

Ακρωνύμιο Έργου: CYBERCARTO

Πλήρης Τίτλος Έργου: ΚυβερνοΧαρτογραφίες: Ανάπτυξη Ισχυρών Πολυτροπικών Εργαλείων Γεωοπτικοποίησης για την Κατανόηση και Επικοινωνία Γεωχωρικών Δεδομένων

Τίτλος Πρόσκλησης: 1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων ΕΛΙΔΕΚ για την Ενίσχυση των Μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την Προμήθεια Ερευνητικού Εξοπλισμού Μεγάλης Αξίας

Φορέας Υποδοχής: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείου (ΕΜΠ)

Ημερομηνία Έναρξης: 23/12/2020

Ημερομηνία Λήξης: 22/02/2024

Αριθμός Έργου: HFRI-FM17-2661

## D15. Θεωρητικές και Σχεδιαστικές Αρχές Κυβερνοχαρτογραφίας

Ενότητα Εργασίας: ΕΕ 5 Χαρτογραφική «Αναγέννηση»: Θεωρητικές και σχεδιαστικές αρχές για χάρτες στον κυβερνοχώρο

Επίπεδο Διάχυσης: Δημόσιο

Αναθεώρηση: Έκδοση 1.0

Συγγραφείς: Ελένη Τομαή, Δρ. ΕΔΙΠ (ΕΜΠ), Μαργαρίτα Κόκλα, Επίκ. Καθηγήτρια (ΕΜΠ), Κώστας Χελιώτης, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής (ΕΜΠ), Νίκη Αναστοπούλου, ΥΔ (ΕΜΠ)

Κριτές: Μαρίνος Κάβουρα, Καθηγήτης (ΕΜΠ), Δρ. Φώτης Λιαροκάπης, CYENS Centre of Excellence



Το ερευνητικό έργο υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛΙΔΕΚ) <http://www.elidek.gr/> στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξη ερευνητικών έργων ΕΛΙΔΕΚ για την ενίσχυση των μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας» (Αριθμός Έργου: HFRI-FM17-2661).



## Ιστορικό Εκδόσεων

ΕΚΔΟΣΗ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
0.1	02/01/2024	Ελένη Τομαή Μαργαρίτα Κόκλα Κώστας Χελιώτης Νίκη Αναστοπούλου	Τελικό προσχέδιο
1.0	22/02/2024	Ελένη Τομαή Μαργαρίτα Κόκλα Μαρίνος Κάβουρας Φώτης Λιαροκάπης Κώστας Χελιώτης Νίκη Αναστοπούλου	Τελικός ποιοτικός έλεγχος – Τελική έκδοση

## Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη.....	6
1 Εισαγωγή.....	8
1.1 Στόχοι και κίνητρα.....	8
1.2 Ευρύτερο πλαίσιο.....	8
1.3 Ερευνητικά ερωτήματα.....	10
2 Θεωρητικό υπόβαθρο.....	11
2.1 Οπτική αντίληψη και οπτική γνώση.....	11
2.1.1 Ζητήματα ομαδοποίησης.....	11
2.1.2 Gestalt ομαδοποιήσεις και χαρτογραφία.....	12
2.2 Οπτικές μεταβλητές.....	13
3 Πολλές χαρτογραφίες ή μία;.....	15
3.1 Οπτικοποίηση & Γεωοπτικοποίηση.....	15
3.2 Συμβατική χαρτογραφία.....	16
3.3 Ψηφιακή χαρτογραφία.....	16
3.4 Κυβερνοχαρτογραφία.....	18
3.5 Ποια χαρτογραφία;.....	18
4 Αρχές Κυβερνοχαρτογραφίας.....	20
4.1 Θεμελιώδεις χαρτογραφικές αρχές.....	20
4.1.1 Κατανόηση των αναγκών του χρήστη.....	20
4.1.2 Αρχές γραφικής σχεδίασης.....	21
4.1.3 Συνέπεια και συνοχή.....	24
4.2 Χαρτογραφικές αρχές απόρροια του ψηφιακού παραδείγματος.....	24
4.2.1 Χαρτογραφική Αλληλεπίδραση.....	24

---

4.2.2	Ευχρηστία.....	31
4.2.3	Προσβασιμότητα και συμπερίληψη .....	32
4.2.4	Μέσο οπτικής απόδοσης.....	33
4.2.5	Κατανόηση των χαρακτηριστικών του χρήστη.....	33
4.3	Πολυτροπικότητα και πολυμεσικότητα .....	35
4.4	Πέρα από την οπτική αναπαράσταση ή προς μια πολυαισθητηριακή χαρτογραφία .....	36
5	Συμπεράσματα .....	38
	Βιβλιογραφία.....	39

## Περίληψη

Αντικείμενο του παρόντος παραδοτέου αποτελεί η διατύπωση θεωρητικών και σχεδιαστικών αρχών για τη δημιουργία χαρτογραφικών προϊόντων στο πλαίσιο της κυβερνοχαρτογραφίας. Το παρόν κείμενο, βασίζεται σε όλα τα προηγούμενα παραδοτέα του έργου κυρίως το D1. Αξιολόγηση της Εξέλιξης της Κυβερνοτεχνολογίας στην Χαρτογραφία, τα Διαδικτυακά Χαρτογραφικά Εργαλεία, Γεωσυστήματα και τις Υπηρεσίες, με τα επιμέρους D1.1 Ευχρηστικά Διαδικτυακών Χαρτογραφικών Υπηρεσιών και D1.2 Αρχέτυπα Χαρτογραφικής Αλληλεπίδρασης στις Διαδικτυακές Θεματικές Απεικονίσεις, το D8 Επιθυμητά Στοιχεία Κυβερνοχαρτογραφίας και το D11 Παραδειγματικές Αναπαραστάσεις.

Επιπλέον, περιεχόμενα του παρόντος εμφανίζονται και στις δημοσιεύσεις που έχει παράγει η ερευνητική ομάδα του έργου κατά τη διάρκεια του έργου όπως τα:

- D2. Cheliotis, K., Liarokapis, F., Kokla, M., Tomai, E., Pastra, K., Darra, A., Bezerianou, M., Kavouras, M., A Classification of Augmented Reality Approaches for Spatial Data Visualization, 2021 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct), 2021, pp. 367-372, doi: 10.1109/ISMAR-Adjunct54149.2021.00084.
- D10. Anastopoulou, N., Kokla, M., Tomai, E., Cheliotis, K., Liarokapis, F., Pastra, K., and Kavouras, M., 2023. Cartographic perspectives on spatial and thematic levels of detail in augmented reality: a review of existing approaches, International Journal of Cartography.
- D14. Cheliotis, K., Liarokapis, F., Kokla, M., Tomai, E., Pastra, K., Anastopoulou, N., Bezerianou, M., Darra, A., and Kavouras, M., 2023. A Systematic Review of Application Development in Augmented Reality Navigation Research, Cartography and Geographic Information Science, 50:3, 249-271, <https://doi.org/10.1080/15230406.2023.2194032>

Στόχος του παραδοτέου είναι η διατύπωση θεωρητικών και σχεδιαστικών αρχών για τη χαρτογραφία και τους χάρτες ώστε να: (α) περιλαμβάνουν τους διαφορετικούς τύπους και χρήσεις των χαρτών και των γεωγραφικών απεικονίσεων στον Ιστό, (β) εξυπηρετούν τις ανάγκες των ψηφιακά καταρτισμένων πολιτών της εποχής μας και (γ) να ενισχύσει τη χωρική διάσταση σχεδόν κάθε τμήματος δεδομένων που δημιουργείται από τον ιστό.

Παρά το γεγονός ότι η χαρτογραφία εξελίσσεται συνεχώς λόγω και της ραγδαίας τεχνολογικής εξέλιξης, υπάρχουν κάποιες θεωρητικές και σχεδιαστικές αρχές, οι οποίες υιοθετούνται και εφαρμόζονται από τους χαρτογράφους σχεδόν από καταβολής συμβατικής (έντυπης) χαρτογραφίας και είναι σε ισχύ ακόμη στη σύγχρονη χαρτογραφία παρά τις όποιες εξελίξεις, παραλλαγές, υποπεριπτώσεις, περιπλοκότητες των οπτικοποιήσεών της. Ως εκ τούτου, η ανάλυση στο παρόν παραδοτέο ξεκινά με τις θεμελιώδεις χαρτογραφικές αρχές, οι οποίες αναφέρονται σε αυτές τις αρχές που εφαρμόζονται ανεξαρτήτως χαρτογραφικού παραδείγματος και βρίσκονται στον πυρήνα κάθε χαρτογραφικής απεικόνισης. Η

ανάλυση συνεχίζει με εκείνες τις αρχές που εισήχθησαν και άρχισαν να εφαρμόζονται ως απόρροια της μετάβασης από την αναλογική στην ψηφιακή εποχή. Τέλος, ολοκληρώνεται με προτάσεις για το χαρτογραφικό παράδειγμα που είναι στα σπάργανα, δηλαδή για τις πολυτροπικές και πολυμεσικές οπτικοποιήσεις, για τις απεικονίσεις που ενσωματώνουν και άλλα αισθητήρια κανάλια πέρα του οπτικού (π.χ., το ακουστικό και το απτικό κανάλι), για τις εφαρμογές που χρησιμοποιούν το γεωχώρο και είτε τον επαυξάνουν (augmented-reality, AR), είτε δημιουργούν κάποιον εικονικό (virtual reality, VR). Στις περιπτώσεις αυτές μιλάμε για προτάσεις και όχι για αρχές γιατί τέτοιου είδους οπτικοποιήσεις και εφαρμογές είναι ακόμη πολύ λίγες και δεν έχουν μελετηθεί εκτενώς.

# 1 Εισαγωγή

Οι χάρτες ήταν πάντα σημαντικοί για την καθημερινή ζωή, καθώς λειτουργούν ως μέσα αναπαράστασης του φυσικού κόσμου και ως οχήματα για την απόκτηση χωρικής γνώσης. Στις μέρες μας, οι χάρτες και η χαρτογραφία, βρίσκονται ξανά στο προσκήνιο, καθώς η εποχή της πληροφορίας εκμεταλλεύεται πλήρως την έννοια του τόπου, τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του μέσω της πληθώρας εφαρμογών που βασίζονται στην τοποθεσία, αλλά και λόγω της δημοτικότητας των διαδικτυακών χαρτογραφικών εργαλείων, της διάδοσης των κοινωνικών δικτύων, και την αφθονία δεδομένων και περιεχομένου που σχετίζονται με την τοποθεσία που παρέχονται από ανθρώπους εθελοντικά (crowdsourcing). Ως εκ τούτου, η χαρτογραφία βρίσκεται στα πρόθυρα ενός νέου παραδείγματος.

## 1.1 Στόχοι και κίνητρα

Οι στόχοι και τα κίνητρα του ερευνητικού έργου CYBERCARTO ήταν να εξετάσει και να ανιχνεύσει τα χαρακτηριστικά αυτής της αλλαγής παραδείγματος, να υποστηρίξει το ρόλο των γεωοπτικοποιήσεων στην κατανόηση και την επικοινωνία μεγάλων γεωχωρικών δεδομένων που παράγονται από χρήστες στην ψηφιακή εποχή και να θέσει το δρόμο για μια καινοτόμο χαρτογραφική γλώσσα.

Γενικός στόχος ήταν η διατύπωση νέων θεωρητικών και σχεδιαστικών αρχών για τη χαρτογραφία και τους χάρτες που να:

(α) περιλαμβάνουν τους διαφορετικούς τύπους και χρήσεις των χαρτών και των γεωγραφικών απεικονίσεων στον Ιστό,

(β) εξυπηρετούν τις ανάγκες των ψηφιακά καταρτισμένων πολιτών της εποχής μας και

(γ) να ενισχύσει τη χωρική διάσταση σχεδόν κάθε τμήματος δεδομένων που δημιουργείται από τον Ιστό.

Τέλος, οι αρχές που εισήγαγε το CYBERCARTO θα χρησιμοποιηθούν για την παροχή νέων μεθόδων και τεχνικών γεωγραφικής απεικόνισης, για την ενίσχυση των δεξιοτήτων χωρικής σκέψης των ψηφιακών αυτόχθονων και για την παροχή μιας «χωρικής» προοπτικής στην ανάλυση δεδομένων, μέσω πρωτότυπων ψηφιακών οπτικοποιήσεων που μπορούν να χρησιμεύσουν ως υποδειγματικές για τους πιθανούς χρήστες.

## 1.2 Ευρύτερο πλαίσιο

Ήδη, από το 1990, οι χαρτογράφοι είχαν παράσχει έναν ορισμό του χάρτη για να εξηγήσουν αυτό που, τότε, ήταν σε αρχικό στάδιο, η ψηφιακή τεχνολογία, με τα εξής: χάρτης είναι μια αναπαράσταση ή αφαίρεση της γεωγραφικής πραγματικότητας, ένα εργαλείο για την αναπαράσταση γεωγραφικών



πληροφοριών με τρόπο οπτικό, ψηφιακό ή απτικό (Board, 1990). Η International Cartographic Association (ICA), μια δεκαετία αργότερα, δεν αναφέρεται στα ψηφιακά μέσα ή το διαδίκτυο: χάρτης είναι μια συμβολική αναπαράσταση της γεωγραφικής πραγματικότητας, που αντιπροσωπεύει επιλεγμένα χαρακτηριστικά ή χαρακτηριστικά, που προκύπτουν από τη δημιουργική προσπάθεια εκτέλεσης επιλογών από τον δημιουργό του, και έχει σχεδιαστεί για χρήση όταν οι χωρικές σχέσεις είναι πρωταρχικής σημασίας (ορισμός του 2003, στο ICA, 2013). Ο ορισμός παραλείπει το μέσο, ωστόσο, εστιάζει στη σημασία των χωρικών σχέσεων υπονοώντας ότι ο χάρτης είναι οτιδήποτε αντιπροσωπεύει δεδομένα που σχετίζονται με κάποιο τρόπο με τον χώρο, όχι απαραίτητα γεωχωρικά καθαυτό, αλλά οποιοδήποτε είδος δεδομένων επιλέγει να αναπαραστήσει ο δημιουργός του χάρτη.

Η αύξηση του όγκου των διαθέσιμων ψηφιακών δεδομένων τα τελευταία χρόνια οδήγησε στην ανάγκη εύρεσης αποτελεσματικών τρόπων διαχείρισής τους, αλλά και μεθόδων για την κατανόηση των πολύπλοκων διαδικασιών και φαινομένων που αυτά περιγράφουν. Η οπτικοποίηση (visualization) διευκολύνει την ανθρώπινη αντίληψη ως προς την αποτελεσματική επεξεργασία και αφομοίωση της πληροφορίας, σε σύγκριση με την παρουσίασή της σε άλλη μορφή. Αποτελεί μια ιδανική λύση, καθώς πρόκειται για την εφαρμογή τεχνικών οπτικής αναπαράστασης της πληροφορίας, οι οποίες παρέχουν τη δυνατότητα καλύτερης κατανόησης και ανάλυσής της από τον άνθρωπο, με σκοπό την παραγωγή γνώσης από αυτήν. Η επιλογή κατάλληλης αναπαράστασης ενός γεωγραφικού φαινομένου με χωρικά χαρακτηριστικά αποτελεί βασικό αντικείμενο της Χαρτογραφίας και της Επιστήμης της Γεωγραφικής Πληροφορίας (Geographic Information Science – GIScience).

Όμως εκτός από τον χώρο, ο χρόνος και οι μεταβολές σε αυτόν αποτελούν επίσης αναπόσπαστο μέρος των γεωγραφικών πληροφοριών, με κρίσιμη σημασία για τη Χαρτογραφία και την Επιστήμη της Γεωγραφικής Πληροφορίας, καθώς αφορούν άμεσα κοινωνικοοικονομικές, κτηματολογικές και γεωφυσικές εφαρμογές. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, οι ερευνητές μπορούν να καταγράψουν και να αναλύσουν αλλαγές τόσο σε τεχνητό όσο και φυσικό περιβάλλον, καθώς και τις κινήσεις των ανθρώπων και τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις μέσα σε αυτά τα περιβάλλοντα. Ωστόσο, η ταχεία αύξηση του όγκου και της ποικιλίας των χωροχρονικών δεδομένων θέτει σημαντικές προκλήσεις για την Επιστήμη της Γεωγραφικής Πληροφορίας και τη Χαρτογραφία, οι οποίες σχετίζονται με την αναπαράσταση, την επεξεργασία και την οπτικοποίησή τους.

Σήμερα, με την ευρεία διάδοση της χρήσης του διαδικτύου, πολλοί συμβατικοί χάρτες έχουν σαρωθεί και δημοσιευθεί ηλεκτρονικά, ενώ υπάρχει μια αυξανόμενη τάση οι νέοι χάρτες να σχεδιάζονται πλέον για προβολή και χρήση σε κάποιο διαδικτυακό πρόγραμμα περιήγησης ή σε κάποια εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα (Sack, 2017). Η χρήση της διαδικτυακής χαρτογραφίας και της χωρικής αναζήτησης συναντάται παντού, καθώς εκατοντάδες εκατομμύρια χρήστες υπολογιστών και έξυπνων κινητών τηλεφώνων έχουν πρόσβαση σε υπηρεσίες χαρτών. Επιπλέον, τα χωρικά δεδομένα και η χαρτογραφία είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα στα κοινωνικά δίκτυα, με τους χρήστες να μοιράζονται γεωγραφικές πληροφορίες, όπως π.χ. να κοινοποιούν την παρουσία τους, μέσω διαφόρων εφαρμογών. Αυτά τα εργαλεία σηματοδοτούν μια

επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο η κοινωνία αντιλαμβάνεται, δημιουργεί και αλληλεπιδρά με τα γεωχωρικά δεδομένα (Goodchild, 2007, Haklay, Singleton and Parker, 2008).

### 1.3 Ερευνητικά ερωτήματα

Ως εκ τούτου, για τη Χαρτογραφία, προκύπτουν διάφορα ερευνητικά ερωτήματα όπως:

- Είναι το σημερινό λεξιλόγιο του χάρτη επαρκές για τη νέα εποχή;
- Σε ποιο βαθμό οι υπάρχοντες χάρτες στον κυβερνοχώρο εξυπηρετούν τις ανάγκες γεωχωρικών πληροφοριών των ψηφιακά καταρτισμένων πολιτών;
- Ποια είναι τα κρίσιμα λάθη/ οι παγίδες/ οι παρανοήσεις και οι συνέπειες αυτών στους χάρτες που δημιουργούνται από αδαείς χρήστες;
- Ποιες γεωγραφικές απεικονίσεις είναι οι καταλληλότερες για τα ψηφιακά μέσα τελευταίας τεχνολογίας;
- Πώς να γίνουν τα γεωχωρικά δεδομένα, όσο αφηρημένα κι αν είναι, καλύτερα κατανοητά και κοινοποιημένα στα δισεκατομμύρια διαδικτυακών χρηστών; να αντιπροσωπεύει.

## 2 Θεωρητικό υπόβαθρο

Στην ενότητα παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο βασίζεται η επιτυχής μετατροπή ενός οπτικού ερεθίσματος σε πληροφορία και περαιτέρω σε γνώση.

### 2.1 Οπτική αντίληψη και οπτική γνώση

Η **οπτική αντίληψη (visual perception)** συνίσταται στη διαδικασία επεξεργασίας των οπτικών ερεθισμάτων και τη μετατροπή τους σε χρήσιμη πληροφορία (Κάβουρας κ.ά., 2015). Από την άλλη, η **οπτική γνώση (visual cognition)** περιλαμβάνει θέματα για το πώς οι γνωσιακές διαδικασίες αλληλεπιδρούν με την όραση για να μας κάνουν ικανούς να ερμηνεύουμε τον κόσμο και τη φαινομενική μας ικανότητα να διαχειριζόμαστε νοητικά την οπτική πληροφορία με τη μορφή εικόνων (MacEachren, 1995).

Οι ψυχολόγοι της σχολής Gestalt στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα δημιούργησαν το υπόβαθρο για την κατανόηση της αντιληπτικής οργάνωσης των οπτικών σκηνών. Η προσέγγιση των Gestalt δίνει έμφαση στην ολιστική φύση των ανθρώπινων αντιδράσεων στις αισθήσεις. Σύμφωνα με τον Wertheimer «υπάρχουν ολότητες, η συμπεριφορά των οποίων δεν προσδιορίζεται από αυτήν του μεμονωμένου στοιχείου, αλλά όπου οι επί μέρους επεξεργασίες προσδιορίζονται από την ενδογενή φύση της ολότητας. Όταν εμφανίζονται οι Gestalt (δομές) βλέπουμε σταθερές, κλειστές δομές, να προεξέχουν με έναν εκφραστικό τρόπο από το υπόλοιπο πεδίο».

Για αρκετές δεκαετίες όταν στην ψυχολογία κυριαρχούσαν οι συμπεριφοριστές, η ψυχολογία Gestalt και οι αρχές της για την αντιληπτική οργάνωση αγνοήθηκαν. Πιο πρόσφατα, ειδικά ως απάντηση στις ανάγκες της έρευνας της υπολογιστικής όρασης και της προσοχής στη μορφή και δομή της όρασης, επανεξετάστηκαν οι αρχές Gestalt.

#### 2.1.1 Ζητήματα ομαδοποίησης

Ο Wertheimer (1923, στο King & Wertheimer, 2005) θέτει τους κανόνες για μια τέτοια ομαδοποίηση στην κλασική του εργασία «Νόμοι της Οργάνωσης σε Αντιληπτικές Μορφές». Αυτός όρισε τους ακόλουθους παράγοντες ή νόμους:

- **Εγγύτητα:** Αντικείμενα κοντά μεταξύ τους σχηματίζουν ομάδα. Ο παράγοντας αυτός σημαίνει ότι σε μια ακολουθία μεμονωμένων αντικειμένων, αυτά που βρίσκονται κοντά θα φαίνονται σαν τμήμα μιας ομάδας
- **Ομοιότητα.** Όμοια αντικείμενα σχηματίζουν ομάδες. Όπως παρουσιάζεται από τον Wertheimer, η ομοιότητα σχετίζεται με μη τοπικά χαρακτηριστικά των αντιληπτικών μονάδων. Αυτός σημειώνει ειδικά το χρώμα, τη μορφή, και τον ήχο.

- **Κοινή πορεία:** Αντικείμενα κινούμενα μαζί βλέπονται σαν ομάδα. Ο Wertheimer σημειώνει ότι όταν μονάδες που ήδη ανήκουν σε ομάδα κινηθούν μαζί, μπορεί μόλις να προσεχθούν, αλλά οι μονάδες από διαφορετικές ομάδες που κινούνται μαζί «ενοχλούν και συγχέονται» και σίγουρα θα προσεχθούν. Επισημαίνεται ότι η απλή κίνηση των μονάδων από χωριστές (στατικές) αντιληπτικές ομάδες θα ξεπεράσει την εγγύτητα, την ομοιότητα, ή άλλους παράγοντες, για να δημιουργήσει μια άλλη ομάδα, η οποία χαρακτηρίζεται από την κοινή πορεία.
- **Μορφολογική Σταθερότητα.** Αντιληπτικές ομάδες χαρακτηρίζονται από περιοχές «εικονικής σταθερότητας». Αυτός ο παράγοντας εννοεί ότι η ομαδοποίηση έχει διακριτές περιπτώσεις. Σε σχέση με την εγγύτητα, για παράδειγμα, θα υπάρχει μια σχετική οριακή απόσταση στην οποία οι μονάδες θα φαίνονται να ομαδοποιούν ή να καταλαμβάνουν χώρο με ένα μη διαφοροποιημένο τρόπο.
- **Αντικειμενικό σύνολο:** Όταν γίνεται μια αλλαγή, θα υπάρχει μια τάση για διατήρηση σταθερών ομάδων. Ακολουθώντας τον προηγούμενο παράγοντα, η ιδέα εδώ είναι ότι ένα σύνολο από αντιληπτές μονάδες βλέπεται αρχικά σαν μια ομάδα και όταν με το πέρασμα της ώρας η θέση αυτών των μονάδων αλλάζει, η αντίληψη θα προσπαθήσει να διατηρήσει την αρχική ομάδα.
- **Καλή συνέχεια.** Τα στοιχεία που ακολουθούν μια σταθερή διεύθυνση ομαδοποιούνται. Αυτός ο παράγοντας εφαρμόζεται όχι μόνο στη διάταξη της ίσιας γραμμής, αλλά σε καμπύλες.
- **Κλειστότητα:** Τα κλειστά αντικείμενα σχηματίζουν σύνολα. Υπάρχει μια τάση να βλέπουμε οριοθετημένες αντιληπτές μονάδες σαν ολότητες. Ακόμα και όταν πλευρές των ορίων επικαλύπτονται, υπάρχει μια πιθανότητα ο παράγοντας της συνέχειας να μας επιτρέψει να βλέπουμε τα χωριστά σύνορα σαν μονάδες και να εφαρμόσουμε την κλειστότητα για να απομονώσουμε τις πλευρές τους, σαν ομάδες που ορίζουν σύνολα.
- **Απλότητα.** Τα αντικείμενα θα ομαδοποιηθούν με την απλούστερη μορφή. Από αρκετά γεωμετρικά πιθανά σχήματα θα προκύψει το απλούστερο, το καλλίτερο και το πιο σταθερό.
- **Εμπειρία ή συνήθεια.** Γνωστά σχήματα ή διατάξεις δημιουργούν ομάδες. Πολλοί μεταγενέστεροι συγγραφείς επικεντρώθηκαν στις πεποιθήσεις του Wertheimer ότι οι παλιές εμπειρίες δεν ήταν ουσιαστικές στην αντίληψη των ομάδων και ότι η απόδειξη του ρόλου της παλιάς εμπειρίας θα ήταν πολύ δύσκολη. Σαν αποτέλεσμα, αυτοί οι συγγραφείς (λανθασμένα) χαρακτήρισαν την ψυχολογία Gestalt σαν μη επιτρέπουσα τη δυνατότητα των γνώσεων να παίξουν ένα ρόλο και στην αντίληψη της ομαδοποίησης και στην αντίληψη του πρώτου πλάνου- υπόβαθρου.

Αν και έδωσε μεγαλύτερη έμφαση στις αντιληπτικές διαδικασίες, ο Wertheimer δεν απέκλεισε την πιθανότητα να παίζουν ρόλο, αυτά που σήμερα λέγονται «σχήματα γνώσεων», ακόμα και στα πρώτα στάδια της οπτικής διαδικασίας.

### 2.1.2 Gestalt ομαδοποιήσεις και χαρτογραφία

Αρκετοί χαρτογράφοι έχουν στηριχτεί στους νόμους Gestalt. Στο μεγαλύτερο μέρος, έχουν χρησιμοποιηθεί σαν νόμοι, στη δημιουργία λογικών οδηγιών για θεσμοθέτηση νόμων στο χαρτογραφικό σχέδιο. Λίγοι χαρτογράφοι έχουν αμφισβητήσει τις αρχές ή έχουν λάβει υπόψη τη σχετική τους επίδραση

στην ομαδοποίηση των στοιχείων του χάρτη, ενώ παρατηρείται μια γενικευμένη και εκτεταμένη απουσία εμπειρικών

Η **εγγύτητα** θεωρείται ότι υποβοηθά τον «εντοπισμό περιοχών» στους χάρτες. Μια ενδιαφέρουσα παράμετρος στην άποψη του Wertheimer, σε σχέση με το πρόσφατο ενδιαφέρον στους δυναμικούς και στους χάρτες προσομοίωσης είναι η πεποίθησή του, πως ο παράγων της εγγύτητας ισχύει στον ήχο όπως και στην όραση. Ήχοι κοντινοί σε χρόνο θα σχηματίσουν αντιληπτικές ομάδες. Αυτό το θέμα (χωρίς αναφορά στις αρχές Gestalt) αναφέρεται έμμεσα από τον Krygier (1994) στην ταυτότητα της ακουστικής μεταβλητής του ρυθμού σαν «η ομαδοποίηση και η κατάταξη των ήχων». Από την άλλη, μπορούμε να θεωρήσουμε την **ομοιότητα** των γραφικών μεταβλητών (χρώμα, απόχρωση, ένταση χρώματος, σχήμα, κ.λπ.), όπως επίσης και των μεταβλητών αφής και ακοής, ως ένα παράγοντα ομαδοποίησης του περιεχομένου των χαρτών.

Ο παράγοντας της **κοινής πορείας** εφαρμόζεται μόνο στους δυναμικούς χάρτες ή στους χάρτες προσομοίωσης. Σε αυτό το πλαίσιο, όμως, μπορεί να παίξει έναν ειδικό δυνατό ρόλο στο τι είδους ομάδες γίνονται αντιληπτές. Σχετικό με την κοινή πορεία σε σχέση με τους χάρτες προσομοίωσης είναι το ότι τα αντικείμενα που αλλάζουν μαζί (ακόμα και αν δεν κινούνται) βλέπονται σαν μια ομάδα. Ομοίως οι παράγοντες της **μορφολογικής σταθερότητας** και του **αντικειμενικού συνόλου**, αυτός ο παράγοντας εφαρμόζονται στους δυναμικούς χάρτες. Η επίδραση είναι ότι σε όλη την κίνηση η αντίληψη προσπαθεί να διατηρήσει μια σταθερή κατάσταση, που έχει σαν αποτέλεσμα μια μεγαλύτερη πιθανότητα να δούμε μια σταθερή ομαδοποίηση σε ένα δυναμικό χάρτη, παρά εάν παρουσιάζονται σε επιμέρους στατικούς χάρτες.

Σε ό,τι αφορά τον παράγοντα της **καλής συνέχειας**, αυτός επιτρέπει κλειστές καμπύλες σε ένα χάρτη να φαίνονται σαν χωριστές καμπύλες γραμμές, διαφοροποιημένες από τους δρόμους ή τα ποτάμια που μπορεί να τέμνουν (ισοϋψείς καμπύλες). Από την άλλη, η **κλειστότητα** έχει ξεκάθαρη εφαρμογή σε περιπτώσεις όπως τα βαθμωτά σύμβολα στους χάρτες όπου έχει φανεί ότι η επικάλυψη των κύκλων δεν εμποδίζει τους αναγνώστες να βλέπουν τα τμήματα του κύκλου σαν ολόκληρους κύκλους, ή στην αξιολόγηση του μεγέθους του κύκλου. Τέλος, σε ό,τι αφορά την **απλότητα**, ένα χαρτογραφικό παράδειγμα βρίσκεται στην τάση να μεταφράζουμε παράξενες καταστάσεις σαν εναποθέσεις απλών παρά σαν ένωση πιο πολύπλοκων σχημάτων.

## 2.2 Οπτικές μεταβλητές

Οι οπτικές μεταβλητές αναφέρονται στα διακριτά γραφικά χαρακτηριστικά των συμβόλων. Απεικονίζουν σχέσεις μεταξύ των συμβόλων, οι οποίες αφορούν ομοιότητα, διάταξη ή αναλογία. Ο όρος **οπτική μεταβλητή** έχει εισαχθεί από τον Jacques Bertin στο έργο του «Semiologie Graphique» το 1967 και αναφέρεται στα διακριτά γραφικά χαρακτηριστικά των συμβόλων. Οι κύριες οπτικές μεταβλητές οι οποίες μπορούν να γίνουν αντιληπτές από το ανθρώπινο μάτι είναι το μέγεθος, το μοτίβο, η απόχρωση, η ένταση

και ο κορεσμός του χρώματος, ο προσανατολισμός και το σχήμα. Δευτερεύουσες οπτικές μεταβλητές θεωρούνται η διάταξη, η υφή και ο προσανατολισμός μοτίβου (ό.π.). **Κυρίαρχη μεταβλητή** και αυτή που θεωρείται ότι καθοδηγεί την προσοχή του χρήστη του χάρτη είναι η **θέση**.

Ο Bertin θεωρεί ότι οι οπτικές μεταβλητές μπορούν να κρίνονται στη βάση αυτού που ονομάζει **επιλεκτικότητα** και **συσχετικότητα** και ότι αυτές οι ιδιότητες είναι διακριτές (π.χ. μια οπτική μεταβλητή είναι ή επιλεκτική ή μη επιλεκτική σε όλες τις εφαρμογές). Σύμφωνα με την αρχή της συσχετικότητας (associativity) που εισήγαγε, κάποιες γραφικές μεταβλητές έχουν μια ικανότητα να επηρεάζουν τον πρωτεύοντα ρόλο της θέσης. Η συσχετικότητα, σύμφωνα με την άποψή του, είναι η ικανότητα να ομαδοποιούνται οπτικά όλες οι μεταβολές μιας συγκεκριμένης (ανεξάρτητα της θέσης) γραφικής μεταβλητής. Με αυτήν την έννοια το **σχήμα** είναι **συσχετικό**, ενώ το μέγεθος όχι. Από την άλλη, η έννοια της επιλεκτικότητας είναι περιορισμένη στην ομαδοποίηση λόγω ομοιότητας. Η έμφαση είναι στο αν η οπτική ομαδοποίηση είναι «άμεση» για όλα τα σύμβολα μιας κατηγορίας, προσδιορισμένης από συγκεκριμένη διαφοροποίηση μιας οπτικής μεταβλητής (π.χ. όλα τα μπλε σύμβολα σε ένα χάρτη συγκρινόμενα με σύμβολα διαφόρων αποχρώσεων). Ο Bertin αναφέρει ότι η **θέση**, το **μέγεθος**, το **μοτίβο**, η **ένταση**, η **απόχρωση** και η **ένταση** του χρώματος καθώς και ο **προσανατολισμός** (των σημειακών και γραμμικών συμβόλων μόνο) είναι **επιλεκτικές** μεταβλητές.

## 3 Πολλές χαρτογραφίες ή μία;

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται αρχικά οι έννοιες της οπτικοποίησης και της γεωοπτικοποίησης, οι οποίες αποτελούν τον πυρήνα της χαρτογραφικής πρακτικής, αφού ουσιαστικά αφορούν τεχνικές οπτικής αναπαράστασης. Στη συνέχεια αναφέρονται επιγραμματικά οι όροι «συμβατική χαρτογραφία» και «ψηφιακή χαρτογραφία» που εκφράζουν την αλλαγή που συντελέστηκε στη χαρτογραφία από τα μέσα της δεκαετίας του 90 και μετά, τη μετάβαση δηλαδή από την αναλογική στην ψηφιακή χαρτογραφική παραγωγή και τους τύπους απεικονίσεων που υπάγονται σε αυτές. Τέλος, αναφέρεται η κυβερνοχαρτογραφία και οι νέες προοπτικές της χαρτογραφικής πρακτικής. Στόχος του κεφαλαίου είναι να καταδείξει ότι δεν υπάρχει κατακερματισμός της χαρτογραφίας αλλά μια αλλαγή παραδείγματος που συντελείται σταδιακά και υπό το πρίσμα της τεχνολογικής εξέλιξης, καθόλου αργά.

### 3.1 Οπτικοποίηση & Γεωοπτικοποίηση

Οι οπτικές μέθοδοι έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμες στην ανάλυση δυναμικών δεδομένων. Με τον όρο **οπτικοποίηση (visualization)**, εννοούμε την εφαρμογή τεχνικών οπτικής αναπαράστασης πληροφορίας οποιουδήποτε τύπου, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της (Κάβουρας κ.ά., 2015). Η οπτικοποίηση διευκολύνει την ανθρώπινη αντίληψη στην αποτελεσματική επεξεργασία και αφομοίωση της πληροφορίας, σε σύγκριση με την παρουσίασή της σε άλλη μορφή, π.χ. αλφαριθμητική. Έτσι λοιπόν, οι σύγχρονες μέθοδοι οπτικοποίησης αποτελούν την απάντηση στη σύγχρονη ανάγκη διαχείρισης του όλο και αυξανόμενου όγκου των διαθέσιμων δεδομένων ηλεκτρονικής μορφής, καθώς και κατανόησης των πολύπλοκων διαδικασιών και φαινομένων που τα διέπουν.

Η ανάπτυξη των τεχνικών οπτικοποίησης στον χώρο της πληροφορικής έγινε πάνω σε δύο γενικούς άξονες, την επιστημονική οπτικοποίηση (scientific visualization) και την οπτικοποίηση πληροφοριών (information visualization). Η πρώτη σχετίζεται με δεδομένα του φυσικού κόσμου όπως το ανθρώπινο σώμα, η Γη, η μοριακή δομή της ύλης κτλ., ενώ η δεύτερη αφορά αφηρημένες έννοιες χωρίς φυσική υπόσταση, όπως τα κείμενα, τα στατιστικά δεδομένα κτλ. Το κομμάτι που αφορά στην επιστημονική οπτικοποίηση είναι αυτό που αποβλέπει στην ακριβή αναπαράσταση μέρους της επιφάνειας της Γης, ενώ η οπτικοποίηση πληροφοριών αφορά στην οπτικοποίηση αφηρημένων δεδομένων χωρίς γεωγραφική υπόσταση, αλλά με γεωγραφική αναφορά (ό.π.). Η γεωοπτικοποίηση, ωστόσο, δεν εμπίπτει πλήρως σε μία ή την άλλη από τις παραπάνω κατηγορίες.

Ως **γεωοπτικοποίηση (geovisualization)** ορίζεται η εφαρμογή τεχνικών οπτικής αναπαράστασης γεωχωρικών δεδομένων ή δεδομένων με γεωγραφική αναφορά (ό.π.). Τα γεωχωρικά δεδομένα έχουν μια πολύπλοκη δομή η οποία περιλαμβάνει τη χωρική τους αναφορά (τη θέση τους στο χώρο) και τη θεματική (τα θεματικά τους χαρακτηριστικά), καθώς και ορισμένες φορές τη χρονική αναφορά (τη θέση τους στο χρόνο). Το γεγονός αυτό αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση για την οπτικοποίησή τους.

Οι επισήμως αναγνωρισμένοι στόχοι της γεωοπτικοποίησης σύμφωνα με τη Διεθνή Χαρτογραφική Ένωση (ICA, 2013) είναι η εξερεύνηση, η ανάλυση, η σύνθεση και η παρουσίαση. Όσον αφορά τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης του χρήστη με την οπτικοποίηση, περισσότερο «απαιτητικός» θεωρείται ο πρώτος στόχος, ενώ ο τέταρτος, που απευθύνεται συνήθως σ' ένα πολυπληθές κοινό, απαιτεί απλώς παθητική παρακολούθηση από πλευράς χρηστών. Ωστόσο, η κατανόηση των βασικών γνωρισμάτων της ανθρώπινης οπτικής αντίληψης και η χρήση των καταλληλότερων κατά περίπτωση οπτικών μεταβλητών αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για τον σχεδιασμό μιας γεωοπτικοποίησης, ανεξάρτητα από τον στόχο που θέτει κανείς για τη χρήση της (Κάβουρας κ.ά., 2015).

### 3.2 Συμβατική χαρτογραφία

Η χαρτογραφία είναι η τέχνη και η επιστήμη της σύνταξης και της χρήσης χαρτών, η οποία περιλαμβάνει ένα σύνολο καθορισμένων μελετών, τεχνικών και εργασιών που αφορούν απεικονίσεις, υπό κλίμακα, της επιφάνειας της Γης. Κύριο μέσο οπτικής απόδοσης γεωγραφικής πληροφορίας είναι ο χάρτης, ο οποίος μέχρι τα μέσα περίπου της δεκαετίας 90, τέλη του 20<sup>ου</sup> αιώνα αφορούσε, σχεδόν αποκλειστικά, μέσο στατικό και τυπωμένο σε χαρτί συγκεκριμένων διαστάσεων. Συγκεκριμένα, η Διεθνή Χαρτογραφική Ένωση, το 1973, όρισε τον χάρτη ως «μια αναπαράσταση, συνήθως υπό κλίμακα και σε ένα επίπεδο μέσο, μιας συλλογής απτών ή αφηρημένων στοιχείων πάνω ή σε σχέση με την επιφάνεια της Γης ή άλλου ουράνιου σώματος» (ICA, 2013). Ο ορισμός αυτός ήταν σε ισχύ ως το 1994, για δύο δεκαετίες δηλαδή. Τότε, ο ίδιος φορέας επαναπροσδιόρισε τον χάρτη, ως «μια αναπαράσταση ή αφαίρεση της γεωγραφικής πραγματικότητας – ένα εργαλείο για την παρουσίαση γεωγραφικής πληροφορίας με εποπτικό (ψηφιακό ή απτό) τρόπο» (ό.π.). Η λέξη-κλειδί σε αυτόν τον ορισμό είναι φυσικά η λέξη «ψηφιακό», η οποία και χρησιμοποιήθηκε προς επίρρωση της συντελούμενης τεχνολογικής επανάστασης και της διαφαινόμενης αλλαγής παραδείγματος στην χαρτογραφία. Η ψηφιακή εποχή άρχισε και επισήμως.

### 3.3 Ψηφιακή χαρτογραφία

Η ψηφιακή επανάσταση και η επακόλουθη εποχή της πληροφορίας, η οποία εκμεταλλεύεται αυτές τις ψηφιακές τεχνολογίες για τη μετατροπή πρωτοφανών όγκων δεδομένων σε διαθέσιμες και αξιοποιήσιμες πληροφορίες, οδήγησαν σε πολυάριθμες αλλαγές, ιδιαίτερα σημαντικές για τον τρόπο παραγωγής και χρήσης των χαρτών (Harrower, 2008). Το ψηφιακό περιβάλλον καθιστά δυνατή την άμεση προσαρμογή των χαρτών σε αλλαγές του συστήματος, γεγονός που επιτρέπει την αναπαράσταση χρονικών αλλαγών και γεωγραφικών εξελίξεων, μέσα από την ενημέρωση του χάρτη σε πραγματικό χρόνο (Roth, 2011). Με την επικράτηση των υπολογιστών σε όλες σχεδόν τις πτυχές της ακαδημαϊκής εργασίας και της ανθρώπινης ζωής, προέκυψε η ανάγκη διάκρισης της ψηφιακής χαρτογραφίας από την χιλιάδων χρόνων τέχνη και επιστήμη της «παραδοσιακής» (συμβατικής) χαρτογραφίας. Αυτή η ανάγκη τροφοδοτήθηκε από το γεγονός ότι οι ψηφιακές οθόνες προσφέρουν αξιοσημείωτα μεγαλύτερη ευελιξία και νέες ευκαιρίες για τον σχεδιασμό και τη χρήση χαρτών σε σύγκριση με τα στατικά μέσα και ότι οι ερωτήσεις που μπορούμε να θέσουμε και να απαντηθούν με τους χάρτες και τις ψηφιακές απεικονίσεις έχουν αλλάξει.



Οι ψηφιακοί χάρτες έχουν γίνει, ήδη από την αρχή του 21ου αιώνα, ο κανόνας, μάλιστα στον ορισμό της Διεθνούς Χαρτογραφικής Ένωσης του 2003, ο χάρτης ορίζεται ως «μια συμβολική αναπαράσταση της γεωγραφικής πραγματικότητας, που αναπαριστά επιλεγμένες οντότητες ή χαρακτηριστικά, που προκύπτουν από τη δημιουργική προσπάθεια εκτέλεσης επιλογών από τον δημιουργό του και έχει σχεδιαστεί για χρήση όταν οι χωρικές σχέσεις είναι πρωταρχικής σημασίας», δεν υπάρχει νύξη ή αναφορά στο μέσο του χάρτη, αφήνοντας να εννοηθεί ότι δεν υφίσταται αμφιβολία για την (αποκλειστικά) ψηφιακή μορφή του.

Το ψηφιακό περιβάλλον υποστηρίζει επιτέλους μία προσαρμοζόμενη στο περιβάλλον χαρτογραφία, επιτρέποντας χαρτογραφικές αναπαραστάσεις και διεπαφές που τροποποιούνται ανάλογα με τον σκοπό και το περιβάλλον του χρήστη και την κλίμακα χαρτογράφησης. Στο πλαίσιο αυτό, πέρα από τους χάρτες που αναπτύσσονται ψηφιακά για ατομική χρήση ή για περιορισμένο κοινό (π.χ. τους εργαζομένους ενός φορέα) και δημιουργούνται και αποθηκεύονται τοπικά σ' έναν προσωπικό ή μεταφερόμενο υπολογιστή, δημιουργούνται πλέον,

- χάρτες διατιθέμενοι σε και προσβάσιμοι από ένα ευρύ κοινό (**διαδικτυακοί χάρτες**),
- διαδικτυακοί χάρτες που δημιουργούνται και εμπλουτίζονται σταδιακά και εξελικτικά από το κοινό (**χάρτες πληθοπορισμού**, όπως το OpenStreetMap, 2004),
- χάρτες που αναπτύσσονται από μεγάλες εταιρείες διαδικτύου που επενδύουν **στη γεωχωρική τεχνολογία** (π.χ. GoogleMaps, 2005),
- **χάρτες υψηλής διάδρασης**, όπως αυτοί που παρουσιάστηκαν στο D1.2.

Η χρήση του διαδικτύου ως νέου μέσου διάδοσης των χαρτών αποτελεί μία παρόμοια επανάσταση με την έλευση της τυπογραφίας στη χαρτογραφία και ένα σημαντικό βήμα προόδου για την επιστήμη αυτή, καθώς δημιουργεί πολλές νέες προοπτικές. Τα θεωρητικά ζητήματα που προκύπτουν από τη χρήση των χαρτών στο διαδίκτυο, η αξιολόγηση και η βελτίωση των τεχνικών και των διαδικασιών που ακολουθούνται, καθώς και η χρησιμότητα των χαρτών και ο αντίκτυπός τους στα κοινωνικά δίκτυα, αποτελούν αντικείμενο μελέτης της διαδικτυακής χαρτογραφίας (*web cartography*) (Veenendaal et al., 2017).

Η εξέλιξη που επέφερε η ψηφιακή επανάσταση στη χαρτογραφία, παρουσιάστηκε εκτενώς στο D1.2, με τους διάφορους τύπους χαρτών που μπόρεσαν να δημιουργηθούν, οι οποίοι στην αναλογική εποχή ήταν πολύ δύσκολο, αν όχι αδύνατο, ν' αναπτυχθούν. Επιπλέον, στο D1.2, παρουσιάστηκαν διεξοδικά τα ζητήματα και οι άξονες της διαδραστικότητας της νέας γενιάς διαδικτυακών χαρτών που είναι το πιο σημαντικό στοιχείο του ψηφιακού χαρτογραφικού παραδείγματος. Η ενσωμάτωση της διαδραστικότητας στους χάρτες επιτρέπει την ίδια επικοινωνία μεταξύ χαρτογράφου και χρήστη, αλλά επιτρέπει επίσης ένα είδος διαλόγου μεταξύ της αναπαράστασης και του χρήστη, καθώς ο χρήστης καθίσταται ένας σημαντικός παράγοντας στη δημιουργία και την εκ νέου παρουσίαση των πληροφοριών (Edsall, 2007).

### 3.4 Κυβερνοχαρτογραφία

Ο όρος κυβερνοχαρτογραφία εμφανίστηκε για πρώτη φορά το 1997 από τον καθηγητή D.R.F. Taylor, κατά τη διάρκεια του 18<sup>ου</sup> Διεθνούς Χαρτογραφικού Συνεδρίου. Ο όρος δεν είναι απλώς μια εναλλακτική της ψηφιακής χαρτογράφησης. Αντίθετα, περιλαμβάνει πολλές βασικές έννοιες που δίνουν τη θέση τους σε μια ποικιλία οδών έρευνας και πειραματισμού:

1. **Πολυαισθητηριακές αναπαραστάσεις** που χρησιμοποιούν ήχους, μυρωδιές, υφές και γεύσεις εκτός από οπτικές ενδείξεις, όπως ακριβώς οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν με τον κόσμο και μαθαίνουν γι' αυτόν μέσω όλων των αισθήσεών τους.
2. **Πολυτροπικές διεπαφές**, κυρίως πανταχού παρούσες συσκευές και εφαρμογές για το Web 2.0.
3. **Αλληλεπίδραση** με την έννοια ότι ο χρήστης μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία περιεχομένου που εγείρει ερωτήματα αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή και ζητήματα χρηστικότητα.
4. **Διεπιστημονικότητα** στο ότι (α) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικούς τομείς και μπορεί να ασχοληθεί με διάφορα θέματα και (β) δημιουργείται από ειδικούς που προέρχονται από διαφορετικούς τομείς και κλάδους.
5. **Νέους τρόπους συνεργασιών** μεταξύ του ακαδημαϊκού κόσμου, του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα, της κυβέρνησης και της κοινωνίας.
6. **Δημιουργία πακέτων εφαρμογών και όργανα ανάπτυξης λογισμικού** ώστε να μπορεί να ενσωματωθεί σε άλλες εφαρμογές ως στοιχείο.

### 3.5 Ποια χαρτογραφία;

Η αλλαγή του παραδείγματος δεν σηματοδοτεί απαραίτητα αλλαγή των βασικών χαρτογραφικών προϊόντων ως προς τις αρχές σχεδιασμού τους, το περιεχόμενό τους, τα είδη τους. Με αλλά λόγια και στην ψηφιακή εποχή παράγονται τοπογραφικοί και θεματικοί χάρτες, απλώς τώρα διαφοροποιούνται στον τρόπο παραγωγής (πιο γρήγορα και πιο αυτοματοποιημένα), στα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιούν (περισσότερα και ψηφιακά εξ ορισμού), δεν περιορίζονται από την κλίμακα, μπορούν να αναφέρονται σε μεγαλύτερες περιοχές της Γης, μπορούν να διέπονται από διαδραστικότητα, να διαφοροποιούν την οπτικοποίηση των φαινομένων σε πραγματικό χρόνο, να επικαιροποιούνται συνεχώς, να ενσωματώνουν πληροφορία απευθείας από τους χρήστες κ.ά.

Για τη χρήση ωστόσο αυτών των χαρτών είναι αναγκαία η πρόσβαση στο διαδίκτυο. Ακόμη, ανακύπτουν ζητήματα απεικόνισης σχετικά με τις δυνατότητες των συσκευών και το μέγεθος των οθονών αυτών. Από την άλλη, τίθενται και ζητήματα πνευματικής ιδιοκτησίας και ασφάλειας, καθώς και θέματα αξιοπιστίας και τεχνικής πολυπλοκότητας. Υπάρχουν επίσης προβληματισμοί σχετικά με το κόστος των γεωχωρικών

δεδομένων, τον περιορισμένο χώρο απόδοσης στην οθόνη του υπολογιστή, την πολυπλοκότητα δημιουργίας αυτών των χαρτών, καθώς και ζητήματα ποιότητας, ακρίβειας και προστασίας προσωπικών δεδομένων (Νάκος και Κρασσανάκης, 2013).

Τέλος, να σημειωθεί ότι για την παραγωγή τέτοιων χαρτών απαιτούνται κατά κύριο λόγο γνώσεις προγραμματισμού, γεγονός που εγείρει ζητήματα για τον ρόλο των παραδοσιακών χαρτογράφων στη νέα χαρτογραφική παραγωγή, αλλά ανοίγει το δρόμο για (α) συνεργασία διαφορετικών επιστημόνων σε αυτήν την πρακτική, (β) απόκτηση νέων δεξιοτήτων από τους χαρτογράφους, (γ) επένδυση της εμπλεκόμενης ακαδημαϊκής κοινότητας στην εκμάθησή νέων τεχνολογιών και την εισαγωγή νέων μαθημάτων στα προγράμματα σπουδών, όπως άλλωστε προστάζει η Κυβερνοχαρτογραφία (βλ. 3.4, τα σημεία 4 και 5).

Έτσι, μπορεί να διατυπωθεί το ερώτημα: «**Σε ποια χαρτογραφία αναφερόμαστε στις μέρες μας;**». Η απάντηση σε ό,τι αφορά την ερευνητική ομάδα του CYBERCARTO είναι απλή(!). **Η χαρτογραφία είναι ίδια και μία.** Το ότι άλλαξε το μέσο στο οποίο γίνεται η απεικόνιση, ο τρόπος παραγωγής της απεικόνισης, η προέλευση και ο μορφότυπος των δεδομένων προς απεικόνιση, ο ρόλος του χαρτογράφου, το πλήθος, οι δεξιότητες και ο ρόλος των χρηστών δεν σημαίνει ότι η χαρτογραφία στον πυρήνα της δεν είναι η ίδια. Απλώς άλλαξαν οι δυνατότητές της και μάλιστα επεκτάθηκαν, ως προς το εύρος και το είδος των παραγόμενων απεικονίσεων από τη μία, αλλά και ως προς το εύρος του αντίκτυπου που έχουν αυτές αφού μπορούν να χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα ακόμα και από εκατομμύρια χρήστες, από την άλλη.

Όπως θα καταδειχθεί στο επόμενο κεφάλαιο, θεωρητικές και σχεδιαστικές αρχές του νέου χαρτογραφικού παραδείγματος, της κυβερνοχαρτογραφίας, βασίζονται εν πολλοίς στις παραδοσιακές αρχές της χαρτογραφίας, η οποίες προφανώς και επεκτείνονται για να μπορέσουν να συμπεριλάβουν με τρόπο γόνιμο και λειτουργικό τις νέες συνθήκες, αλλά σε καμία περίπτωση δεν τις παρακάμπτουν ή τις αποκλείουν.

## 4 Αρχές Κυβερνοχαρτογραφίας

Οι χαρτογράφοι εφαρμόζουν μια σειρά αρχών σχεδίασης όταν συντάσσουν τις απεικονίσεις τους. Πρόκειται για **αρχές και όχι για κανόνες**. Η βάση των αρχών αυτών δεν έγκειται στον περιορισμό της ελεύθερης βούλησης του χαρτογράφου, αλλά σκοπός τους είναι η παραγωγή και η διάθεση στο κοινό μιας απεικόνισης/ οπτικοποίησης που θα μεταδίδει το μήνυμά της ξεκάθαρα και θα παρέχει μια ευχάριστη εμπειρία χρήστη. Παρά το γεγονός ότι η χαρτογραφία εξελίσσεται συνεχώς λόγω και της ραγδαίας τεχνολογικής εξέλιξης, υπάρχουν κάποιες θεωρητικές και σχεδιαστικές αρχές, οι οποίες υιοθετούνται και εφαρμόζονται από τους χαρτογράφους σχεδόν από καταβολής συμβατικής (έντυπης) χαρτογραφίας και είναι σε ισχύ ακόμη στη σύγχρονη χαρτογραφία παρά τις όποιες εξελίξεις, παραλλαγές, υποπεριπτώσεις, περιπλοκότητες των οπτικοποιήσεών της.

Ως εκ τούτου, το κεφάλαιο ξεκινά με αυτό που ονομάζουμε εδώ, θεμελιώδεις χαρτογραφικές αρχές, οι οποίες αναφέρονται σε αυτές που εφαρμόζονται ανεξαρτήτως χαρτογραφικού παραδείγματος και βρίσκονται στον πυρήνα κάθε χαρτογραφικής απεικόνισης. Το κεφάλαιο συνεχίζει με εκείνες τις αρχές που εισήχθησαν και άρχισαν να εφαρμόζονται ως απόρροια της μετάβασης από την αναλογική στην ψηφιακή εποχή. Τέλος, το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με προτάσεις για το χαρτογραφικό παράδειγμα που είναι στα σπάργανα, δηλαδή για τις πολυτροπικές και πολυμεσικές οπτικοποιήσεις, για τις απεικονίσεις που ενσωματώνουν και άλλα αισθητήρια κανάλια πέρα του οπτικού (π.χ., το ακουστικό και το απτικό κανάλι), για τις εφαρμογές που χρησιμοποιούν το γεωχώρο και είτε τον επαυξάνουν (augmented-reality, AR), είτε δημιουργούν κάποιον εικονικό (virtual reality, VR). Στις περιπτώσεις αυτές μιλάμε για προτάσεις και όχι για αρχές γιατί τέτοιου είδους οπτικοποιήσεις και εφαρμογές είναι ακόμη πολύ λίγες και δεν έχουν μελετηθεί εκτενώς.

### 4.1 Θεμελιώδεις χαρτογραφικές αρχές

Διεθνώς εμφανίζονται αρχές βασικού χαρτογραφικού σχεδιασμού, οι οποίες απαντώνται στην πλειονότητα της θεωρητικής χαρτογραφικής βιβλιογραφίας. Παρακάτω γίνεται μια προσπάθεια σύνθεσης και ομαδοποίησης αυτών των αρχών, τις οποίες μπορούμε να ονομάσουμε θεμελιώδεις.

#### 4.1.1 Κατανόηση των αναγκών του χρήστη

Η κατανόηση των αναγκών του χρήστη του χάρτη αποτελεί εκ των ουκ άνευ στοιχείο της επιτυχούς χαρτογραφικής απόδοσης οποιουδήποτε σετ χωρικών δεδομένων, οπουδήποτε φαινομένου του χώρου.

Παρά το ότι στις μέρες μας οι χαρτογράφοι, ενστερνίζονται πλήρως την εν λόγω αρχή, πρέπει να ειπωθεί, ότι έως το 2<sup>ο</sup> Παγκόσμιο Πόλεμο, αλλά και τα πρώτα χρόνια μετά από αυτόν, η χαρτογραφία θεωρείτο μια επιστήμη (ως προς τη γεωμετρία του χάρτη) και τέχνη (ως προς το γραφισμό και τη σύνθεση του χάρτη), προσανατολισμένη στην αποτελεσματικότητα του γραφικού σχεδίου σε σχέση με την παραγωγή του χάρτη. Πρώτος ο Α. Η. Robinson, το 1952, εισήγαγε την έννοια της **λειτουργικότητας** του χάρτη, θέτοντας

έτσι κάποια όρια στην προσέγγιση του χαρτογραφικού σχεδίου από καθαρά και μόνον καλλιτεχνική σκοπιά. Συγκεκριμένα, κατά το Robinson, η αντιμετώπιση των χαρτών ως έργων τέχνης μπορεί να οδηγήσει σε αυθαίρετες επιλογές, που να έχουν ως αποτέλεσμα ωραίους καλλιτεχνικά χάρτες, που όμως να μην είναι χρήσιμοι. Οι εναλλακτικές λύσεις που πρότεινε ήταν, ή εφαρμογή μιας τυποποίησης ώστε να μην υπάρχει περίπτωση σύγχυσης ως προς την έννοια των συμβόλων, ή μελέτη και ανάλυση των χαρακτηριστικών της αντίληψης όπως εφαρμόζονται στους χάρτες, έτσι ώστε ο συμβολισμός και οι επιλογές του γραφικού σχεδίου να στηρίζονται σε «αντικειμενικούς» κανόνες. Με αυτόν τον τρόπο, και σε αυτό το χρονικό σημείο, μπήκε ο χρήστης του χάρτη στο κέντρο της χαρτογραφικής πρακτικής (MacEachren, 1995).

Το ζητούμενο κάθε χαρτογράφου που συντάσσει έναν χάρτη είναι το εξής: το **επιδιωκόμενο να μήνυμα μεταδίδεται με σαφήνεια στον χρήστη**. Για να υλοποιηθεί αυτό, πρέπει ο σχεδιασμός του χάρτη να ξεκινά με τον **εντοπισμό και την πλήρη κατανόηση των πραγματικών αναγκών των χρηστών**. Τα ερωτήματα που πρέπει ν' απαντηθούν είναι: τι πληροφορίες απαιτεί ο χρήστης και πώς θα χρησιμοποιήσει την οπτικοποίηση.

Το να εστιάσει κανείς στις ανάγκες του χρήστη, επιτρέπει τη δημιουργία χαρτών οι οποίοι περιλαμβάνουν μόνο εκείνα τα στοιχεία που έχουν μεγαλύτερη σημασία για τον χρήστη (απάντηση στα δύο ερωτήσεις ανωτέρω), και άρα οδηγεί στην αποφυγή συμπερίληψης περιττών πληροφοριών που προκαλούν «θόρυβο» στον χρήστη, με άλλα λόγια σύγχυση και απόσπαση της προσοχής του από την πληθώρα της πληροφορίας. Δεν είναι τυχαίο, ότι η επιτυχία ενός χάρτη κρίνεται και από το αν και σε πιο βαθμό απαντά στις προσδοκίες του χρήστη.

#### 4.1.2 Αρχές γραφικής σχεδίασης

Η παρούσα ενότητα εστιάζει σε αυτές της αρχές που μπορούν να ομαδοποιηθούν και να ονομαστούν ως αρχές της γραφικής σχεδίασης και περιλαμβάνει εκείνα τα στοιχεία σχεδίασης που βοηθούν την οπτική αντίληψη. Οι Robinson κ.ά. (1995) μιλούν για τέσσερις σημαντικές αρχές: **ευκρίνεια, οπτική αντίθεση, σχέση εικόνας-υποβάθρου και ιεραρχική οργάνωση**. Σε αυτές προστίθενται η **απλότητα** και η **οπτική ισορροπία**.

##### *Ευκρίνεια*

Η αρχή της ευκρίνειας ουσιαστικά σημαίνει ότι όλα τα στοιχεία της οπτικοποίησης πρέπει να είναι **ευανάγνωστα, κατανοητά και αναγνωρίσιμα**. Σε σχέση με την κλίμακα προβολής και τα μέσα στα οποία θα εμφανιστεί η τελική απεικόνιση, τα στοιχεία του χάρτη πρέπει να γίνονται αντιληπτά από το χρήστη, η διαφοροποίηση των γραφικών στοιχείων μεταξύ τους (π.χ. τα σχήματα των σημειακών συμβόλων, τα πάχη των γραμμικών συμβόλων, οι εντάσεις του χρώματος, κ.λπ.) να επιτυγχάνεται χωρίς εμπόδια, γρήγορα, εύκολα και ορθά. Γενικά, τα σύμβολα πρέπει να είναι αρκετά απλά ώστε να αναγνωρίζονται και να προσφέρουν καλή αντίθεση στο φόντο. Τα στοιχεία ονοματολογίας και γενικά τα στοιχεία κειμένου

καθίστανται ευανάγνωστα με καλή επιλογή γραμματοσειράς, καλή χρωματική αντίθεση στο φόντο, κατάλληλο μέγεθος γραμματοσειράς, απόσταση χαρακτήρων και χρήση «μασκών». Όπως κάθε άλλο χαρακτηριστικό, το κείμενο μπορεί επίσης να γίνει πιο αναγνωρίσιμο επιλέγοντας ένα αντιπροσωπευτικό χρώμα, για παράδειγμα, το γαλάζιο κείμενο αναγνωρίζεται αμέσως ότι σχετίζεται με το νερό. Η εγγύτητα των οπτικών στοιχείων μεταξύ τους είναι επίσης σημαντική για τη συνολική αναγνωσιμότητα. Διαφορετικά σύμβολα που επικαλύπτονται θα πρέπει να αποφεύγονται ώστε οι πληροφορίες να είναι σαφείς στον χρήστη.

### Οπτική Αντίθεση

Ο παράγοντας της οπτικής αντίθεσης αφορά στον τρόπο κατά τον οποίο ένα σύμβολο δημιουργεί αντίθεση προς το φόντο και τα παρακείμενα σύμβολα και καθορίζει την ορατότητά του (Robinson κ.ά., 1995). Θεωρείται σημαντικός παράγοντας στην επίτευξη καλού οπτικού αποτελέσματος.

Είναι γνωστό ότι δεν μπορούμε να δούμε καλά σ' ένα σκοτεινό περιβάλλον γιατί υπάρχει μικρή οπτική αντίθεση μεταξύ των χαρακτηριστικών και δεν μπορούμε εύκολα να διακρίνουμε μεταξύ αντικείμενων ή γενικά από τον περιβάλλοντα χώρο. Αν ο χώρος γίνει πιο φωτεινός, μπορούμε να δούμε την αντίθεση χαρακτηριστικών των αντικείμενων μεταξύ τους ή και από τον χώρο που τα περιβάλλει

Ένας καλά σχεδιασμένος χάρτης με υψηλό βαθμό οπτικής αντίθεσης μπορεί να οδηγήσει σε έναν ευκρινή, και καθαρό χάρτη. Όσο μεγαλύτερη είναι η αντίθεση μεταξύ των χαρακτηριστικών, τόσο περισσότερο κάτι θα ξεχωρίζει, συνήθως το χαρακτηριστικό που είναι πιο σκούρο ή φωτεινότερο. Αντίθετα, ένας χάρτης που έχει χαμηλή οπτική αντίθεση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσδώσει μια πιο «ήσυχη» εντύπωση. Σε αυτήν την περίπτωση, τα αντικείμενα ή τα χαρακτηριστικά που έχουν λιγότερη αντίθεση θα φαίνεται να ανήκουν μαζί (Buckley, 2011).

### Σχέση Εικόνας – Υποβάθρου

Ο παράγοντας αυτός αναφέρεται στον αυθόρμητο διαχωρισμό του πρώτου πλάνου (αυτά που βρίσκονται στο προσκήνιο) από ένα «άμορφο» φόντο (ό,τι βρίσκεται στο παρασκήνιο). Οι χαρτογράφοι χρησιμοποιούν αυτήν την αρχή σχεδίασης για να βοηθήσουν τους αναγνώστες χαρτών τους να εντοπίσουν την περιοχή του χάρτη στην οποία θα εστιάσουν.

Οι πιο πολλοί χαρτογράφοι που εξέτασαν το θέμα διαχωρισμού του πρώτου πλάνου-φόντου στους χάρτες κατέληξαν στην ψυχολογία των Gestalt, ως οδηγό. Αυτό είναι ένα καλό σημείο εκκίνησης, γιατί η ψυχολογία των Gestalt μπορεί να συνεισφέρει πολλά στο θέμα αυτό. Από μόνη της όμως, δεν απαντά σε όλες τις ερωτήσεις των χαρτογράφων.

Η αρχική προσέγγιση των ψυχολόγων του Gestalt στο πρώτο πλάνο-φόντο ξεκίνησε από τις αρχές της αντιληπτικής ομαδοποίησης επειδή, το να δεις μια εικόνα, πρέπει να υπάρχει μια αντιληπτική μονάδα και

η ομαδοποίηση παράγει αντιληπτικές μονάδες. Εκτείνοντας τις θεμελιακές αρχές της ομαδοποίησης, έχει προκύψει ένα σύνολο σχετικών αρχών που αναφέρεται στην οπτική δύναμη των αντιληπτικών ομάδων σαν πρώτων πλάνων που ξεχωρίζουν από το φόντο. Κάποιες είχαν προταθεί κατ' ευθείαν από τους ψυχολόγους Gestalt και άλλες προέκυψαν, πιο πρόσφατα, από ερευνητές που ακολούθησαν την ίδια λογική (MacEachren, 1995). Οι παράγοντες που φαίνεται να είναι οι πιο σχετικοί για τη δημιουργία συμβόλων και περιοχών σαν πρώτων πλάνων στους χάρτες είναι: διαφοροποίηση, κλειστές μορφές, εξοικείωση, διαφορά φωτεινότητας, καλό περίγραμμα, λεπτομέρεια, μέγεθος (Robinson et al., 1995).

### Ιεραρχική Οργάνωση

Ένας από τους κύριους στόχους στη δημιουργία χαρτών είναι ο «διαχωρισμός σημαντικών χαρακτηριστικών και η απεικόνιση ομοιοτήτων, διαφορών και αλληλεπιδράσεων» (Robinson et al, 1995). Η εσωτερική γραφική δομή του χάρτη (και η διάταξη της σελίδας) είναι θεμελιώδης ώστε ο χρήστης να μπορεί να διαβάσει τον χάρτη. Η ιεραρχική οργάνωση του χάρτη αφορά τον οπτικό διαχωρισμό του χάρτη σε **οπτικά επίπεδα πληροφορίας**. Μέσω της οργάνωσης αυτής, ορισμένα αντικείμενα δύνανται να θεωρούνται πιο σημαντικά από άλλα, όπως και αντικείμενα να φαίνονται πιο σημαντικά από άλλα της ίδιας κατηγορίας. Ορισμένα στοιχεία (π.χ. ο χάρτης εξ ολοκλήρου) θα φαίνονται πιο σημαντικά από άλλα (π.χ. ο τίτλος ή το υπόμνημα). Αυτή η οπτική διαστρωμάτωση πληροφοριών εντός του χάρτη και στη διάταξη της σελίδας βοηθά τους αναγνώστες να εστιάσουν σε ό,τι είναι σημαντικό και τους επιτρέπει να αναγνωρίζουν μοτίβα (Buckley, 2011).

### Απλότητα

Μια καλή οπτικοποίηση στοχεύει στην απεικόνιση των πληροφοριών με κατάλληλο τρόπο, προκειμένου να μετατραπεί η πληροφορία σε γνώση. Η συμπερίληψη περιττών πληροφοριών καθιστά αυτή τη διαδικασία λιγότερο αποτελεσματική και πρέπει πάντα να αξιολογείται η αξία αυτών των πληροφοριών για τον χρήστη. Η απλότητα στην σχεδίαση πρέπει να είναι βασικός στόχος και να αποφεύγεται η περιττή πολυπλοκότητα. Πολύ συχνά η απόφαση να μείνουν πράγματα εκτός οπτικοποίησης μπορεί να έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο στη συνολική σχεδίαση από αυτό που τελικά οπτικοποιείται. Ελλοχεύει ο κίνδυνος οπτικοποίησης υπερβολικής πληροφορίας μια που αυτή, ειδικά στην εποχή μας είναι διαθέσιμη, κάτι που κινδυνεύει να μπερδέψει τον χρήστη ή να αποσπάσει την προσοχή του μακριά από το κύριο μήνυμα.

### Ισορροπία

Ισορροπία στο γραφικό σχέδιο είναι η τοποθέτηση των οπτικών συστατικών με τέτοιο τρόπο, ώστε η σχέση τους να μοιάζει λογική (Robinson et al, 1995). Η ισορροπία περιλαμβάνει την οργάνωση του χάρτη και άλλων στοιχείων στη σελίδα. Μια καλά ισορροπημένη σελίδα χάρτη οδηγεί σε μια εντύπωση ισορροπίας και αρμονίας. Η ισορροπία προκύπτει από δύο πρωταρχικούς παράγοντες, το οπτικό βάρος (visual weight) και την οπτική κατεύθυνση (visual direction). Εάν φανταστεί κανείς ότι το κέντρο της

σελίδας του χάρτη σας ισορροπεί σε ένα υπομόχλιο, οι παράγοντες που θα «γείρουν» τον χάρτη σε μια συγκεκριμένη κατεύθυνση περιλαμβάνουν τη σχετική τοποθεσία, το σχήμα, το μέγεθος και το θέμα των στοιχείων στη σελίδα (Buckley, 2011).

#### 4.1.3 Συνέπεια και συνοχή

Η συνέπεια παρέχει μια οπτικοποίηση με ισορροπία. Επιτρέπει τα χαρακτηριστικά να γίνονται αντιληπτά ως οργανωμένα σε ομάδες και τους επιτρέπει να ανήκουν σε αυτές μέσω μιας κοινής ταυτότητας.

Η συνέπεια στο συμβολισμό και σε όλα τα γραφικά στοιχεία του χάρτη επιτρέπει στο χρήστη να διατηρεί μια αίσθηση ασφάλειας και οικειότητας. Εάν το ίδιο σύμβολο χρησιμοποιείται επανειλημμένα για να απεικονίσει το ίδιο χαρακτηριστικό, τότε μόλις ο χρήστης καταλάβει τι αντιπροσωπεύει αυτό το σύμβολο, μπορεί να το αναγνωρίσει αμέσως μετά. Η **εξοικείωση γεννά αυτοπεποίθηση**. Αντίθετα, η ασυνέπεια μπορεί να οδηγήσει σε σύγχυση και κακή επικοινωνία ενός προβλεπόμενου μηνύματος οπτικοποίησης.

### 4.2 Χαρτογραφικές αρχές απόρροια του ψηφιακού παραδείγματος

Εκτός από τα παραδοσιακά χαρτογραφικά ζητήματα, η διαδικτυακή χαρτογραφία εστιάζει και σε θέματα που αφορούν στη διαδραστικότητα, τη χρηστικότητα και τα πολυμέσα (Neumann, 2007). Στις παραγράφους που ακολουθούν εστιάζουμε στις αρχές διαδραστικότητας (4.2.1), την ευχρηστία (4.2.2), την προσβασιμότητα και την συμπερίληψη (4.2.3), το μέσο της οπτικής απόδοσης (4.2.4) και φυσικά τα χαρακτηριστικά των χρηστών (4.2.5) μια που ο σχεδιασμός πρέπει να λαμβάνει υπόψη του του των τελικό χρήστη.

#### 4.2.1 Χαρτογραφική Αλληλεπίδραση

Ο Dykes (2005) υποστηρίζει ότι το μεγαλύτερο αντίκτυπο στη σύλληψη, τον σχεδιασμό και τη χρήση των χαρτών έχει η ανάπτυξη της ψηφιακής χαρτογραφικής αλληλεπίδρασης. Ως **χαρτογραφική αλληλεπίδραση** ορίζεται ο διάλογος μεταξύ ενός ανθρώπου και ενός χάρτη μέσω μιας υπολογιστικής συσκευής (Roth, 2011). Η διαδικασία της αλληλεπίδρασης μεταξύ χρήστη και χάρτη αποτελεί μία ειδική περίπτωση του γενικότερου αντικειμένου που αναφέρεται ως Αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή (Human Computer Interaction - HCI).

Σήμερα, χάρη στα διαθέσιμα μέσα και εργαλεία, το ψηφιακό περιβάλλον υποστηρίζει μία προσαρμοζόμενη στο περιβάλλον χαρτογραφία, επιτρέποντας χαρτογραφικές αναπαραστάσεις και διεπαφές που τροποποιούνται ανάλογα με τον σκοπό και το περιβάλλον του χρήστη και την κλίμακα χαρτογράφησης. Ο χρήστης καθίσταται ένας σημαντικός παράγοντας στη δημιουργία και την εκ νέου παρουσίαση των πληροφοριών. Αν και δεν μπορεί να αλλάξει την ίδια την πραγματικότητα, μέσω της αλληλεπίδρασης μπορεί να επιλέξει τις πληροφορίες που απεικονίζονται και να μεταβάλλει την κλίμακα, το επίπεδο λεπτομέρειας, τον τύπο του χάρτη, την ταξινόμηση των δεδομένων, τη χρωματική παλέτα κ.ά.. Οι τύποι αλληλεπιδράσεων που προσφέρονται μέσω ενός διαδραστικού χάρτη περιορίζονται μόνο από



τους στόχους του χρήστη, το σύνολο των δεξιοτήτων του προγραμματιστή και τα όρια που θέτουν οι δυνατότητες των μηχανημάτων για είσοδο, επεξεργασία και απεικόνιση δεδομένων.

Η χαρτογραφική αλληλεπίδραση έχει μεγάλη σημασία για τη διερευνητική γεωοπτικοποίηση, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι η πλειοψηφία των χαρτών πρέπει να είναι διαδραστικοί. Είναι απαραίτητο να εξεταστούν οι περιπτώσεις στις οποίες η χαρτογραφική αλληλεπίδραση συμβάλλει θετικά και συνεπώς θα πρέπει να παρέχεται. Ενώ η αύξηση του επιπέδου αλληλεπίδρασης πιθανότατα βελτιώνει τη χρηστικότητα μιας εφαρμογής, υπάρχουν όλο και περισσότερες ενδείξεις ότι η αλληλεπίδραση μπορεί να αποτελέσει ανασταλτικό παράγοντα στην ολοκλήρωση ορισμένων εργασιών

Βασικός τρόπος βελτίωσης της χαρτογραφικής αλληλεπίδρασης είναι η **μείωση της πολυπλοκότητας της διεπαφής**, αποτρέποντας έτσι την εφαρμογή μη βέλτιστων στρατηγικών αλληλεπίδρασης. Ωστόσο, παρά τον περιορισμό της αλληλεπίδρασης, οι στρατηγικές που ακολουθούνται από τους χρήστες διαφοροποιούνται ακόμα σε μεγάλο βαθμό (Davies, 1998, Keehner et al., 2008), γεγονός που πιθανώς οφείλεται σε προσωπικά χαρακτηριστικά των χρηστών (Slocum et al., 2001). Συνεπώς, είναι σημαντικό να εξεταστούν οι **τύποι χρηστών** στους οποίους παρέχεται η δυνατότητα αλληλεπίδρασης, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο οι διαφορές μεταξύ των χρηστών επηρεάζουν τις στρατηγικές αλληλεπίδρασης και τον σχεδιασμό της διεπαφής.

Η δυνατότητα ψηφιακής αλληλεπίδρασης απαιτεί να επανεξεταστεί ο αναγνώστης ως χρήστης του χάρτη και να αντιμετωπιστούν οι αντιληπτικοί, γνωστικοί, πολιτιστικοί και πρακτικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εμπειρία του χρήστη με διαδραστικούς χάρτες και οπτικοποιήσεις (βλ. 4.2.5).

Εκτενής αναφορά στα θεμελιώδη αρχέτυπα που περιλαμβάνει η διαδικασία της χαρτογραφικής αλληλεπίδρασης, με βάση τους στόχους, τις λειτουργίες και τους τελεστές αλληλεπίδρασης πραγματοποιήθηκε στο D1.2.

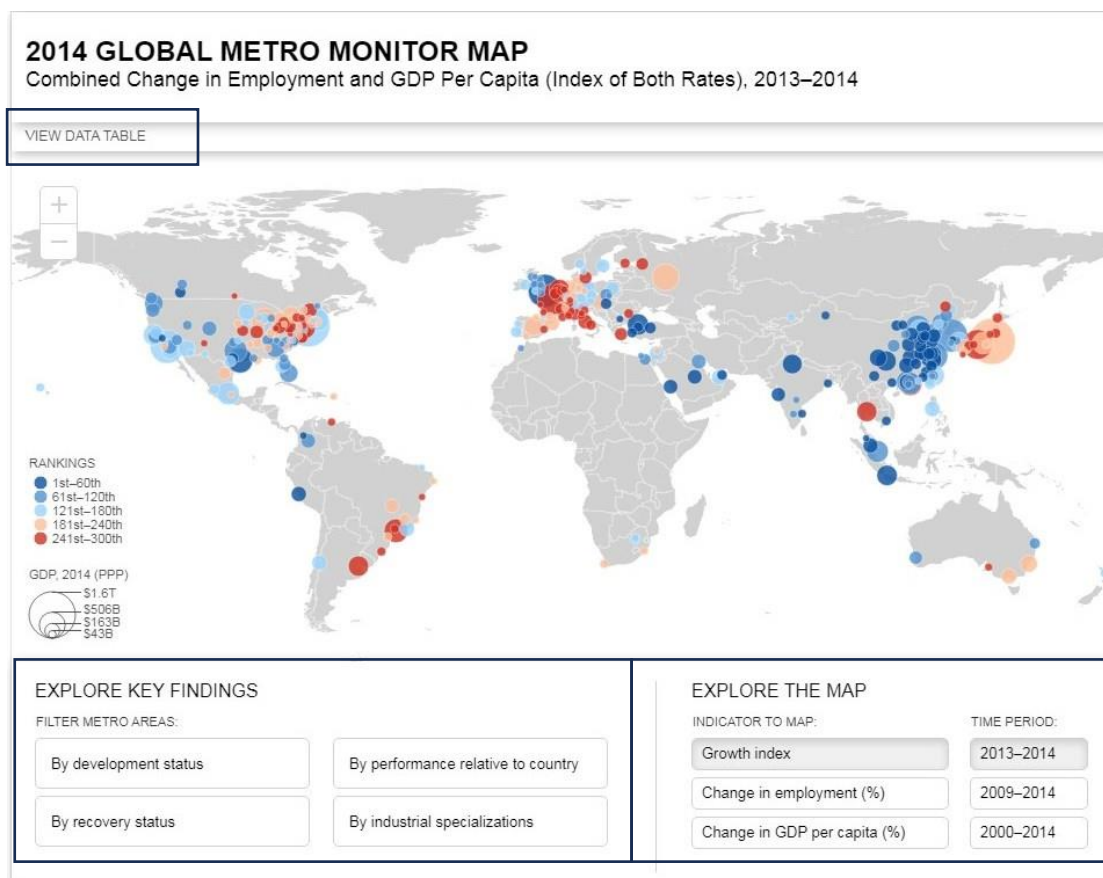
Για τους σκοπούς του παρόντος κειμένου/ παραδοτέου δίνεται έμφαση στον παράγοντα χρήστη όπως ειπώθηκε προηγουμένως. Επειδή ένα διαδραστικός χάρτης είναι πρωτίστως ένα τεχνολογικό προϊόν, το οποίο διέπεται από **ανθρωποκεντρικό σχεδιασμό**, υιοθετώντας την άποψη μιας προεξέχουσας προσωπικότητάς στον χώρο αυτό (Norman, 1998), εισάγουμε στο σημείο αυτό έξι βασικές αρχές σχεδιασμού μια διαδραστικής χαρτογραφικής εφαρμογής.

### Ορατότητα

Ορατότητα εννοείται η βασική αρχή ότι όσο πιο ορατό είναι ένα στοιχείο, τόσο πιο πιθανό είναι οι χρήστες να το εντοπίσουν και να το χρησιμοποιούν. Ομοίως ισχύει και το αντίθετο: όταν κάτι δεν φαίνεται, είναι δύσκολο να εντοπισθεί και να χρησιμοποιηθεί.

Η εφαρμογή αυτής της αρχής έγκειται στην ιεράρχηση των στοιχείων διεπαφής, ποια είναι τα πιο σημαντικά για την εμπειρία του χρήστη, την εξαγωγή πληροφορίας από τον χάρτη ώστε να δοθεί προτεραιότητα στην ορατότητά τους μια που δεν μπορούν να είναι τα πάντα ορατά.

Η εικόνα 4.1 απεικονίζει τον χάρτη που βρίσκεται αρχική σελίδα της πλατφόρμας Global Metro Monitor<sup>1</sup> του Ινστιτούτου Brookings, στην οποία χαρτογραφείται η οικονομική επίδοση 300 αστικών περιοχών παγκοσμίως και εξετάζεται η έκταση της οικονομικής καθόδου και της μετέπειτα ανάκαμψης κάθε μίας. Στην εικόνα έχουν εντοπισθεί, τα ορατά στοιχεία της διεπαφής που οδηγούν τις ενέργειες του χρήστη (αλληλεπίδραση).



Εικόνα 4.1 Η πλατφόρμα *Global Metro Monitor*, όπου φαίνονται τα στοιχεία εκείνα της διεπαφής που επιτρέπουν τη διάδραση και είναι επαρκώς ορατά

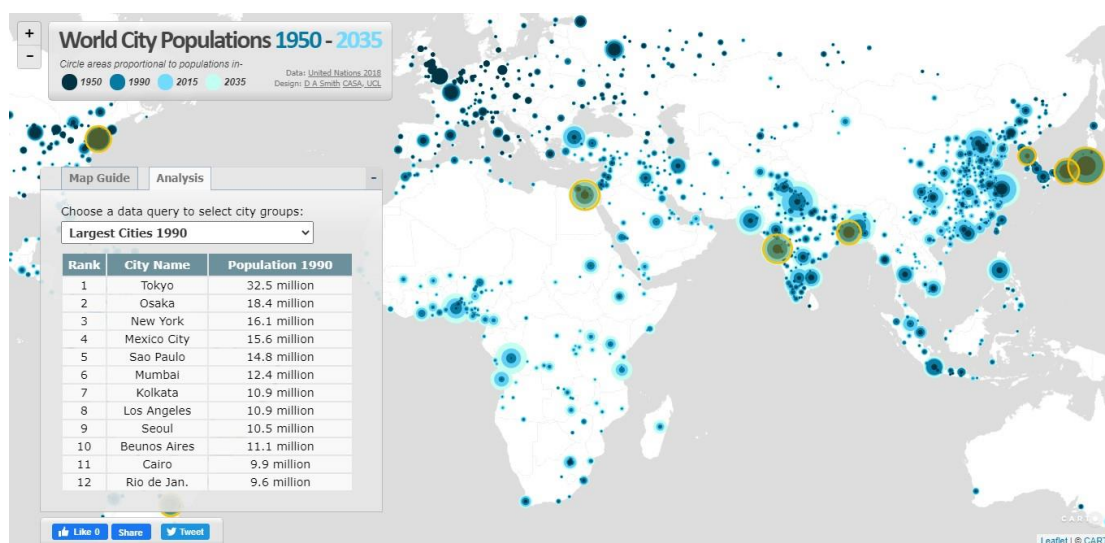
### Ανατροφοδότηση/ Ανάδραση

Ανατροφοδότηση ή ανάδραση (feedback) καλείται η αρχή του να γίνεται σαφές στον χρήστη ποια ενέργεια έχει γίνει και τι έχει επιτευχθεί. Υπάρχουν πολλές μορφές ανάδρασης στο σχεδιασμό αλληλεπίδρασης,

<sup>1</sup> <https://www.brookings.edu/articles/global-metro-monitor/>

συμπεριλαμβανομένων των οπτικών, απτικών, ακουστικών και άλλων. Ο σχεδιασμός της διεπαφής με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μην αφήνετε ποτέ τον χρήστη να μαντεύει για τη δράση που έχει κάνει και τις συνέπειες που θα έχει. Κατά κανόνα, η ανάδραση πρέπει να είναι άμεση και ενημερωτική, άμεση γιατί πρέπει ο χρήστης να ενημερωθεί αμέσως για το αποτέλεσμα της διάδρασης και ενημερωτική, επειδή ο χρήστης χρειάζεται να ξέρει ξεκάθαρα ποιο ήταν το αποτέλεσμα, ανάλογα με την ενέργεια ένας ήχος ή μια φωτεινή ένδειξη μπορεί να αρκεί, αλλά πιο περίπλοκες ενέργειες απαιτούν περισσότερες πληροφορίες στην ανατροφοδότηση. Στους διαδραστικούς χάρτες, η ανάδραση δεν είναι πάντα άμεση γιατί ανάλογα με την διάδραση το αποτέλεσμα μπορεί να αργήσει να δοθεί στον χρήστη, θεωρητικά όμως θα είναι πάντα ενημερωτική αφού το αποτέλεσμα της διάδρασης θα είναι τις περισσότερες φορές μια νέα οπτικοποίηση, ακόμα και μια αλλαγή κλίμακας αν δεν αλλάζει η οπτικοποίησης εξ ολοκλήρου.

Στην εφαρμογή του Duncan A. Smith, *World city populations 1950–2035*<sup>2</sup> χαρτογραφείται μια χρονοσειρά πληθυσμιακών δεδομένων διαφόρων πόλεων παγκοσμίως, με τη βοήθεια αλληλεπικαλυπτόμενων αναλογικών συμβόλων, τα οποία αναπαριστούν διαφορετικά σημεία στον χρόνο. Ο ιστότοπος περιλαμβάνει ερωτήματα σχετικά με τα στατιστικά των πόλεων, όπως για παράδειγμα την επιλογή των πόλεων με τον μεγαλύτερο πληθυσμό, κατά το έτος 1990. Με τη διατύπωση ενός από τα διαθέσιμα ερωτήματα, οι αντίστοιχες πόλεις επισημαίνονται στον χάρτη μέσα σε κίτρινους κύκλους. Ταυτόχρονα δίνονται τα αντίστοιχα στοιχεία για τις 12 πρώτες από αυτές σε έναν συνοπτικό πίνακα (Εικόνα 4.2).



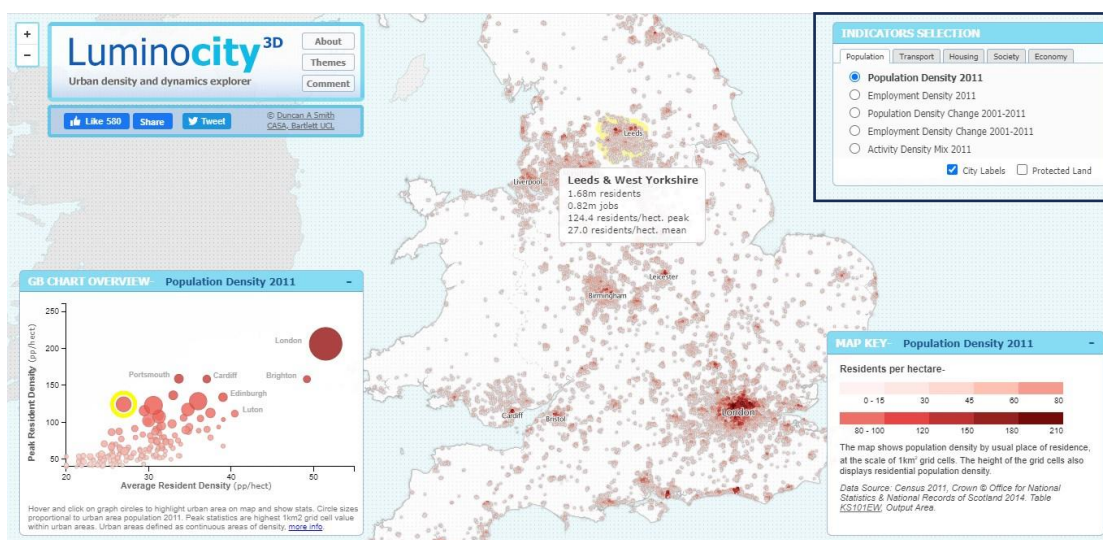
Εικόνα 4.2 Παράδειγμα στατιστικού ερωτήματος και απάντηση αυτού (feedback) της πλατφόρμας, όπου επισημαίνονται οι πληθυσμιακά μεγαλύτερες πόλεις παγκοσμίως το έτος 1990, με εξωτερικό κυκλικό περίβλημα κίτρινης απόχρωσης και με παράλληλη εμφάνιση του πίνακα με φθίνουσα σειρά.

### Περιορισμοί

<sup>2</sup> <https://luminocity3d.org/WorldCity/#3/12.04/10.02>

Οι περιορισμοί (constraints) αφορούν τον περιορισμό του εύρους των δυνατοτήτων αλληλεπίδρασης για τον χρήστη ώστε να απλοποιήσει τη διεπαφή και να καθοδηγήσει τον χρήστη στην κατάλληλη επόμενη ενέργεια. Αυτή είναι μια περίπτωση όπου οι περιορισμοί ξεκαθαρίζουν, καθώς καθιστούν σαφές τι μπορεί να γίνει. Οι απεριόριστες δυνατότητες συχνά αφήνουν τον χρήστη σε σύγχυση. Όπως ορίζει ο Don Norman (1998), «οι περιορισμοί είναι ισχυρές ενδείξεις, που περιορίζουν το σύνολο των πιθανών ενεργειών, προκειμένου να επιτρέπουν στους ανθρώπους να καθορίσουν εύκολα τη σωστή πορεία δράσης, ακόμη και σε μια νέα κατάσταση».

Η εικόνα 4.3 δείχνει την πλατφόρμα χαρτογράφησης *Luminocity 3D – Urban density and dynamics explorer*<sup>3</sup>, η οποία περιλαμβάνει ανοιχτά δεδομένα με κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό ενδιαφέρον, για πόλεις της Μεγάλης Βρετανίας (Smith, 2014). Η πλατφόρμα σχεδιάστηκε για τη διερεύνηση της απόδοσης και της δυναμικής των βρετανικών πόλεων, μέσα από ένα μεγάλο εύρος δεικτών αξιολόγησης. Ο χρήστης επιλέγει τους δείκτες από το μενού Επιλογή Δεικτών που βρίσκεται στο πάνω δεξιά μέρος της οθόνης. Αυτό το μενού λειτουργεί περιοριστικά αφού υποδεικνύει στον χρήστη τις επιλογές που του διατίθενται από την εφαρμογή.



Εικόνα 4.3 Απεικόνιση της πυκνότητας του πληθυσμού για την πόλη Leeds το 2011 και στατιστικό διάγραμμα σύγκρισης με τις υπόλοιπες βρετανικές πόλεις.

### Αντιστοίχιση

Η αντιστοίχιση (mapping) έχει να κάνει με τη σαφή σχέση μεταξύ των ελέγχων και της επίδρασης που έχουν στον κόσμο. Στόχος είναι αυτή η αντιστοίχιση να είναι όσο το δυνατόν πιο φυσική.

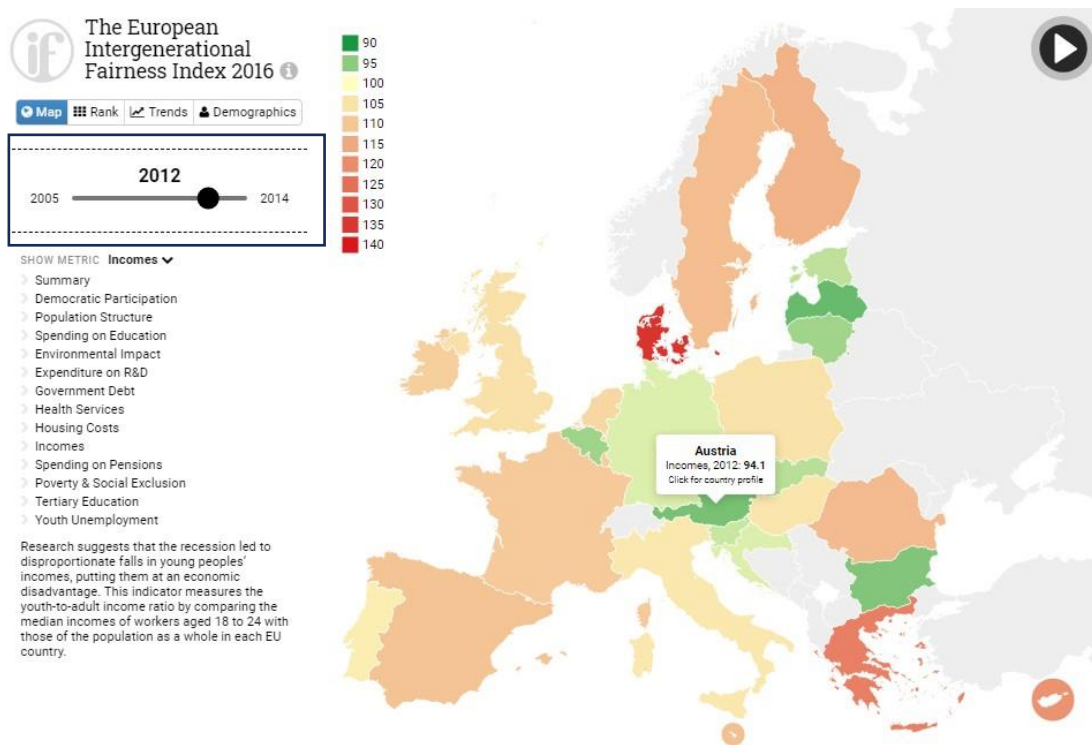
<sup>3</sup> [https://luminocity3d.org/Population.html#population\\_density\\_2011/7/52.600/-2.500](https://luminocity3d.org/Population.html#population_density_2011/7/52.600/-2.500)

Συνήθη αντιστοίχιση που χρησιμοποιούν οι διαδραστικοί χάρτες αποτελούν τα κουμπιά + και – για την διαφοροποίηση του επιπέδου της εστίασης στο χάρτη και συνεπακόλουθα την αλλαγή της κλίμακας του. Το + αντιστοιχεί στη λειτουργία zoom in, ενώ αντιθέτως, το – στη λειτουργία zoom out. Θεωρείται ότι η εν λόγω αντιστοίχιση είναι κατανοητή από και γνωστή σε όλους (ή σχεδόν όλους) τους χρήστες του χάρτη και δεν αφήνει περιθώρια για παρερμηνεία ή παρεξήγηση.

Άλλη επιτυχημένη αντιστοίχιση στους διαδραστικούς χάρτες είναι η χρήση της μπάρας χρονικής αλληλουχίας ή χρονικής σειράς (timeline bar) ή το ρυθμιστικό χρόνου (time slider) που χρησιμοποιούνται από χάρτες χρονικά μεταβαλλόμενων δεδομένων ή δυναμικούς χάρτες. Οι λειτουργίες αυτές χρησιμοποιούν την μεταφορά της «κίνησης μπροστά» (moving forward) για να δηλώσουν την μετάβαση από παρελθοντικό χρόνο στο παρόν ή ακόμη και το μέλλον. Η μεταφορά αυτή λειτουργεί πάντα με μετατόπιση των ρυθμιστών αυτών από αριστερά προς τα δεξιά

Η διαδραστική πλατφόρμα European Intergenerational Fairness Index<sup>4</sup> οπτικοποιεί τον Ευρωπαϊκό Δείκτη Διαγενεακή Δικαιοσύνης (European Intergenerational Fairness Index), ο οποίος δημιουργήθηκε από το Διαγενεακό Ίδρυμα (Intergenerational Foundation) για να εστιάσει αυτά τα θέματα κατά την πάροδο του χρόνου. Ο δείκτης επιχειρεί να καταγράψει πόσο άλλαξε η θέση των νέων στην Ευρώπη τη δεκαετία 2005 έως 2014, μέσα από την ανάλυση της μεταβολής 13 κοινωνικών και οικονομικών δεικτών: κόστος στέγασης, κυβερνητικό χρέος, δαπάνες για συντάξεις, δαπάνες για εκπαίδευση, υπηρεσίες υγείας, ανεργία νέων, συμμετοχή των νέων στα κοινά, εισόδημα, περιβαλλοντικές επιπτώσεις, δομή πληθυσμού, τριτοβάθμια εκπαίδευση, δαπάνες για έρευνα και ανάπτυξη, φτώχεια και κοινωνικός αποκλεισμός. Η πλατφόρμα επιτρέπει τη σύγκριση ανάμεσα στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για ένα διάστημα δέκα ετών. Η πλατφόρμα είναι σχεδιασμένη, ώστε να παρέχεται στον χρήστη η δυνατότητα να εξετάσει τα δεδομένα μόνος του. Η ύπαρξη timeline bar στον χάρτη (Εικόνα 4.4), αξιοποιεί την αντιστοίχιση (σημαιολογική πραγματολογική) της «κίνησης προς τα εμπρός» για να δείξει τις αλλαγές στις τιμές του δείκτη για τα έτη από το 2005 (αριστερά στην μπάρα) ως το 2014 (δεξιά στην μπάρα).

<sup>4</sup> <https://index2016.if.org.uk/>



Εικόνα 4.4 Στην εικόνα, ο χάρτης εμφανίζει τον δείκτη των εισοδημάτων των νέων για το έτος 2012.

### Συνοχή/ συνέπεια

Η συνοχή/ συνέπεια (consistency) αναφέρεται στην ύπαρξη παρόμοιων λειτουργιών και παρόμοιων στοιχείων για την επίτευξη παρόμοιων εργασιών. Η συνέπεια διασφαλίζει ότι το διαδραστικό περιβάλλον φαίνεται συνεκτικό και λειτουργεί αρμονικά σε όλα τα διαφορετικά στοιχεία του. Οι ίδιες λειτουργίες, στυλ, σύμβολα, γραφικά κ.λπ., οι οποίες οδηγούν σε ίδια αποτελέσματα ή προορίζονται για την επίτευξη των ίδιων εργασιών σε όλες τις σελίδες/ τμήματα της διεπαφής βοηθούν στη χρηστικότητα και την εκμάθηση αυτής.

### Προσφερόμενη δυνατότητα/ επιδοχή

Η αρχή της προσφερόμενης δυνατότητας ή επιδοχής (affordance) αναφέρεται σε ένα χαρακτηριστικό ενός αντικειμένου που επιτρέπει στους ανθρώπους να γνωρίζουν πώς να το χρησιμοποιούν. Ουσιαστικά, η αρχή αυτή σημαίνει το να δίνεις μια ιδέα (hint) στον χρήστη για το τι προσφέρει το πάτημα ενός κουμπιού/ ελέγχου. Αντικείμενα στην διεπαφή που έχουν πολύ ισχυρές επιδοχές (affordances) σημαίνει ότι είναι πολύ σαφής η χρήση τους, όπως συμβαίνει και με τα κουμπιά +/- για την αλλαγή εστίασης σ'έναν χάρτη/ μια οπτικοποίηση, αν και πολύ σχεδιαστές/ συντάκτες της διεπαφής συνηθίζουν να προσθέτουν και λεκτική ένδειξη όταν κάποιος κάνει hover πάνω σε αυτά τα κουμπιά με τη χρήση του «zoom in» και «zoom out», ορίζοντας έτσι την προσφερόμενη δυνατότητα των ελέγχων αυτών.

Η ιστοσελίδα χαρτογράφησης *The Carbon Map*<sup>5</sup> των Duncan Clark και Robin Houston (2012) αποτελεί ένα παράδειγμα της δημοσιογραφίας δεδομένων (*data journalism*), όπου η ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιείται για να προσφέρει στους αναγνώστες μια βαθύτερη κατανόηση πολύπλοκων επίκαιρων θεμάτων. Η πλατφόρμα καλύπτει μία από τις πιο επείγουσες ερευνητικές προκλήσεις: τις ανθρωπογενείς εκπομπές άνθρακα και την κλιματική αλλαγή (Εικόνα 4.5). Με τη χρήση διανυσματικών λειτουργιών κινούμενων σχεδίων, επιτυγχάνεται η κινούμενη μετάβαση ανάμεσα σε ενδεικτικούς χάρτες, συνοδευόμενη από φωνητική ξενάγηση που εξηγεί διαδοχικά τα διαθέσιμα επίπεδα του χάρτη και τις παρεχόμενες δυνατότητες. Η αφηγηματική προσέγγιση τονίζει τις έντονες αντιθέσεις ανάμεσα στις διαφορετικές προοπτικές των δεδομένων με αποτελεσματικό και προσιτό τρόπο.



Εικόνα 4.5 Διαδικτυακή πλατφόρμα χαρτογράφησης *The Carbon Map*.

Για να καταλάβει ο χρήστης ότι η πλατφόρμα περιέχει κάποιο είδος αφήγησης/ κινούμενης εικόνας/ και ότι επιτρέπει τη μετάβαση από χάρτη σε χάρτη, η κεντρική σελίδα έχει το στο κέντρο της το γνωστό εικονίδιο play που γνωρίζει ο χρήστης από την εμπειρία με ηλεκτρονικές συσκευές και άλλες δημοφιλείς διαδικτυακές εφαρμογές όπως το YouTube για παράδειγμα. Η ύπαρξη αυτού του εικονιδίου είναι μια καλή πρακτική εφαρμογής της επιδοχής στο σχεδιασμό της εν λόγω πλατφόρμας.

#### 4.2.2 Ευχρηστία

Ο όρος ευχρηστία (*usability*) εννοεί «τον βαθμό στον οποίο ένα προϊόν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από συγκεκριμένους χρήστες για την επίτευξη καθορισμένων στόχων με αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα και ικανοποίηση σε συγκεκριμένο πλαίσιο χρήσης» (στο Bevan et al., 2015).

<sup>5</sup> <https://www.carbonmap.org/>

Δεδομένου ότι όλο και περισσότεροι χρήστες παγκοσμίως χρησιμοποιούν εφαρμογές οι οποίες οπτικοποιούν χωρικά δεδομένα είτε μέσω κινητών συσκευών (τηλέφωνα ή ταμπλέτες) είτε σε προσωπικό υπολογιστή, η αξιολόγηση της ευχρηστίας αυτών των εφαρμογών/ πλατφορμών είναι χρήσιμη και επιβεβλημένη. Παρόλα αυτά, οι περισσότερες διαδραστικές χαρτογραφικές εφαρμογές δεν έχουν μελετηθεί εκτενώς υπό το πρίσμα της ευχρηστίας τους. Κάποιες από τις εφαρμογές που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο του CYBERCARTO και αποτελούν παραδείγματα οπτικοποιήσεων (D11) έχουν είτε αξιολογηθεί ως προς αυτών τον άξονα, είτε αναπτύχθηκαν με αποφάσεις σχεδιασμού που καθοδηγήθηκαν από τις ανάγκες των χρηστών (participatory design).

Μάλιστα, στο πλαίσιο του έργου, πραγματοποιήθηκε και μία έρευνα ευχρηστίας η οποία παρουσιάστηκε εκτενώς στο D1.1, και αφορούσε συγκριτική μελέτη της ευχρηστίας τεσσάρων διαδικτυακών χαρτογραφικών υπηρεσιών. Στο πλαίσιο αυτής της έρευνας και με βάση προηγούμενες παρόμοιες εμπειρικές μελέτες, η ερευνητική ομάδα του έργου εισήγαγε κι ένα πλαίσιο αξιολόγησης της ευχρηστίας των χαρτογραφικών προϊόντων μέσω εμπειρικών μελετών. Σε κάθε περίπτωση πάντως, διαφαίνεται ότι μεταξύ των ανθρώπων που σχεδιάζουν και αναπτύσσουν χαρτογραφικά διαδραστικά προϊόντα, η αξιολόγηση της ευχρηστίας τους δεν αποτελεί πρωτεύον μέλημα, ώστε να αποτελέσει και βάση του σχεδιασμού, τουλάχιστον για μια μερίδα τέτοιων προϊόντων.

#### 4.2.3 Προσβασιμότητα και συμπερίληψη

Στην ψηφιακή εποχή, δημιουργείται η ανάγκη να ληφθεί υπόψη ο μορφότυπος των ψηφιακών δεδομένων που περιορίζει άμεσα το λογισμικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την οπτικοποίησή τους και να καθοδηγήσει την επιλογή των συσκευών και πλατφορμών στις οποίες θα προσφερθεί η οπτικοποίηση, για παράδειγμα ποια προγράμματα περιήγησης ιστού ή ποιες φορητές πλατφόρμες υποστηρίζονται.

Η προσβασιμότητα επηρεάζεται επίσης από τους μηχανισμούς ελέγχου που τοποθετούνται στον χάρτη, για παράδειγμα η αδειοδότηση και οι περιορισμοί πνευματικών δικαιωμάτων. Τα ανοιχτά δεδομένα – η ιδέα να διατίθενται ελεύθερα ορισμένα σύνολα δεδομένων σε όλους για χρήση και επαναχρησιμοποίηση – είναι ένας τρόπος για να αυξηθεί η προσβασιμότητα σε αυτήν την περίπτωση.

Επιπλέον, ένας καλός σχεδιασμός πρέπει να είναι όσο το δυνατόν συμπεριληπτικός. Η έλλειψη χρωματικής όρασης (CVD, που συχνά αναφέρεται ως «αχρωματοψία») είναι πιθανό να παρατηρηθεί μεταξύ των χρηστών, καθώς εντοπίζεται περίπου στο 8% των ανδρών και το 0,5% των γυναικών σε Δυτική Ευρώπη, ΗΠΑ και Ιαπωνία. Στην ψηφιακή εποχή, είναι δυνατό να σχεδιαστεί ένα χάρτης έχοντας αυτό κατά νου, επιλέγοντας πιο φιλικές προς αυτήν την πάθηση αποχρώσεις χρώματος και διασφαλίζοντας την κατάλληλη χρωματική αντίθεση που θα γίνει αντιληπτή απ' όλους. Ομοίως, η αναγνωσιμότητα του μεγέθους του κειμένου και των χαρακτηριστικών θέτει προσδοκίες στην όραση του χρήστη. Άλλα επίπεδα ικανότητας μπορεί επίσης να ληφθούν υπόψη ανάλογα με τα πιθανά σενάρια χρήστη.



#### 4.2.4 Μέσο οπτικής απόδοσης

Για να επιτευχθεί η μέγιστη σαφήνεια, μια οπτικοποίηση δεδομένων θα πρέπει να σχεδιάζεται με γνώμονα το τελικό μέσο προβολής της. Το μέσο της οπτικής απόδοσης ήταν παράγοντας σχεδιασμού και στην αναλογική εποχή, μια που μέγεθος και ο τύπος του χαρτιού εκτύπωσης του χάρτη, η κλίμακα του χάρτη κ.λπ, είχαν ρόλο στην τελική οπτική απόδοση. Στην ψηφιακή όμως εποχή, υπάρχουν πολλές μορφές εξόδου και διάφοροι τύποι μέσων, τα οποία χρησιμοποιούνται στην απόδοση δεδομένων, πέρα και εκτός από το χαρτί. Για το λόγο αυτό, ο παράγοντας αυτός εξετάζεται στο 4.2 και όχι ως μια εκ των θεμελιωδών σχεδιαστικών αρχών (4.1).

Η κλίμακα ενός χάρτη, η ανάλυση οπτικοποίησης δεδομένων και η λειτουργία χρώματος (γενικά RGB για την οθόνη και CMYK για εκτύπωση), το μέγεθος της οθόνης, ο τύπος της οθόνης και επιλογές διαδραστικότητας και λειτουργικότητας είναι κάποιοι από τους παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν.

Αυτές οι σκέψεις μπορεί να οδηγήσουν σε γνωστούς κανόνες, για παράδειγμα το ελάχιστο μέγεθος πόντων που μπορεί να εφαρμοστεί στο κείμενο των απεικονίσεων προκειμένου να είναι ακόμα ευανάγνωστο ή η πιο ανοιχτή απόχρωση ενός συγκεκριμένου χρώματος που μπορεί να γίνει αντιληπτή σε μια συγκεκριμένη συσκευή. Κατά τον καθορισμό τέτοιων κανόνων μπορεί κανείς να εξετάσει τη βέλτιστη εμφάνιση. Στις περισσότερες περιπτώσεις βέβαια επειδή οι ομάδες των πιθανών χρηστών ποικίλλουν, μπορεί να προτιμηθεί ο χαμηλότερος κοινώς χρησιμοποιούμενος παρονομαστής.

Οι Harrower et al. (1997) αναγνώρισαν τρία χαρακτηριστικά προβολής, τα οποία ποικίλουν για κάθε οθόνη και συνεπώς επηρεάζουν τις χαρτογραφικές αναπαραστάσεις και αλληλεπιδράσεις: ανάλυση οθόνης (screen resolution), μέγεθος οθόνης (screen size) και βάθος χρώματος (color depth). Στα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να προστεθούν: η φωτεινότητα (luminance capability), ο ρυθμός ανανέωσης (refresh rate), η εκτιμώμενη απόσταση θέασης (expected viewing distance), η συνέχεια απεικόνισης (display continuity) (σε περίπτωση χρήσης πολλαπλών οθονών), οι συνθήκες φωτισμού (lighting conditions) και η φορητότητα (portability) (Shneiderman and Plaisant, 2010). Όλα τα παραπάνω επηρεάζουν τον παρεχόμενο αριθμό και τον τύπο επιδοχής και ανάδρασης (βλ. 4.2.1) για την υποστήριξη της χαρτογραφικής αλληλεπίδρασης. Να σημειωθεί ότι ορισμένες διεπαφές μπορεί να παρέχουν ανάδραση με άλλους τρόπους πέρα από την όραση, όπως ο ήχος (Krygier, 1994) ή η αφή (Griffin, 2002) (βλ. 4.3 και 4.4).

#### 4.2.5 Κατανόηση των χαρακτηριστικών του χρήστη

Η δυνατότητα ψηφιακής αλληλεπίδρασης απαιτεί να επανεξεταστεί ο αναγνώστης ως χρήστης του χάρτη και να αντιμετωπιστούν οι αντιληπτικοί, γνωστικοί, πολιτιστικοί και πρακτικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εμπειρία του χρήστη με διαδραστικούς χάρτες και οπτικοποιήσεις. Συνεπώς, πρέπει να διερευνηθούν και να κατανοηθούν νέες προσεγγίσεις για τη μελέτη του χρήστη και του διαδραστικού σχεδιασμού που αυτός χρησιμοποιεί. Μια τέτοιου είδους μεθοδολογική έρευνα αποτελεί την καλύτερη

κατανόηση του τρόπου με τον οποίο «λειτουργούν» οι διαδραστικές απεικονίσεις σε ατομικές, συνεργατικές και κοινωνικές κλίμακες.

Τρία είναι τα χαρακτηριστικά των χρηστών που επιδρούν στην ποιότητα των χαρτογραφικών αλληλεπιδράσεων και πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον σχεδιασμό με επίκεντρο τον χρήστη: η ικανότητα, η εξειδίκευση και το κίνητρο.

### Ικανότητα

Η ικανότητα, δίνει έμφαση στα αντιληπτικά και γνωσιακά όρια του μέσου χρήστη. Η δυνατότητα χαρτογραφικής αλληλεπίδρασης μειώνει την ανάγκη αντιληπτικής και γνωστικής έρευνας κατά τη χρήση του χάρτη, καθώς η χαρτογραφική αναπαράσταση δεν αποτελεί πλέον μια μονοσήμαντη διαδικασία για τη μετάδοση ενός μηνύματος. Επιτρέπει στους χρήστες να δρουν με βάση τις δικές τους ιδιαιτερότητες, χωρίς να προσαρμόζονται στα πρότυπα του μέσου χρήστη. Η προσαρμοζόμενη χαρτογραφία (adaptive cartography) σχετίζεται με τη δυνατότητα των χρηστών να διαμορφώνουν το σύστημα χαρτογράφησης σύμφωνα με τις ικανότητες και τις προτιμήσεις τους, αλλά και τη δυνατότητα της υπολογιστικής συσκευής να διαμορφώνει το σύστημα σύμφωνα με τις αλλαγές στο αντικείμενο χαρτογράφησης (Jenny, 2012, Reichenbacher, 2003, Zipf, 2002).

### Εξειδίκευση

Το δεύτερο σημαντικό χαρακτηριστικό των χρηστών είναι η εξειδίκευση, με την οποία τονίζεται η σημασία της υπάρχουσας γνώσης και των δεξιοτήτων για την ανάπτυξη των έμφυτων ικανοτήτων. Στον κύβο της Χαρτογραφίας (βλ. D1.2, Σχήμα 2.4), δίνεται έμμεσα το χαρακτηριστικό της εξειδίκευσης του χρήστη. Η διάσταση που αφορά τον χρήστη μετονομάστηκε μεταγενέστερα σε «κοινός χρήστης έναντι εξειδικευμένου» (*public versus specialist*) από τους MacEachren et al. (2004), οι οποίοι συστήνουν την παροχή υψηλότερου επιπέδου χαρτογραφικής αλληλεπίδρασης στους ειδικούς. Η εξειδίκευση είναι μία πολύπλευρη έννοια και ερμηνεύεται καλύτερα ως ένα συνεχές που εκτείνεται από «αρχάριο» έως «ειδικό», παρά ως δύο διακριτές κατηγορίες. Οι ορισμοί της εξειδίκευσης στο πλαίσιο της χαρτογραφικής αναπαράστασης περιλαμβάνουν την επίσημη εκπαίδευση και κατάρτιση σχετικά με τη σύνταξη ή/και τη χρήση χαρτών (Evans, 1997), την σχετική επαγγελματική εμπειρία (Hope and Hunter, 2007, Kobus et al., 2001) και τον βαθμό εξοικείωσης με τους χάρτες γενικότερα (Aerts et al., 2003). Επιπρόσθετα, υπάρχουν διάφορα είδη εξειδίκευσης που σχετίζονται με την χαρτογραφική αλληλεπίδραση, όπως η γενική ικανότητα ανάγνωσης χαρτών (map literacy), η χρήση υπολογιστικών συσκευών και άλλων ψηφιακών τεχνολογιών (digital skills) και η γνώση σημαντικών εννοιών ή αναλυτικών μεθόδων (Roth, 2008, Roth, 2009).

### Κίνητρο

Το τρίτο χαρακτηριστικό που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι το κίνητρο ή η επιθυμία κάποιου να χρησιμοποιήσει τη χαρτογραφική διεπαφή, είτε από ανάγκη (για να ολοκληρώσει μία εργασία), είτε από ενδιαφέρον (π.χ. περιέργεια, ψυχαγωγία, δημοτικότητα της διεπαφής) (Greif, 1991). Το κίνητρο διαφέρει από την εξειδίκευση, καθώς χρήστες που είναι ικανοί να χρησιμοποιήσουν μία πολύπλοκη χαρτογραφική διεπαφή, μπορεί απλώς να μην το επιθυμούν. Η ικανοποίηση του χρήστη δεν οδηγεί πάντοτε σε αποτελεσματική και αποδοτική αλληλεπίδραση, υπάρχουν όμως όλο και περισσότερες ενδείξεις ότι οι χρήστες είναι πιο πιθανόν να χρησιμοποιήσουν επιτυχώς διεπαφές που τους αρέσουν και με τις οποίες επιθυμούν να ασχοληθούν (Norman, 2004). Θα πρέπει λοιπόν να παρέχεται κίνητρο στον χρήστη, όποτε είναι δυνατόν, ώστε να προωθείται η αρχική χρήση της χαρτογραφικής διεπαφής (π.χ. επίδειξη της χρησιμότητας μέσω ρεαλιστικών παραδειγμάτων), αλλά και η περαιτέρω χρήση της (π.χ. επιβράβευση θετικών στρατηγικών αλληλεπίδρασης, εύκολοι τρόποι διόρθωσης λαθών) (Nielsen, 1999). Επομένως, η επιτυχής χαρτογραφική αλληλεπίδραση μπορεί να εξαρτάται από τη σχέση της πολυπλοκότητας της διεπαφής με το κίνητρο του χρήστη, και όχι την εξειδίκευσή του (Harrower, 2002, Roth and Harrower, 2008). Ένα ζήτημα που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό αφορά την κάλυψη των αναγκών τόσο ειδικών ερευνητών όσο και γενικών χρηστών μια διαδικτυακής διαδραστικής εφαρμογής.

### 4.3 Πολυτροπικότητα και πολυμεσικότητα

Η έκφραση «πολυτροπικές διεπαφές» αναφέρεται συχνά σε διεπαφές που χρησιμοποιούν πολλαπλές προσεγγίσεις για την εμφάνιση δεδομένων μέσω ενός αισθητήριου καναλιού, ενώ η φράση «πολυαισθητηριακές διεπαφές» αναφέρεται σε αυτές που εμφανίζονται σε πολλαπλά αισθητήρια κανάλια. Οι πολυτροπικές πολυαισθητηριακές διεπαφές (Multimodal multisensory interfaces) συνδυάζουν αυτές τις δύο λειτουργίες.

Σύμφωνα με τον Oniatt (2003), οι πολυτροπικές διεπαφές (multimodal interfaces) επεξεργάζονται δύο ή περισσότερες συνδυασμένες λειτουργίες εισόδου χρήστη (user input models) (όπως ομιλία, γραφή, αφή, χειρονομία, βλέμμα και κινήσεις κεφαλιού και σώματος) συντονισμένα με πολυμεσικό σύστημα εξόδου (multimedia system output). Είναι μια νέα κατηγορία διεπαφών που στοχεύουν να αναγνωρίσουν την ανθρώπινη γλώσσα και συμπεριφορά, και οι οποίες ενσωματώνουν μία ή περισσότερες τεχνολογίες που βασίζονται στην αναγνώριση (π.χ. ομιλία, γραφή, όραση)».

Οι Reeves κ.ά (2004). όρισαν τις ακόλουθες «κατευθυντήριες γραμμές για τον σχεδιασμό πολυτροπικών διεπαφών:

- Τα πολυτροπικά συστήματα θα πρέπει να σχεδιάζονται για το ευρύτερο φάσμα χρηστών και πλαισίων χρήσης, καθώς η διαθεσιμότητα πολλαπλών τρόπων υποστηρίζει την ευελιξία. Για παράδειγμα, ο ίδιος χρήστης μπορεί να επωφεληθεί από την εισαγωγή ομιλίας σε ένα αυτοκίνητο, αλλά να προτιμά την είσοδο με γραφή σ' ένα θορυβώδες περιβάλλον.

- Οι σχεδιαστές θα πρέπει να φροντίζουν να αντιμετωπίζουν ζητήματα απορρήτου και ασφάλειας κατά τη δημιουργία των πολυτροπικών συστημάτων: η ομιλία, για παράδειγμα, δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ως τρόπος μετάδοσης ιδιωτικών ή προσωπικών πληροφοριών δημοσίως.
- Οι τρόποι λειτουργίας θα πρέπει να ενσωματώνονται με τρόπο συμβατό με τις προτιμήσεις και τις δυνατότητες των χρηστών, για παράδειγμα, συνδυασμός συμπληρωματικών λειτουργιών ήχου και εικόνας, τις οποίες οι χρήστες μπορούν να συνεπεξεργάζονται πιο εύκολα.
- Τα πολυτροπικά συστήματα θα πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να προσαρμόζονται εύκολα σε διαφορετικά περιβάλλοντα, χρήστη προφίλ και ανάγκες εφαρμογών.
- Η πρόληψη και ο χειρισμός σφαλμάτων είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα του σχεδιασμού πολυτροπικής διεπαφής, τόσο για λόγους που επικεντρώνονται στο χρήστη όσο και στο σύστημα. Οι συγκεκριμένες κατευθυντήριες γραμμές περιλαμβάνουν την ενσωμάτωση συμπληρωματικών διαδικασιών για τη βελτίωση της ευρωστίας του συστήματος και την παροχή μεγαλύτερης ευχέρειας στον χρήστη στην επιλογή των τρόπων (modality selection), ώστε να αποφεύγονται τα σφάλματα.

#### 4.4 Πέρα από την οπτική αναπαράσταση ή προς μια πολυαισθητηριακή χαρτογραφία

Το ενδιαφέρον της χαρτογραφίας, αλλά και άλλων επιστημονικών πεδίων για την αξιοποίηση αισθήσεων πέραν της όρασης στην επικοινωνία πληροφοριών χώρου και τόπου σε διαδραστικές εφαρμογές υφίσταται εδώ και δεκαετίες. Είναι πολύ σημαντικό να γίνει ξεκάθαρο ότι η χαρτογραφία δεν θα απωλέσει ποτέ εξ' ολοκλήρου το οπτικό κανάλι, από τη στιγμή που μιλάμε για διαδικτυακή χαρτογραφία ή οπτική αναπαράσταση θα υπάρχει, απλώς πολυαισθητηριακή χαρτογραφία σημαίνει την ενσωμάτωση και άλλων καναλιών (ακουστικού, απτικού, οσφρητικού), τα οποία θα λειτουργούν συμπληρωματικά. Τα επιθυμητά στοιχεία Κυβερνοχαρτογραφίας εκτενώς στο D8, στο παρόν εστιάζουμε, στις προτάσεις σχεδιασμού τέτοιων πολυαισθητηριακών χαρτογραφικών εφαρμογών όπως τις εντόπισε και τις σταχυολόγησε η ερευνητική ομάδα του CYBERARTO στη διάρκεια το έργου

Αρχικά πρέπει να ειπωθεί ότι εντοπίζεται ευρύ ερευνητικό κενό σε ό,τι αφορά τις σχεδιαστικές αρχές για τις πολυτροπικές/ πολυαισθητηριακές εκφάνσεις της χαρτογραφίας, για τον σχεδιασμό των ακουστικών και απτικών ερεθισμάτων, αλλά και των οπτικών σε αυτές μεμονωμένα αλλά και σε συνδυασμό. Σημαντικό είναι να αξιοποιηθεί η προϋπάρχουσα γνώση της ψυχολογίας αλλά και να διεξαχθούν εμπειρικές έρευνες με τη συμμετοχή ψυχολόγων και χαρτογράφων από κοινού σε θέματα αντίληψης, γνωσιακής επεξεργασίας, αισθητηριακής ενοποίησης, ηχοποίησης, ενώ επισημαίνουμε τα προβλήματα άκριτης χρήσης οπτικών μεταφορών σε άλλες αισθητηριακές διαστάσεις. Παράλληλα, εξακολουθεί να είναι καίριο το ζήτημα κατά πόσο οι διαφορετικές εκφάνσεις χαρτογραφίας υποστηρίζουν την απόκτηση χωρικής γνώσης. Τέλος, σημειώνεται η ελλιπής ανάλυση των πολυτροπικών χαρτών από τη χαρτογραφική σημειωτική.

Συμπερασματικά, από την ενασχόληση της ερευνητικής ομάδας με την δημιουργία πολυαισθητηριακών χαρτογραφικών εφαρμογών προκύπτει η πιο σημαντική ερευνητική οδός στο πεδίο αυτό, από αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω: η **αισθητηριακή ενοποίηση** ή με τον όρο που χρησιμοποιούν οι ψυχολόγοι **διατροπικές αντιστοιχίες** (cross modal correspondences)

Οι διατροπικές αντιστοιχίες έχουν αναγνωριστεί ως οι συχνά απροσδόκητες διατροπικές συσχετίσεις που οι άνθρωποι βιώνουν μεταξύ χαρακτηριστικών, ιδιοτήτων ή διαστάσεων εμπειρίας σε διαφορετικές αισθητηριακές μορφές, όταν είτε αυτές υπάρχουν φυσικά είτε απλώς τις φαντάζονται (Spence, 2011; Spence, 2019).

Οι ψυχολόγοι παρέχουν μια σειρά από λόγους που εξηγούν την ύπαρξη διατροπικών αντιστοιχιών. Μια εξαντλητική περιγραφή μιας τέτοιας συζήτησης είναι εκτός του πεδίου του παρόντος, ωστόσο, αναφέρουμε μερικούς από τους πιο εξέχοντες λόγους σχετικά με τη φύση αυτών των αντιστοιχιών μεταξύ. Ορισμένοι ερευνητές (π.χ. οι Evans και Treisman, 2010, οι Parise and Spence, 2013) αναφέρουν ότι αυτές οι αντιστοιχίες προέρχονται από τη στατιστική της φυσικής σκηνής. Ένα γεγονός που βασίζεται στη βασική φυσική είναι ότι ένα μεγάλο αντικείμενο έχει χαμηλή συχνότητα συντονισμού (low resonant frequency), γεγονός που δικαιολογεί την αντιστοίχιση μικρό μέγεθος – υψηλή οξύτητα (ήχου). Μια άλλη εξήγηση πηγάζει από τη σημασιολογική/γλωσσολογική προσέγγιση (π.χ. Occelli et al., 2009) σύμφωνα με την οποία, οι φυσικές γλώσσες τείνουν να χρησιμοποιούν τις ίδιες λέξεις για την περιγραφή διαφορετικών ερεθισμάτων στις αισθήσεις (π.χ. "χαμηλό" και "υψηλό" τόσο για διαφορετικές οξύτητες του ήχου όσο και για υψόμετρα που δικαιολογούν την αντιστοίχιση υψηλή οξύτητα – υψηλά χωρικά υψόμετρα). Άλλοι (π.χ., Getz & Kubovy, 2018) στρέφονται στις δομικές σχέσεις μέσα στο αισθητηριακό σύστημα για να εξηγήσουν την ύπαρξη αντιστοιχιών μεταξύ των αισθητηριακών ερεθισμάτων, λαμβάνοντας έτσι τις δομικές τους διαστάσεις και τον τρόπο αλληλεπίδρασης αυτών. Τέλος, η θεώρηση συναισθηματικής διαμεσολάβησης (emotional mediation account) (π.χ. Palmer, Schloss, Xu, & Prado-León, 2013) αναφέρει ότι οι άνθρωποι τείνουν να ταιριάζουν διαφορετικά αισθητηριακά ερεθίσματα μεταξύ τους με βάση συναισθηματικούς συσχετισμούς, π.χ. υψηλούς τόνους με έντονα χρώματα ή ζωντανά μουσικά κομμάτια.

Καθεμία από αυτές τις πιθανές εξηγήσεις από μόνη της δεν δικαιολογεί πλήρως όλα τα είδη των διατροπικών αντιστοιχιών που έχουν αποδειχθεί από εμπειρική έρευνα, ως εκ τούτου, οι λόγοι πίσω από την ύπαρξή τους δεν δικαιολογούνται πλήρως από τους μελετητές. Αφήνοντας κατά μέρος αυτό το θέμα, οι διατροπικές αντιστοιχίες υπάρχουν και παρουσιάζουν μια καθολική φύση, καθώς τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν με συμμετέχοντες που προέρχονται από διαφορετικό υπόβαθρο και εθνικότητες παρέχουν παρόμοια αποτελέσματα. Για τον λόγο αυτό, αν η χαρτογραφία κινηθεί πολυαισθητηριακά οφείλει να επενδύσει στην έρευνα των διατροπικών αντιστοιχιών και πώς αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν για να ενσωματωθούν μεταβλητές άλλων αισθητηριακών καναλιών π.χ μεταβλητές ήχου, αφής κλπ πέρα από τις οπτικές μεταβλητές σε μια αναπαράσταση.

## 5 Συμπεράσματα

Τα προηγούμενα κεφάλαια του παρόντος κατέδειξαν α) την μετάβαση της χαρτογραφίας σε νέο παράδειγμα χωρίς όμως την εγκατάλειψη των θεμελιωδών αρχών της χαρτογραφικής πρακτικής και β) την συνεχή ανάγκη αναζήτησης και διερεύνησης αρχών θεωρητικών και σχεδιαστικών ώστε οι αναπαραστάσεις γεωχωρικών φαινομένων να είναι εύληπτες και λειτουργικές.

Στο κέντρο της πρακτικής της (κυβερνό)χαρτογραφίας είναι ο χρήστης. Ο σχεδιασμός χαρτογραφικών αναπαραστάσεων δε νοείται χωρίς τον τελικό χρήστη. Επειδή στις μέρες μας οι χρήστες είναι πολλοί και καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα κοινωνικού, εκπαιδευτικού, οικονομικού, πολιτισμικού υποβάθρου, ο σχεδιασμός και η υλοποίηση επιτυχών και λειτουργικών χαρτογραφικών αναπαραστάσεων πρέπει να είναι πολυπαραγοντικός.

Το γεγονός ότι η τεχνολογική εξέλιξη έχει τελειώς αλλάξει τα μέσα και τις δυνατότητες των ανθρώπων που σχεδιάζουν και υλοποιούν χαρτογραφικές εφαρμογές, δε σημαίνει ότι αυτοί είναι «ελεύθεροι» να παράγουν εφαρμογές χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τις ανάγκες και τις δεξιότητες (τεχνολογικές κυρίως) των χρηστών.

Η ευχρηστία των παραγόμενων αναπαραστάσεων είναι ένας δείκτης που πρέπει να εξετάζεται, ομοίως η εκμείευση των προτιμήσεων των χρηστών και η τρόπον τινά συμμετοχή τους στο σχεδιασμό πριν την υλοποίηση της αναπαραστάσης είναι ένας καθοριστικός παράγοντας για το τελικό αποτέλεσμα.

Η μεγιστοποίηση της εμπειρίας του χρήστη (user experience) είναι ένα ζητούμενο αλλά σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να παραγνωρίζεται το γεγονός ότι ο χρήστης μπορεί να μην μπορεί να κατανοήσει, χρησιμοποιήσει, αξιοποιήσει τις νέες λειτουργίες που του προσφέρονται κατά την χρήση μιας οπτικοποίησης ή μιας χαρτογραφικής εφαρμογής.

## Βιβλιογραφία

### Ελληνόγλωσση

Κάβουρας Μ., Δάρρα Α., Κόκλα Μ., Κονταξάκη Σ., Πανόπουλος Γ., Τομαή Ε. Επιστήμη Γεωγραφικής Πληροφορίας – Ολοκληρωμένη Προσέγγιση και Ειδικά Θέματα. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, 2015.

Κάβουρας Μ., Δάρρα Α., Κονταξάκη Σ., Τομαή Ε. Επιστήμη Γεωγραφικής Πληροφορίας – Αρχές και Τεχνολογίες. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, 2015.

Νάκος Β., Κρασανάκης Β. Παρουσιάσεις σεμιναρίου *Διαχείριση γεωπληροφοριών μέσω διαδικτύου – Διαδικτυακή χαρτογραφία και χαρτογραφία με πολυμέσα*, Ινστιτούτο Εκπαίδευσης και Επιμόρφωσης Μελών Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, Αθήνα, 2013.

### Ξενόγλωσση

Aerts J. C., Clarke K. C. and Keuper A. D. Testing popular visualization techniques for representing model uncertainty. *Cartography and Geographic Information Science* 30, 3 (2003), pp. 249–261. DOI: 10.1559/152304003100011180.

Bertin J. *Semiology of graphics: Diagrams, networks, maps*. University of Wisconsin Press, Madison, WI, 1967/1983.

Bevan, N., Carter, J., & Harker, S. (2015). ISO 9241-11 Revised: What Have We Learnt About Usability Since 1998?. In: Kurosu M. (eds) *Human-Computer Interaction: Design and Evaluation*. HCI 2015. Lecture Notes in Computer Science, vol 9169. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-20901-2\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-20901-2_13)

Board, C., 1990. Report of the working group on cartographic definitions. *Cartographic Journal*, 29(1), 65–69.

Buckley, A., 2011. Design principles for cartography, <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-pro/mapping/design-principles-for-cartography/>

Dykes J. (2005) Facilitating interaction for geovisualization. In *Exploring Geovisualization*, J. Dykes, A. M. MacEachren, and M.-J. Kraak, Eds. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands, pp. 265–291. DOI: 10.1016/B978-008044531-1/50431-0.

Edsall R. M. Cultural factors in digital cartographic design: implications for communication to diverse users. *Cartography and Geographic Information Science* 34 (2), 2007, pp. 121–128.

- Edsall R. M. Iconic maps in American political discourse. *Cartographica*, 42 (4), 2007, pp. 335–347.
- Evans B. Dynamic display of spatial data-reliability: Does it benefit the map user?, *Computers & Geosciences* 23, 4 (1997), pp. 409–422. DOI: 10.1016/S0098-3004(97)00011-3.
- Evans, K. K., & Treisman, A. (2010). Natural cross-modal mappings between visual and auditory features. *Journal of Vision*, 10(1), Article 6.
- Getz LM, Kubovy M. Questioning the automaticity of audiovisual correspondences. *Cognition*. 2018 Jun;175:101-108. doi: 10.1016/j.cognition.2018.02.015. Epub 2018 Feb 24. PMID: 29486377.
- Goodchild M. F. Citizens as sensors: The world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69 (4), 2007, pp. 211–221. DOI: 10.1007/s10708-007-9111-y.
- Griffin A. Feeling it out: The use of haptic visualization for exploratory geographic analysis. *Cartographic Perspectives* (2002), pp. 12–29.
- Haklay M., Singleton A. and Parker C. Web mapping 2.0: The neogeography of the GeoWeb. *Geography Compass*, 2, 6 (2008), pp. 2011–2039. DOI: 10.1111/j.1749-8198.2008.00167.x.
- Harrower M. A. Visual Benchmarks: Representing geographic change with map animation, PhD thesis, The Pennsylvania State University, 2002.
- Harrower M. The golden age of cartography is now. <http://www.axismaps.com/blog/2008/10/the-golden-age-of-cartography-is-now/>, 2008.
- Harrower M., Keller C. P. and Hocking D. (1997) Cartography on the internet: Thoughts and a preliminary user survey. *Cartographic Perspectives* 27, Winter, pp. 27–37.
- Hope S. and Hunter G. J. Testing the effects of thematic uncertainty on spatial decision-making. *Cartography and Geographic Information Science* 34, 3 (2007), pp. 199–214. DOI: 10.1559/152304007781697884.
- Jenny B. Adaptive composite map projections. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 18, 12 (2012), pp. 2575–2582. DOI: 10.1109/TVCG.2012.192.
- International Cartographic Association, 2013. A Strategic Plan for the International Cartographic Association 2003-2011, [http://icaci.org/files/documents/reference\\_docs/ICA\\_Strategic\\_Plan\\_2003-2011.pdf](http://icaci.org/files/documents/reference_docs/ICA_Strategic_Plan_2003-2011.pdf)
- Keehner M., Hegarty M., Cohen C., Khooshabeh P., and Montello D. R. Spatial reasoning with external visualizations: What matters is what you see, not whether you interact. *Cognitive Science* 32 (2008), pp. 1099–1132. DOI: 10.1080/03640210801898177.



- King, D. B.; Wertheimer, M. (2005). *Max Wertheimer and Gestalt Theory*. New Brunswick, NJ: Transaction Publishers. p. 378. ISBN 9781412828260.
- Kobus D. A., Proctor S. and Holste S. Effects of experience and uncertainty during dynamic decision making. *International Journal of Industrial Ergonomics* 28 (2001), pp. 275–290. DOI: 10.1016/S0169-8141(01)00022-1.
- Krygier J. Sound and geographic visualization. In *Visualization in modern cartography*, A. M. MacEachren and D. Taylor, Eds. Elsevier, Oxford, England, 1994, pp. 149–166.
- MacEachren A. M. *How maps work*. The Guilford Press, New York, NY, USA, 1995.
- MacEachren A. M., Gahegan M., Pike W., Brewer I., Cai G., Lengerich E. and Hardisty F. Geovisualization for knowledge construction and decision support. *Computer Graphics and Applications* 24, 1 (2004), pp. 13–17. DOI: 10.1109/MCG.2004.1255801.
- Neumann, A. Web mapping and web cartography. In *Encyclopedia of GIS*, Shekhar, S., Xiong, H., Eds., Springer: Berlin, Germany, 2007, pp. 1261–1270.
- Nielsen, J. *Designing Web Usability: The Practice of Simplicity*. New Riders Publishing, Thousand Oaks, 1999.
- Norman D. A. *Emotional Design*. Basic Books, New York, NY, 2004.
- Norman D. A. *The design of everyday things*. Basic Books, New York, NY, 1988.
- Oviatt, S.L.: Advances in Robust Multimodal Interface Design. *IEEE Computer Graphics and Applications* 23 (September 2003)
- Occelli, V., Spence, C., & Zampini, M. (2009). Compatibility effects between sound frequency and tactile elevation. *NeuroReport: For Rapid Communication of Neuroscience Research*, 20(8), 793–797. <https://doi.org/10.1097/WNR.ob013e32832b8069>
- Palmer SE, Schloss KB, Xu Z, Prado-León LR. Music-color associations are mediated by emotion. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2013 May 28;110(22):8836–41. doi: 10.1073/pnas.1212562110. Epub 2013 May 13. PMID: 23671106; PMCID: PMC3670360.
- Parilla J., Trujillo J. L. and Berube A. with Ran T. (2014) *Global Metro Monitor 2014, An uncertain recovery*. The Brookings Institution, Metropolitan Policy Program.
- Parise, C., & Spence, C.(2013). Audiovisual Cross-Modal Correspondences in the General Population. In Julia Simner & Edward Hubbard (eds.), *Oxford Handbook of Synesthesia*. Oxford University Press.

- Reichenbacher T. Adaptive methods for mobile cartography. In *Proc. 21st International Cartographic Conference* (Durban, South Africa, 2003), pp. 1311–1322.
- Reeves, L.M., Lai, J., Larson, J.A., Oviatt, S., Balaji, T.S., Buisine, S.p., Collings, P., Cohen, P., Kraal, B., Martin, J.-C., McTear, M., Raman, T., Stanney, K.M., Su, H., Wang, Q.Y.: Guidelines for multimodal user interface design. *Communications of the ACM* 47(1), 57–59 (2004)
- Robinson A. H. *The look of maps: An examination of cartographic design*. University of Wisconsin Press, Madison, WI, 1952.
- Robinson A. H., Morrison J. L., Muehrcke P. C., Kimerling A. J. and Guptill S. C. *Elements of Cartography*. John Wiley & Sons, New York, NY, 1995.
- Roth R. E. A qualitative approach to understanding the role of geographic information uncertainty during decision making. *Cartography and Geographic Information Science* 36, 4 (2009), 315–330. DOI: 10.1559/152304009789786326.
- Roth R. E. *Interacting with Maps: The science and practice of cartographic interaction*. PhD thesis, The Pennsylvania State University, 2011.
- Roth R. E. Cartographic interaction primitives: Framework and synthesis. *The Cartographic Journal* 49, 4 (2012), pp. 376–395. DOI: 10.1179/1743277412Y.0000000019.
- Roth R. E. and Harrower M. Addressing map interface usability: Learning from the lakeshore nature preserve interactive map. *Cartographic Perspectives* 60, Spring (2008), pp. 46–66.
- Sack C. (2017) Web Mapping. *The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge* (4th Quarter 2017 Edition), John P. Wilson (ed.).
- Shneiderman B. and Plaisant C. *Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction*, 5th ed. Addison-Wesley, Boston, MA, 2010.
- Slocum T. A., Blok C., Jian B., Koussoulakou A., Montello D. R., Fuhrmann S. and Hedley N. R. Cognitive and usability issues in geovisualization. *Cartography and Geographic Information Science* 28, 1 (2001), pp. 61–75. DOI: 10.1559/152304001782173998.
- Smith D. A. Domestic energy use in England and Wales: A 3D density grid approach. *Regional Studies, Regional Science*, 1, 1 (2014), pp. 347–349. DOI: 10.1080/21681376.2014.986190.
- Spence, C. Crossmodal correspondences: A tutorial review. *Atten Percept Psychophys* 73, 971–995 (2011). <https://doi.org/10.3758/s13414-010-0073-7>

Spence C. On the Relative Nature of (Pitch-Based) Crossmodal Correspondences. *Multisens Res.* 2019 Jan 1;32(3):235-265. doi: 10.1163/22134808-20191407. PMID: 31059485.

Veenendaal B., Brovelli M. A. and Li S., Review of web mapping: Eras, trends and directions, *International Journal of Geoinformation*, 2017.

Zipf A. User-adaptive maps for location-based services (LBS) for tourism. In *Proc. International Congress on Tourism and Communications Technologies in Tourism* (2002), K. Woeber, A. Frew and M. Hitz, Eds., Springer. DOI: 10.1007/978-3-7091-6132-