυπνων πόλεων προκύπτει μέσα από τη συσσώρευση και την ενσωμάτωση αλληλοσυνδεόμενων τύπων γνώσης. Αυτοί περιλαμβάνουν: α) την ανθρώπινη νοημοσύνη, εκφρασμένη μέσα από την εφευρετικότητα, τη δημιουργικότητα και το πνευματικό κεφαλαίο του πληθυσμού της πόλης, β) την τεχνητή νοημοσύνη, που προσφέρεται και ενεργοποιείται μέσω των έξυπνων υποδομών που διαθέτει η πόλη, και γ) τη συλλογική νοημοσύνη, που

οργανώνεται μέσα από συντονισμένες προσπάθειες των δρώντων και των θεσμών της πόλης (Komninos 2008).

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο καθίσταται προφανές ότι η ευφυΐα των έξυπνων πόλεων βασίζεται σε γνωσιακές διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα, όπως η συλλογή και επεξεργασία πληροφοριών, η ειδοποίηση (alert) σε πραγματικό χρόνο, η λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων, η πρόβλεψη, η μάθηση, η ευαισθητοποίηση, η κατανεμημένη επίλυση προβλημάτων, η συνδημιουργία και η συνεργατική καινοτομία (D'Onofrio et al. 2019, Komninos et al. 2019, Tabacchi et al. 2019). Οι διαδικασίες παραγωγής, διάχυσης και συσσώρευσης γνώσεων διευκολύνονται μέσω των αυξημένων δυνατοτήτων αλληλεπίδρασης που προσφέρει η ψηφιακή εποχή (Duranton and Puga 2004).

Η εξέλιξη του παραδείγματος της έξυπνης πόλης έχει αποτελέσει μια σημαντική προσφορά όσον αφορά την ψηφιακή επικοινωνία, την επεξεργασία δεδομένων και τη συνεργασία, σηματοδοτώντας μια νέα προσέγγιση στην ανάπτυξη των οικοσυστημάτων. Η βιβλιογραφία παρέχει διάφορους ορισμούς για τα οικοσυστήματα, τα οποία μπορούν να προσεγγιστούν ως κοινότητες φορέων που συνδέονται μέσω δικτύων και αναπτύσσουν σχέσεις (Moore 1996, Iansiti and Levien 2004, Autio and Thomas 2014, Jacobides et al. 2015) ή ως πολυμερή σύνολα συνεργατών που αλληλοεπιδρούν γύρω από δραστηριότητες που ορίζονται από μια αλυσίδα αξίας (Adner 2017, Adner and Kapoor 2016).

Η προοπτική των έξυπνων οικοσυστημάτων είναι μια εξέλιξη των προσεγγίσεων για έξυπνες πόλεις και προσφέρει πλεονεκτήματα στον χωρικό σχεδιασμό με τη διερεύνηση των θετικών επιδράσεων που παρέχουν τα ψηφιακά συστήματα στη δημιουργία εξωτερικότητας και στην ενίσχυση της συλλογικής ευφυΐας. Η ψηφιακή πρόοδος έχει μεταμορφώσει βασικούς τομείς των θεωριών ανάπτυξης εισάγοντας χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη συνδεσιμότητα και την παραγωγή εξωτερικότητας. Νέες μορφές εξωτερικότητας παράγονται μέσα από ψηφιακά περιβάλλοντα, επιτρέποντας την εμφάνιση ρηξικέλευθων καινοτομιών (Christensen et al. 2016).

Ο μετασχηματισμός των οικοσυστημάτων σε έξυπνα συμβαίνει μέσω της ενσωμάτωσης ψηφιακών τεχνολογιών και στοιχείων, επιτρέποντας στα διαφορετικά επίπεδα νοημοσύνης να αλληλοεπιδρούν και να βελτιώνουν τις δυνατότητές τους. Ως εκ τούτου, ο ψηφιακός μετασχηματισμός των παραδοσιακών οικοσυστημάτων, διασυνδέοντας φυσικά, θεσμικά και ψηφιακά στοιχεία, λειτουργεί καταλυτικά για την ενδυνάμωση της ικανότητας σχεδιασμού και επίλυσης προβλημάτων. Εφαρμογές για διαδικτυακή συνεργασία, πλατφόρμες πληθοπορισμού, ψηφιακές θερμοκοιτίδες, ηλεκτρονικές υποδομές και υπηρεσίες αποτελούν τεχνολογίες που έχουν τη δυνατότητα να συνδέουν παράγοντες και να δημιουργούν συνέργειες σε μη χωρικές διαστάσεις.

Παρόλο που η χωρική εγγύτητα οδηγεί στη δημιουργία διαφόρων τύπων οικοσυστημάτων στον πραγματικό κόσμο, οι ψηφιακές πλατφόρμες μπορούν να ενισχύουν αυτή την κινητήρια δύναμη στον ψηφιακό χώρο παράγοντας επιπλέον

εξωτερικότητες, με αποτέλεσμα τη δημιουργία έξυπνων οικοσυστημάτων. Τόσο η χωρική όσο και η ψηφιακή εγγύτητα οδηγούν στην ανάπτυξη παρόμοιων τύπων οικοσυστημάτων εστιασμένων στην αγορά, στην τεχνολογία και στις υποδομές. Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση της αγοράς, η χωρική εγγύτητα εκφράζεται μέσω των ανοιχτών εμπορικών κέντρων και των εμπορικών συστάδων που υπάρχουν στις πόλεις, ενώ η αντίστοιχη έκφασή τους σε όρους ψηφιακής εγγύτητας δίνεται μέσα από πλατφόρμες ηλεκτρονικών αγορών (Komninos et al. 2021a). Την ίδια στιγμή, κέντρα ανάπτυξης ικανοτήτων και τεχνολογικά πάρκα που παραδοσιακά παρουσιάζουν μεγάλη συγκέντρωση στον χώρο σταδιακά ενισχύονται μέσα από διαδικτυακά ερευνητικά εργαστήρια και εκπαιδευτικά κέντρα (Bykov et al. 2020, Sun et al. 2018). Όσον αφορά τις υποδομές, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αύξηση των προσπαθειών ανάπτυξης θερμοκοιτίδων και επιταχυντών επιχειρήσεων μέσω διαδικτυακών εφαρμογών (Guerrero 2021, David-West et al. 2018). Τέλος, παρατηρείται μια προσπάθεια ενίσχυσης της καινοτομίας που παράγεται από τους χώρους συνεργατικής παραγωγής μέσω της χρήσης ψηφιακών εργαλείων ενίσχυσης της ανταλλαγής πληροφοριών και συνεργασίας μεταξύ των δρώντων (Panori et al. 2020, Ramella and Manzo 2020, Esposito De Falco et al. 2017).

Από τα παραπάνω γίνεται εμφανές ότι σταδιακά περνάμε σε μια εποχή στην οποία τα οικοσυστήματα δεν καθορίζονται αμιγώς από τη χωρική εγγύτητα. Αυτό αποτελεί σημαντική αλλαγή την οποία θα πρέπει να λάβει σοβαρά υπόψη του ο χωρικός σχεδιασμός. Είναι χαρακτηριστικό ότι τα έξυπνα οικοσυστήματα που εκφράζονται μέσω κυβερνοφυσικών αλληλεπιδράσεων επιτρέπουν αλληλεπιδράσεις σε δύσκολους χώρους, παρέχουν κατανομημένο συντονισμό ή ακόμη και μειώνουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα (NSF 2010). Ωστόσο, αυτοί οι τύποι οικοσυστημάτων αντιμετωπίζουν νέες προκλήσεις, όπως η επικοινωνία, ο συγχρονισμός και η αλληλεπίδραση μεταξύ πληροφοριακών συστημάτων (Bartelt et al. 2015), καθώς και ο έλεγχος, η αξιοπιστία και η ασφάλεια (Dillon et al. 2010, Shi et al. 2011).

Ο ορισμός του χώρου ως ενός συνόλου οικοσυστημάτων, έξυπνων ή μη, απαιτεί μια ανανεωμένη προσέγγιση για τον χωρικό σχεδιασμό. Αυτή μπορεί να περιλαμβάνει ανεξάρτητα μεταξύ τους οικοσυστήματα τα οποία συνδέονται έμμεσα (π.χ. τα συστήματα νερού και ενέργειας) ή διασυνδεδεμένα οικοσυστήματα (π.χ. υποβαθμισμένες βιομηχανικές περιοχές και περιοχές με περιβαλλοντικά ζητήματα). Η προσέγγιση ενός χωρικού σχεδιασμού που βασίζεται στα έξυπνα οικοσυστήματα απαιτεί την καινοτομία και την τροποποίηση των τυποποιημένων πρακτικών (ρουτίνων) στον χώρο, αντί απλά να βελτιστοποιούνται οι υπάρχουσες ρουτίνες, όπως συμβαίνει σε πολλές εφαρμογές (άλλα όχι σε όλες) έξυπνων πόλεων (Komninos et al. 2021a). Χαρακτηριστικά παραδείγματα προσεγγίσεων τα οποία μπορούν να λειτουργήσουν αποτελεσματικά ως πεδία εφαρμογής έξυπνων οικοσυστημάτων, κυρίως στις πόλεις, αποτελούν το Όραμα Μηδέν (Vision Zero) (Πλαίσιο 2.1) και οι Θετικές Ενεργειακές Συνοικίες (Positive Energy Districts) (Πλαίσιο 2.2). Μέσα σε αυτά τα πλαίσια, τα έξυπνα οικοσυστήματα παρέχουν έναν ενι-

σχυμένο χώρο ολοκλήρωσης της ψηφιακής ευφυΐας, μέσω των πρόσθετων μη χωρικών αλληλεπιδράσεων που προσφέρουν, οδηγώντας σε μια συνολική ενδυνάμωση των στόχων που βρίσκονται στον πυρήνα τους.

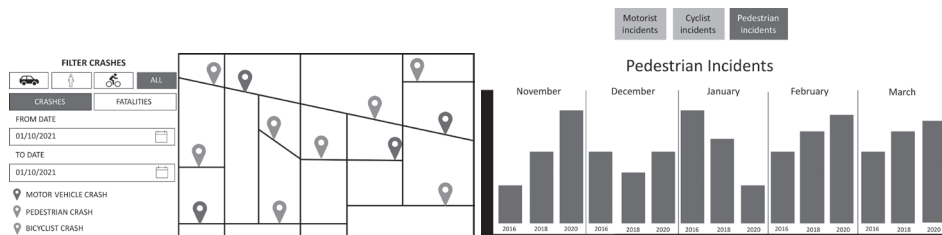
Τα χαρακτηριστικά του έξυπνου χώρου σε συνδυασμό με στοχευμένες πολιτικές μπορούν να λειτουργήσουν ως καταλύτες της δημιουργίας συνδέσμων εντός των μεγάλων αγορών και των κέντρων γνώσης που υπάρχουν στις πόλεις, αλλά

## ΠΛΑΙΣΙΟ 2.1

### Όραμα Μηδέν: Προώθηση της δημόσιας ασφάλειας

Το Όραμα Μηδέν είναι μια στρατηγική για την εξάλειψη όλων των σοβαρών τροχαίων τραυματισμών στις πόλεις αυξάνοντας παράλληλα την ασφαλή, υγιή και δίκαιη αστική κινητικότητα. Εισήχθη για πρώτη φορά στη Σουηδία το 1997, έχει σταδιακά υιοθετηθεί από διάφορες πόλεις της Ευρώπης, της Ολλανδίας και του Ηνωμένου Βασιλείου (Μπλάκπουλ, Μπράιτον, Εδιμβούργο) και από το 2014 από πολλές πόλεις των ΗΠΑ (Σαν Ντιέγκο, Σαν Φρανσίσκο, Λος Άντζελες, Νέα Υόρκη, Βοστώνη, Όστιν και άλλες).

Το Όραμα Μηδέν λαμβάνει υπόψη την ανθρώπινη συμπεριφορά και αναγνωρίζει τα όρια των ανθρώπινων δυνατοτήτων, ενώ προσδιορίζει τη δημόσια ασφάλεια στον δρόμο μέσα από έναν ολοκληρωμένο χαρακτήρα των συστημάτων κυκλοφορίας. Ακολουθώντας αυτές τις αρχές, υλοποιείται από ολοκληρωμένα σχέδια που περιλαμβάνουν δράσεις σχετικά με τον φυσικό χώρο των πόλεων, τους κανόνες κινητικότητας, τις θεσμικές αλλαγές και την ψηφιακή τεχνολογία. Έτσι, λοιπόν, δημιουργείται ένα ολοκληρωμένο ψηφιακό οικοσύστημα, όπου οι οδηγοί και οι πεζοί λαμβάνουν τις καλύτερες αποφάσεις για την αποφυγή σοβαρών και θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων. Για τον σκοπό αυτό, η πόλη της Βοστώνης έχει δημιουργήσει μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα παροχής πληροφοριών σχετικά με τροχαία ατυχήματα που συμβαίνουν, ενισχύοντας τα δεδομένα με γεωπροσδιορισμένες πληροφορίες.



Οι εμπειρίες από πόλεις που εφάρμοσαν στρατηγικές με βάση το Όραμα Μηδέν (π.χ. Νέα Υόρκη, Σαν Φρανσίσκο, Σικάγο) αποκαλύπτουν ορισμένα θεμελιώδη δομικά στοιχεία, τα οποία αναπτύσσονται παράλληλα και χαρακτηρίζονται από συμπληρωματικότητα και αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους. Αυτά τα στοιχεία δημι-



ουργούν ένα έξυπνο οικοσύστημα στον αστικό χώρο με φυσικές, θεσμικές και ψηφιακές διαστάσεις, που επιτρέπει την καλύτερη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη δημόσια ασφάλεια και την κινητικότητα. Όλες οι λειτουργίες λαμβάνουν χώρα σε έναν κυβερνο-φυσικο-κοινωνικό χώρο και βασίζονται σε συνδυασμούς στοιχείων που ανήκουν στον φυσικό, θεσμικό και ψηφιακό χώρο των πόλεων. Αυτοί περιλαμβάνουν παρεμβάσεις σε πολλά επίπεδα, όπως:

- στον *φυσικό χώρο*, ο οποίος περιλαμβάνει τα κτίρια, τα αντικείμενα και τον εξοπλισμό του δημόσιου χώρου των πόλεων. Αυτά αποτελούν την υλική βάση του Οράματος Μηδέν, το οποίο επανασχεδιάζεται και προσαρμόζεται στην ανθρώπινη συμπεριφορά με στόχο να ελαχιστοποιεί τα θανατηφόρα ατυχήματα και τους σοβαρούς τραυματισμούς.

- στη *δέσμευση (engagement)*, η οποία είναι το σημείο εκκίνησης για τη σύμπραξη και τη συνεργασία των φορέων της πόλης στον καθορισμό των δράσεων του Οράματος Μηδέν. Καθώς το Όραμα Μηδέν απαιτεί αλλαγές στους τομείς ευθύνης διαφορετικών ενδιαφερομένων, η δέσμευση, οι πόροι, η εμπειρία και οι δεξιότητες τους αποτελούν προϋπόθεση για τη δημιουργία ενός ασφαλέστερου περιβάλλοντος κινητικότητας.

- στην *ευαισθητοποίηση*, που ξεκινά από τον εντοπισμό του δικτύου υψηλού κινδύνου και συνεχίζεται με την παρακολούθηση. Ένα ψηφιακό οικοσύστημα προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη επίγνωση της κατάστασης και παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις καιρικές συνθήκες, ειδοποιήσεις σε περιοχές που χρειάζονται αυξημένη προσοχή και αναλυτικά στοιχεία σε πραγματικό χρόνο.

- στους *κανόνες* που βελτιώνουν την ασφάλεια αλλάζοντας το θεσμικό πλαίσιο στο οποίο καθορίζονται η κινητικότητα και οι ευθύνες.

- στην *καθοδήγηση*, η οποία μπορεί να γίνεται σε πραγματικό χρόνο είτε με σήματα κυκλοφορίας στον φυσικό χώρο των πόλεων είτε μέσω ψηφιακής καθοδήγησης από εφαρμογές έξυπνων πόλεων και ηλεκτρονικές υπηρεσίες.

- στον *συντονισμό* και την *εκμάθηση* των μέσων μέσω των οποίων μπορεί να προαχθεί η ασφάλεια στις μετακινήσεις. Αυτό απευθύνεται σε όλους τους χρήστες, τους οδηγούς, τους ποδηλάτες και τους πεζούς και επιτυγχάνεται με μια πολυκαναλική επικοινωνία, διάδοση πληροφοριών και μάθηση.

Ο αντίκτυπος του Οράματος Μηδέν είναι εμφανής. Στη Σουηδία, η οποία αποτελεί το πιο διάσημο παράδειγμα και είναι δημιουργός του Οράματος Μηδέν, τα θύματα τροχαίων έχουν μειωθεί κατά 30% από το 1997. Στη Μινεσότα, τη Γιούτα και την Ουάσιγκτον, τα θύματα τροχαίων μειώνονται σταθερά μετά την εισαγωγή του Οράματος Μηδέν – έχει σημειωθεί μείωση 43% στη Μινεσότα, μείωση 48% στη Γιούτα και μείωση 40% στην Ουάσιγκτον (City of New York 2014). Στη Νορβηγία εκτιμήθηκε ότι το Όραμα Μηδέν θα μπορούσε να μειώσει τον αριθμό των θανάτων από τροχαία ατυχήματα από περίπου 300 ετησίως σε περίπου 90.

Πηγή κειμένου: Komninos et al. 2021a

Προσαρμογή εικόνων από: <https://www.boston.gov/transportation/vision-zero>