



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών – Μηχανικών

Γεωπληροφορικής

Τομέας Χαρτογραφίας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ
ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ**

ANNA-ΕΛΕΝΗ ΚΟΡΔΟΠΑΤΗ

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ, 2023



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών – Μηχανικών
Γεωπληροφορικής
Τομέας Χαρτογραφίας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ

ANNA-ΕΛΕΝΗ ΚΟΡΔΟΠΑΤΗ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Κόκλα Μαργαρίτα,

Επίκουρη Καθηγήτρια

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή:

Αθήνα, 26/06/2023

Μαργαρίτα Κόκλα
Επίκουρη Καθηγήτρια ΕΜΠ

Μαρίνος Κάβουρας
Καθηγητής ΕΜΠ

Ανδριανή Σκοπελίτη
Επίκουρη Καθηγήτρια ΕΜΠ

Δήλωση Συγγραφέα

Με το παρόν δηλώνω ότι είμαι η μοναδική συγγραφέας της υποβληθείσας διπλωματικής εργασίας με τίτλο:

«ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ».

Έχω αναφερθεί σε γνώσεις και έργα άλλων, επισημαίνοντας σαφώς τις ανάλογες παραπομπές.

Αθήνα, 26/06/2023

Άννα Κορδοπάτη

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου για την ευκαιρία που μου δόθηκε να εκπονήσω την παρούσα διπλωματική εργασία με θέμα την «ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ» σε συνεργασία με το Εργαστήριο Χαρτογραφίας της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών - Μηχανικών Γεωπληροφορικής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Τα πέντε χρόνια φοίτησής μου στη σχολή, μου έχουν προσφέρει αμέτρητες εμπειρίες ενώ ταυτόχρονα έχουν συμβάλει, εκτός από την ακαδημαϊκή μου εξέλιξη, και στην προσωπική μου ανάπτυξη και ωρίμανση.

Η υλοποίηση της συγκεκριμένης εργασίας δε θα ήταν δυνατή χωρίς τη συνεχή υποστήριξη της κας. Μαργαρίτας Κόκλα, Επίκουρης Καθηγήτριας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Η προθυμία, το ενδιαφέρον αλλά και ο χρόνος που αφιέρωσε από την αρχή μέχρι το τέλος της διαδικασίας ήταν καθοριστικά στοιχεία για την πορεία του θέματος. Απευθύνω λοιπόν ιδιαίτερες ευχαριστίες για τη βοήθεια αλλά και τις γνώσεις που μου προσέφερε σχετικά με το αντικείμενο.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Τζελέπη, μέλος του Ειδικού Εργαστηριακού Προσωπικού στο Ε.Μ.Π., για τη βοήθεια που μου προσέφερε όσον αφορά το πρακτικό κομμάτι της εργασίας αλλά και την άμεση εύρεση λύσεων στα προβλήματα που αντιμετώπιζα, αφού με τις γνώσεις και την εμπειρία του πάνω στο αντικείμενο του ArcGIS, διευκόλυνε την ομαλή και ταχεία εξέλιξη του θέματος.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα μέλη του Εργαστηρίου Χαρτογραφίας για την παροχή δεδομένων αλλά και την προθυμία τους να με βοηθήσουν σε οποιοδήποτε πρόβλημα αντιμετώπιζα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπό της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας αποτελεί η γνωριμία με τους αφηγηματικούς χάρτες, μια αναδυόμενη τάση των τελευταίων χρόνων, που συνδέει τους χάρτες με την αφήγηση ιστοριών. Για την υλοποίηση αυτού, αναλύεται η έννοια της αφήγησης αλλά και της οπτικής αφήγησης, με ό,τι συνεπάγεται αυτό (οπτικά μέσα κλπ.), δύο συστατικά που συντελούν στην επιτυχημένη παρουσίαση μιας ιστορίας. Σχεδόν κάθε ιστορία μπορεί να διατυπωθεί μέσω της χαρτογραφίας η οποία, εν γένει, προσφέρει γεωγραφική υπόσταση αλλά και μεγαλύτερη παραστατικότητα σε αυτή. Στα επόμενα κεφάλαια, αναλύεται η έννοια της διαδραστικότητας, ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά του θέματος, η οποία, σε συνδυασμό με την τεχνολογία, τους διαδικτυακούς χάρτες και την αφήγηση, έχει ως αποτέλεσμα τον λεγόμενο αφηγηματικό χάρτη (story map). Ένας αφηγηματικός χάρτης, αναδεικνύει σύνθετα χωρικά φαινόμενα με τη χρήση πολυμέσων όπως είναι το γραπτό κείμενο, οι εικόνες, ο ήχος, το βίντεο, οι χάρτες κ.α. στο περιβάλλον μίας εφαρμογής. Στη συνέχεια του θέματος, αναλύεται το θεωρητικό και πρακτικό πλαίσιο για την παραγωγή ενός αφηγηματικού χάρτη και παρουσιάζεται λεπτομερώς η διαδικασία και οι τεχνικές που εφαρμόστηκαν για τη δημιουργία του αφηγηματικού χάρτη της εργασίας με θέμα την «ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ». Το περιεχόμενο της εν λόγω εφαρμογής αποτελούν θεματικές απεικονίσεις που πλαισιώνονται από διαδραστικές λειτουργίες. Η πλατφόρμα που χρησιμοποιήθηκε για το σκοπό αυτό ήταν το ArcGIS Online, το οποίο προσφέρει πολυάριθμες δυνατότητες.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to provide an understanding of story maps, an emerging trend of recent years, which connects traditional mapping with storytelling. To implement this, the concept of narration and visual narration is analyzed, with all that this entails (visual techniques etc.), two components that contribute to a successful presentation of a story. Almost any story can be expressed through cartography which, in general, offers a geographical hypostasis but also enhances the representation of the story. In the following chapters, the concept of interactivity is analyzed, one of the most important features of the subject, which, combined with technology, online maps and storytelling, results in the so-called "story map". A story map shows complex spatial phenomena using multimedia such as written text, images, sound, video, maps, etc. in the environment of an application. Thereafter, the theoretical and practical framework for the production of a story map is analyzed as well as the process and techniques applied to create the main story map on the theme of "ENERGY AND AIR POLLUTION DATA ANALYSIS". The content of this application are thematic illustrations framed by interactive functions. The platform used for this purpose was ArcGIS Online, which offers numerous possibilities.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1. ΑΦΗΓΗΣΗ	4
1.1 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΑΦΗΓΗΣΗΣ	4
1.2 ΑΦΗΓΗΣΗ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΑ.....	4
1.3 Η ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΑΦΗΓΗΣΗΣ.....	4
2. ΟΠΤΙΚΗ ΑΦΗΓΗΣΗ	6
2.1 ΟΠΤΙΚΑ ΜΕΣΑ-ΤΕΧΝΙΚΕΣ	7
3. ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ	11
3.1 ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ	11
3.1.1 ΕΙΔΗ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ	11
3.1.1.1 ΧΑΡΤΗΣ ΑΝΑΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΜΒΟΛΩΝ	12
3.1.1.2 ΧΑΡΤΗΣ ΡΟΗΣ	13
3.1.1.3 ΧΩΡΟΠΛΗΘΗΣ ΧΑΡΤΗΣ	14
3.1.1.4 ΔΑΣΥΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ	15
3.1.1.5 ΧΑΡΤΗΣ ΚΟΥΚΚΙΔΩΝ.....	16
3.1.1.6 ΙΣΑΡΙΘΜΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ	17
3.1.1.7 ΧΑΡΤΟΓΡΑΜΜΑ.....	17
3.2 ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	18
3.3 ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ	20
3.4 ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	22
3.4.1 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΔΙΑΔΡΑΣΗΣ.....	24
3.4.2 ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΑΦΗΓΗΣΗ	25
3.4.2.1 ΕΙΔΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΦΗΓΗΣΗΣ	26
3.4.2.2 ΔΙΑΤΑΞΗ ΧΑΡΤΗ (MAP LAYOUT)	27
3.4.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΑΦΗΓΗΣΕΩΝ	29
3.5 ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ (STORY MAPS)	30
4. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ	34
4.1 ΠΡΟΤΥΠΑ (TEMPLATES)	34
4.1 ΕΞΕΧΟΝΤΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ	39
5. ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ	50
5.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ.....	50

5.2 ΠΡΟΤΥΠΟ ΤΟΥ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ	50
5.3 ΧΑΡΤΕΣ	51
5.3.1 ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ (POP-UPS)	54
5.3.2 ΧΑΡΤΗΣ ΑΝΑΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΜΒΟΛΩΝ	54
5.3.3 ΧΩΡΟΠΛΗΘΗΣ ΧΑΡΤΗΣ	55
5.3.4 ΧΑΡΤΗΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	55
5.3.5 ΧΑΡΤΗΣ ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	56
5.3.6 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	56
5.3.7 ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΧΑΡΤΩΝ (BASEMAP).....	57
6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	58
6.1 ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	59
6.2 ΚΑΤΑ ΚΕΦΑΛΗΝ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ – ΜΕΣΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ.....	63
6.3 ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	67
6.4 ΥΠΕΡΘΕΣΗ ΔΙΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΑΡΤΗ ΜΕ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂	69
6.5 ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	71
6.6 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	73
6.7 ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΑΠΟ PM _{2.5}	77
6.8 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	78
6.9 ΑΠΑΝΘΡΑΚΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	81
7. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ	82
7.1 ΕΞΩΦΥΛΛΟ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΑΦΗΓΗΣΗΣ	82
7.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ.....	83
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	88
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	89

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Οι τρεις πράξεις της αφήγησης: αρχή, μέση, τέλος (Πηγή: Madden, 2019)	5
Εικόνα 2. Είδη Αφηγηματικών Οπτικοποιήσεων (Πηγή: Segel & Heer, 2010)	8
Εικόνα 3. Δομές Αφηγηματικών Οπτικοποιήσεων (Πηγή: Εικόνες Α-Γ από Segel & Heer, 2010. Εικόνα Δ από Cortés Abraham, 2018. Εικόνα Ε από Schwabish, 2017).....	9
Εικόνα 4. Χάρτης Αναλογικών Συμβόλων-Κατανάλωση πετρελαίου στην Αμερική (Πηγή: KelsKach, 2013).....	12
Εικόνα 5. Χάρτης ροής - Εισαγωγές και εξαγωγές άνθρακα (Πηγή: Shuster, 2011)	13
Εικόνα 6. Χωροπληθής χάρτης - Χρήση ενέργειας ανά άτομο (Πηγή: Our World in Data)	14
Εικόνα 7. Δασυμετρικός χάρτης - Πυκνότητα πληθυσμού σε περιοχή της Σρι Λάνκα	15
(Πηγή: Karunarathne & Lee, 2019).....	15
Εικόνα 8. Χάρτης κουκκίδων - Συγκομιδή καλλιεργήσιμων εκτάσεων (Πηγή: Johnson, 2010).....	16
Εικόνα 9. Ισαριθμικός χάρτης - Κατανομή επιπέδων οικογενειακού εισοδήματος (Πηγή: Sparks, 2011).....	17
Εικόνα 10. Χαρτόγραμμα - Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα το 2015. (Πηγή: Worldmapper).....	18
Εικόνα 11. Τα πρότυπα κατανομών του διαγράμματος των συχνοτήτων. (α) ομοιόμορφη, (β) κανονική, (γ) στρεβλή και (δ) ακανόνιστη (Πηγή: Νάκος, 2006)	19
Εικόνα 12. Συστατικά Χαρτογραφικής Αλληλεπίδρασης (Πηγή: Roth, 2011)	23
Εικόνα 13. Είδη Οπτικής Αφήγησης (Πηγή: Roth, 2020)	27
Εικόνα 14. Είδη Διάταξης Χάρτη (Πηγή: MapUIPatterns)	29
Εικόνα 15. Δομές πινάκων διάταξης ιστοριών (Πηγή: Thöny et al., 2018)	30
Εικόνα 16. Τρισδιάστατος χαρτογραφικός κύβος (Πηγή: MacEachren, 1994)	32
Εικόνα 17. Είδη προτύπων αφηγηματικών χαρτών τύπου Map Journal	35
Εικόνα 18. Είδη προτύπων αφηγηματικών χαρτών τύπου Map Series ¹	35
Εικόνα 19. Είδη προτύπων αφηγηματικών χαρτών τύπου Map Tour ¹	36
Εικόνα 20. Είδη προτύπων αφηγηματικών χαρτών τύπου Map Swipe and Spyglass ¹	36
Εικόνα 21. Είδη προτύπων αφηγηματικών χαρτών στο ArcGIS StoryMaps.....	37

(Slideshow, Sidecar, Guided Tour).....	37
Εικόνα 22. Πρότυπο Swipe στο ArcGIS StoryMaps για σύγκριση χαρτών/εικόνων.....	37
Εικόνα 23. Εργαλειοθήκες για τη δημιουργία του αφηγηματικού χάρτη στο ArcGIS StoryMaps.....	38
Εικόνα 24. Εξώφυλλο αφηγηματικού χάρτη «Seven Wonders: The New List» της ESRI.....	39
Εικόνα 25. Περιεχόμενο αφηγηματικού χάρτη «Seven Wonders: The New List» της ESRI.....	39
Εικόνα 26. Μεγέθυνση (zoom in) της τοποθεσίας στον χάρτη.....	40
Εικόνα 27. Εξώφυλλο αφηγηματικού χάρτη «Nelson climate adaptation».....	41
Εικόνα 28. Περιεχόμενο αφηγηματικού χάρτη - πρότυπο «Cascade».....	42
Εικόνα 29. Περιεχόμενο αφηγηματικού χάρτη - πρότυπο «Swipe».....	42
Εικόνα 30. Παράκτια πλημμύρα, Πλατεία Μοντγκόμερι - Αλλαγή προοπτικής θέασης.....	43
Εικόνα 31. Αναδυόμενο παράθυρο.....	43
Εικόνα 32. Επιλογή περιοχής με κλικ.....	43
Εικόνα 33. Οι επιπτώσεις της πλημμύρας στην περιοχή Nelson CBD σήμερα.....	44
Εικόνα 34. Οι επιπτώσεις της πλημμύρας στην περιοχή Nelson CBD με 2μ αύξηση της στάθμης της θάλασσας.....	44
Εικόνα 35. Εισαγωγική σκηνή αφηγηματικού χάρτη «Legalization of Indigenous Territories in Colombia».....	45
Εικόνα 36. Αλλαγή μόνο των θεματικών επιπέδων.....	46
Εικόνα 37. Αφηγηματικός χάρτης του Σαν Ντιέγκο τύπου «Shortlist».....	47
Εικόνα 38. Αφηγηματικός χάρτης «Pittsburgh - Health Impact of Black Carbon Air Pollution», καρτέλα «πληθυσμός».....	48
Εικόνα 39. Αναδυόμενα παράθυρα με κείμενο και γραφήματα.....	49
Εικόνα 40. Αναδυόμενο παράθυρο από τον αφηγηματικό χάρτη «Pittsburgh - Health Impact of Black Carbon Air Pollution».....	54
Εικόνα 41. Πλέγμα χρωμάτων.....	56
Εικόνα 42. Αρχείο CSV με τις ετήσιες εκπομπές CO ₂ σε τόνους ανά 5ετία.....	59
Εικόνα 43. Αρχείο CSV με τις κατά κεφαλήν εκπομπές CO ₂ και το κατά κεφαλήν εισόδημα.....	64

Εικόνα 44. Ιστόγραμμα των κατά κεφαλήν εκπομπών CO ₂ και του κατά κεφαλήν εισοδήματος	64
Εικόνα 45. Μεγέθυνση του Χάρτη 4 στην περιοχή της Ευρώπης	68
Εικόνα 46. Μέθοδος ομαδοποίησης Ίσων Διαστημάτων	71
Εικόνα 47. Συγκρίσεις μεγεθών για σωματίδια PM _{2.5} (Πηγή: EPA, 2020).....	73
Εικόνα 48. Εξώφυλλο αφηγηματικού χάρτη «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΕΝΑΝ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΟ ΧΑΡΤΗ» (Πηγή: unsplash.com/mikemarrah).....	82
Εικόνα 49. Γραμμή εργαλείων	83
Εικόνα 50. Συσχέτιση λέξης με ενέργεια στον χάρτη.....	83
Εικόνα 51. Κουμπί για μεταφορά σε κάποιο σημείο του χάρτη	83
Εικόνα 52. Χάρτες επτά διαφορετικών χρονολογιών σε βίντεο με εναλλασσόμενες σκηνές.....	84
Εικόνα 53. Αναδυόμενο παράθυρο και μεγέθυνση στην περιοχή.....	85
Εικόνα 54. Χάρτης τύπου «Swipe» για την πρόσβαση σε ενέργεια και τις ετήσιες εκπομπές CO ₂ τα έτη 2000 και 2020	85
Εικόνα 55. Χάρτης τύπου «Swipe» και αφηγηματικό κείμενο	86
Εικόνα 56. Εικόνα με αναφορά στον αρχικό δημιουργό	86
Εικόνα 57. Slideshow με τις λύσεις για την μείωση των εκπομπών CO ₂	87

ΛΙΣΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1. Εκπομπές αερίων ανά τομέα (2019)	58
Διάγραμμα 2. Θάνατοι ανά μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (2020) από ατυχήματα και ατμοσφαιρική ρύπανση.....	79
Διάγραμμα 3. Εκπομπές CO ₂ ανά πηγή ενέργειας (2020)	80

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Στήλες εργαλείων για την επιλογή τρόπου αναπαράστασης των δεδομένων στον χάρτη	53
Πίνακας 2. Ετήσια όρια συγκεντρώσεων PM _{2.5} , WHO	75

ΛΙΣΤΑ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1. Ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από το 1990 μέχρι το 2020 σε τόνους.....	61
Χάρτης 2. Ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (2020) σε τόνους	63
Χάρτης 3. Σχέση κατά κεφαλήν εκπομπών CO ₂ και κατά κεφαλήν εισοδήματος.....	65
Χάρτης 4. Επιλογές πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, 2020.....	68
Χάρτης 5. Υπέρθυση διμεταβλητού χάρτη με ετήσιες εκπομπές CO ₂	70
Χάρτης 6. Πρόσβαση σε ηλεκτρική ενέργεια το 2000	72
Χάρτης 7. Πρόσβαση σε ηλεκτρική ενέργεια το 2020	72
Χάρτης 8. Συγκεντρώσεις PM _{2.5} το 2000	74
Χάρτης 9. Συγκεντρώσεις PM _{2.5} το 2019	74
Χάρτης 10. Αναλογία θνησιμότητας από PM _{2.5} ανά 100.000 άτομα (2000)	77
Χάρτης 11. Αναλογία θνησιμότητας από PM _{2.5} ανά 100.000 άτομα (2019)	77

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται τα στοιχεία που αποτελούν έναν αφηγηματικό χάρτη καθώς και τη διαδικασία δημιουργίας του. Απαραίτητο είναι το θεωρητικό υπόβαθρο το οποίο υποστηρίζει όλη τη διαδικασία ενώ παραθέτει σημαντικές πληροφορίες όσον αφορά τη χαρτογραφία και την αφήγηση γενικότερα αλλά και τη σχέση μεταξύ τους.

Η αφήγηση ήταν διαπαντός μια πράξη επικοινωνίας με την οποία παρουσιάζεται προφορικά ή γραπτά μια σειρά πραγματικών ή πλασματικών γεγονότων. Ο αφηγητής μεταφέρει στους αναγνώστες τις απαραίτητες πληροφορίες για τον τόπο, το χρόνο και τα συμβάντα που λαμβάνουν μέρος χωρίς όμως να είναι ικανός να προσδώσει χωρική διάσταση στην ιστορία. Σε αυτό το σημείο είναι χρήσιμοι οι χάρτες οι οποίοι παρέχουν το απαραίτητο γεωγραφικό πλαίσιο στην αφήγηση και επιτρέπουν την οπτική αλληλεπίδραση του αναγνώστη με τα χαρτογραφημένα δεδομένα της ιστορίας. Οι χάρτες είναι ένα κρίσιμο συστατικό ενός καλού αφηγηματικού χάρτη. Υπάρχουν πολλά είδη χαρτών τα οποία εξυπηρετούν διαφορετικές απαιτήσεις και ο συγγραφέας δύναται να επιλέξει το καταλληλότερο ανάλογα με τον σκοπό του χάρτη, το κοινό στο οποίο απευθύνεται κ.α. Χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές και μέσα τα οποία λειτουργούν με υποστηρικτικό τρόπο στη μετάδοση της ιστορίας ενώ συμβάλλουν στην ελκυστικότερη παρουσίαση και την ευκολότερη κατανόησή της.

Παράλληλα, τα τελευταία χρόνια στην επιστήμη της Χαρτογραφίας γίνεται λόγος για τη διαδραστικότητα και τα πλεονεκτήματα που προσφέρει στη μετάδοση πληροφορίας. Η διαδραστικότητα δίνει τη δυνατότητα στον αναγνώστη να αλληλεπιδρά με τον χάρτη με αποτέλεσμα να του κινείται το ενδιαφέρον και να παρακινείται συνεχώς να εξερευνά και να προβληματίζεται κάνοντας τη διαδικασία πιο διασκεδαστική.

Ένας τρόπος να συνδυαστεί η αφήγηση με τους διαδραστικούς χάρτες είναι με τη χρήση των αφηγηματικών χαρτών. Οι αφηγηματικοί χάρτες υλοποιούνται μέσω κάποιου λογισμικού κατά το οποίο ο συγγραφέας έρχεται αντιμέτωπος με πολυάριθμες επιλογές ενώ καλείται να λάβει σημαντικές αποφάσεις όσον αφορά τις παραμέτρους που θα συνθέσουν τον χάρτη. Στη συγκεκριμένη εργασία, χρησιμοποιείται το πρόγραμμα ArcGIS StoryMaps το οποίο είναι προϊόν του ArcGIS online της ESRI και προσφέρει τα κατάλληλα εργαλεία για τη δημιουργία ενός αφηγηματικού χάρτη. Οι χάρτες αποτελούν εξέχον στοιχείο της αφήγησης, ενώ μπορούν να συνοδεύονται από κείμενο, εικόνα, βίντεο κ.α. ενώ υπάρχει η δυνατότητα προσθήκης διαδραστικών λειτουργιών.

Στο πλαίσιο της εργασίας, παρουσιάζονται αναλυτικά οι μέθοδοι και τα στάδια που ακολουθήθηκαν για τη δημιουργία ενός αφηγηματικού χάρτη καθώς και η διαδικασία που προηγήθηκε για την υλοποίηση των χαρτών. Ο αφηγηματικός αυτός χάρτης αναφέρεται σε ενεργειακά και ατμοσφαιρικά δεδομένα, καθώς και τις επιπτώσεις που επιφέρουν στο περιβάλλον και τον άνθρωπο. Επιπλέον, παρατίθενται στατιστικά γραφήματα, όπως διαγράμματα και πίνακες, τα οποία συμβάλλουν στην επεξήγηση κάποιων ζητημάτων. Το σημαντικότερο κομμάτι της εργασίας αποτελούν οι χαρτογραφικές απεικονίσεις που αφορούν φαινόμενα όπως τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, τη σχέση εισοδήματος και εκπομπών CO₂, τις επιλογές πηγών ενέργειας κάθε χώρας, την πρόσβαση σε ενέργεια, τις συγκεντρώσεις λεπτών σωματιδίων PM_{2.5} καθώς και τους θανάτους που προκαλούν.

Ο συγκεκριμένος αφηγηματικός χάρτης απευθύνεται στο ευρύ κοινό αφού έχει δημιουργηθεί έτσι ώστε να είναι εύκολα κατανοητός και ενδιαφέρων. Σκοπός του χάρτη είναι η γνωριμία και η ευαισθητοποίηση του κοινού σε θέματα που αφορούν την ενέργεια, τη μόλυνση, αλλά και την υγεία του ανθρώπου και χρειάζονται την προσοχή μας.

Ως προς τη δομή της, η εργασία περιλαμβάνει οχτώ κεφάλαια τα οποία αλληλοσυμπληρώνονται. Το πρώτο Κεφάλαιο αναφέρεται στην Αφήγηση και πιο συγκεκριμένα στην ιστορία της, τον ορισμό της και τη δομή της. Στο δεύτερο Κεφάλαιο εισάγεται η έννοια της Οπτικής Αφήγησης και τα μέσα/τεχνικές που χρησιμοποιεί. Το τρίτο Κεφάλαιο αναφέρεται στη Θεματική Χαρτογραφία και τα θεωρητικά αλλά και τεχνικά της στοιχεία, τις βασικές θεματικές απεικονίσεις, τις μεθόδους επεξεργασίας των δεδομένων, τη σχέση της με το διαδίκτυο, την έννοια της διαδραστικότητας και την συσχέτισή της με την αφήγηση. Ακόμα, παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο για τους αφηγηματικούς χάρτες. Στο τέταρτο Κεφάλαιο αναλύεται το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την εργασία ενώ σχολιάζονται και κάποια παραδείγματα αφηγηματικών χαρτών. Στο πέμπτο Κεφάλαιο γίνεται μια πιο αναλυτική παρουσίαση του περιεχομένου του αφηγηματικού χάρτη καθώς και όλων των τεχνικών προσεγγίσεων καθώς και η διαδικασία δημιουργίας των χαρτογραφικών απεικονίσεων. Στο έκτο Κεφάλαιο παρατίθενται όλα τα στοιχεία και δεδομένα της έρευνας και αναλύονται τα πορίσματα της έρευνας και προτεινόμενες λύσεις. Το έβδομο Κεφάλαιο παρουσιάζει τη διαδικασία δημιουργίας του συγκεκριμένου αφηγηματικού χάρτη ενώ το όγδοο και τελευταίο Κεφάλαιο θέτει τα τελικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την εργασία, καθώς και μελλοντικές προτάσεις βελτίωσης.

1. ΑΦΗΓΗΣΗ

Ο άνθρωπος από την εμφάνισή του στη γη μέχρι σήμερα, επιδιώκει την πολιτιστική του ανάπτυξη και την ηθική του τελειότητα. Αν σε αυτό συνετέλεσαν οι έμφυτες ικανότητές του όπως η εφευρετικότητα του και η συναισθηματική του νοημοσύνη, δε μπορεί να παραβλεφθεί η σημασία της μετάδοσης των γνώσεων και των εμπειριών του, γνωστό και ως αφήγηση.

1.1 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΑΦΗΓΗΣΗΣ

Η ιστορία της αφήγησης ξεκινάει από την αρχαιότητα, όταν οι άνθρωποι των σπηλαίων χρησιμοποιούσαν τη ζωγραφική και τη χάραξη σε τοίχους ως μέσο για τη δημιουργία ιστοριών και μύθων αλλά και για την αποτύπωση της ανθρώπινης εξέλιξης (Peters, 2018). Συνδυάζοντας την καλλιτεχνική τους φύση με την πρώτη μορφή ομιλίας, δηλαδή κραυγές ή φωνές, δημιουργήθηκαν λέξεις οι οποίες μετεξελίχθηκαν σε προφορικό και έπειτα σε γραπτό λόγο. Αν και τα μέσα αλλάζουν, η αφήγηση, προφορική ή γραπτή, βασίζεται στη χρήση μιας σειράς πραγματικών ή πλασματικών γεγονότων (Τσολάκης κ.ά., 2012).

Με την πάροδο του χρόνου καθώς και την εμφάνιση της τεχνολογίας, παρέχονται νέα και ολοένα πιο εξελιγμένα μέσα για την μετάδοση ιστοριών. Τα είδη μέσων που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι η ομιλία, η τυπογραφία και τα ψηφιακά μέσα μαζικής ενημέρωσης ενώ τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης έχουν γίνει ο σύγχρονος τρόπος παρουσίασης της καθημερινότητας (Peters, 2018).

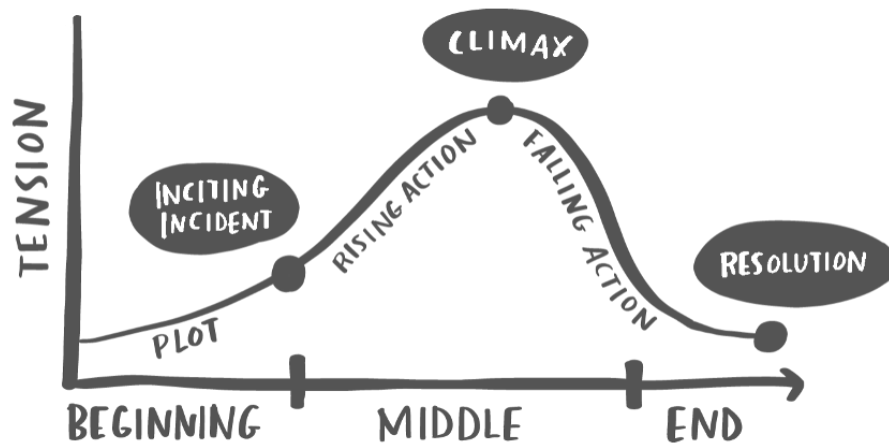
1.2 ΑΦΗΓΗΣΗ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΑ

Συχνά, συγχέονται οι έννοιες «ιστορία» και «αφήγηση» ενώ στην πραγματικότητα υπάρχουν διακριτές διαφορές μεταξύ αυτών των δύο (Beemgee, 2014). *«Η αφήγηση είναι η επιλογή των γεγονότων που θα συσχετιστούν και με ποια σειρά θα συσχετιστούν – επομένως είναι μια αναπαράσταση ή μια συγκεκριμένη εκδήλωση της ιστορίας, παρά η ίδια η ιστορία»* (Beemgee, 2014). Ο εύκολος τρόπος για να γίνει αντιληπτή η διαφορά μεταξύ ιστορίας και αφήγησης είναι με την αναδιάταξη της σειράς των γεγονότων. Μια νέα σειρά γεγονότων δημιουργεί μια νέα αφήγηση της ίδιας ιστορίας. Σε μία αφήγηση, τα στοιχεία παρουσιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργείται μια αίσθηση μυστηρίου ή έντασης με σκοπό να προκαλέσει την επιθυμία στο κοινό να μάθει τι συμβαίνει στην ιστορία και γιατί (Beemgee, 2014).

1.3 Η ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΑΦΗΓΗΣΗΣ

Τα βασικά στοιχεία μιας αφήγησης είναι: η κατάσταση (πλαίσιο λόγου ή αφορμή για αφήγηση), η αλληλουχία γεγονότων (δομημένη χρονική πορεία γεγονότων), η δημιουργία έντασης/αναστάτωση του κόσμου (διαταραχή κατάστασης ισορροπίας), και πως είναι (τα συναισθήματα ζώντας την κατάσταση/εμπειρία) (Herman, 2011).

Η αφήγηση κάθε ιστορίας έχει αρχή, μέση και τέλος (Εικόνα 1). Πιστεύεται πως ο Αριστοτέλης εισήγαγε αυτή τη βασική ιδέα. Πιο συγκεκριμένα, στην αρχή καθορίζονται το τοπίο, οι χαρακτήρες και η σχέση μεταξύ τους. Στη συνέχεια, συμβαίνει ένα γεγονός που προκαλεί ένταση στους χαρακτήρες. Στο δεύτερο μέρος, αναπτύσσεται η πλοκή ενώ εμφανίζονται διάφορες εντάσεις οι οποίες αυξάνονται έως ότου φτάσουν στο πιο έντονο σημείο τους, το αποκορύφωμα. Στο τέλος, επιλύεται η σύγκρουση και η ιστορία τελειώνει (Knaflic, 2020).



Εικόνα 1. Οι τρεις πράξεις της αφήγησης: αρχή, μέση, τέλος (Πηγή: Madden, 2019)

Όσον αφορά την έκταση της αφήγησης, μπορεί να είναι πολύ εκτεταμένη ή να περιορίζεται σε μια μόνο φράση. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η ρήση του Καίσαρα "Veni, Vidi, Vici" («ήρθα, είδα, νίκησα»), που θεωρείται η συντομότερη αφήγηση (Τσολάκης κ.ά., 2012).

2. ΟΠΤΙΚΗ ΑΦΗΓΗΣΗ

Η αφήγηση, η πράξη της αφήγησης μιας ιστορίας, είναι σημαντική σε πολλούς διαφορετικούς κλάδους όπως η δημοσιογραφία, η εκπαίδευση, η ψυχαγωγία, η πολιτική και η επιστημονική έρευνα (Tong et al., 2018). Είναι σημαντικό να δίνεται μεγάλη σημασία στη δομή και την αναπαραγωγή της αφήγησης ώστε να γίνεται εύκολα κατανοητή και ευχάριστη για τους αναγνώστες αλλά και να τους κινεί το ενδιαφέρον. Υπάρχουν πολλές τεχνικές για να παρουσιαστεί μια ιστορία, μία από αυτές είναι η **οπτική αφήγηση**, δηλαδή η αφήγηση με τη χρήση οπτικών μέσων.

Σύμφωνα με τους Bertschi et al. (2011) *«για να μετατραπούν οι πληροφορίες σε γνώση, πρέπει κανείς να μοιραστεί κάποιο πλαίσιο, κάποιο νόημα, προκειμένου να κωδικοποιηθούν και να συνδεθούν με προ υπάρχουσα εμπειρία»*. Η αφήγηση είναι ένα από τα εργαλεία που είναι ικανά να εισάγουν το πλαίσιο και το νόημα στην οπτικοποίηση, βοηθώντας τους χρήστες να συνδέσουν τα σύνθετα δεδομένα μεταξύ τους. Χωρίς την αφήγηση, οι αναγνώστες θα στερούσαν τις εξηγήσεις της πλοκής και θα έπρεπε να βασίζονταν στη δική τους ικανότητα για να ερμηνεύουν σωστά τα δεδομένα.

Η αναγκαιότητα ενσωμάτωσης οπτικοποιήσεων στις αφηγήσεις προκύπτει από την ανάγκη μετάδοσης σύνθετων δεδομένων με πιο απλό και ελκυστικό τρόπο. Ο μεγάλος όγκος πληροφοριών που παρέχεται στις μέρες μας, σε συνδυασμό με τα ανοιχτά δεδομένα που πολλαπλασιάζουν αυτόν τον αριθμό, χρήζει την ανάγκη να βρεθούν τρόποι για την κατανόηση αυτών των πληροφοριών (Figueiras, 2014). Σήμερα, νέες τεχνικές επιτρέπουν την εξέλιξη των παραδοσιακών μορφών αφήγησης και αναπαραστάσης δεδομένων, χρησιμοποιώντας εξελιγμένα (οπτικά) μέσα για τη μετάδοση ιστοριών. Η οπτικοποίηση έχει αποδειχθεί πολύ αποτελεσματική σε αυτό το κομμάτι, και εισάγοντας την αφήγηση, γίνεται ακόμα ευκολότερη η ερμηνεία της οπτικοποίησης αλλά και πιο ελκυστική στο κοινό.

Η οπτική αφήγηση (visual storytelling) έχει μετατρέψει τον χαρτογράφο σε «δημοσιογράφο δεδομένων» με νέους συνδυασμούς τεχνολογίας και πολυμέσων, νέες μορφές παρουσίασης και ρητορικής και νέες διαστάσεις της εμπειρίας χρήστη (Wallace, 2016; Cairo, 2017), ενώ συχνά η χαρτογραφία αντιμετωπίζεται τόσο ως τέχνη όσο και ως επιστήμη.

Σύμφωνα με τους Eric Goodstadt και Sacha Reeb (2019), *«η οπτική αφήγηση περιλαμβάνει τη χρήση γραφικών, εικόνων και βίντεο για την αλληλεπίδραση με τους θεατές σε μια προσπάθεια να ωθήσουν τα συναισθήματα, να εμπλακούν στην ενδοεπικοινωνία και να παρακινήσουν το κοινό για δράση»*. Με άλλα λόγια, συνδυάζει δεδομένα και μια ιστορία για να παρουσιάσει στους θεατές μια οπτική προβολή. Η οπτική αφήγηση φαίνεται να είναι αποτελεσματική στην επίτευξη των παραπάνω για τους εξής επιστημονικά αποδεδειγμένους λόγους:

1. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος επεξεργάζεται οπτικά στοιχεία πολύ πιο γρήγορα από κείμενο. «Τα οπτικά στοιχεία είναι 60.000 φορές πιο γρήγορο να τα επεξεργαστεί ο ανθρώπινος εγκέφαλος από ότι ένα κείμενο -χρειάζεται μόλις 13 χιλιοστά του δευτερολέπτου- και το 90% των πληροφοριών που μεταδίδονται στον εγκέφαλο είναι οπτικές» (Anne Trafton, 2014).

2. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος προτιμά πληροφορίες παρουσιασμένες ως ιστορίες. «Το 92% των καταναλωτών θέλουν οι εταιρίες να κάνουν διαφημίσεις που να μοιάζουν με ιστορίες (OneSpot, 2017).

2.1 ΟΠΤΙΚΑ ΜΕΣΑ-ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Οι οπτικοποιήσεις, αρχικά, χρησιμοποιούνταν συμπληρωματικά με σκοπό να υποστηρίξουν μια αφήγηση. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια έχουν εξελιχθεί σε μια ανεξάρτητη μορφή αφήγησης (οπτική αφήγηση) η οποία μπορεί να υπάρξει χωρίς την υποστήριξη ενός βίντεο ή κειμένου (Figueiras, 2014). Με σκοπό την ελκυστικότερη, για τους θεατές, παρουσίαση μιας ιστορίας και την ευκολότερη κατανόησή της, χρησιμοποιούνται διάφορα **οπτικά μέσα/τεχνικές**.

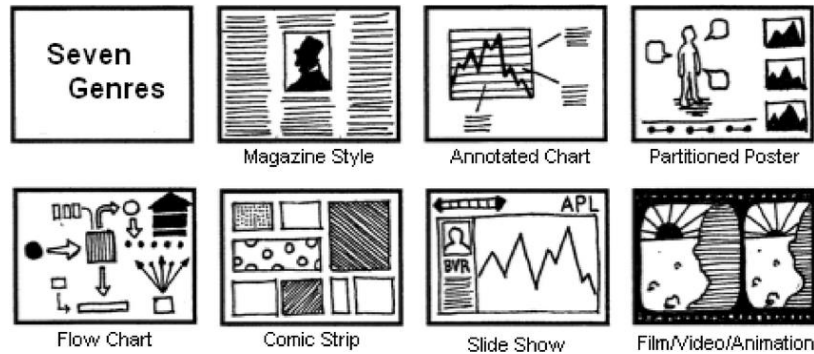
Έρευνες έχουν δείξει ότι τα οπτικά χαρακτηριστικά όπως είναι το χρώμα, το μέγεθος και ο προσανατολισμός προσελκύουν την προσοχή. Για παράδειγμα το αντικείμενο με τα πιο έντονα χρώματα είναι αυτό που ξεχωρίζει από το περιβάλλον του όπως και το μεγαλύτερο αντικείμενο (εικόνα, κείμενο) είναι πιο εμφανές σε σχέση με τα μικρότερα. Ακόμα, ο τρόπος με τον οποίο αντιλαμβάνεται ο χρήστης τα στοιχεία (πχ. από πάνω προς τα κάτω) ή η θέση στην οποία απεικονίζεται το αντικείμενο (πχ. στο κέντρο) μπορεί να επηρεάσει αυτό που γίνεται αντιληπτό ως πιο σημαντικό (Segel & Heer, 2010).

Οι οπτικές τεχνικές μπορούν να καθορίσουν τη σειρά με την οποία το μάτι εκλαμβάνει τα στοιχεία στη σκηνή. Για παράδειγμα, η διανυσματική αναφορά, συνήθως με τη μορφή βελών, καθοδηγεί έμμεσα τον αναγνώστη ώστε να ακολουθήσει μια συγκεκριμένη πορεία ανάγνωσης. Άλλη οπτική τεχνική είναι η ομαδοποίηση μέσω χαρακτηριστικών, όπως η χωρική εγγύτητα, η οποία μπορεί να ωθήσει κάποιον να αντιληφθεί πρώτα το ομαδοποιημένο περιεχόμενο (Segel & Heer, 2010).

Οι Segel και Heer (2010) έχουν περιγράψει τρεις έννοιες με σκοπό να κατηγοριοποιήσουν τις αφηγηματικές οπτικοποιήσεις: τα είδη, τις οπτικές αφηγηματικές τακτικές και τις τακτικές αφηγηματικής δομής.

Το **είδος**, στη συγκεκριμένη περίπτωση, περιγράφει κατηγορίες οπτικών αφηγήσεων που περιλαμβάνουν ένα σύνολο κοινών χαρακτηριστικών. Σύμφωνα με τους Segel και Heer (2010) υπάρχουν 7 είδη οπτικών αφηγήσεων (Εικόνα 2):

- **Στυλ περιοδικού** (magazine style): περιέχει κυρίως κείμενο με ενσωματωμένες εικόνες
- **Σχολιασμένο γράφημα** (annotated chart): είναι διαδραστικά γραμμικά γραφήματα χρονοσειρών που συνοδεύονται από σχόλια/σημειώσεις
- **Διαιρεμένη αφίσα** (partitioned poster): μία αφίσα της οποίας ο χώρος υποδιαιρείται σε μικρότερα τμήματα, που το καθένα λέει την δικιά του υπο-ιστορία με γραφήματα, εικόνες και κείμενο
- **Διάγραμμα ροής** (flow chart): είναι ένας τύπος διαγράμματος που αντιπροσωπεύει μια ροή εργασίας ή μια διαδικασία ή μια διαγραμματική αναπαράσταση μιας αφήγησης.
- **Κόμικ** (comic strip): μια συνεχόμενη αλληλουχία εικόνων εντός τετραγωνιδίων που περιγράφουν με σύντομο τρόπο μια ιστορία
- **Προβολή διαφανειών** (slide show): είναι η παρουσίαση μιας σειράς στατικών εικόνων (διαφανειών) σε οθόνη προβολής
- **Ταινία/βίντεο/κινούμενα σχέδια** (film/video/animation): μέθοδος με την οποία οι ακίνητες φιγούρες εμφανίζονται ως κινούμενες εικόνες



Εικόνα 2. Είδη Αφηγηματικών Οπτικοποιήσεων (Πηγή: Segel & Heer, 2010)

Τα είδη ορίζονται από τον «αριθμό των σκηνών» (frames) και «τη σειρά των οπτικών στοιχείων» στην οπτικοποίηση.

Οι **οπτικές αφηγηματικές τακτικές** είναι οπτικά τεχνάσματα που συμπληρώνουν και διευκολύνουν την αφήγηση (Segel & Heer, 2010). Πιο συγκεκριμένα, κατευθύνουν την προσοχή, καθοδηγούν τις μεταβάσεις της προβολής και προσανατολίζουν τον χρήστη (Hullman et al., 2011). Κάποια από αυτά τα τεχνάσματα είναι η χρήση χρώματος, μεγέθους, πλαισίωσης, κίνησης, ήχου κ.α. ή οι κινούμενες μεταβάσεις και η κίνηση της κάμερας για μετακίνηση μεταξύ των οπτικών σκηνών χωρίς να αποπροσανατολίζεται ο θεατής (Segel & Heer, 2010).

Οι **τακτικές αφηγηματικής δομής** έχουν σχέση με τη διαδρομή που πρέπει να ακολουθήσουν οι θεατές στην οπτικοποίηση, με τους διαφορετικούς τρόπους που ένας χρήστης μπορεί να χειριστεί την οπτικοποίηση (διαδραστικότητα) και με τους τρόπους με τους οποίους μια οπτικοποίηση επικοινωνεί τις παρατηρήσεις και τα σχόλια στον θεατή (Segel & Heer, 2010).

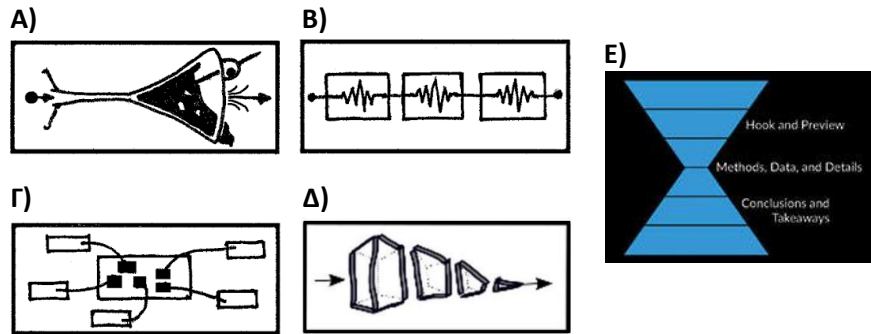
Τα παραπάνω είδη και τακτικές επιτρέπουν να γίνονται συγκρίσεις μεταξύ των οπτικοποιήσεων με βάση τον τρόπο με τον οποίο προκαλούν τις αλληλεπιδράσεις των χρηστών με τα δεδομένα (Hullman et al., 2011).

Οι αφηγηματικές οπτικοποιήσεις (narrative visualizations) μπορούν επίσης να κατηγοριοποιηθούν σε ιστορίες που καθοδηγούνται από τον συγγραφέα (author driven stories) και σε ιστορίες που καθοδηγούνται από τον αναγνώστη (reader driven stories) (Segel & Heer, 2010).

- Μία **καθοδηγούμενη από τον συγγραφέα** προσέγγιση ακολουθεί γραμμική διαδρομή, δηλαδή η σειρά ανάγνωσης των οπτικών στοιχείων είναι προκαθορισμένη, ενώ δε δίνει τη δυνατότητα στον αναγνώστη να αλληλεπιδράσει με την αφήγηση. Ένα παράδειγμα είναι οι ταινίες.
- Μία **καθοδηγούμενη από τον αναγνώστη** προσέγγιση, δεν ακολουθεί συγκεκριμένη διαδρομή ενώ προσφέρει μεγάλη διαδραστικότητα. Δίνει δηλαδή τη δυνατότητα στον αναγνώστη να επιλέξει εκείνος τη σειρά ανάγνωσης των οπτικών στοιχείων που του προβάλλονται. Κάποια παραδείγματα αυτής της προσέγγισης είναι οι διαφημίσεις, τα εκπαιδευτικά βίντεο και τα κόμικς.

Οι δύο αυτές προσεγγίσεις δείχνουν να δυσκολεύουν τους αφηγητές στην επιλογή της μεθόδου που θα ακολουθήσουν. Μελέτες περιπτώσεων έχουν δείξει ότι οι περισσότερες οπτικές αφηγήσεις χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό των δύο αυτών μεθόδων παρέχοντας με αυτόν τον τρόπο

διαδραστικότητα σε μία δομημένη αφήγηση (Segel & Heer, 2010). Διακρίνονται λοιπόν τρεις βασικές δομές: η δομή ποτηριού Martini (Martini Glass Structure) η οποία δίνει προτεραιότητα στην καθοδήγηση από τον συγγραφέα, η διαδραστική παρουσίαση διαφανειών (Interactive Slideshow) η οποία συνδυάζει τις δύο προσεγγίσεις, και η ιστορία λεπτομερούς έρευνας (Drill-Down Story) η οποία δίνει προτεραιότητα στην καθοδήγηση από τον αναγνώστη (Segel & Heer, 2010).



Εικόνα 3. Δομές Αφηγηματικών Οπτικοποιήσεων (Πηγή: Εικόνες Α-Γ από Segel & Heer, 2010. Εικόνα Δ από Cortés Abraham, 2018. Εικόνα Ε από Schwabish, 2017)

Α) Δομή ποτηριού Martini (Martini Glass Structure): Η οπτικοποίηση ξεκινά με μια προσέγγιση καθοδηγούμενη από τον συγγραφέα στην οποία ο συγγραφέας απεικονίζει τις πληροφορίες που θεωρεί σημαντικές για την αφήγηση. Έπειτα, όταν η επιδιωκόμενη αφήγηση του συγγραφέα παρουσιαστεί πλήρως, η οπτικοποίηση αλλάζει και ο χρήστης δύναται να αλληλεπιδράσει με τα δεδομένα και να εξερευνήσει τα στοιχεία με όποιον τρόπο επιλέξει. Η δομή μοιάζει με ποτήρι μαρτίνι, όπου το λεπτό μέρος του ποτηριού αντιπροσωπεύει το μονόδρομο που πρέπει να ακολουθήσει ο αναγνώστης με την καθοδήγηση του συγγραφέα, και το διευρυμένο στόμιο του ποτηριού που αντιπροσωπεύει τις πολλαπλές επιλογές για αλληλεπίδραση του αναγνώστη με την ιστορία.

Β) Διαδραστική παρουσίαση διαφανειών (Interactive Slideshow): Εφαρμόζεται ένας συνδυασμός των προσεγγίσεων καθοδηγούμενων από τον συγγραφέα και τον αναγνώστη αφού επιτρέπει στους αναγνώστες να αλληλεπιδρούν κατά διαστήματα σε όλη τη διάρκεια της αφήγησης, ενώ ο συγγραφέας ελέγχει τη ροή και τη δομή. Αυτό διασφαλίζει ότι ο αναγνώστης προχωρά παρακάτω στην παρουσίαση μόνο όταν αυτός είναι έτοιμος ενώ ακόμα του επιτρέπει επαναλάβει τα βήματα εάν το επιθυμεί. Η συγκεκριμένη μέθοδος λειτουργεί καλά τόσο με πολύπλοκα σύνολα δεδομένων όσο και με αφηγήσεις.

Γ) Ιστορία λεπτομερούς έρευνας (Drill-Down Story): Αυτή η δομή δίνει μεγαλύτερη έμφαση στην προσέγγιση καθοδηγούμενη από τον αναγνώστη. Ωστόσο, εξακολουθεί να απαιτεί την συμμετοχή του συγγραφέα ώστε να καθοριστούν οι λεπτομέρειες που περιλαμβάνονται στην ιστορία με σκοπό να μη «χαθεί» ο αναγνώστης. Παρουσιάζεται αρχικά ένα γενικό θέμα από τον συγγραφέα και στη συνέχεια δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να επιλέξει για ποιο μέρος της οπτικοποίησης θα ήθελε να μάθει περισσότερα αλλά και να επιλέξει οποιαδήποτε σειρά ανάγνωσης/προβολής θέλει.

Δ) Αντεστραμμένη Πυραμίδα (Inverted Pyramid): Δηλώνεται η πιο σημαντική πληροφορία στον τίτλο, στη συνέχεια ακολουθεί η επόμενη πιο σημαντική πληροφορία στην αρχή της αφήγησης και όσο εξελίσσεται η ιστορία παρατίθενται οι πληροφορίες μικρότερης σημασίας. Αυτός ο τρόπος γραφής φτάνει γρήγορα στο συμπέρασμα καθιστώντας τον κατάλληλο για το διαδίκτυο όπου οι χρήστες δεν διαβάζουν προσεκτικά ή δεν αφιερώνουν πολύ χρόνο ώστε να βρουν αυτό που ψάχνουν.

Ε) Κλεψύδρα (Hourglass): Είναι ένας συνδυασμός της ανεστραμμένης πυραμίδας και των αφηγηματικών δομών. Στην αρχή γίνεται μία σύντομη παρουσίαση των σημαντικότερων γεγονότων της αφήγησης, στη συνέχεια παρουσιάζει τα επιχειρήματα και στο τέλος δίνει συμπεράσματα έτσι ώστε οι αναγνώστες να μπορέσουν να συσχετίσουν την αρχή με το τέλος της ιστορίας.

3. ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ

Η αδυναμία εποπτείας του γεωγραφικού χώρου οδήγησε, ήδη από την παλαιολιθική εποχή, στην επινόηση της αναπαράστασης του χώρου. Η αναπαράσταση αυτή είχε ως πρακτικό αποτέλεσμα την επινόηση των χαρτών. Από μαρτυρίες ταξιδιωτών που ήρθαν σε επαφή με πρωτόγονους λαούς, οι οποίοι χωρίς να κατέχουν γραπτό λόγο σχεδίαζαν χάρτες, προκύπτει ότι οι χάρτες πρέπει να εμφανίστηκαν πριν τη γραφή (Raisz, 1948) παρότι ο πρωτόγονος νους του ανθρώπου δεν είχε τη δυνατότητα απεικόνισης τρισδιάστατων χώρων σε δισδιάστατη απεικόνιση.

Η αντίδραση των ανθρώπων όταν καλούνταν να περιγράψουν μια διαδρομή, ήταν να χαράξουν το σκίτσο της σε μια επιφάνεια (Raisz, 1948). Φαίνεται ότι η δημιουργία του χάρτη είναι αποτέλεσμα της έμφυτης τάσης του ανθρώπου να επικοινωνήσει με τους συνανθρώπους του.

Οι χαρτογράφοι βασίζονταν σε πληροφορίες που μεταφέρονταν από στόμα σε στόμα ώστε να καλύψουν τα κενά στους χάρτες τους. Η γνώση του προσανατολισμού και των αποστάσεων ήταν σημαντική για την επιβίωση των ανθρώπων της αρχαίας εποχής, για αυτό, από πολύ παλιά, παρατηρείται η ανάπτυξη συστημάτων δημιουργίας χαρτών. Είναι φανερό πως μέχρι και σήμερα, η ανάγκη και η χρησιμότητα των χαρτών είναι μεγάλη σε πολλούς τομείς αλλά και στην καθημερινή ζωή (Μιχαηλίδου, 2004). Καλλιτέχνες από όλους τους τομείς έχουν χρησιμοποιήσει εκτενώς τους χάρτες (Orueta, 2010) για να εντοπίσουν τις αφηγήσεις τους σε απτά μέρη (Conley, 2007; Joliveau, 2009) αλλά και για να διεγείρουν τη φαντασία του κοινού τους (Piatti & Hurni, 2009; Pond, 2010).

3.1 ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ

«Η Θεματική Χαρτογραφία μπορεί να θεωρηθεί ως επιστήμη, εφόσον βασίζεται σε θεωρητικές επιστήμες όπως τα μαθηματικά, αλλά και ως τέχνη, αφού στόχος της είναι η ισορροπία μεταξύ της αισθητικής και της γρήγορης αντίληψης των φαινομένων που απεικονίζει ο θεματικός χάρτης» (Νάκος & Φιλίππακοπούλου, 1992).

3.1.1 ΕΙΔΗ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ

Η Θεματική Χαρτογραφία έχει σκοπό τη μετάδοση πληροφοριών που περιλαμβάνουν δεδομένα τα οποία συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με κάποιον τόπο. Πιο συγκεκριμένα, αντικείμενό της είναι η χαρτογραφική αναπαράσταση φαινομένων που συσχετίζονται και κατανέμονται στο γεωγραφικό χώρο (χωρικά φαινόμενα). Τα φαινόμενα αυτά διαφοροποιούνται μέσω ποιοτικών (περιγραφικά) ή ποσοτικών (αριθμητικά) χαρακτηριστικών. Το προϊόν της θεματικής χαρτογραφίας είναι οι θεματικοί χάρτες οι οποίοι προκύπτουν από την απόδοση θεματικών γεωγραφικών δεδομένων.

Τα σημαντικότερα είδη θεματικών χαρτών είναι:

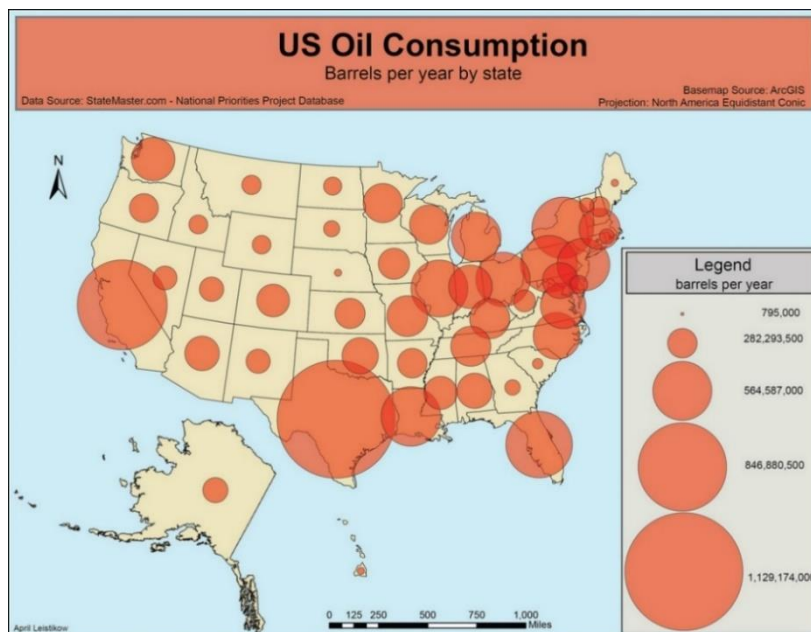
- Ο χάρτης αναλογικών συμβόλων
- Ο χάρτης ροής
- Ο χωροπληθής χάρτης
- Ο δασυμετρικός χάρτης

- Ο χάρτης κουκίδων
- Ο ισარიθμικός χάρτης
- Το χαρτόγραμμα

3.1.1.1 ΧΑΡΤΗΣ ΑΝΑΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

Οι χάρτες αναλογικών συμβόλων χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση ποσοτικών δεδομένων που σχετίζονται με σημειακές θέσεις. Βασίζονται στην επιλογή του σχήματος ενός συμβόλου (πχ κύκλος, τετράγωνο, σφαίρα, κλπ.) του οποίου το μέγεθος διαφοροποιείται ανάλογα με την τιμή του φαινομένου που αναπαριστά. Υπάρχουν δύο ειδών χάρτες σημειακών συμβόλων ανάλογα με το εάν τα δεδομένα έχουν υποστεί ομαδοποίηση: οι χάρτες αναλογικών συμβόλων (αταξινόμητοι χάρτες όπου το μέγεθος του συμβόλου διαφοροποιείται αναλογικά με την τιμή που αναπαριστά) και οι χάρτες βαθμωτών συμβόλων (ταξινομημένοι χάρτες όπου τα δεδομένα έχουν υποστεί ομαδοποίηση, οπότε κάθε σύμβολο στον χάρτη αναπαριστά μία ομάδα δεδομένων).

Ο τύπος δεδομένων που υποστηρίζουν οι χάρτες σημειακών συμβόλων είναι τόσο πρωτογενείς τιμές (π.χ. πληθυσμός), όσο και παράγωγες (π.χ. αναλογίες και ποσοστά). Η δυνατότητα του χρήστη να κατανοήσει τον χάρτη βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στον συμβολισμό των δεδομένων. Τα αναλογικά σύμβολα μπορεί να είναι γεωμετρικά (2D, 3D) ή εικονογραφικά. Τα πιο συνήθη γεωμετρικά σύμβολα είναι ο κύκλος, το τετράγωνο, το τρίγωνο και ο ρόμβος. Το πιο διαδεδομένο από αυτά είναι ο κύκλος λόγω του συμπαγούς σχήματός του, της ευκολία αντίληψής του και της ευελιξίας χρήσης του. Στα αναλογικά σύμβολα, το μήκος ή το εμβαδόν, ή ο όγκος αντίστοιχα, των συμβόλων είναι ανάλογο με τις τιμές που συμβολίζουν.

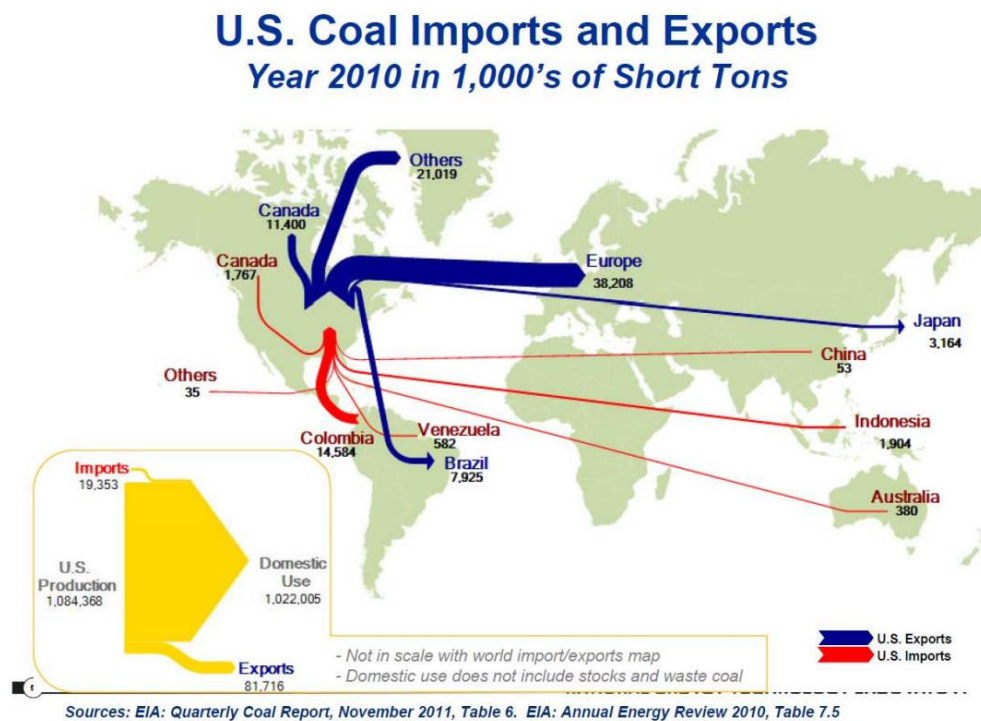


Εικόνα 4. Χάρτης Αναλογικών Συμβόλων-Κατανάλωση πετρελαίου στην Αμερική (Πηγή: KelsKach, 2013)

Οι χάρτες με τρισδιάστατα σημειακά σύμβολα είναι ελκυστικοί και προσφέρουν τη δυνατότητα απεικόνισης μεγαλύτερου εύρους τιμών. Παρόλα αυτά, είναι πολλές φορές δυσνόητοι και προκαλούν σύγχυση στον αναγνώστη αφού δυσκολεύονται να αντιληφθούν τις μεταβολές στον όγκο. Από την άλλη, τα εικονογραφικά σύμβολα κάνουν τους χάρτες διασκεδαστικούς ενώ ταυτόχρονα προσελκύουν την προσοχή των χρηστών με κίνδυνο όμως τη δυσχέρεια της κατανόησης όσο αυξάνεται η πολυπλοκότητα. Στην Εικόνα 4 απεικονίζεται ένας χάρτης αναλογικών συμβόλων που αφορά τα βαρέλια πετρελαίου ανά χρόνο που καταναλώνονται στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής.

3.1.1.2 ΧΑΡΤΗΣ ΡΟΗΣ

Οι χάρτες ροής απεικονίζουν τη γραμμική κίνηση μεταξύ θέσεων στον χώρο ή την αλληλεπίδραση μεταξύ θέσεων, τόπων, κλπ. Διαθέτουν υψηλό επίπεδο γενίκευσης λόγω της φύσης του συμβολισμού και της πολυπλοκότητας. Αναφέρονται κυρίως σε ποσοτικές διαφοροποιήσεις και μπορούν να αναπαραστήσουν κυρίως πρωτογενή αλλά και παράγωγα δεδομένα. Απεικονίζουν ροές μεταξύ πραγματικών ή εννοιολογικών σημειακών θέσεων, πραγματικής διαδρομής (π.χ. χάρτες κυκλοφορίας) ή μη πραγματικής διαδρομής (π.χ. ροές μεταδοτικών ασθενειών). Κάποια παραδείγματα τέτοιων χαρτών είναι οι μετακινήσεις υλικών (π.χ., άνθρωποι, εμπορεύματα) ή άυλων οντοτήτων (π.χ. ιδέες, κίνηση στο διαδίκτυο). Οι διαφοροποιήσεις επιτυγχάνονται με αλλαγή κυρίως του πάχους των γραμμών ή δευτερευόντως της έντασης ή ακόμα και του κορεσμού. Στην Εικόνα 5 παρατίθεται ένα παράδειγμα χάρτη ροής που αναπαριστά τις εισαγωγές και εξαγωγές άνθρακα της Αμερικής.



Εικόνα 5. Χάρτης ροής - Εισαγωγές και εξαγωγές άνθρακα (Πηγή: Shuster, 2011)

3.1.1.3 ΧΩΡΟΠΛΗΘΗΣ ΧΑΡΤΗΣ

Οι χωροπληθείς χάρτες απεικονίζουν τη γεωγραφική κατανομή μιας μεταβλητής σε ένα δεδομένο σύνολο περιοχών και χρησιμοποιούνται για θεματικά δεδομένα που αναφέρονται σε επιφανειακές χωρικές οντότητες, είναι παράγωγες τιμές (δηλαδή έχουν υποστεί στατιστική επεξεργασία) και διαφοροποιούνται ως προς την κλίμακα τάξης, διαστήματος ή την αναλογική. Είναι κατάλληλη απεικόνιση όταν το φαινόμενο κατανέμεται ομοιόμορφα εντός των απογραφικών μονάδων. Η οπτική μεταβλητή ένταση χρησιμοποιείται για τον συμβολισμό των χωροπληθών χαρτών. Με τους συγκεκριμένους χάρτες είναι, ακόμα, δυνατή η σύγκριση διαφορετικών χαρτογραφικών προτύπων για τον εντοπισμό συσχετίσεων μεταξύ φαινομένων και μεταξύ διαφορετικών χρονικών περιόδων.

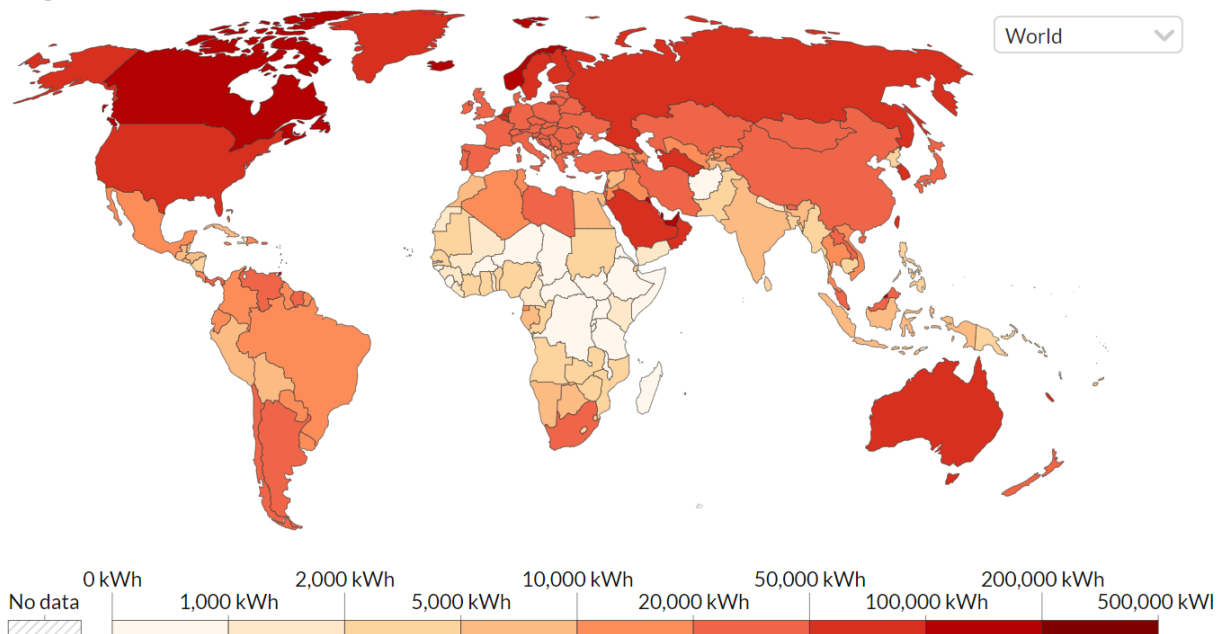
Απαραίτητη είναι η κατάλληλη επιλογή μεθόδου ομαδοποίησης των δεδομένων διότι, με κάθε μία από αυτές, προκύπτουν διαφορετικά αποτελέσματα. Με την ομαδοποίηση, απλοποιούνται και γενικεύονται τα δεδομένα γεγονός που προκαλεί την έλλειψη λεπτομερειών αλλά από την άλλη συμβάλλει στην απεικόνιση περισσότερων πληροφοριών. Με αυτόν τον τρόπο, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει το βαθμό λεπτομέρειας που θα απεικονιστεί τελικά στον χάρτη η οποία βασίζεται στο εύρος και την κατανομή των τιμών.

Στην Εικόνα 6 φαίνεται ένα παράδειγμα χωροπληθούς χάρτη με τη χρήση ενέργειας ανά άτομο για το έτος 2021.

Energy use per person, 2021

Energy use not only includes electricity, but also other areas of consumption including transport, heating and cooking.

Our World
in Data

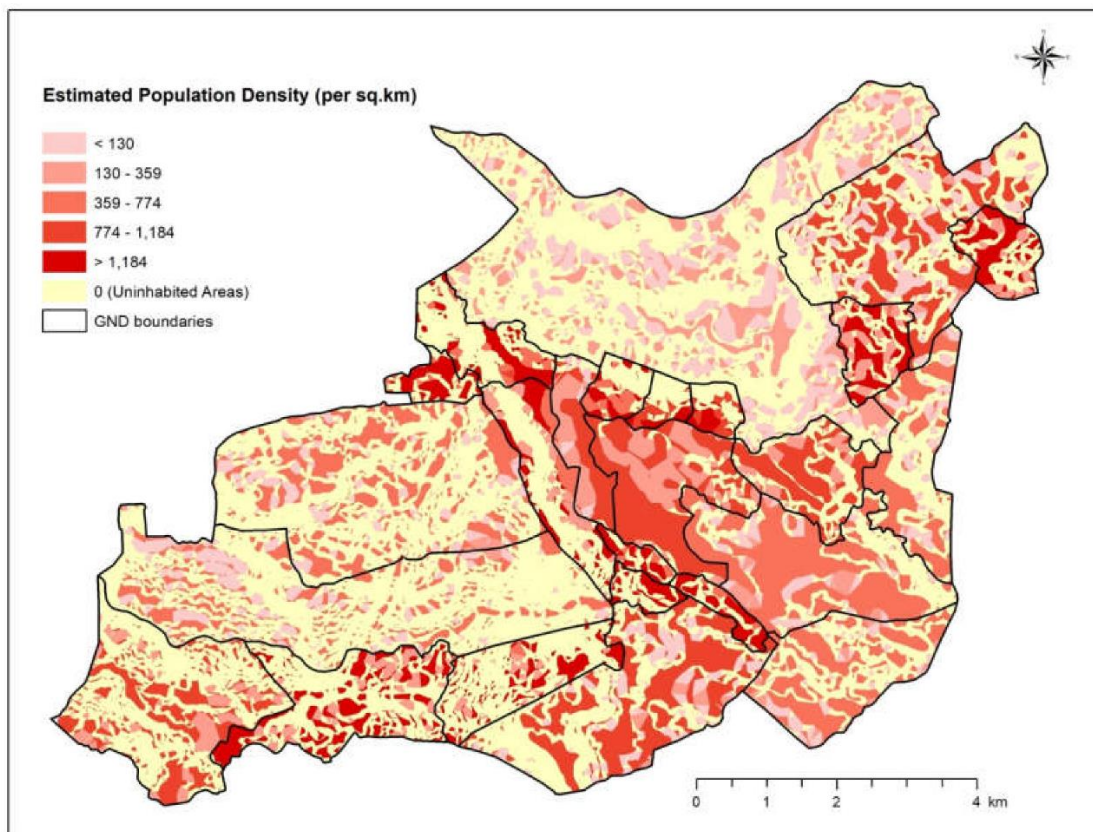


Εικόνα 6. Χωροπληθής χάρτης - Χρήση ενέργειας ανά άτομο (Πηγή: Our World in Data)

Ένα είδος χωροπληθούς χάρτη είναι ο **διμεταβλητός χωροπληθής χάρτης** ο οποίος απεικονίζει δύο φαινόμενα που έχουν κάποια συσχέτιση μεταξύ τους, συνδυάζοντας δύο διαφορετικά σύνολα γραφικών συμβόλων ή χρωμάτων.

3.1.1.4 ΔΑΣΥΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ

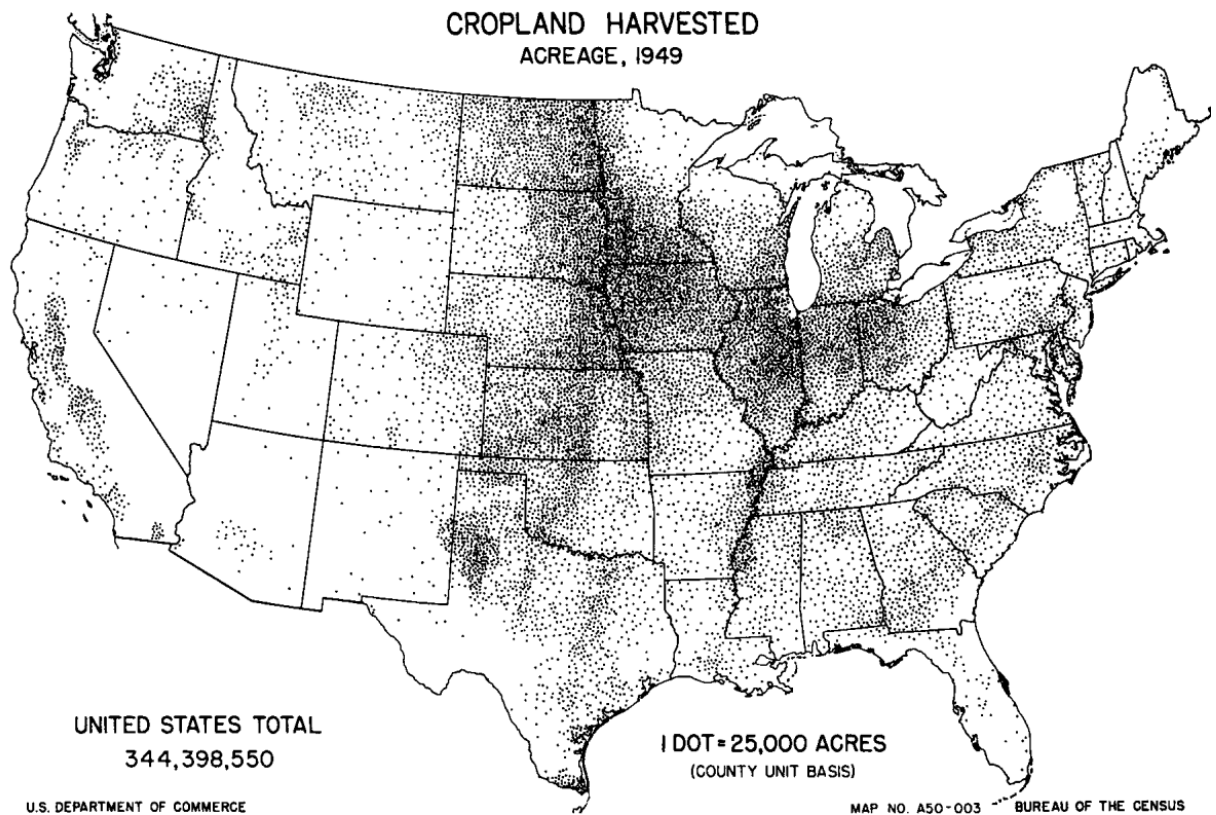
Η δασυμετρική απεικόνιση παρουσιάζει ομοιότητες με τη χωροπληθή αφού και οι δύο απεικονίσεις αποδίδουν παράγωγα δεδομένα με τη χρήση επιφανειακών συμβόλων. Είναι χρήσιμη για χωρικά φαινόμενα που δεν κατανέμονται ομοιόμορφα εντός των απογραφικών μονάδων. Η διαφορά με την χωροπληθή απεικόνιση είναι ότι τα όρια των συμβόλων δεν συμπίπτουν υποχρεωτικά με τα όρια των απογραφικών μονάδων. Η δημιουργία ενός δασυμετρικού χάρτη προϋποθέτει την ύπαρξη επιπρόσθετων χωρικών πληροφοριών όπως χάρτες χρήσεων γης ή δορυφορικές εικόνες. Πιθανή είναι η εμφάνιση σφαλμάτων κατά τη δημιουργία αυτών των χαρτών εξαιτίας της υποκειμενικότητας του χαρτογράφου στη λήψη αποφάσεων. Στην Εικόνα 7 παρουσιάζεται ένας δασυμετρικός χάρτης ο οποίος απεικονίζει την πυκνότητα πληθυσμού σε περιοχή της Σρι Λάνκα.



Εικόνα 7. Δασυμετρικός χάρτης - Πυκνότητα πληθυσμού σε περιοχή της Σρι Λάνκα
(Πηγή: Karunarathne & Lee, 2019)

3.1.1.5 ΧΑΡΤΗΣ ΚΟΥΚΚΙΔΩΝ

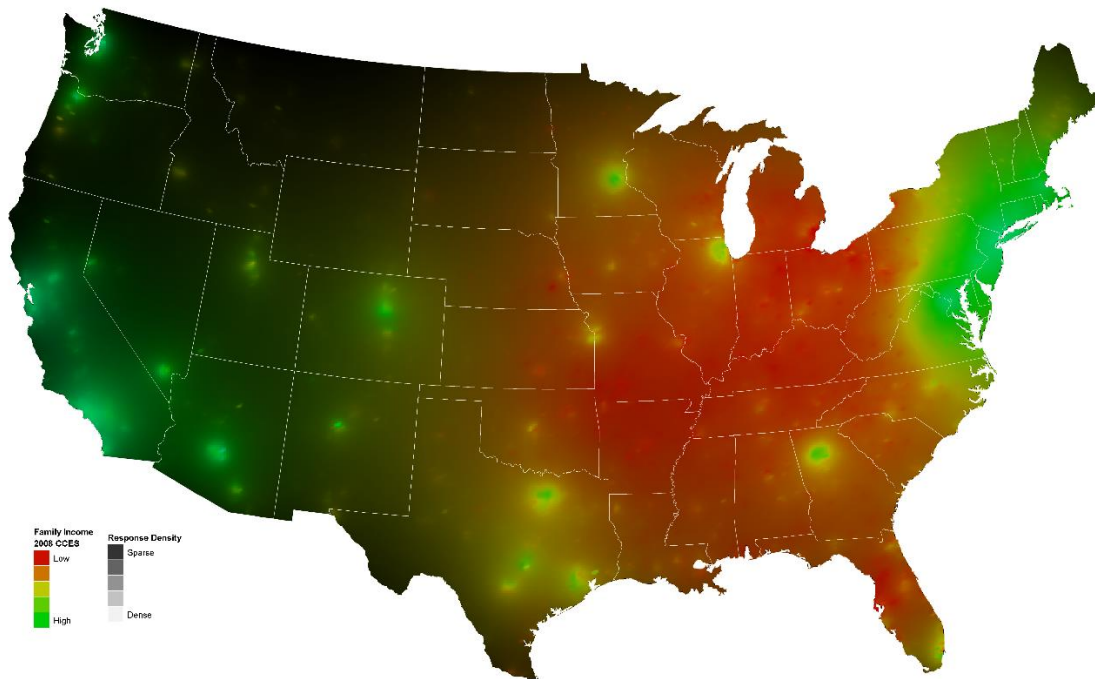
Ο χάρτης κουκκίδων είναι κατάλληλος για πρωτογενή δεδομένα για μικρές ή μεσαίες κλίμακες. Κάθε κουκκίδα αντιστοιχεί σε μια ποσότητα του φαινομένου. Απεικονίζει τη μεταβολή της χωρικής πυκνότητας, δηλαδή όσο αυξάνεται η ποσότητα τόσο πιο πυκνές είναι οι κουκκίδες. Όσο μεγαλύτερες είναι οι απογραφικές μονάδες, τόσο μικρότερη είναι η ακρίβεια τοποθέτησης των κουκκίδων. Η τοποθέτηση των κουκκίδων είναι προσεγγιστική και αυτό ενδέχεται να δημιουργεί προβλήματα στην αντίληψη της κατανομής του φαινομένου. Με τη χρήση επιπρόσθετων δεδομένων για το που εμφανίζεται το φαινόμενο μπορεί να βελτιωθεί η ποιότητα του χάρτη. Αν χρησιμοποιηθούν επιπρόσθετα δεδομένα για τον περιορισμό της τοποθέτησης των κουκκίδων, τότε υπάρχει στενή σχέση με το δασυμετρικό χάρτη. Οι διαφορές μεταξύ των δύο αυτών χαρτών είναι ότι ο χάρτης κουκκίδας χρησιμοποιεί σημειακό σύμβολο και πρωτογενή δεδομένα ενώ ο δασυμετρικός χάρτης επιφανειακό σύμβολο και παράγωγα δεδομένα. Σημαντικό ρόλο παίζουν η επιλογή της τιμής της κουκκίδας αλλά και το μέγεθος της. Χρειάζεται να γίνονται πειραματισμοί σε σχέση με την κλίμακα του χάρτη ώστε το αποτέλεσμα να μη δείχνει ούτε πολύ ακριβές ούτε πολύ γενικό. Συχνά οι χρήστες υποεκτιμούν τον αριθμό των κουκκίδων. Στην Εικόνα 8 παρουσιάζεται ένας χάρτης κουκκίδων που αφορά τη συγκομιδή καλλιεργήσιμων εκτάσεων στον οποίο 1 κουκκίδα συμβολίζει 25.000 στρέμματα γης.



Εικόνα 8. Χάρτης κουκκίδων - Συγκομιδή καλλιεργήσιμων εκτάσεων (Πηγή: Johnson, 2010)

3.1.1.6 ΙΣΑΡΙΘΜΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ

Σε αντίθεση με τον χωροπληθή και το δασυμετρικό χάρτη, ο ισαριθμικός χάρτης αναφέρεται σε συνεχή τρισδιάστατα εξομαλυσμένα χωρικά φαινόμενα. Χρησιμοποιεί γραμμικά (ισαριθμικές καμπύλες) και επιφανειακά σύμβολα (χρωματισμός ζωνών) για την απεικόνιση της επιφάνειας ενός πραγματικού ή ενός αφηρημένου τρισδιάστατου φαινομένου. Μπορεί να εφαρμοστεί σε πρωτογενή αλλά και παράγωγα δεδομένα. Είναι η πιο δύσκολη απεικόνιση εννοιολογικά ενώ απαιτεί από τον αναγνώστη τρισδιάστατη σκέψη για την κατανόησή της. Για τη δημιουργία αυτού του τύπου χάρτη βασίζεται σε σημεία για τα οποία είναι γνωστή η τιμή του φαινομένου τα οποία ονομάζονται σημεία ελέγχου. Όσο περισσότερα είναι τα σημεία ελέγχου, τόσο μεγαλύτερη είναι η λεπτομέρεια της ισαριθμικής απεικόνισης. Για να καλύπτεται ομοιόμορφα η επιφάνεια του χάρτη είναι απαραίτητη η χωρική παρεμβολή η οποία προσδιορίζει τις τιμές των ενδιάμεσων, μη μετρημένων σημείων του χώρου. Στην Εικόνα 9 φαίνεται ένα παράδειγμα ισαριθμικού χάρτη για την κατανομή επιπέδων οικογενειακού εισοδήματος.

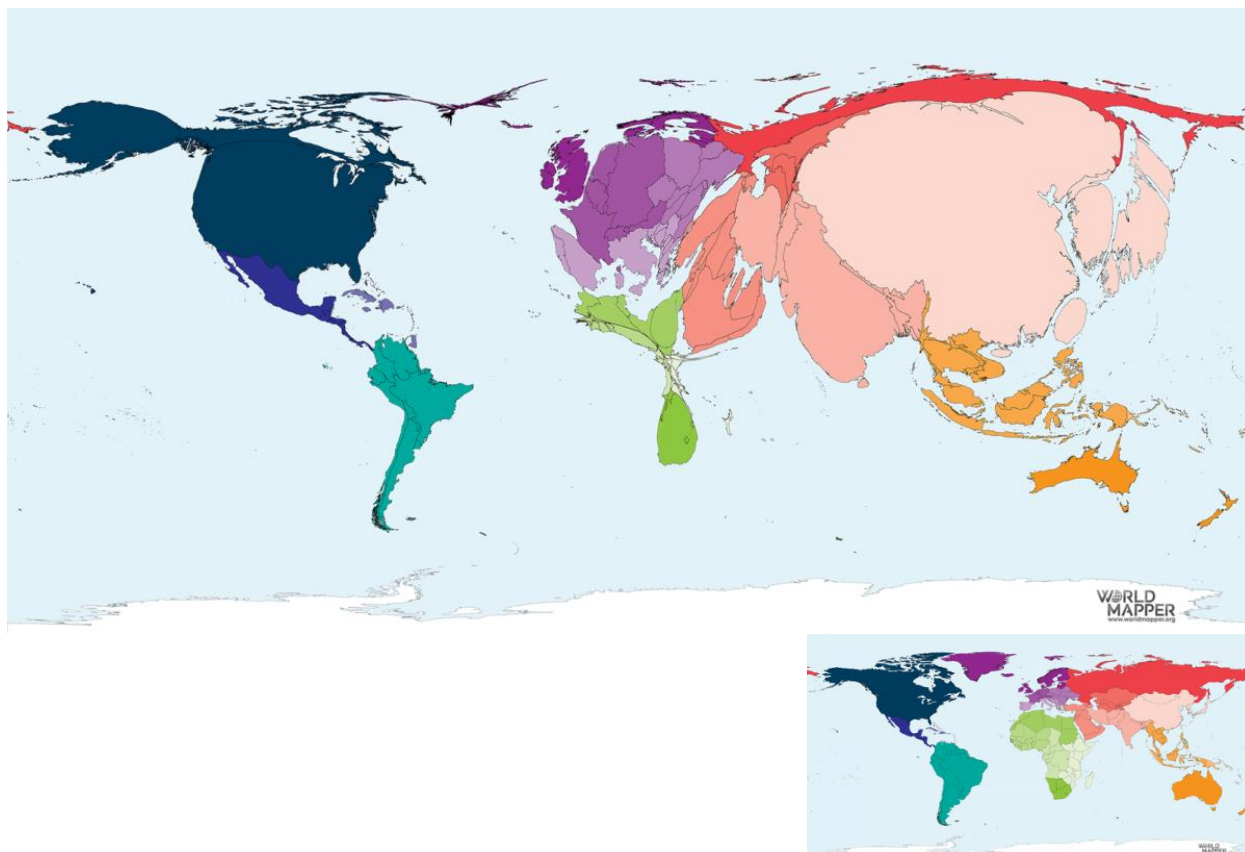


Εικόνα 9. Ισαριθμικός χάρτης - Κατανομή επιπέδων οικογενειακού εισοδήματος (Πηγή: Sparks, 2011)

3.1.1.7 ΧΑΡΤΟΓΡΑΜΜΑ

Στο χαρτόγραμμα η πληροφορία αποδίδεται από τις ίδιες τις χωρικές ενότητες και το μέγεθός τους δημιουργώντας μία διαστρεβλωμένη εικόνα του γεωγραφικού χώρου. Αποτελεί ειδική χαρτογραφική απεικόνιση στην οποία η έκταση των χωρικών ενότητων στον χάρτη είναι ανάλογη της τιμής του φαινομένου και όχι της γεωγραφικής έκτασης που καταλαμβάνουν. Λειτουργεί κυρίως σε πρωτογενείς τιμές αλλά και παράγωγες που δε σχετίζονται με την έκταση. Είναι εύκολο να δημιουργηθεί σύγχυση

εξαιτίας της γενίκευσης και διαστρέβλωσης του χάρτη για αυτό χρειάζεται ο χρήστης να γνωρίζει την περιοχή που απεικονίζεται. Συχνά συνοδεύεται από έναν ένθετο χάρτη αναφοράς ο οποίος, μετά από σύγκριση μεταξύ τους, διευκολύνει την κατανόηση των στρεβλώσεων και συνεπώς την αντίληψη του φαινομένου. Ο χάρτης της Εικόνας 10 απεικονίζει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα του 2015, συνοδευόμενο από έναν χάρτη αναφοράς σε ένθετο. Οι περιοχές που έχουν υποστεί σμίκρυνση έχουν μικρότερες εκπομπές ενώ αντίθετα οι μεγεθυμένες χώρες έχουν υψηλότερες εκπομπές.



Εικόνα 10. Χαρτόγραμμα - Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα το 2015. (Πηγή: Worldmapper)

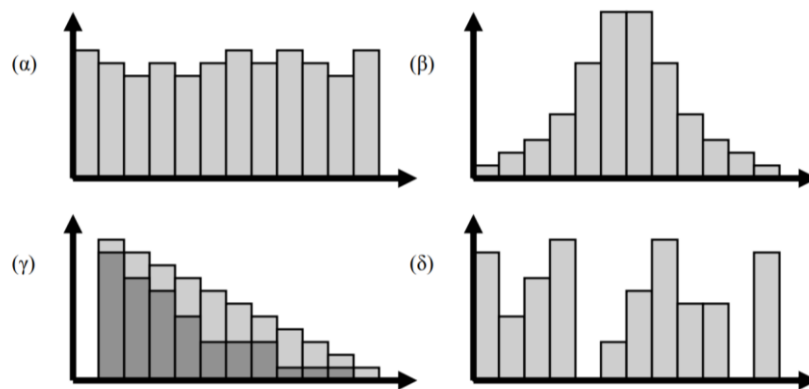
3.2 ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Πολλές φορές, ο όγκος των δεδομένων είναι μεγάλος γεγονός που καθιστά δύσκολη την αναπαράστασή τους. Η λύση σε αυτό το πρόβλημα είναι η ομαδοποίησή τους δηλαδή «η ταξινόμηση του συνόλου των αριθμητικών δεδομένων σε διαδοχικές ομάδες, οι οποίες περιέχουν αριθμό παρατηρήσεων όσο το δυνατόν περισσότερο «γεωγραφικά» ισοδύναμο» (Νάκος, 2006). Ο αριθμός των ομάδων εξαρτάται στενά από το όριο διαφοροποίησης της οπτικής μεταβλητής των συμβόλων που υλοποιούν την οπτικοποίηση των ομάδων.

Η διαδικασία αυτή υλοποιείται με διάφορες μεθόδους από τις οποίες επιλέγεται η κατάλληλη ανάλογα με την κατανομή των δεδομένων. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται με την ερμηνεία της μορφής του

διαγράμματος συχνοτήτων (ιστόγραμμα). Οι πιο χαρακτηριστικές μορφές ενός διαγράμματος συχνοτήτων είναι οι εξής:

- Ομοιόμορφη
- Κανονική
- Στρεβλή (γραμμική/μη-γραμμική)
- Ακανόνιστη



Εικόνα 11. Τα πρότυπα κατανομών του διαγράμματος των συχνοτήτων. (α) ομοιόμορφη, (β) κανονική, (γ) στρεβλή και (δ) ακανόνιστη (Πηγή: Νάκος, 2006)

Οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι (και αυτές που χρησιμοποιούνται σε αυτήν την εργασία) είναι οι εξής:

- Μέθοδος των ίσων διαστημάτων (equal intervals)
- Μέθοδος κανονικής τμηματοποίησης (quantiles)
- Μέθοδος των φυσικών διακοπών (natural breaks)
- Μέθοδος παραμέτρων κανονικής κατανομής (mean - standard deviation)

Η μέθοδος των **ίσων διαστημάτων** υποδιαιρεί το εύρος μεταξύ χαμηλότερης και υψηλότερης τιμής σε επιθυμητό αριθμό ομάδων με ίσα διαστήματα. Είναι η απλούστερη μέθοδος ομαδοποίησης όσον αφορά την εφαρμογή της στα δεδομένα αλλά και την ερμηνεία της. Κατά την ομαδοποίηση, δεν λαμβάνεται υπόψη η ύπαρξη ομάδας με μηδενικό αριθμό παρατηρήσεων, κάτι που πρέπει να αποφεύγεται. Σε σύνολα δεδομένων με ακραίες τιμές, δημιουργούνται προβλήματα όπως η δημιουργία «κενών» ομάδων, για αυτό και δεν πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό η ακραία τιμή. Η μέθοδος των ίσων διαστημάτων ενδείκνυται όταν η κατανομή είναι ομοιόμορφη.

Η μέθοδος της **κανονικής τμηματοποίησης** ταξινομεί τα δεδομένα κατά αύξουσα ή φθίνουσα σειρά και κατανέμει τον αριθμό των παρατηρήσεων εξ ίσου μεταξύ των ομάδων. Έτσι εξασφαλίζεται ότι δεν θα προκύψουν ομάδες με μηδενικό αριθμό παρατηρήσεων. Μειονέκτημα της συγκεκριμένης μεθόδου

εμφανίζεται στην περίπτωση που δεν προκύψει ακέραιος αριθμός παρατηρήσεων σε κάθε ομάδα με αποτέλεσμα να εφαρμόζεται μία προσεγγιστική λύση. Η μέθοδος είναι κατάλληλη για δεδομένα που εμφανίζουν ανομοιόμορφη κατανομή και είναι συγκεντρωμένα στο ίδιο εύρος τιμών.

Η μέθοδος των **φυσικών διακοπών** (natural breaks - Jenks) επιτρέπει τη δημιουργία ομάδων με βάση κοντινές - ομοειδείς τιμές και τη μεγιστοποίηση των διαφορών μεταξύ των ομάδων. Με άλλα λόγια, τα όρια των ομάδων συμπίπτουν με τις φυσικές διακοπές στο εύρος των δεδομένων όπως αυτές είναι ορατές στην γραφική απεικόνιση της κατανομής των συχνοτήτων τους. Είναι κατάλληλη σε ακανόνιστη – μη ομοιόμορφη κατανομή δεδομένων. Η μέθοδος Jenks είναι η βελτιστοποίηση της μεθόδου των φυσικών διακοπών, κατά την οποία χρησιμοποιείται μια επαναληπτική διαδικασία για την εξέταση όλων των πιθανών λύσεων με βάση το άθροισμα των απόλυτων αποκλίσεων από τη διάμεσο, αφού πρώτα έχει προηγηθεί ομαδοποίηση με βάση τις φυσικές διακοπές.

Η μέθοδος των **παραμέτρων κανονικής κατανομής** υπολογίζει τα όρια των ομάδων με βάση τον μέσο και την τυπική απόκλιση (προσθέτοντας και αφαιρώντας την τυπική απόκλιση από το μέσο της κατανομής). Εφαρμόζεται σε δεδομένα που παρουσιάζουν κανονική κατανομή ενώ δεν είναι κατάλληλη για το ευρύτερο κοινό γιατί προϋποθέτει την κατανόηση στατιστικών εννοιών.

Από την ερμηνεία του διαγράμματος συχνοτήτων προκύπτει ότι:

- Όταν η κατανομή είναι **ομοιόμορφη** ενδείκνυται η μέθοδος των ίσων διαστημάτων.
- Όταν η κατανομή είναι **κανονική** χρησιμοποιείται η μέθοδος των παραμέτρων κανονικής κατανομής.
- Όταν η κατανομή είναι **στρεβλή** ο προσδιορισμός των ορίων γίνεται με την εφαρμογή αριθμητικών ή γεωμετρικών προόδων (μέθοδος άνισων διαστημάτων).
- Όταν η κατανομή είναι **ακανόνιστη** είναι χρήσιμη και η ερμηνεία του ιστογράμματος των δεδομένων ώστε να προσδιοριστούν τα όρια των διαστημάτων της ομαδοποίησης και στη συνέχεια εξετάζεται αν κάποια από τις προαναφερθείσες μεθόδους ή συνδυασμός τους μπορεί να εφαρμοστεί συνολικά ή τμηματικά.

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται κυρίως σε φαινόμενα ποσοτικών χαρακτηριστικών. Υλοποιούνται χάρτες αναλογικών συμβόλων και χωροπληθείς χάρτες από τους οποίους κάποιοι είναι διμεταβλητοί.

3.3 ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

Η τεχνολογική πρόοδος έχει βοηθήσει την ανάπτυξη των χαρτών στο διαδίκτυο με τις λειτουργίες τους να έχουν πάρει άλλες διαστάσεις τα τελευταία χρόνια. Οι διαδικτυακοί χάρτες πλέον, με τις επιπρόσθετες γεωγραφικές αναφορές, συμβάλλουν, εκτός από την πλοήγηση, και στην παροχή πληθώρας δεδομένων. Ο ρόλος των χαρτών στην καθημερινότητα των ανθρώπων είναι ολοένα και πιο

σημαντικός εφόσον είναι δυνατόν να συλλεχθούν πληροφορίες ανά τόπο, ενώ ακόμη, οι χάρτες έγιναν πρόσφατα το κύριο μέσο για την πρόσβαση σε δεδομένα μέσω του διαδικτύου (Ron, 2008).

Μεγάλες εταιρίες, όπως η Google, παρέχουν πληθώρα χαρτών οι οποίοι βασίζονται όλο και περισσότερο στη συλλογή και παραγωγή εθελοντικής γεωγραφικής πληροφορίας από συμμετέχοντες με διαφορετικά επίπεδα εμπειρίας και γνώσης, γεγονός που φυσικά έχει επιπτώσεις στη διαχείριση και την ποιότητα των πληροφοριών που προκύπτουν. Οποιοσδήποτε χρήστης μπορεί να προσθέσει δεδομένα ή ιστορίες σε base maps, διαδικασία γνωστή και ως πληθοπορισμός (crowdsourcing). Το OSM (Open Street Map) είναι ένα από τα εξέχοντα παραδείγματα χαρτογράφησης crowdsourcing και είναι διαθέσιμο παγκοσμίως.

Οι τεχνολογίες geoweb επιτρέπουν στους χάρτες να ανταποκρίνονται σε όλες τις συσκευές προβολής, να εξατομικεύονται στις απαιτήσεις του χρήστη αλλά και να βοηθούν την προώθηση τους στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης.

Φανερή τα τελευταία χρόνια είναι «η τάση προς υβριδισμό, μεταξύ χαρτογραφίας, δημιουργικών κλάδων και τεχνολογίας, μεταξύ του χάρτη πλέγματος και του αφηγηματικού χάρτη, μεταξύ μυθολογίας και πραγματικότητας, μεταξύ του χάρτη και του εδάφους» (Caquard, 2011), προσφέροντας νέες οδούς για διεπιστημονική έρευνα. Μία συναρπαστική και ανησυχητική παρατήρηση είναι ότι «οι χάρτες Google είναι πιο ενδιαφέροντες από την πραγματική περιοχή» και αυτό συμβαίνει λόγω της απλοποιημένης παρουσίασης της συχνά σκληρής πραγματικότητας (Houellebecq, 2010) αλλά και των γεωγραφικών ετικετών που παραθέτουν πληροφορίες οι οποίες δεν είναι ανιχνεύσιμες με μία απλή ματιά στο φυσικό τοπίο.

Στην προσπάθεια να κατηγοριοποιηθούν οι διαδικτυακοί χάρτες, ο Kraak (2001) διακρίνει τους στατικούς (static) χάρτες, που είναι διαθέσιμοι μόνο για θέαση ("view only"), και τους δυναμικούς (dynamic), που εμφανίζουν μια μορφή διαδραστικότητας. Μια πιο πρόσφατη προσέγγιση υλοποιήθηκε από τον Neumann (2012), ο οποίος παρουσιάζει μια κατηγοριοποίηση χαρτών στο διαδίκτυο ταξινομώντας τους με βάση το βαθμό πολυπλοκότητας (από χαμηλό σε υψηλό):

- **Στατικοί διαδικτυακοί χάρτες** (static web maps): Είναι χάρτες μόνο για θέαση χωρίς να υπάρχει διαδραστικότητα ενώ δεν επιδέχονται αλλαγές στη μορφή και στο περιεχόμενό τους. Συχνά προέρχονται από σκανάρισμα αναλογικών χαρτών.
- **Διαδικτυακοί χάρτες που δημιουργούνται δυναμικά** (dynamically created web maps): Οι χάρτες αυτοί δημιουργούνται με την ανανέωση της ιστοσελίδας. Συνήθως προέρχονται από δυναμικές πηγές δεδομένων όπως είναι οι βάσεις δεδομένων. Παράγονται μέσω ενός διαδικτυακού χαρτογραφικού εξυπηρετητή ή κάποιου λογισμικού.
- **Διαδικτυακοί χάρτες κατανεμημένων πηγών δεδομένων** (distributed web maps): Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία αυτών των χαρτών λαμβάνονται από διαφορετικές πηγές αλλά αφορούν την ίδια απεικόνιση. Ανακτώνται μέσω διαφορετικών διακομιστών (servers) με την βοήθεια διάφορων τεχνολογιών (Web Map Server WMS, client-side mash-ups).
- **Διαδικτυακοί χάρτες με δυνατότητα προγραμματισμού διεπιφάνειας εφαρμογών** (open, reusable web maps): Είναι χάρτες οι οποίοι επιτρέπουν την επαναχρησιμοποίησή τους σε άλλες ιστοσελίδες (πχ. οι χάρτες της Google).

- **Διαδικτυακοί χάρτες κινουμένων εικόνων** (animated web maps – web animation): Απεικονίζουν τις μεταβολές ενός φαινομένου με την πάροδο του χρόνου προκαλώντας κίνηση σε γραφικές ή χρονικές μεταβλητές (πχ. μετεωρολογικοί χάρτες, χάρτες κυκλοφορίας κτλ.).
- **Διαδικτυακοί χάρτες πραγματικού χρόνου** (real-time web maps): Παρουσιάζουν την κατάσταση ενός φαινομένου σε πραγματικό χρόνο με απόκλιση μόνο λίγων δευτερολέπτων ή λεπτών. Τα δεδομένα συλλέγονται από αισθητήρες και οι χάρτες παράγονται και ανανεώνονται αυτόματα ή με αίτημα από τον χρήστη (πχ. μετεωρολογικοί χάρτες, χάρτες κυκλοφορίας κ.ά.).
- **Εξατομικευμένοι διαδικτυακοί χάρτες** (personalized web maps): Δίνουν τη δυνατότητα στο χρήστη να δημιουργήσει το δικό του χάρτη ακολουθώντας τις προσωπικές του ανάγκες και απαιτήσεις.
- **Διαδραστικοί διαδικτυακοί χάρτες** (interactive web maps): Επιτρέπουν την αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και του χάρτη με διάφορα εργαλεία διάδρασης.
- **Αναλυτικοί διαδικτυακοί χάρτες GIS** (analytical web maps): Προσφέρουν ανάλυση δεδομένων μέσω Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS). Τα δεδομένα είτε παρέχονται είτε εισάγονται από τον ίδιο τον χρήστη.
- **Διαδικτυακοί άτλαντες** (online atlases): Είναι μια συλλογή διαφορετικών ειδών διαδικτυακών χαρτών.
- **Σύνθετοι διαδικτυακοί χάρτες που προσφέρουν συν-επεξεργασία από διαφορετικούς χρήστες** (collaborative web maps): Βασίζεται στη συνεργασία πολλών χρηστών με σκοπό τη δημιουργία χαρτών ή την επεξεργασία και βελτίωση των ήδη υπαρχόντων. Εξέχον παράδειγμα αυτών των υπηρεσιών είναι η Wikipedia.

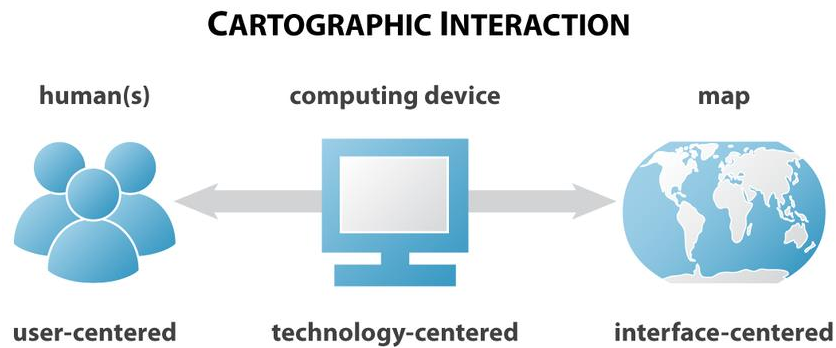
Ενώ οι πρώτοι χάρτες στο διαδίκτυο ήταν κυρίως στατικοί, στις μέρες μας οι διαδικτυακοί χάρτες εισάγουν την διαδραστικότητα επιτρέποντας στον χρήστη να αλληλεπιδράσει με την εφαρμογή.

3.4 ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η διαδραστικότητα ή αλλιώς αλληλεπίδραση (interaction) είναι η δυνατότητα ενός χρήστη να επικοινωνεί με την εφαρμογή που χρησιμοποιεί, με τη βοήθεια κάποιου μέσου. Σε χαρτογραφικό πλαίσιο, ο χρήστης αλληλεπιδρά με μια χαρτογραφική εφαρμογή, έναν χάρτη, μέσω ενός υπολογιστικού μηχανήματος, όπως είναι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής. Ο διαδραστικός χάρτης ελέγχεται από κάποιον εξωτερικό χρήστη, μέσω της δυνατότητας που του δίνεται από το σύστημα, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται το περιεχόμενό του. Η παραγωγή αυτών των χαρτογραφικών διαδραστικών απεικονίσεων ονομάζεται *διαδραστική χαρτογράφηση* (interactive mapping).

«Οι χάρτες είναι εγγενώς διαδραστικοί» (Roth, 2011). Ανέκαθεν, ο χαρτογράφος μπορούσε να προσαρμόσει το σχέδιό του με βάση τις εξελισσόμενες γνώσεις του πάνω στο χαρτογραφημένο φαινόμενο. Μέχρι σήμερα, η δυνατότητα αλληλεπίδρασης χρήστη-υπολογιστή έχει επιτρέψει την πραγματοποίηση στιγμιαίων αιτημάτων όπως τη μεγέθυνση, τη μετακίνηση, την υπογράμμιση σημαντικών σημείων ή ακόμα και την προσθήκη ή την αφαίρεση χαρακτηριστικών του χάρτη (MacEachren & Monmonier, 1992; Goodchild, 2010 et al.).

Σύμφωνα με τον Roth (2011), η χαρτογραφική διαδραστικότητα αποτελείται από τρία συστατικά: τον άνθρωπο (χειριστή), τον χάρτη (που θα δεχθεί τις αλλαγές από τον χειριστή) και την υπολογιστική συσκευή (το μέσο που επιτρέπει την αλληλεπίδραση). Η σχέση των τριών αυτών στοιχείων απεικονίζεται στην Εικόνα 12.



Εικόνα 12. Συστατικά Χαρτογραφικής Αλληλεπίδρασης (Πηγή: Roth, 2011)

Ο Norman (1988) αναλύει τα συστατικά χαρτογραφικής αλληλεπίδρασης του Roth σε 7 στάδια που ακολουθεί η διαδικασία της διαδραστικότητας:

1. **Διαμόρφωση του στόχου:** Ο στόχος είναι το αποτέλεσμα που προσπαθεί να επιτύχει ο χρήστης μέσα από τη χαρτογραφική αλληλεπίδραση. Ο στόχος εξελίσσεται ή παραμένει σταθερός ανάλογα με την επιτυχία ή την αποτυχία των προηγούμενων αλληλεπιδράσεων.
2. **Διαμόρφωση της πρόθεσης:** Η πρόθεση ερμηνεύεται ως ο στόχος του χρήστη που αναφέρεται στα βασικά είδη αλληλεπίδρασης. Ο χρήστης μπορεί να μην έχει κάποιο συγκεκριμένο στόχο κατά την έναρξη της πράξης της χαρτογραφικής αλληλεπίδρασης, αλλά έχει τον ευρύτερο στόχο εξερεύνησης του χάρτη.
3. **Καθορισμός της ενέργειας:** Η προδιαγραφή της ενέργειας περιγράφει τις λειτουργίες που παρέχονται από τη χαρτογραφική αλληλεπίδραση και θεωρούνται από τον χρήστη ότι υποστηρίζουν τον στόχο του.
4. **Εκτέλεση της ενέργειας:** Η ενέργεια εκτελείται μέσω συσκευών εισόδου (π.χ. ποντίκι, πληκτρολόγιο ή και αναγνώριση ομιλίας) που ελέγχονται από τον χειριστή. Στο πλαίσιο των ψηφιακών αλληλεπιδράσεων, μετατρέπονται οι ενέργειες του χρήστη σε πληροφορίες που ενεργοποιούν τους υπολογιστικούς χειρισμούς και μεταφέρονται τελικά στην οθόνη.
5. **Αντίληψη της κατάστασης του συστήματος:** Μόλις εκτελεστεί η ενέργεια, είναι λογικό να αλλάξει η κατάσταση του συστήματος. Για χαρτογραφικές αλληλεπιδράσεις, το αποτέλεσμα της ενέργειας είναι συνήθως ένας ψηφιακός χάρτης και είναι αυτός που ενημερώνει τον χρήστη σχετικά με αλλαγές που έγιναν.

6. **Ερμηνεία της κατάστασης του συστήματος:** Εάν η παρούσα κατάσταση του συστήματος αντανακλά σωστά στο στόχο του χειριστή, είναι δυνατόν να υλοποιηθεί το επόμενο στάδιο της αξιολόγησης.
7. **Αξιολόγηση του αποτελέσματος:** Τελικό στάδιο είναι η σύγκριση του αποτελέσματος της εφαρμογής με τον αρχικό στόχο του χρήστη. Εφαρμόζεται μία κριτική αξιολόγηση η οποία ελέγχει την εγκυρότητα των παραγόμενων πληροφοριών και επιτρέπει στον χρήστη να εκκινήσει από την αρχή τα επτά στάδια αλληλεπίδρασης.

Η χαρτογραφική διαδραστικότητα συμβάλλει στην ανάπτυξη της ανθρώπινης οπτικής αντίληψης αφού μέσω οπτικών απεικονίσεων με τις οποίες αλληλεπιδρά ο χρήστης, δέχεται γνώσεις. Έτσι, ενισχύεται ταυτόχρονα η ανάπτυξη νέων διανοητικών ικανοτήτων (Roth, 2011).

Η ποιότητα του χαρτογραφικού διαδραστικού αποτελέσματος εξαρτάται από τον βαθμό κατανόησης του χρήστη, το επίπεδο γνώσεών του, την εξειδίκευση και την εμπειρία του αλλά και το κίνητρο που τον παρακινεί. Ανάλογα με το επίπεδο διαδραστικότητας, μειώνεται ή αυξάνεται η ανάγκη κατοχής ειδικών γνώσεων και αντιληπτικότητας από τον χρήστη για να χρησιμοποιήσει τον χάρτη. Επιπλέον, ο χρόνος απόκρισης της συσκευής και η ταχύτητα παραγωγής του αποτελέσματος επηρεάζουν την ποιότητα και την αποτελεσματικότητα της διαδραστικότητας. Από τεχνολογικής άποψης, οι δυνατότητες απεικόνισης στην οθόνη όπως είναι τα γραφικά στοιχεία, τα χρώματα, η ανάλυση κ.ά. παίζουν και αυτά σημαντικό ρόλο (Roth, 2011). Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω στοιχεία, τις τεχνολογικές λειτουργίες αλλά και τις ανάγκες και τις ικανότητες των χρηστών, είναι δυνατόν να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα του χαρτογραφικού στόχου.

Η έννοια της αλληλεπίδρασης του χρήστη με το χάρτη, έχει νόημα μόνο για χαρτογραφικές απεικονίσεις οι οποίες υλοποιούνται σε ψηφιακό περιβάλλον (Human Computer Interaction - HCI). Η αλληλεπίδραση αυτή σχετίζεται τόσο με το γραφικό μέρος του χάρτη όσο και με τα χαρακτηριστικά του (Peterson, 1995).

3.4.1 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΔΙΑΔΡΑΣΗΣ

Η αλληλεπίδραση του χρήστη με το διαδραστικό χάρτη επιτυγχάνεται με εργαλεία διάδρασης (Νάκος & Κρασανάκης, 2013). Σε αυτά περιλαμβάνονται τα εξής:

- **Δυναμική αλλαγή κλίμακας (zoom in/zoom out):** Αλλάζοντας την κλίμακα αποδίδονται κάθε φορά διαφορετικά επίπεδα πληροφορίας και λεπτομέρειας.
- **Μετάθεση (pan):** Μετακίνηση του χάρτη με σκοπό πχ. την αποκάλυψη άλλης γεωγραφικής περιοχής
- **Αλλαγή χαρτογραφικού υποβάθρου:** Επιλογή του βασικού χάρτη που θα βρίσκεται στο φόντο
- **Αλλαγή προοπτικής θέασης:** Αλλαγή στον τρόπο επαφής και διαχείρισης του χώρου (πλάγιες απεικονίσεις, στροφή γύρω από 3D αντικείμενο)
- **Εύρεση τοποθεσίας με βάση μια περιγραφή**
- **Υπόδειξη γεωγραφικών συντεταγμένων**
- **Εξαγωγή χάρτη και αποθήκευσή του**

Από την άλλη πλευρά, ο Kraak (2001) κατηγοριοποίησε τις λειτουργίες της διαδραστικότητας σε τρεις ομάδες: τη γεωγραφική επιλογή, δηλαδή την επιλογή στοιχείων πάνω στον χάρτη (μέσω “κλικ”), την επιλογή χαρακτηριστικών, δηλαδή την επιλογή σε ένα διάγραμμα ή πίνακα και τη χρονική επιλογή, δηλαδή την επιλογή πάνω σε μια γραμμή χρόνου.

3.4.2 ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΑΦΗΓΗΣΗ

Τα βασικά αφηγηματικά στοιχεία (πλοκή, τοπίο, χαρακτήρες κ.α.) σε συνδυασμό με τη διαδραστικότητα, στο πλαίσιο της χαρτογραφίας, έχουν ως αποτέλεσμα τις επιτυχημένες διαδραστικές αφηγήσεις, οι οποίες παρέχουν γεωγραφικές πληροφορίες σε μεγάλο κοινό με συναρπαστικό και διαισθητικό τρόπο.

Η διαδραστική αφήγηση συμβάλλει στην ενεργοποίηση της συμμετοχής των χρηστών ενώ ακόμα τους παρακινεί να εξερευνούν και να λαμβάνουν γνώσεις με διασκεδαστικό τρόπο. Για να είναι μια διαδραστική αφήγηση επιτυχημένη, χρειάζεται να είναι ικανή να προσελκύει τους χρήστες, μέσω της οπτικής αναπαράστασης, να εξερευνήσουν τα δεδομένα, να τους επιτρέπει να επηρεάζονται από την ιστορία και να ταυτίζονται με το θέμα και το τοπίο, να προωθεί την αλληλεπίδραση με τα οπτικοποιημένα δεδομένα με σκοπό την απόκτηση περισσότερων πληροφοριών και να τους ελκύει να ανανεώνουν τη διαδικασία εκμάθησής τους (Thöny et al., 2018).

Αναλυτικότερα, η έλξη του χρήστη πραγματοποιείται συχνά με οπτικούς οδηγούς (πχ. πλαισίωση, δημιουργική σύνθεση κ.α.) οι οποίοι κεντρίζουν το ενδιαφέρον του. Ακόμα, η επίδραση της ιστορίας είναι πολύ σημαντική για τον χρήστη και μπορεί να αυξηθεί προκαλώντας συναισθηματικές αντιδράσεις αλλά και με την ενεργοποίηση της προσωπικής συμμετοχής. Επιπλέον, η καλή αλληλεπίδραση με την ιστορία προσφέρει ενδιαφέρουσες επιλογές, ενώ παρακινεί συνεχώς τον χρήστη να εξερευνεί και να προβληματίζεται. Τέλος, η «επανεπίσκεψη» φανερώνει την υψηλή ποιότητα μιας ιστορίας και την απήχηση που έχει στο κοινό της. Οι επανεπισκέψεις μπορούν να προωθηθούν με ενημερώσεις περιεχομένου, μοναδικές δυνατότητες του χάρτη και ανεπτυγμένα συστήματα εμπειρίας (Thöny et al., 2018).

Υπάρχουν στοιχεία και τεχνικές που επηρεάζουν συγκεκριμένα αφηγηματικά στοιχεία και λειτουργούν με υποστηρικτικό τρόπο στη διαδραστικότητα της ιστορίας. Πιο συγκεκριμένα, τα *γεωχωρικά δεδομένα* επηρεάζουν κυρίως το θέμα και το σκηνικό της ιστορίας. Η επιλογή των δεδομένων είναι ένα μέσο που προσελκύει (ή απωθεί) τους χρήστες και επιτρέπει (ή περιορίζει) την προσωπική συμμετοχή. Σημαντικός παράγοντας για την επανεπίσκεψη των χρηστών είναι η εφαρμογή ενημερώσεων των δεδομένων ώστε να μην υπάρχουν επαναλαμβανόμενα στοιχεία στην ιστορία. Επιπλέον, οι *τεχνικές οπτικοποίησης* συμβάλλουν στη μετάδοση του κύριου μηνύματος ή του σκηνικού της ιστορίας. Για τη δημιουργία άλλων στοιχείων όπως η ατμόσφαιρα ή οι χαρακτήρες, χρησιμοποιούνται άλλες τεχνικές όπως οι τεχνικές γραφικών. Τέλος, *τεχνικές αλληλεπίδρασης* (πχ. εφέ ομιλίας και ήχου), ενισχύουν τους χαρακτήρες και εμπλουτίζουν την ατμόσφαιρα της ιστορίας. Φυσικό επακόλουθο καθιστά η προσέλκυση των χρηστών και η επιστροφή τους στο περιεχόμενο της διαδραστικής χαρτογραφικής αφήγησης (Thöny et al., 2018).

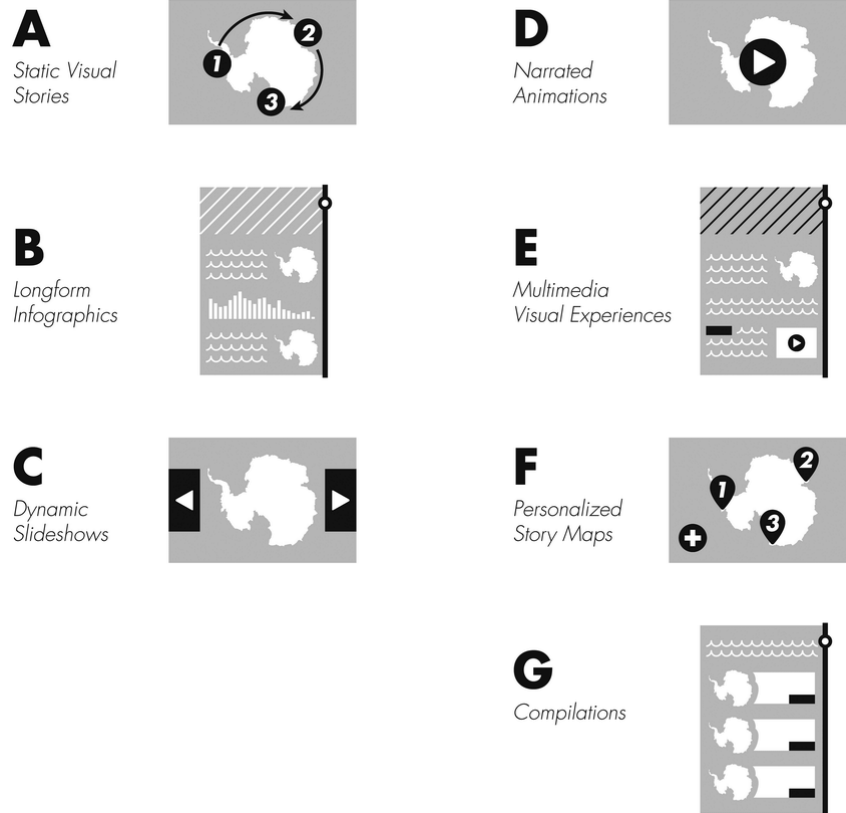
Πολλές φορές, δεν ακολουθείται συγκεκριμένη δομή στις διαδραστικές ιστορίες εφόσον οι επιλογές του χρήστη μπορεί να οδηγήσουν σε διαφορετικά αποτελέσματα της πλοκής. Το ίδιο ισχύει και σε γεωγραφικό περιβάλλον όπου ο χρήστης λαμβάνει αποφάσεις και επιλέγει εργαλεία με δική του πρωτοβουλία. Βέβαια, αυτή η αίσθηση ελευθερίας ρυθμίζεται από ορισμένους περιορισμούς που ασυνείδητα αντιμετωπίζει ο χρήστης αφού ό,τι νέο και να εντοπίσει σε έναν χάρτη, βρίσκεται στην πορεία της ιστορίας (Thöny et al., 2018).

3.4.2.1 ΕΙΔΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΦΗΓΗΣΗΣ

Όπως έχουν επισημάνει πολλοί ερευνητές της χαρτογραφίας, οι χαρτογραφικές οπτικές αφηγήσεις είναι κάτι νέο (Caquard, 2013; Cartwright & Field, 2015; R. E. Roth, 2015; Song, 2017). Ωστόσο, καθώς γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς στον τομέα της αφήγησης, διατυπώνονται τρόποι με τους οποίους παρουσιάζονται οι αφηγήσεις χαρτογραφικά, αλλά και τεχνικές που μπορούν να εφαρμοστούν για την καλύτερη παρουσίαση αυτών.

Τα είδη οπτικής αφήγησης που περιέγραψαν οι Segel και Heer (2010), μεταφράστηκαν στον χαρτογραφικό τομέα από τον Roth (2016). Ο Roth παρουσιάζει **7 είδη αφήγησης βασισμένα σε χάρτες**:

- Στατικές οπτικές ιστορίες (static visual stories): Όλο το περιεχόμενο εμφανίζεται σε μία προβολή η οποία διαχωρίζεται σε πλαίσια. Ακόμα, γίνεται χρήση σχολιασμού ενώ ο αναγνώστης μπορεί μόνο να κάνει απλή ανάγνωση των οπτικών στοιχείων που περιέχονται στο χάρτη.
- Αφηγηματικά κινούμενα σχέδια (narrated animations): Επιτρέπουν την παρουσίαση δυναμικών χωρικών φαινομένων που αλλάζουν με το χρόνο. Η κίνηση ξεκινά είτε κατά τη φόρτωση της σελίδας είτε μέσω ελέγχου της αναπαραγωγής.
- Γραφική αναπαράσταση δεδομένων (longform infographics): Υλοποιείται κάθετη ανάγνωση, δηλαδή οι πληροφορίες κειμένου και οι απεικονίσεις εμφανίζονται σε μορφή web, που αναγκάζει τον αναγνώστη να κάνει "scroll" για να αποκαλύψει την αφήγηση.
- Οπτικές εμπειρίες πολυμέσων (multimedia visual experiences): Το περιεχόμενο ενεργοποιείται δυναμικά μέσω "scrolling". Χωρίζει την οπτική ιστορία σε κεφάλαια ή πολλές ιστοσελίδες ενώ ακόμα μπορεί να φέρει τον αναγνώστη σε έναν νέο χάρτη ή ενότητα της οπτικοποίησης και να ενεργοποιήσει εικόνες και γραφικά.
- Δυναμικές παρουσιάσεις (dynamic slideshows): Υλοποιείται οριζόντια ανάγνωση με τη χρήση μιας σειράς διαφανειών, οι οποίες εναλλάσσονται πατώντας τα κουμπιά «επόμενο» και «πίσω».
- Εξατομικευμένοι αφηγηματικοί χάρτες (personalized story maps): Δίνει τη δυνατότητα στο κοινό να συνεργαστεί και να συνεισφέρει σε διαδικτυακούς χάρτες. Η ιστορία παρουσιάζεται συχνά με χρονολογική σειρά, από παλαιότερες σε νεότερες ενημερώσεις.
- Συλλογές (compilations): Παρουσιάζει συμβάντα σε πραγματικό χρόνο ή σημαντικές ενημερώσεις, με χάρτες οργανωμένους από νεότερους σε παλαιότερους με συνδέσμους που οδηγούν στην πλήρη ιστορία.



Εικόνα 13. Είδη Οπτικής Αφήγησης (Πηγή: Roth, 2020)

Τα μαύρα στοιχεία κάθε είδους διαγράμματος αντιπροσωπεύουν οπτικά ή διαδραστικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται από το είδος για την επιβολή της γραμμικότητας (Εικόνα 13). Μια χαρτογραφική ιστορία μπορεί να περιέχει παραπάνω από ένα είδη.

Ο Roth υποστηρίζει ότι για τις χωρικές αφηγήσεις δεν είναι σημαντικός ο αριθμός των σκηνών (frames) αλλά «η οπτική ή διαδραστική τεχνική που χρησιμοποιείται για την επιβολή γραμμικότητας στην αφηγηματική ακολουθία» (Roth, 2020). Όπως έχει αναφέρει και ο McCloud (1993), «σημασία έχει αν το πλαίσιο του χάρτη παίζει κεντρικό ή υποστηρικτικό ρόλο στην αφήγηση σε σύγκριση με το κείμενο, τις εικόνες ή τα γραφικά».

3.4.2.2 ΔΙΑΤΑΞΗ ΧΑΡΤΗ (MAP LAYOUT)

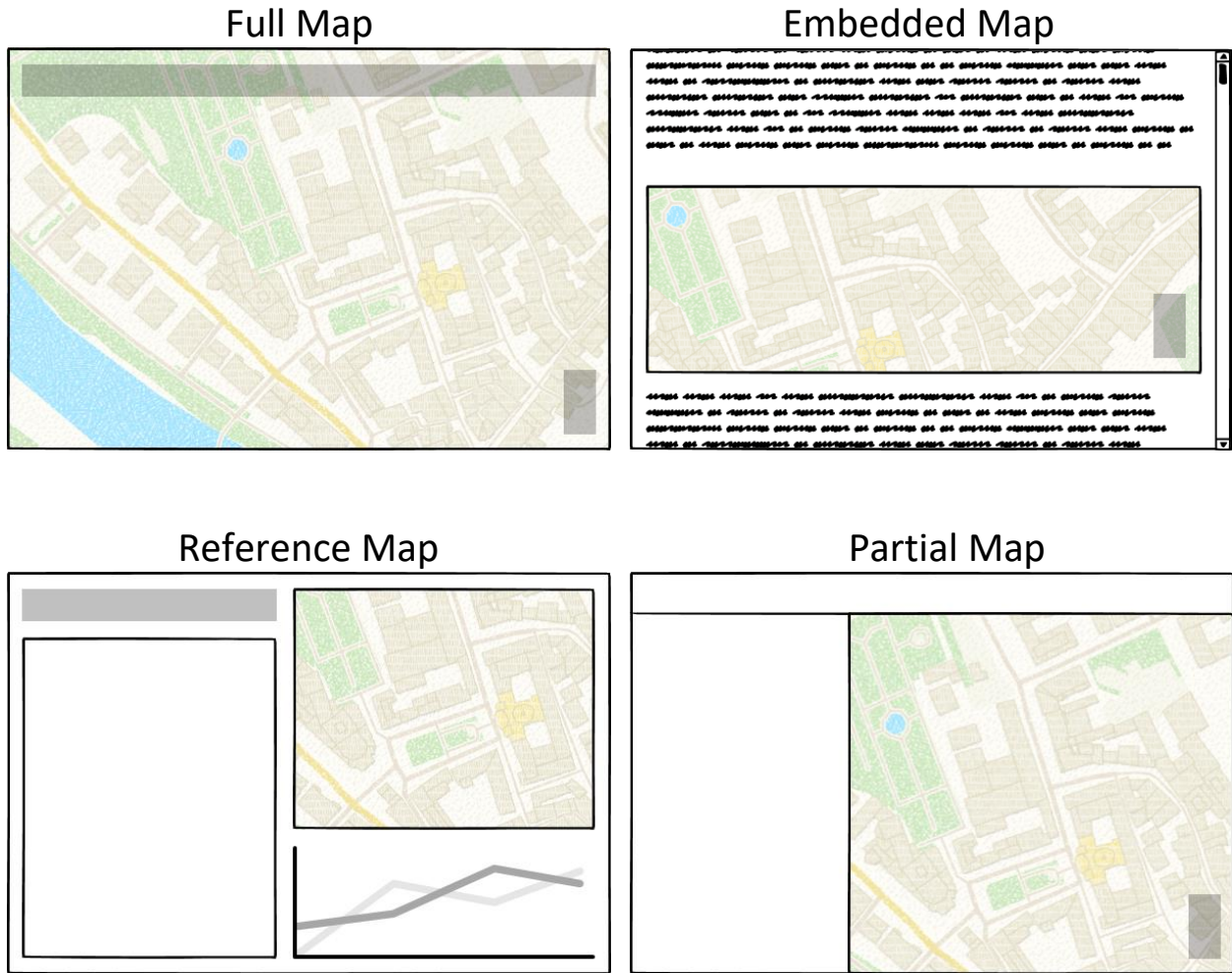
Η διάταξη του χάρτη στην οπτικοποίηση περιγράφει πώς παρουσιάζεται ο χάρτης με τα υπόλοιπα στοιχεία (πχ τίτλο, κλίμακα, ένθετους χάρτες κ.α.) ενώ διαφοροποιείται ανάλογα με τη χρήση που επιθυμεί να κάνει κάθε χρήστης. Οι πιο γνωστές και πρακτικές διατάξεις σύμφωνα με τον Gaigg (2020) είναι οι εξής:

Πλήρης διάταξη χάρτη (Full Map Layout): Ο χάρτης βρίσκεται στο επίκεντρο και είναι αρκετά μεγάλος ώστε να γεμίζει ολόκληρη τη σελίδα. Με αυτή τη διάταξη, μεγιστοποιείται το επίπεδο λεπτομέρειας και ελαχιστοποιείται ο αριθμός των εξωτερικών περισπασμών. Ο τίτλος προστίθεται συνήθως πάνω πάνω ενώ τα εργαλεία περιβάλλουν τον χάρτη χωρίς να εμποδίζουν την ορατότητα του περιεχομένου του χάρτη.

Ενσωματωμένη διάταξη χάρτη (Embedded Map Layout): Το χωρικό περιεχόμενο γίνεται μέρος του άρθρου ή της ιστορίας. Ο χάρτης είναι μεγάλος και συχνά εκτείνεται σε όλο το πλάτος ή ακόμα και το ύψος μιας οθόνης ενώ τα στοιχεία αναδιπλώνονται με «scroll» ή «swipe». Χρησιμοποιείται κυρίως σε ιστοσελίδες ενώ άλλη μία δημοφιλής χρήση του είναι στους αφηγηματικούς χάρτες με στυλ περιοδικού.

Διάταξη χάρτη αναφοράς (Reference Map Layout): Σε αντίθεση με τις παραπάνω δύο διατάξεις, ο χάρτης είναι μικρότερος σε μέγεθος από τα υπόλοιπα στοιχεία. Σκοπός του χάρτη είναι να παραθέτει πρόσθετες πληροφορίες που βοηθούν στην κατανόηση της χαρτογραφικής ιστορίας. Λειτουργεί ως βοηθητικός στο περιεχόμενο, για αυτό το λόγο ο χρήστης έχει περιορισμένη αλληλεπίδραση με αυτόν.

Μερική διάταξη χάρτη (Partial Map Layout): Παρουσιάζει τον χάρτη και το κείμενο το ένα δίπλα στο άλλο θεωρώντας και τα δύο αυτά στοιχεία εξίσου σημαντικά, τα οποία υποστηρίζονται και αλληλοσυμπληρώνονται. Επιτρέπει στον χρήστη να εναλλάσσεται εύκολα μεταξύ κειμένου και χάρτη.



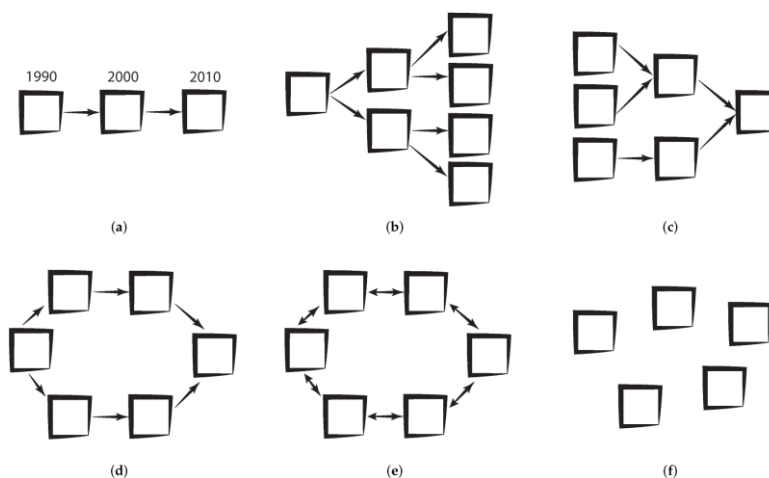
Εικόνα 14. Είδη Διάταξης Χάρτη (Πηγή: MapUIPatterns)

Το είδος, η διάταξη του χάρτη αλλά και τα στοιχεία και οι τακτικές της (οπτικής) αφήγησης που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες ενότητες, συμβάλλουν όλα μαζί στην ορθή σχεδίαση μιας χαρτογραφικής αφήγησης. Ωστόσο, πρόσθετα στοιχεία που δεν αφορούν συγκεκριμένα τη χαρτογραφική αφήγηση, εφαρμόζονται με σκοπό τη βελτίωση του αποτελέσματος. Ένα από αυτά είναι η **διαδραστικότητα**.

3.4.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΑΦΗΓΗΣΕΩΝ

Πριν τη δημιουργία αφηγήσεων, υπάρχουν πολλές διασκορπισμένες ιδέες που αφορούν την ιστορία και το γραφικό σχέδιο. Για αυτό το λόγο, χρησιμοποιούνται οι **πίνακες διάταξης ιστοριών** ("storyboards") οι οποίοι οργανώνουν αυτές τις ιδέες και διευκολύνουν το σχεδιασμό της ιστορίας ή, ακόμα, δείχνουν τη μετάβαση μεταξύ των διαφορετικών σκηνών. Κάθε σκηνή ενός πίνακα διάταξης έχει πάντα ένα κύριο θέμα. Οι συγκεκριμένοι πίνακες αξιοποιούνται και στην παραγωγή διαδραστικών ιστοριών 3D.

Η δομή ενός πίνακα μπορεί να είναι γραμμική με δεδομένα ανάλογα με το χρόνο (Εικόνα 15a). Άλλη δομή είναι αυτή των πολλαπλών καταλήξεων, δηλαδή ανάλογα με τις επιλογές του χρήστη, η ιστορία έχει διαφορετικό τέλος (πχ. μια ψηφοφορία) (Εικόνα 15b). Αντίθετα, υπάρχει η δομή πολλαπλών εκκινήσεων, κατά την οποία διαφορετικές σκηνές έναρξης οδηγούν στο ίδιο τέλος (πχ. για την εκμάθηση μιας εφαρμογής, κάθε χρήστης έχει άλλο επίπεδο γνώσης) (Εικόνα 15c). Παρόμοια με τις παραπάνω δύο δομές είναι αυτή που συνδέει τις ιστορίες διαφορετικών χρηστών με την ίδια αρχή και τέλος (πχ. μια ψηφιακή τρισδιάστατη πεζοπορία με διαφορετικές διαδρομές) (Εικόνα 15d). Στην Εικόνα 15e, οι σκηνές αλληλοσυνδέονται με τις γειτονικές σκηνές, δηλαδή μεταξύ τους υπάρχει ένα κοινό στοιχείο. Στα ανοιχτά σενάρια (Εικόνα 15f), ο χρήστης κινείται ελεύθερα μεταξύ των σκηνών χωρίς να υπάρχουν προκαθορισμένες μεταβάσεις καταλήγοντας έτσι ο καθένας σε διαφορετική εξέλιξη της ιστορίας (πχ. παιχνίδια όπου ο χρήστης επιλέγει τη συνομιλία μεταξύ των χαρακτήρων). Εξαιτίας της ελλιπούς καθοδήγησης που δίνεται στον χρήστη, υπάρχει η πιθανότητα να μην είναι ικανός να ακολουθήσει κάποια λογική διαδρομή με αποτέλεσμα να χαθεί ή μπορεί ακόμα να χάσει το ενδιαφέρον του για την ιστορία.



Εικόνα 15. Δομές πινάκων διάταξης ιστοριών (Πηγή: Thöny et al., 2018)

3.5 ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ (STORY MAPS)

Σχεδόν κάθε ιστορία μπορεί να διατυπωθεί μέσω της χαρτογραφίας αφού «όλα τα γεγονότα συμβαίνουν σε χωρικό ή γεωγραφικό πλαίσιο» (Song, 2017). Μία αναδυόμενη τάση τα τελευταία χρόνια, είναι η σύνδεση των παραδοσιακών χαρτών με την αφήγηση ιστοριών. Αυτή η διαδικασία, γνωστή και ως αφηγηματική χαρτογράφηση (“narrative mapping”) ή χαρτογράφηση ιστοριών (“story mapping”), χρησιμοποιεί τη γεωγραφία ως μέσο οργάνωσης και παρουσίασης πληροφοριών ενώ ακόμα επιτρέπει στους αφηγητές να εκφράσουν τα λόγια τους με πιο παραστατικό τρόπο (Carroll, 2018). Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι οι λεγόμενοι **αφηγηματικοί χάρτες** (“story maps”). Πιο συγκεκριμένα, οι παραγόμενοι αυτοί χάρτες ορίζονται ως «μια ενιαία αναπαράσταση μιας ιστορίας που βασίζεται σε μια λογική οργάνωση συμβάντων και ιδεών αλλά και στις αλληλεξαρτήσεις μεταξύ τους» (Beck & McKeown, 1981). Ένας πιο σύγχρονος και πρακτικότερος ορισμός είναι πως οι αφηγηματικοί χάρτες «αφηγούνται την ιστορία ενός τόπου, ενός γεγονότος, ενός ζητήματος, μιας τάσης ή ενός μοτίβου σε ένα γεωγραφικό πλαίσιο, συνδυάζοντας διαδραστικούς χάρτες με κείμενο,

φωτογραφίες, εικονογραφήσεις, βίντεο και ήχο, μέσα από εμπειρίες του χρήστη» (Carroll & Fritscher, 2018).

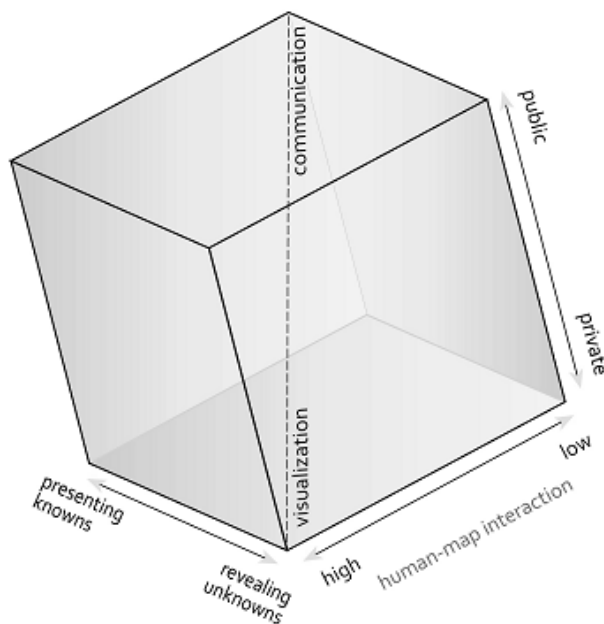
Αρκετοί ερευνητές έχουν εισάγει την έννοια των αφηγηματικών χαρτών. Ένας αφηγηματικός χάρτης, σύμφωνα με τον Robert MacFarlane (2007), «μπορεί να περιγράψει μορφές χωρικών εκφράσεων που ενσωματώνουν τις προσωπικές μας εμπειρίες από το περιβάλλον και συμβάλλουν στη δημιουργία μιας βαθιάς κατανόησης των τόπων». Με τη συγκεκριμένη αναφορά συμφωνούν και άλλοι ερευνητές (Aitken & Crane, 2006; Dodge et al., 2009; Kwan, 2008; Nold, 2009) οι οποίοι θεωρούν σημαντική την ανάπτυξη συναισθηματικά φορτισμένων χαρτών προκειμένου να προβληθεί μια ιδεολογία. Ο MacFarlane εισάγει επίσης τους χάρτες πλέγματος (grid maps), οι οποίοι αντιτάσσονται στους παραπάνω χάρτες, διότι αντί να ενθαρρύνουν την διέγερση της φαντασίας του αναγνώστη, την περιορίζουν (Phillips, 1997). Τέτοιου είδους χάρτες είναι οι οδικοί χάρτες, οι οποίοι «κάνουν το τοπίο αδιάβροχο, αδιαπέραστο στη φαντασία» (MacFarlane, 2007). Τελευταία, η διαφορά μεταξύ του χάρτη ιστορίας και του χάρτη καννάβου απαλείφεται λόγω της τάσης τους να συνυπάρχουν σε μία κοινή εφαρμογή.

Χάρτες εμφανίζονται σε μία σειρά αφηγηματικών μορφών όπως στη λογοτεχνία (Ljunberg, 2003), στο σινεμά (Caquard, 2009), και στη μυθοπλασία γενικότερα (Cartwright, 2010). Οι χάρτες είναι ένα μέσο το οποίο επιτρέπει τη χωρική ανάλυση των αφηγήσεων. Έτσι, σηματοδοτήθηκε η εμφάνιση πρακτικών όπως η λογοτεχνική χαρτογραφία (Arias, 2010; Moretti, 1999), η κινηματογραφική χαρτογραφία (Conley, 2007) και τα γεωμέσα (Thielmann, 2010). Τέλος, η αφήγηση μπορεί να συνδεθεί και με τον ψηφιακό κόσμο μέσω ψηφιακών χαρτών. Οποιοσδήποτε χρήστης του διαδικτύου μπορεί εύκολα να προσθέσει γεωγραφικές ετικέτες σε μέρη όπως ιστορίες ή αφηγήσεις (Amoroso, 2010) με φιλικό, διασκεδαστικό περιεχόμενο ή ακόμα και ιστορίες με σοβαρό τόνο.

Η διαφορά του αφηγηματικού χάρτη με οποιονδήποτε άλλο χάρτη φαίνεται στις δυνατότητές τους ως αφηγητές. Τα προϊόντα όπως οι τοπογραφικοί χάρτες, οι θεματικοί χάρτες και οι βασικοί χάρτες μπορούν να παρουσιάζουν μόνο γεγονότα ενώ είναι υπολειπόμενοι λόγω της εγκυρότητας και της προσωρινότητάς τους (MacFarlane, 2007). Η μετάδοση των πληροφοριών υλοποιείται με πρακτικές και στρατηγικές που οι παραδοσιακές τεχνικές χαρτογράφησης δεν χρησιμοποιούν πλήρως (Denil, 2016).

Οι αφηγηματικοί χάρτες περιλαμβάνουν πιο σαφείς μορφές αποδεικτικών στοιχείων και επεξηγήσεων πέρα από τις χωρικά περιορισμένες παραμέτρους του χάρτη. Δεν αποτελούνται μόνο από γεωγραφικά δεδομένα αλλά και από πληροφορίες για το περιβάλλον και το υπόβαθρο (Bertin et al.) όπως για παράδειγμα, επιστημονικά δεδομένα, χωροχρονικά δεδομένα, πολιτισμικά στοιχεία, ατομικές αντιλήψεις, ακόμη και συναισθήματα (Caquard & Bryne, 2009). Δίνεται έτσι η δυνατότητα σε σύγχρονους καλλιτέχνες να εκφράσουν τα συναισθήματά τους με έναν νέο, διαφορετικό τρόπο.

Οι χρήσεις των χαρτών είναι πολλές. Ο MacEachren (1994) έχει καταφέρει να τις απεικονίσει μέσω ενός τρισδιάστατου κύβου όπου οι άξονές του αντιπροσωπεύουν τα διαφορετικά χαρακτηριστικά χρήσης χάρτη. Στον πρώτο άξονα, περιλαμβάνεται η ιδιωτικότητα του χάρτη, δηλαδή αν η πρόσβαση σε αυτόν είναι δημόσια ή αν προορίζεται για προσωπική χρήση. Στον δεύτερο άξονα, παρουσιάζεται ο βαθμός διαδραστικότητας, δηλαδή η υψηλή ή χαμηλή αλληλεπίδραση μεταξύ του χάρτη και του χρήστη. Τέλος, ο τρίτος άξονας αναφέρεται στη γνώση του χρήστη για τα δεδομένα, δηλαδή αν τα δεδομένα που παρουσιάζονται είναι ήδη γνωστά ή άγνωστα στον χρήστη.



Εικόνα 16. Τρισδιάστατος χαρτογραφικός κύβος (Πηγή: MacEachren, 1994)

Στο σημείο που τέμνονται η αποκάλυψη άγνωστων δεδομένων και η υψηλή αλληλεπίδραση, επιτυγχάνεται ο στόχος του χάρτη. Τότε, ο χάρτης είναι πιο αποτελεσματικός, διότι επιτρέπει στον χρήστη να εξερευνά τα δεδομένα με δικό του τρόπο, με αποτέλεσμα να γίνεται πιο κατανοητός και ελκυστικός, ενώ ακόμα κατορθώνεται η βέλτιστη οπτική επικοινωνία.

Οι αφηγηματικοί χάρτες ποικίλουν περιεχομένου με αποτέλεσμα να εξυπηρετούν εξειδικευμένους χρήστες αλλά και το γενικό, μη τεχνικό κοινό. Για τη δημιουργία των χαρτών, χρησιμοποιούνται εργαλεία του GIS τα οποία δεν απαιτούν από τους χρήστες να έχουν ιδιαίτερες γνώσεις ή δεξιότητες, με αποτέλεσμα να παράγονται μεγάλες ποσότητες αφηγηματικών χαρτών με προσωπικές εμπειρίες και ιστορίες που βασίζονται σε κάποιο μέρος (Kerski, 2015; Buckley & Butler, 2018).

Η δομή της παραδοσιακής αφήγησης (three-act narrative) παρουσιάζει μεγάλη ομοιότητα με τη δομή της χαρτογραφικής αφήγησης. Πιο συγκεκριμένα, στην αρχή χρειάζεται να γίνει κατανοητό από το κοινό το κύριο θέμα και οι χαρακτήρες που παίρνουν μέρος στην οπτικοποίηση. Στο δεύτερο μέρος, αναπτύσσεται η πλοκή και αλλάζουν τα δεδομένα γεγονός που εξηγεί πως δεν υπάρχει σταθερότητα στα γεωγραφικά φαινόμενα αλλά συμβαίνουν αλλαγές (Roth, 2020). Στο τέλος, επιλύεται η χαρτογραφική ιστορία, δηλαδή, παρουσιάζονται οι πόροι που περιλαμβάνονται σε αυτή ή επιλέγεται από τον συγγραφέα να αποκλείσει την επίλυση από το κοινό ώστε να ερμηνεύσει την οπτικοποίηση με δικό του τρόπο και να ερευνήσει περαιτέρω το θέμα.

Με τις τεχνολογικές εξελίξεις, μέρη που εμφανίζονται σε αφηγήσεις, όπως μυθιστορήματα και ιστορικά ντοκουμέντα, είναι δυνατόν να εντοπιστούν και να χαρτογραφηθούν αυτόματα (Crampton, 2009; Goodchild & Janelle, 2010). Στον αφηγηματικό λόγο, οι τόποι περιγράφονται με γενικούς όρους, πχ. κοντά στη λίμνη, νότια της πόλης. Για αυτό, έχουν αναπτυχθεί διαδικτυακές υπηρεσίες που επιτυγχάνουν τον γεωεντοπισμό και την αυτόματη εξαγωγή θέσεων (και χρόνου) από έγγραφα

κειμένου με στόχο την επίτευξη της καλύτερης χαρτογραφικής αναπαράστασης ανακριβών γεωγραφιών και ασαφών τόπων με συστηματικό τρόπο (Sallaberry et al., 2009).

Σύνθετο ζήτημα παραμένει ο μετασχηματισμός της προφορικής γνώσης σε χαρτογραφική πληροφορία (Laidler et al., 2010) ενώ εγείρονται ερωτήματα σχετικά με την τεκμηρίωση, τη διατήρηση και την οργάνωση αυτού του τύπου γνώσης σε ψηφιακή μορφή (Pulsifer et al., 2011), καθώς και σχετικά με την ποιότητα.

Αν και αυτές οι τεχνολογίες *«συμβάλλουν στην ανάπτυξη ενός χώρου μεταξύ του πραγματικού κόσμου και του κόσμου της φαντασίας»* (Joliveau, 2009), παραμένουν ακόμα ερωτήματα σχετικά με τη χαρτογραφική αναπαράσταση αυτού (Ungern-Sternberg, 2009). Η γεωκριτική δίνει απαντήσεις σε αυτά τα ερωτήματα, αφού μελετά τους τόπους που εμφανίζονται σε διαφορετικές μορφές μυθοπλασίας όπως η ζωγραφική, ο κινηματογράφος και η λογοτεχνία (Westphal, 2007). Από αυτή την άποψη, *«η χαρτογράφηση του κόσμου έχει να κάνει τόσο με τη χαρτογράφηση της πραγματικότητας όσο και με τη χαρτογράφηση της φαντασίας»* (Caquard, 2011).

4. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ

4.1 ΠΡΟΤΥΠΑ (TEMPLATES)

Η γκαλερί αφηγηματικών χαρτών της ESRI (**ESRI StoryMaps**) διαθέτει πληθώρα ιστοριών που χρησιμοποιούν διαφορετικούς τρόπους παρουσίασης και διαφορετικά επίπεδα διαδραστικότητας. Διακρίνονται 7 πρότυπα (templates) εφαρμογών αφηγηματικών χαρτών:



Basic: Το πρότυπο αφηγηματικού χάρτη «Basic» είναι το πιο απλό πρόγραμμα προβολής χαρτών και προσφέρει μικρή αλληλεπίδραση με τον χρήστη. Ο χάρτης καταλαμβάνει όλη την έκταση της οθόνης ενώ ακόμα υπάρχει τίτλος και κάποιες φορές υπόμνημα. Μπορούν επίσης να προστεθούν αναδυόμενα παράθυρα, τα οποία να περιλαμβάνουν κείμενο, εικόνες, γραφήματα και συνδέσμους. Ένα από τα εργαλεία διάδρασης που εφαρμόζονται είναι το πάτημα («κλικ») πάνω σε χαρακτηριστικά του χάρτη με αποτέλεσμα να εμφανίζονται πληροφορίες για το συγκεκριμένο στοιχείο.



Cascade: Το πρότυπο «Cascade» παρουσιάζει μια γραμμική αφήγηση με υποστηρικτικό περιεχόμενο επιτρέποντας στον χρήστη να συνδυάζει αφηγηματικό κείμενο με χάρτες. Είναι ακόμα δυνατόν να προστεθούν τρισδιάστατες απεικονίσεις, εικόνες και βίντεο. Η ιστορία εξελίσσεται με κατακόρυφη κύλιση («scrolling») κατά την οποία εμφανίζονται διαδοχικά τα στοιχεία που την αποτελούν.



Map Journal: Το πρότυπο «Map Journal» επιτρέπει τον συνδυασμό αφηγηματικού κειμένου με χάρτες και άλλα πολυμέσα. Περιέχει ενότητες, όπου κάθε μία από αυτές περιλαμβάνει έναν σχετικό χάρτη, εικόνα, βίντεο ή ιστοσελίδα. Ο χρήστης μέσω της πλαϊνής μπάρας, περιηγείται στους χάρτες ενώ έχει ακόμα τη δυνατότητα, κάνοντας «κλικ» σε μια λέξη να μετακινηθεί αυτόματα σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία του χάρτη.



Εικόνα 17. Είδη προτύπων αφηγηματικών χαρτών τύπου *Map Journal*¹



Map Series: Το πρότυπο «Map Series» έχει τη δυνατότητα να παρουσιάζει μια σειρά από χάρτες μέσω καρτελών, αριθμημένων κουκκίδων ή «πλαϊνού ακορντεόν». Ο χρήστης μπορεί ακόμα να προσθέσει εικόνες, βίντεο και πληροφορίες ιστού. Όπως και στο «Map Journal», υπάρχει η επιλογή κάνοντας «κλικ» σε μια λέξη, να μεγεθύνεται αυτόματα στον χάρτη μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Είναι κατάλληλη μέθοδος για την παρουσίαση πολλών δεδομένων,

όπως στατιστικά στοιχεία και αποτελέσματα αναλύσεων ή για την εμφάνιση αλλαγών με την πάροδο του χρόνου.



Εικόνα 18. Είδη προτύπων αφηγηματικών χαρτών τύπου *Map Series*¹



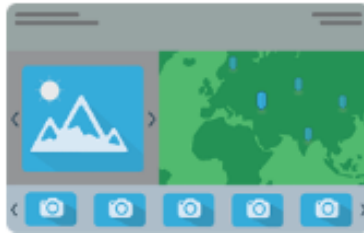
Map Tour: Το πρότυπο «Map Tour» είναι κατάλληλο για αφηγήσεις βασισμένες σε κάποιο μέρος. Συχνά περιλαμβάνει εικόνες ή βίντεο ενώ στο κάτω μέρος της οθόνης μπορεί να υπάρχουν μικρογραφίες που αφορούν τα γεωγραφικά σημεία της ιστορίας.

¹ <https://storymaps-classic.arcgis.com/en/app-list/>

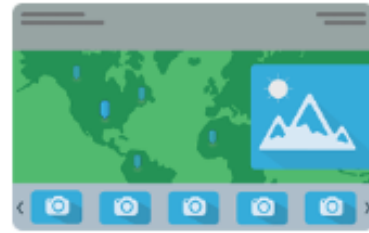
Πλαϊνό πλαίσιο



Τριών πλαισίων



Ενσωματωμένη



Εικόνα 19. Είδη προτύπων αφηγηματικών χαρτών τύπου Map Tour¹



Shortlist: Το πρότυπο «Map Shortlist» χρησιμοποιεί καρτέλες για να οργανώσει τα σημεία ενδιαφέροντος μιας περιοχής, τα οποία παραθέτει με εικόνες. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να κάνουν «κλικ» στα μέρη που τους ενδιαφέρουν και να ενημερωθούν περαιτέρω, ή ακόμα, να περιηγηθούν στον χάρτη ο οποίος ενημερώνεται αυτόματα στην τρέχουσα έκταση που βρίσκονται.



Swipe and Spyglass: Το πρότυπο «Map Swipe and Spyglass» επιτρέπει στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με δύο χάρτες ή δύο επίπεδα του ίδιου χάρτη. Η μέθοδος «Swipe» παρουσιάζει δύο χάρτες δίπλα-δίπλα δίνοντας τη δυνατότητα στον χρήστη να μετακινήσει τη μπάρα που βρίσκεται στο κέντρο και να αναλύσει ταυτόχρονα τις δύο πτυχές του χάρτη (δύο διαφορετικά φαινόμενα). Η μέθοδος «Spyglass» παρουσιάζει έναν κύριο χάρτη με ενσωματωμένο ένα «κιάλι» ο οποίος επιτρέπει στο

χρήστη, κατά τη μετακίνηση του, να περιηγείται και στον δευτερεύον χάρτη. Συνήθως, οι συγκεκριμένοι χάρτες αναφέρονται στη μεταβολή ενός γεωγραφικού φαινομένου με το πέρασμα του χρόνου.

Κατακόρυφη μπάρα



«Κιάλι»



Εικόνα 20. Είδη προτύπων αφηγηματικών χαρτών τύπου Map Swipe and Spyglass¹

Ωστόσο, το 2019 εισάχθηκε το **ArcGIS StoryMaps** το οποίο μετά από συνεχή ανάπτυξη των προϊόντων του, έγινε διαθέσιμο το 2021 στο κοινό. Τα πιο γνωστά κλασικά μοτίβα αφήγησης διατίθενται στο ArcGIS StoryMaps με σημαντικές αλλαγές στα χαρακτηριστικά τους, προσφέροντας προηγμένες δυνατότητες χαρτογράφησης στους χρήστες (ενέργειες χάρτη, συνημμένα, χρονοδιαγράμματα κ.τ.λ), αντικαθιστώντας έτσι τους κλασικούς χάρτες ιστορίας της Esri. Τα κλασικά πρότυπα δε βρίσκονται πλέον σε ενεργή ανάπτυξη, δηλαδή, δεν αποκτούν νέες δυνατότητες και γίνονται μόνο κρίσιμες ενημερώσεις. Αντίθετα, νέες δυνατότητες προστίθενται τακτικά στο ArcGIS StoryMaps. Οι ήδη υπάρχουσες ιστορίες με τα κλασικά πρότυπα συνεχίζουν να υπάρχουν ενώ η επεξεργασία τους μπορεί να συνεχίσει στο ArcGIS Online με την πιθανότητα να επηρεαστεί η απόδοση και η συμπεριφορά τους.

Στους νέους αφηγηματικούς χάρτες του ArcGIS, υπάρχει η δυνατότητα εισαγωγής κειμένου, λινκ, διαχωριστικών, εικόνων, βίντεο, ήχου, χαρτών, συνημμένων, ενώ ακόμα μπορούν να προστεθούν διαφορετικές επιλογές αναπαράστασης της ιστορίας (Slideshow, Sidecar, Guided Tour). Πιο συγκεκριμένα, το Slideshow είναι μια διάταξη πλήρους οθόνης εστιασμένη σε πολυμέσα με ελάχιστο συνοδευτικό κείμενο, το Sidecar είναι μία εμπυθιστική οθόνη με πίνακα πολυμέσων και πίνακα αφήγησης και το Guided Tour ή Map Tour είναι μια σειρά από μέρη που μπορούν να εξερευνηθούν οι αναγνώστες με οποιαδήποτε σειρά ή μπορούν να οδηγηθούν από τον συγγραφέα.

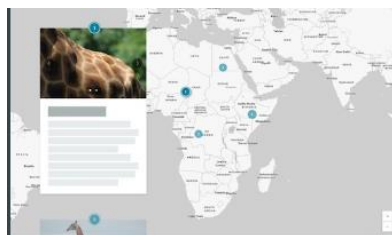
Slideshow



Sidecar



Map Tour



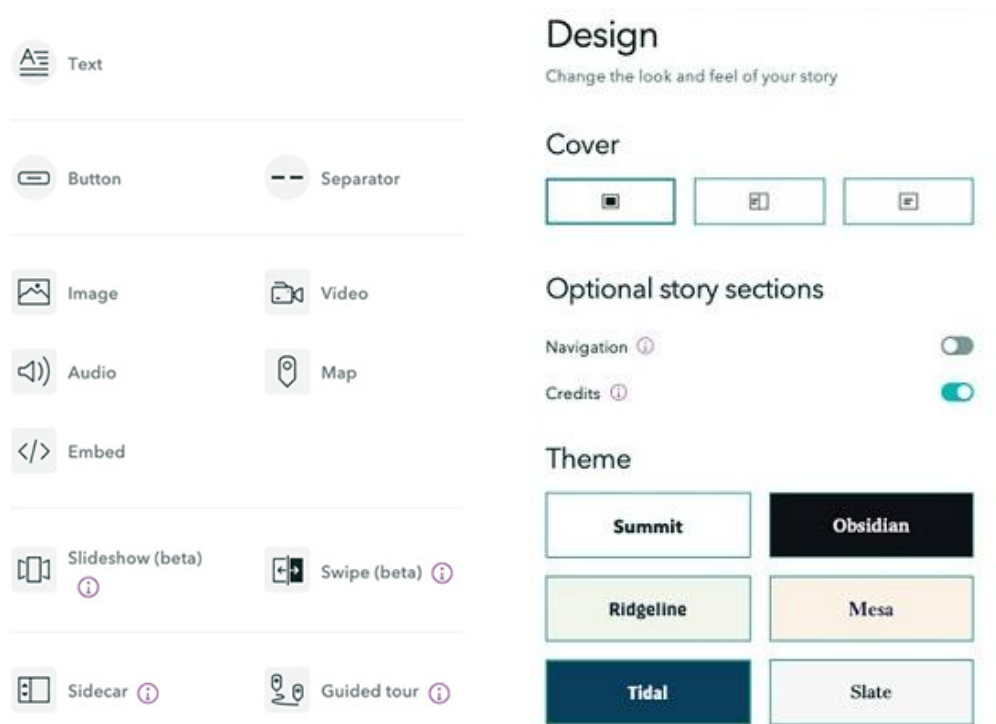
Εικόνα 21. Είδη προτύπων αφηγηματικών χαρτών στο ArcGIS StoryMaps (Slideshow, Sidecar, Guided Tour)

Ένα ακόμα εργαλείο είναι το Swipe το οποίο επιτρέπει στους αναγνώστες να συγκρίνουν δύο χάρτες ή εικόνες με ένα διαδραστικό ρυθμιστικό σύστημα.



Εικόνα 22. Πρότυπο Swipe στο ArcGIS StoryMaps για σύγκριση χαρτών/εικόνων

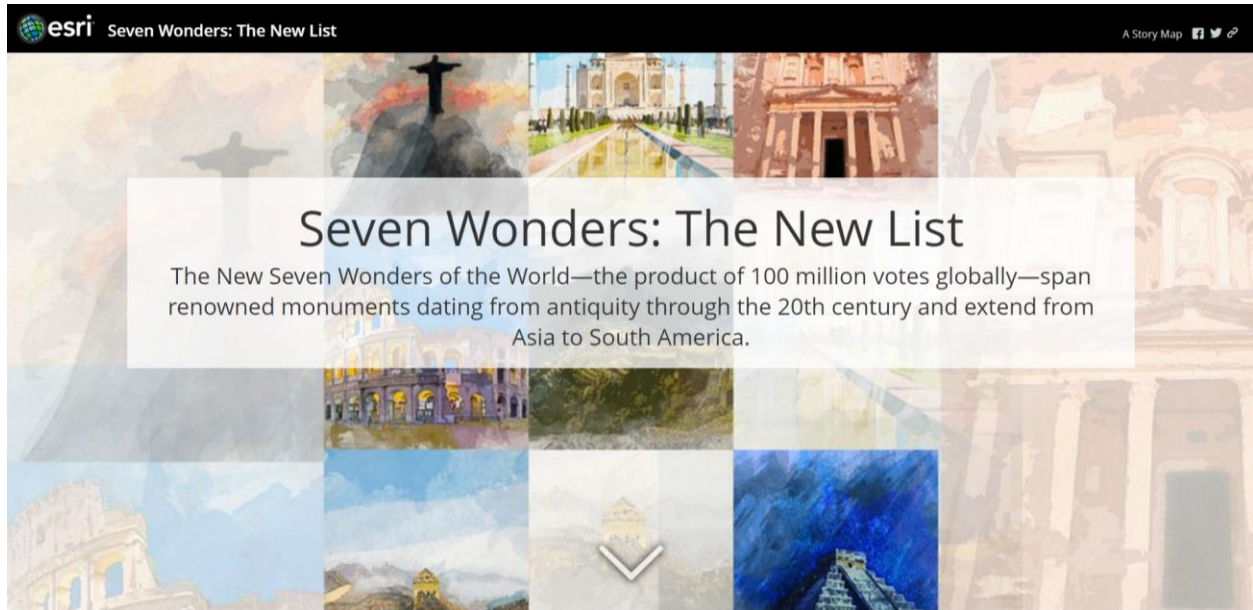
Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα επεξεργασίας του στυλ της ιστορίας από την καρτέλα Design όπου επιλέγεται το εξώφυλλο και το θέμα του περιεχομένου.



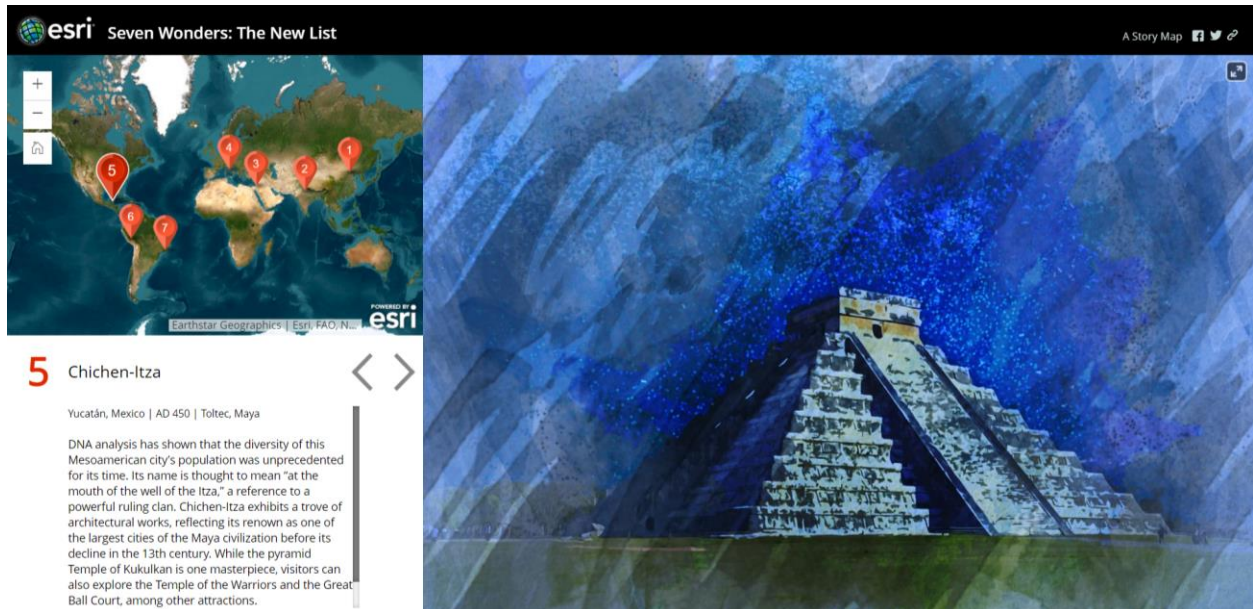
Εικόνα 23. Εργαλειοθήκες για τη δημιουργία του αφηγηματικού χάρτη στο ArcGIS StoryMaps

4.1 ΕΞΕΧΟΝΤΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ

1. SEVEN WONDERS: THE NEW LIST – ESRI STORY MAPS TEAM



Εικόνα 24. Εξώφυλλο αφηγηματικού χάρτη «Seven Wonders: The New List» της ESRI

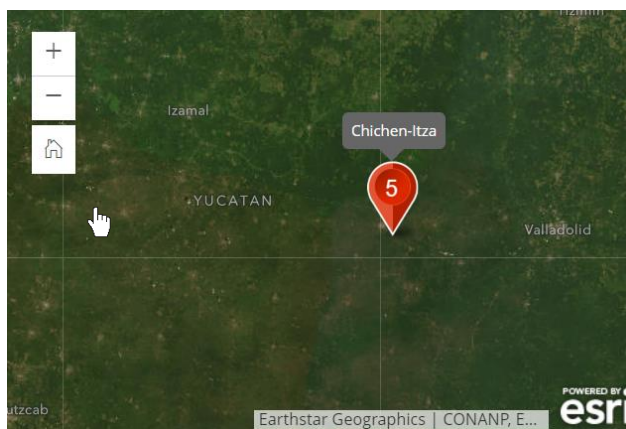


Εικόνα 25. Περιεχόμενο αφηγηματικού χάρτη «Seven Wonders: The New List» της ESRI

Ο αφηγηματικός χάρτης που φαίνεται στην Εικόνα 24 αναφέρεται στα 7 θαύματα του κόσμου². Έχει δημιουργηθεί από την ομάδα της ESRI και αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα χάρτη προτύπου «Map Tour» πλαινίου πλαισίου. Χρησιμοποιεί διάταξη χάρτη αναφοράς (βλέπε ενότητα 3.4.2.2), δηλαδή λειτουργεί συμπληρωματικά στο περιεχόμενο της ιστορίας προσθέτοντας πληροφορίες που βοηθούν στην κατανόησή της, για αυτό και το μέγεθός του είναι μικρότερο από τα υπόλοιπα στοιχεία.

Ο αφηγηματικός χάρτης περιλαμβάνει εξώφυλλο στο οποίο αναφέρεται ο τίτλος, μια μικρή περιγραφή του θέματος, το λογότυπο και ο σύνδεσμος του οργανισμού που δημιούργησε την ιστορία και οι τρόποι κοινοποίησής της στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (Εικόνα 24). Η αφήγηση είναι καθοδηγούμενη από τον αναγνώστη, αφού ο ίδιος επιλέγει τη σειρά ανάγνωσης των οπτικών στοιχείων που του προβάλλονται ενώ υπάρχει ταυτόχρονα μεγάλη διαδραστικότητα (βλέπε ενότητα 3.4). Η ιστορία εξελίσσεται με το πάτημα στο βελάκι στο κέντρο του κάτω μέρους της οθόνης με το οποίο μεταφέρεται ο αναγνώστης στην κύρια σκηνή. Όπως είναι φανερό, δεξιά της οθόνης εμφανίζεται μία εικόνα, πάνω αριστερά βρίσκεται ο χάρτης και ακριβώς από κάτω αναπτύσσεται το κείμενο. Πιο συγκεκριμένα, εφαρμόζονται εργαλεία διάδρασης (βλέπε ενότητα 3.4.1) όπως η δυναμική αλλαγή κλίμακας του χάρτη και η μετάθεση ενώ το πιο σημαντικό είναι η δυνατότητα επιλογής ενός σημείου (στη συγκεκριμένη περίπτωση ενός νούμερου) πάνω στο χάρτη με αποτέλεσμα να εμφανίζονται πληροφορίες για αυτό. Αντίστοιχα, είναι δυνατή η εύρεση της τοποθεσίας με βάση το κείμενο, αφού με την εναλλαγή του κειμένου (επόμενο-προηγούμενο με τη χρήση των δεικτών) αλλάζει ταυτόχρονα το σημείο στο χάρτη.

Για παράδειγμα, στην Εικόνα 25, ο χρήστης έχει επιλέξει να πληροφορηθεί για το 5ο θαύμα που είναι το Chichen-Itza στο Γιουκατάν, Μεξικό με αποτέλεσμα να διακρίνεται στο χάρτη το νούμερο 5 πιο έντονα από τα υπόλοιπα, ενώ αν γίνει μεγέθυνση, μεταφέρεται ο αναγνώστης ακριβώς στην τοποθεσία της περιγραφής (Εικόνα 26). Προφανώς, η εικόνα, που καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της οθόνης, αφορά το περιεχόμενο του κειμένου, ενώ επίσης υπάρχει αναφορά στο κείμενο για την προέλευση της εικόνας όπου ο χρήστης μπορεί να μεταβεί με το σύνδεσμο στην πρωτότυπη ιστοσελίδα.



Εικόνα 26. Μεγέθυνση (zoom in) της τοποθεσίας στον χάρτη

² <https://storymaps.esri.com/stories/2018/wonders-new/>

2. NELSON CLIMATE ADAPTATION - NELSON CITY COUNCIL

Ο συγκεκριμένος χάρτης³ βραβεύτηκε ως ο πιο καινοτόμος όσον αφορά τη χρήση δεδομένων για αφήγηση στο διαγωνισμό «ArcGIS StoryMaps 2022» της ESRI. Θέμα της αφήγησης αποτελεί η προσαρμογή του κλίματος και η προετοιμασία των παράκτιων κοινοτήτων για ένα μεταβαλλόμενο κλίμα. Ο αφηγητής ξεκινά παραθέτοντας μια εισαγωγική σκηνή-εξώφυλλο η οποία περιέχει τον τίτλο, την επικεφαλίδα αλλά και τον συγγραφέα που είναι το Δημοτικό Συμβούλιο του Νέλσον (Εικόνα 27).



Εικόνα 27. Εξώφυλλο αφηγηματικού χάρτη «Nelson climate adaptation»

Η αφήγηση είναι επίσης καθοδηγούμενη από τον αναγνώστη. Η ιστορία εξελίσσεται με κατακόρυφη κύλιση («scrolling») ή με τη βοήθεια της μπάρας που βρίσκεται δεξιά της οθόνης. Ο δημιουργός φαίνεται να έχει συνδυάσει παραπάνω από ένα πρότυπα μαζί αξιοποιώντας όλα τα πλεονεκτήματα κάθε ενός από αυτά. Αρχικά, η μορφή της αφήγησης προσομοιάζει το πρότυπο «Cascade» αφού περιέχει, εκτός από το αφηγηματικό κείμενο, ενσωματωμένες εικόνες και χάρτες ενώ τα στοιχεία εμφανίζονται διαδοχικά κατά το «scrolling». Υπάρχουν ακόμα τρεις επιλογές, όπου ο χρήστης πατώντας σε αυτές (μέσω «κλικ») μπορεί να μεταβεί απευθείας στη σελίδα που αντιστοιχούν. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρονται στις παράκτιες πλημμύρες (Coastal flooding), τις πλημμύρες του ποταμού Maitai (Maitai River flooding) και την ευκαιρία που δίνεται στον χρήστη να συμμετάσχει και να μοιραστεί τις απόψεις του σχετικά με το θέμα ή να μάθει περισσότερα για αυτό (Get involved).

³ <https://storymaps.arcgis.com/collections/b374d444bb3340fb82165712903e4991?item=11>

Coastal flooding

What is coastal flooding?

Coastal flooding is the flooding of low-lying coastal land with seawater. This can happen when extreme weather events lead to an elevated sea level and waves or swells. Coastal flooding can pose risks in the form of damage to property and dwellings, infrastructure and transport networks, risk to life, environmental degradation, erosion or threats to other things valued.



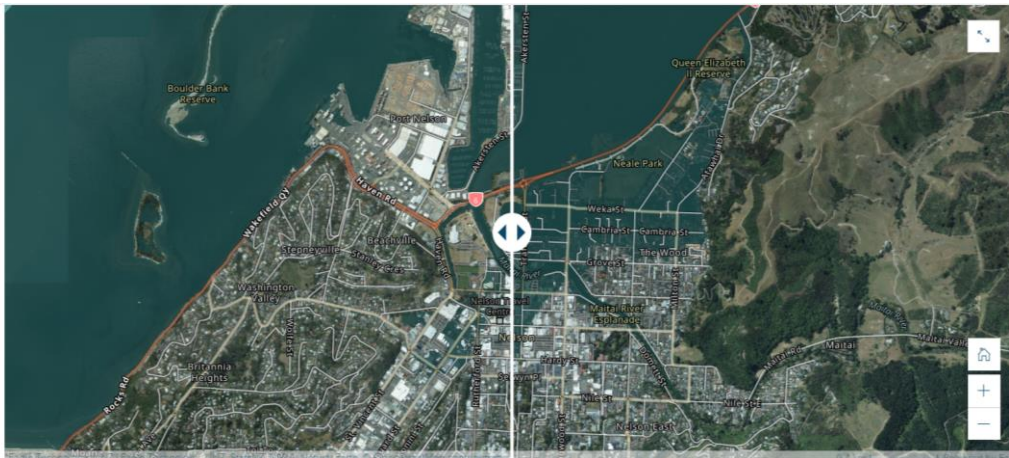
2018 coastal flooding and wave run up, Glenduan, Nelson

What do the coastal flooding maps show?

The present-day coastal flooding maps show areas that might be affected by flooding at present day sea-level in an extreme coastal flooding or 1% AEP event as a result of storm

Εικόνα 28. Περιεχόμενο αφηγηματικού χάρτη - πρότυπο «Cascade»

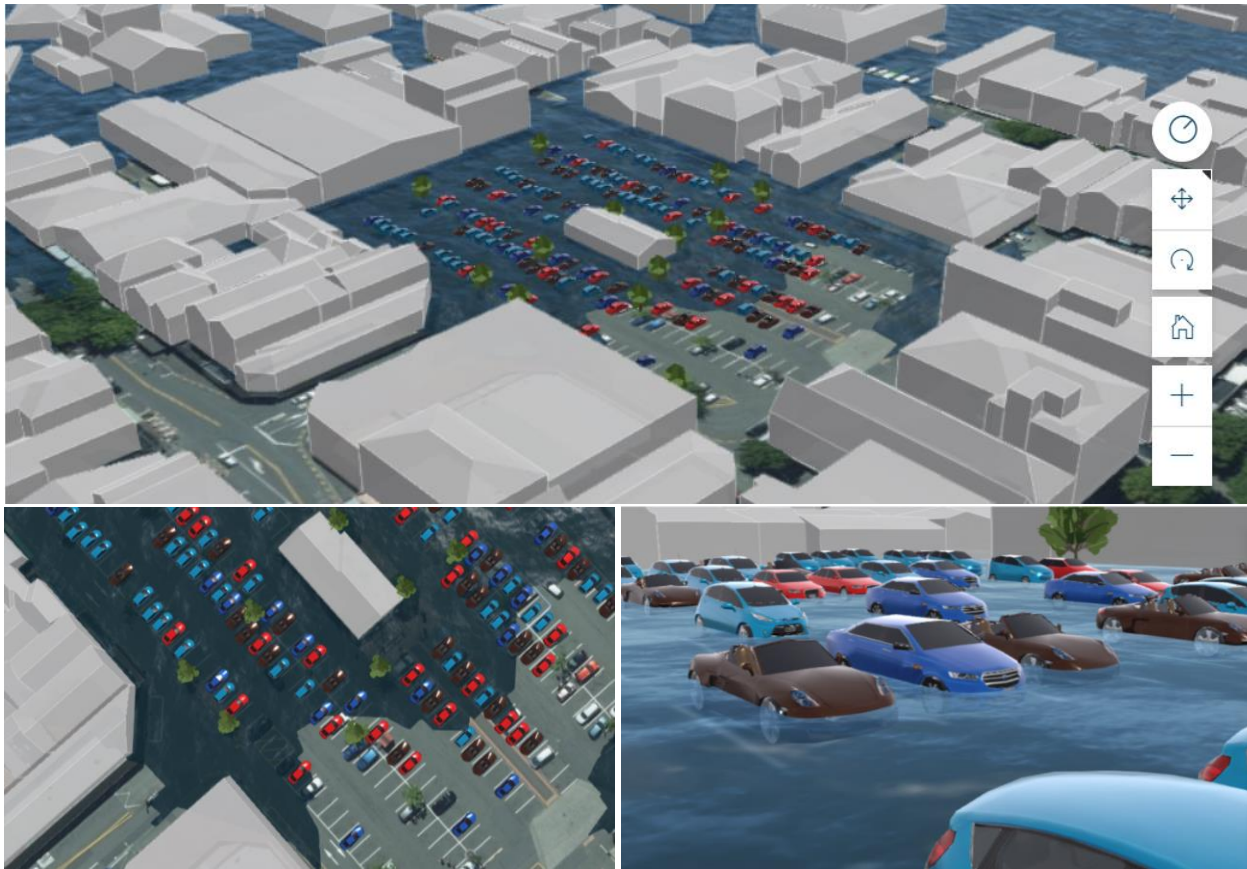
Στη συνέχεια της αφήγησης, διακρίνεται νέο πρότυπο, αυτό του «Swire», όπου ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει και να αναλύσει ταυτόχρονα τα δύο επίπεδα του χάρτη, πριν και μετά την πλημμύρα, μετακινώντας τη μπάρα που βρίσκεται στο κέντρο. Ο χάρτης απεικονίζει την περιοχή χωρίς την επιρροή της πλημμύρας και παράλληλα το ίδιο φαινόμενο μετά από 1.5 μέτρα ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Ο χρήστης μπορεί επίσης να μεγεθύνει αλλά και να μετακινηθεί στην περιοχή ή να εφαρμόσει την προβολή πλήρους οθόνης.



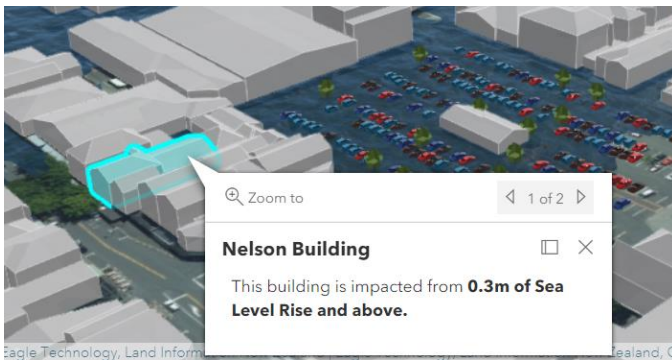
Showing present-day 1% AEP Event vs. a similar event after 1.5 metre sea-level rise

Εικόνα 29. Περιεχόμενο αφηγηματικού χάρτη - πρότυπο «Swire»

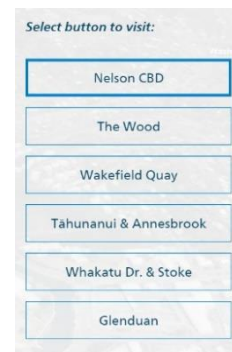
Έπειτα, επιστρέφει στο αρχικό πρότυπο με κείμενο, εικόνα αλλά και έναν τρισδιάστατο χάρτη που απεικονίζει την αύξηση της στάθμης της θάλασσας κατά 0.3 μέτρα σε συμβάν παράκτιας πλημμύρας στην πλατεία Μοντγκόμερι. Ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με αυτόν (με αναδυόμενα παράθυρα τα οποία δείχνουν πόσο έχουν επηρεαστεί τα κτήρια από την πλημμύρα, Εικόνα 31) αλλά το σπουδαιότερο είναι η δυνατότητα αλλαγής της προοπτικής θέασης με αποτέλεσμα να είναι πιο ευδιάκριτες οι συνέπειες της πλημμύρας στα κτήρια αλλά και στα οχήματα.



Εικόνα 30. Παράκτια πλημμύρα, Πλατεία Μοντγκόμερι - Αλλαγή προοπτικής θέασης



Εικόνα 31. Αναδυόμενο παράθυρο



Εικόνα 32. Επιλογή περιοχής με κλικ

Ο συγγραφέας επιλέγει να συνεχίσει την αφήγησή του με το πρότυπο «Map Journal» αιωρούμενου πλαισίου για να παρουσιάσει τις προβλεπόμενες επιπτώσεις σε περίπτωση πλημμύρας με διαφορετικά μέτρα αύξησης της στάθμης της θάλασσας σε διαφορετικές περιοχές της περιφέρειας Νέλσον. Ο χρήστης, κάνοντας «κλικ» σε μια περιοχή, μετακινείται αυτόματα στη συγκεκριμένη τοποθεσία πάνω στο χάρτη (Εικόνα 32).

Για παράδειγμα, επιλέγεται η περιοχή «Nelson CBD». Συγκρίνοντας τις δύο περιπτώσεις, δηλαδή την περιοχή σήμερα και την περιοχή με 2μ αύξηση της στάθμης, μπορεί εύκολα να γίνει αντιληπτή η διαφορά και οι επιπτώσεις που προκαλεί η πλημμύρα στα κτήρια.



Εικόνα 33. Οι επιπτώσεις της πλημμύρας στην περιοχή Nelson CBD σήμερα



Εικόνα 34. Οι επιπτώσεις της πλημμύρας στην περιοχή Nelson CBD με 2μ αύξηση της στάθμης της θάλασσας

Χρησιμοποιείται η ίδια τεχνική για τη δεύτερη ενότητα που αφορά τις πλημμύρες του ποταμού Maitai ενώ στο τέλος, όπως αναφέρθηκε, παρατίθενται στοιχεία επικοινωνίας σε περίπτωση που ο χρήστης θελήσει να μάθει περισσότερα για το θέμα ή να μοιραστεί τις απόψεις του. Ακόμα, στο τέλος του αφηγηματικού χάρτη, υπάρχουν πληροφορίες για τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίησή του.

3. LEGALIZATION OF INDIGENOUS TERRITORIES IN COLOMBIA

Ο αφηγηματικός χάρτης με θέμα την «Νομιμοποίηση των αυτόχθονων εδαφών στην Κολομβία»⁴ του Brian Hettler (Amazon Conservation Team), αναδείχθηκε πρώτος στην κατηγορία «Διατήρηση, Περιβάλλον και Αειφορία» στο διαγωνισμό της ESRI το 2018. Η αφήγηση ξεκινά με μία εισαγωγική σκηνή η οποία καλεί τον αναγνώστη να επιλέξει τη γλώσσα που προτιμά (αγγλικά ή ισπανικά) και έπειτα μεταφέρεται στο εξώφυλλο του χάρτη το οποίο περιλαμβάνει τον τίτλο, την επικεφαλίδα αλλά και το σύνδεσμο του οργανισμού.



Εικόνα 35. Εισαγωγική σκηνή αφηγηματικού χάρτη «*Legalization of Indigenous Territories in Colombia*»

Λόγω της διαδραστικότητας που προσφέρουν οι αφηγηματικοί χάρτες, οι αφηγήσεις είναι συνήθως καθοδηγούμενες από τον αναγνώστη, όπως παρατηρείται από τα προηγούμενα αλλά και τα επόμενα παραδείγματα. Η συγκεκριμένη ιστορία αναπτύσσεται σύμφωνα με το πρότυπο «Cascade» το οποίο συνδυάζει κείμενο, εικόνες και χάρτες ενώ το περιεχόμενο της εμφανίζεται με κατακόρυφη κύλιση. Δεν υπάρχει μεγάλη αλληλεπίδραση ανάμεσα στον χάρτη και στον χρήστη για το λόγο ότι οι ενέργειες είναι προκαθορισμένες και οι χάρτες είναι σταθεροί ή δυναμικοί. Κατά την κατακόρυφη κύλιση, εναλλάσσονται οι εικόνες ή οι χάρτες ανάλογα με το περιεχόμενο του κειμένου. Το υπόβαθρο του χάρτη παραμένει σταθερό ενώ αλλάζουν τα θεματικά επίπεδα.

⁴ <https://www.amazonteam.org/maps/colombia-land-rights/>



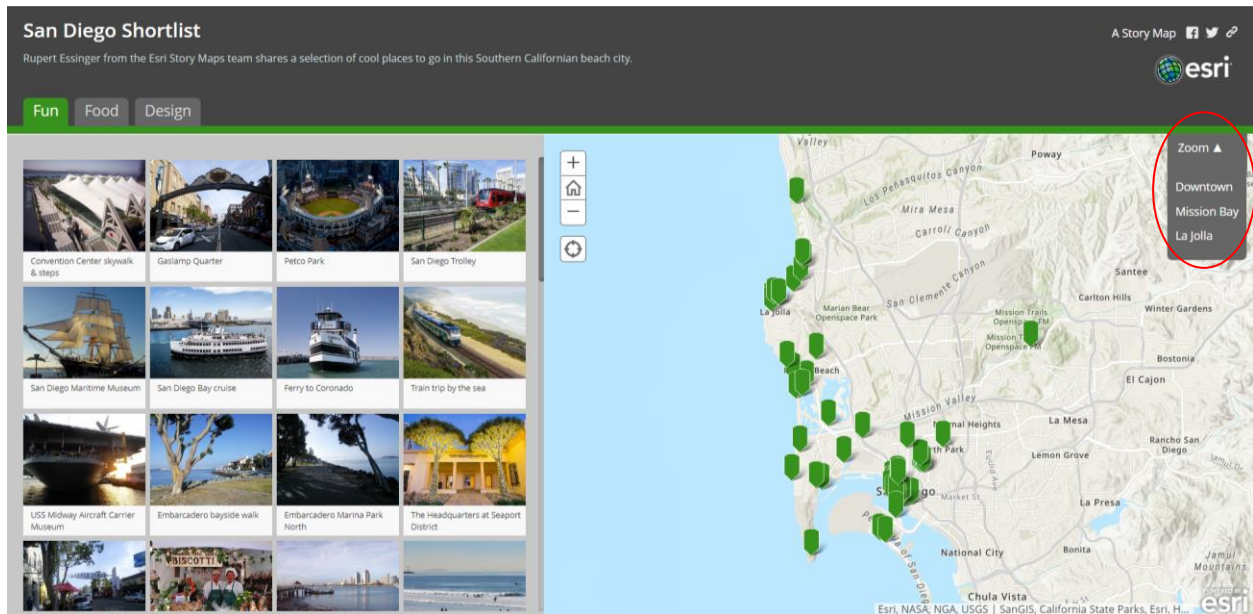
Εικόνα 36. Αλλαγή μόνο των θεματικών επιπέδων

Στο τέλος της αφήγησης υπάρχει ένα ντοκιμαντέρ μικρού μήκους το οποίο προσφέρει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη φυλή Muñui-Muina και τους ιερούς της χορούς.

4. SAN DIEGO SHORTLIST

Ο αφηγηματικός χάρτης του συγγραφέα Rupert Essinger⁵ από την ομάδα της Esri Story Maps χρησιμοποιεί το πρότυπο «Map Shortlist» με σκοπό να μοιραστεί μέρη που αξίζει να επισκεφτεί κάποιος στην παραλιακή πόλη της Νότιας Καλιφόρνια. Ο συγκεκριμένος χάρτης δεν περιλαμβάνει εξώφυλλο, συνεπώς ο χρήστης έρχεται απευθείας σε επαφή με την κύρια σκηνή. Στο πάνω μέρος της οθόνης υπάρχει ο τίτλος, η επικεφαλίδα, το λογότυπο του οργανισμού στον οποίο ανήκει ο συγγραφέας, ο σύνδεσμος του οργανισμού και οι τρόποι κοινοποίησης του χάρτη στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης.

Ο συγγραφέας χρησιμοποιεί τρεις καρτέλες για να οργανώσει τα σημεία ενδιαφέροντος της περιοχής σε διασκέδαση, φαγητό και αρχιτεκτονική, τα οποία παραθέτει με εικόνες. Κάθε καρτέλα έχει διαφορετικό χρώμα το οποίο, ανάλογα με την κατηγορία, χρησιμοποιείται και στα σημειακά σύμβολα του χάρτη. Η αφήγηση ακολουθεί την καθοδηγούμενη από τον αναγνώστη μέθοδο, αφού επιλέγει ο χρήστης την πορεία ανάγνωσης που επιθυμεί. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να κάνουν «κλικ» στα μέρη που τους ενδιαφέρουν και να ενημερωθούν με περαιτέρω πληροφορίες. Ακόμη, υπάρχει ένας σύνδεσμος σε κάθε εικόνα ο οποίος μεταφέρει τον αναγνώστη στην επίσημη ιστοσελίδα του σημείου ενδιαφέροντος. Όσον αφορά τα εργαλεία διάδρασης, με την επιλογή μιας περιοχής (Downtown, Mission Bay, La Jolla) πραγματοποιείται μεγέθυνση στη συγκεκριμένη τοποθεσία παρουσιάζοντας με εικόνες τα πιο σημαντικά μέρη που βρίσκονται σε αυτή.



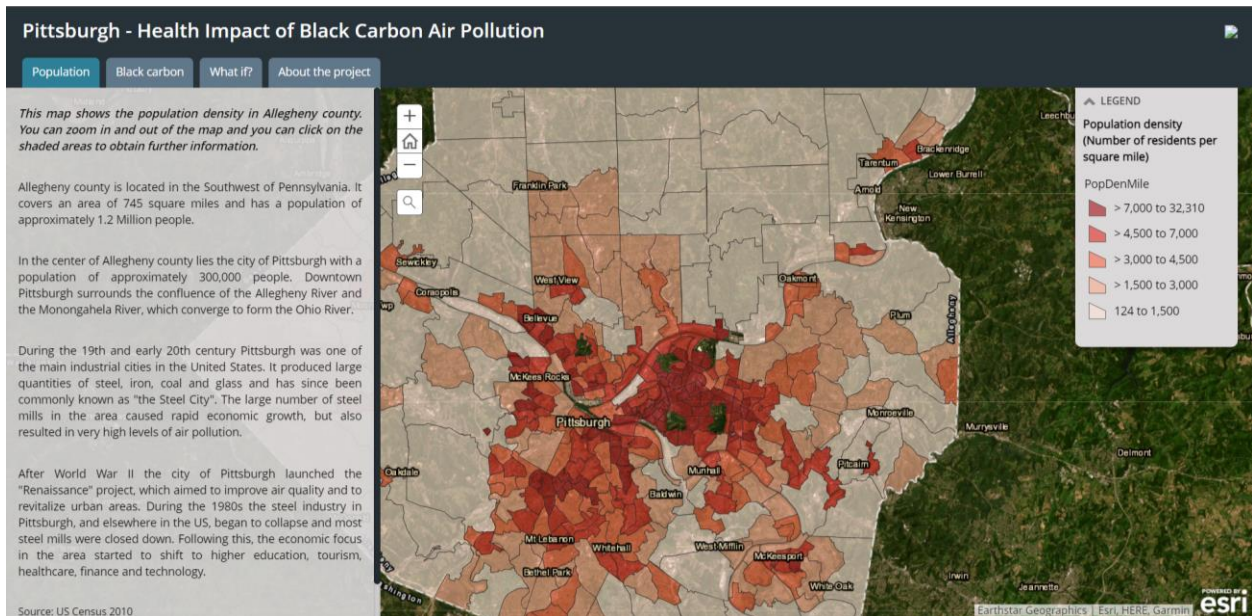
Εικόνα 37. Αφηγηματικός χάρτης του Σαν Ντιέγκο τύπου «Shortlist»

⁵ <https://storymaps.esri.com/stories/shortlist-sandiego/>



5. PITTSBURGH - HEALTH IMPACT OF BLACK CARBON AIR POLLUTION

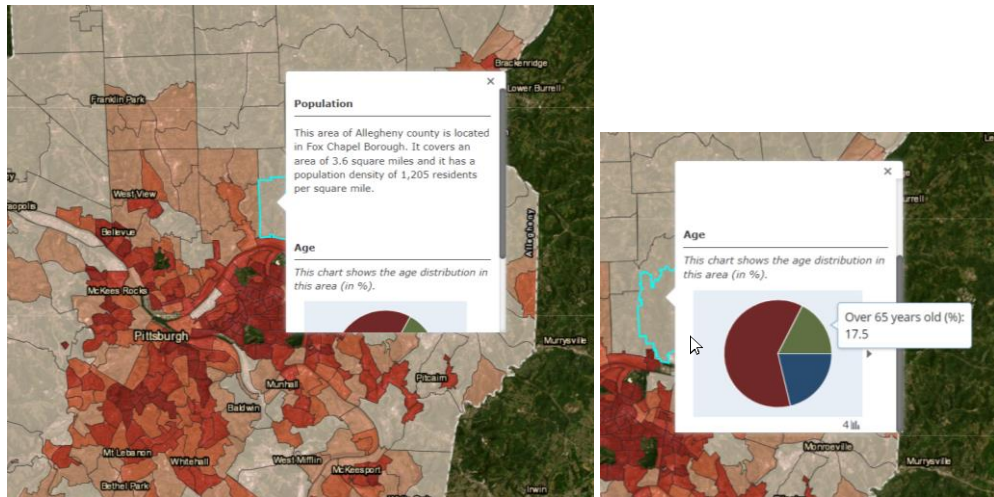
Ο αφηγηματικός χάρτης της Anna Mölter (Colorado State University) πήρε την 3^η θέση στο διαγωνισμό της Esri «Storytelling with Maps Contest 2015» στην κατηγορία Επιστήμη / Τεχνολογία / Εκπαίδευση (Εικόνα 38)⁶. Αναφέρεται στις επιπτώσεις που προκαλεί η ατμοσφαιρική ρύπανση από μαύρο άνθρακα στην υγεία, για την περιοχή Πίτσμπουργκ, Πενσυλβάνια. Είναι φανερό πως χρησιμοποιείται το πρότυπο «Map Series» παρουσιάζοντας μια σειρά από χάρτες μέσω καρτελών που αναφέρονται στον πληθυσμό, στο μαύρο άνθρακα, στους θανάτους που αποφεύγονται εάν μειωθεί ο μαύρος άνθρακας και σε πληροφορίες για το πρότζεκτ, με τα υπομνήματά τους.



Εικόνα 38. Αφηγηματικός χάρτης «Pittsburgh - Health Impact of Black Carbon Air Pollution», καρτέλα «πληθυσμός»

Επιπλέον, επιτρέπει στον χρήστη να επιλέγει ένα σημείο του χάρτη με αποτέλεσμα να εμφανίζονται αναδυόμενα παράθυρα, τα οποία περιλαμβάνουν κείμενο, εικόνες και γραφήματα. Για παράδειγμα, στην Εικόνα 39 επιλέγεται ένα σημείο και εμφανίζονται γενικές πληροφορίες για τον πληθυσμό της συγκεκριμένης τοποθεσίας αλλά και γραφήματα για την ηλικία, το φύλο, τη φυλή και το εισόδημα των ανθρώπων, στα οποία αν τοποθετηθεί πάνω το ποντίκι, δείχνουν τα ακριβή ποσοστά των ερευνών. Το ίδιο ισχύει και για τις υπόλοιπες καρτέλες.

⁶ <https://csurams.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=9b9c8df0a6f34e3b9afcd5715872a2a3>



Εικόνα 39. Αναδυόμενα παράθυρα με κείμενο και γραφήματα

5. ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζονται και αναλύονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν για τη δημιουργία του αφηγηματικού χάρτη της παρούσας εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, αναπτύσσεται το θεωρητικό αλλά και το πρακτικό κομμάτι της διαδικασίας. Αναλύονται τα είδη των χαρτών που χρησιμοποιήθηκαν και οι ιδιότητές τους, ο τρόπος που υλοποιήθηκαν, οι πηγές των δεδομένων και η επεξεργασία τους ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσονται ενεργειακά και ατμοσφαιρικά θέματα.

5.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ

Σκοπός του συγκεκριμένου αφηγηματικού χάρτη είναι η γνωριμία με ενεργειακά και ατμοσφαιρικά ζητήματα που επηρεάζουν τα τελευταία χρόνια το περιβάλλον αλλά και τον ίδιο τον άνθρωπο, ερευνώντας βαθύτερα τους παράγοντες που τα προκαλούν αλλά και τις επιπτώσεις που επιφέρουν. Ο χάρτης επικεντρώνεται στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, που είναι η κύρια αιτία της κλιματικής αλλαγής, στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, που προκαλεί τις υψηλότερες εκπομπές, στις επιλογές πηγών ενέργειας κάθε χώρας, στη σχέση του εισοδήματος με τις εκπομπές CO₂, στην πρόσβαση σε ενέργεια, στις συγκεντρώσεις των λεπτών σωματιδίων PM_{2.5} καθώς και τους θανάτους που έχουν προκαλέσει. Ακόμα, πραγματεύεται και άλλα στατιστικά στοιχεία ενώ στο τέλος παραθέτει κάποια πορίσματα με σκοπό τη μείωση των εκπομπών CO₂.

Αυτό επιτυγχάνεται μέσω μιας αφήγησης η οποία υποστηρίζεται από πληθώρα οπτικών μέσων, η οποία συνδυάζει κείμενο με δυναμικούς χάρτες, εικόνες, βίντεο και διαδραστικά στοιχεία τα οποία συντελούν σε μια πιο ελκυστική και εύκολα κατανοητή παρουσίαση της πληροφορίας. Με αυτόν τον τρόπο, ο κάθε αναγνώστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει τη δική του ξεχωριστή πορεία στην αφήγηση με αποτέλεσμα η μετάδοση να γίνεται πιο άμεση.

5.2 ΠΡΟΤΥΠΟ ΤΟΥ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ



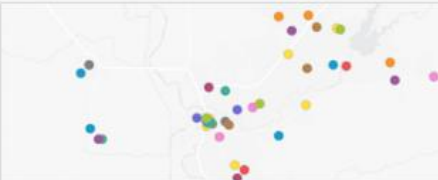
Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, κάθε πρότυπο αφηγηματικού χάρτη προσφέρει διαφορετικά επίπεδα διαδραστικότητας και χρησιμοποιεί διαφορετικούς τρόπους παρουσίασης ανάλογα με τον σκοπό του συγγραφέα.

Κρίθηκε αποτελεσματικότερο να γίνει συνδυασμός προτύπων ώστε να αξιοποιηθούν όλες οι δυνατότητες που προσφέρουν. Ως κύριο πρότυπο χρησιμοποιήθηκε αυτό που επιτρέπει την κατακόρυφη κύλιση. Ενσωματώθηκαν και άλλα πρότυπα όπως το «Sidcar», σε πλήρη οθόνη με πίνακα πολυμέσων στο φόντο και πίνακα αφήγησης στο πλάι. Χρησιμοποιήθηκε επίσης το «Swipe» για τη σύγκριση δύο χαρτών του ίδιου φαινομένου σε διαφορετική χρονική περίοδο. Τέλος, αξιοποιήθηκε το εργαλείο «Slideshow» κατά το οποίο παρουσιάζονται σε διαφορετικές σελίδες κάποια πορίσματα και προτάσεις.

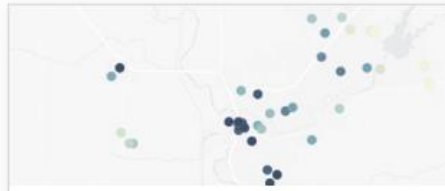
5.3 ΧΑΡΤΕΣ

Οι χάρτες είναι ένα κρίσιμο συστατικό ενός καλού αφηγηματικού χάρτη. Παρέχουν το απαραίτητο γεωγραφικό πλαίσιο στην αφήγηση και διευρύνουν την οπτική γωνία του αναγνώστη, επιτρέποντάς του να αλληλεπιδρά απευθείας με τα χαρτογραφημένα δεδομένα της ιστορίας. Όπως έχει αναφερθεί εκτενώς, η οπτικοποίηση ενός φαινομένου ελκύει το ενδιαφέρον του αναγνώστη, διευκολύνει την κατανόηση των δεδομένων ενώ ταυτόχρονα κάνει την ανάγνωση πιο ευχάριστη και διασκεδαστική.

Οι χάρτες που χρησιμοποιούνται στους αφηγηματικούς χάρτες του ArcGIS Online είναι διαδικτυακοί και δημιουργούνται συνήθως στο Map Viewer το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να κατασκευάσουν τον ιδανικό χάρτη για αυτούς αξιοποιώντας τις δυνατότητες που προσφέρει το εργαλείο. Οι συγκεκριμένοι χάρτες περιέχουν έναν βασικό χάρτη (χάρτη υποβάθρου), το σύνολο των πεδίων των δεδομένων, υπόμνημα και εργαλεία πλοήγησης για μετατόπιση και μεγέθυνση. Μπορεί ακόμα να περιλαμβάνονται διαδραστικά αναδυόμενα παράθυρα (pop-ups) με πληροφορίες σχετικά με τα δεδομένα (βλέπε ενότητα 5.3.1). Το Map Viewer περιλαμβάνει δύο στήλες εργαλείων οι οποίες συμβάλλουν στη διαχείριση των περιεχομένων του χάρτη αλλά και τη διαμόρφωση και την αλληλεπίδραση με τα επίπεδα και άλλα στοιχεία χάρτη.

Τύπος δεδομένων	Smart mapping styles
Μόνο τοποθεσίες (σημειακά δεδομένα)	 <p data-bbox="711 1182 867 1213">Heat Map ⓘ</p>  <p data-bbox="711 1455 1029 1486">Location (single symbol) ⓘ</p>  <p data-bbox="711 1728 1029 1759">Types (unique symbols) ⓘ</p>

Αριθμητικά δεδομένα



Counts and Amounts (color) ⓘ



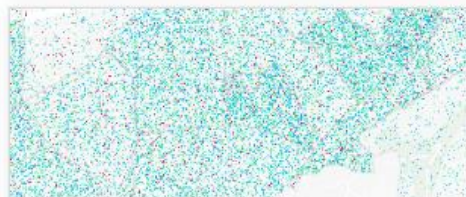
Counts and Amounts (size) ⓘ



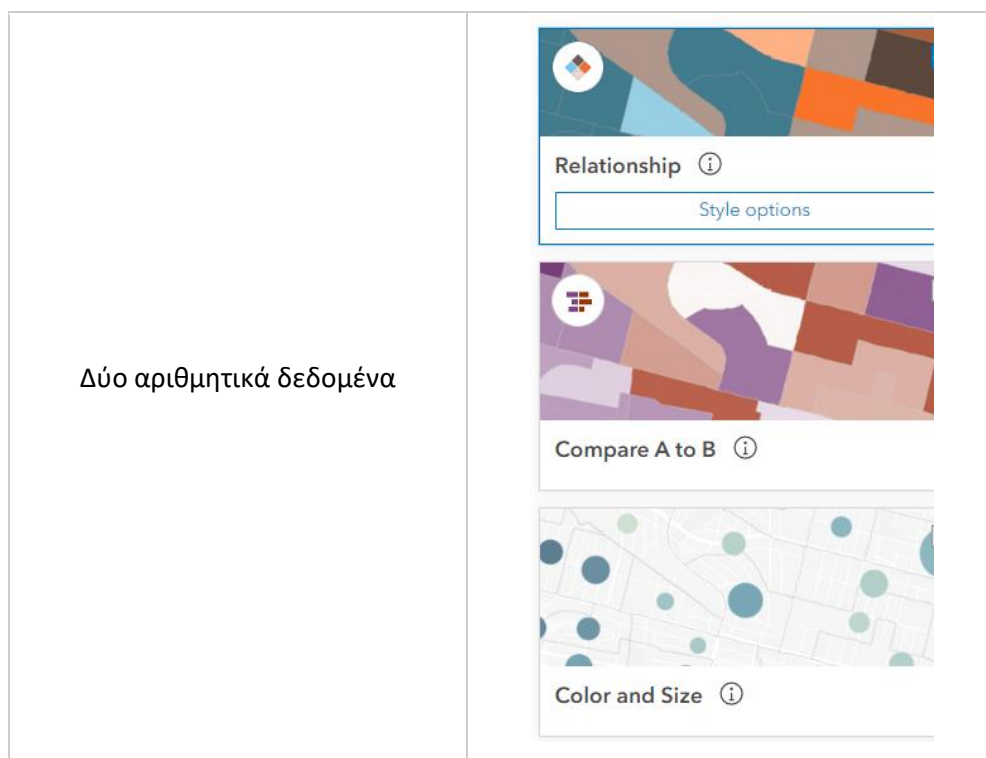
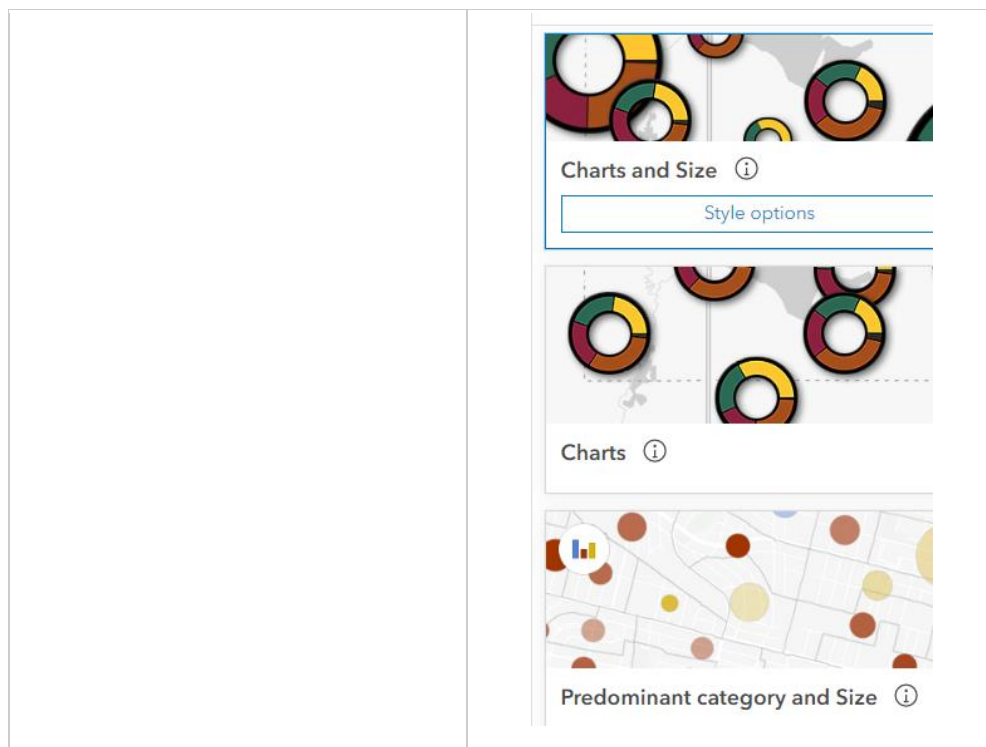
Color and Size ⓘ

Ένα ή περισσότερα αριθμητικά
δεδομένα με την ίδια μονάδα
μέτρησης

Δύο έως δέκα σχετικά αριθμητικά
χαρακτηριστικά με την ίδια μονάδα
μέτρησης



Dot Density ⓘ

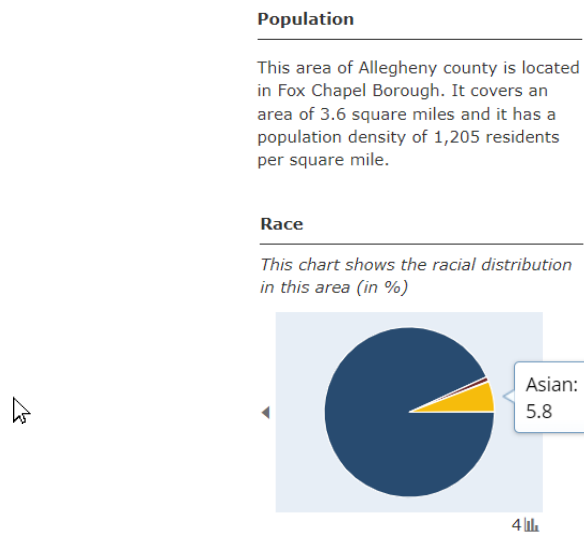


Πίνακας 1. Στήλες εργαλείων για την επιλογή τρόπου αναπαράστασης των δεδομένων στον χάρτη

5.3.1 ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ (POP-UPS)

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ένα μέσο που προσδίδει διαδραστικότητα σε ένα χάρτη είναι τα αναδυόμενα παράθυρα (pop-ups). Τα αναδυόμενα παράθυρα παραθέτουν περιγραφικές πληροφορίες και χαρακτηριστικά που σχετίζονται με κάθε επίπεδο του χάρτη και τις οντότητές που περιλαμβάνει. Μπορούν επίσης να περιέχουν συνημμένα, εικόνες, γραφήματα και κείμενο ή ακόμα να συνδέονται και με εξωτερικές ιστοσελίδες.

Στο Map Viewer του ArcGIS Online, που είναι το περιβάλλον δημιουργίας χαρτών, η προεπιλεγμένη αναδυόμενη εμφάνιση του παραθύρου για ένα επίπεδο χαρακτηριστικών είναι μια λίστα πεδίων και τιμών. Οι χρήστες μπορούν να διαμορφώσουν εκ νέου τα αναδυόμενα παράθυρα και να ορίσουν τη λίστα των ορατών και κρυφών πεδίων αλλά και τον τρόπο με τον οποίο παρουσιάζονται οι πληροφορίες. Ένα παράδειγμα αναδυόμενου παραθύρου με κείμενο και γραφήματα φαίνεται στην Εικόνα 40.



Εικόνα 40. Αναδυόμενο παράθυρο από τον αφηγηματικό χάρτη «Pittsburgh - Health Impact of Black Carbon Air Pollution»

5.3.2 ΧΑΡΤΗΣ ΑΝΑΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

Ο χάρτης αναλογικών συμβόλων αναφέρεται ως χάρτης μετρήσεων και ποσών/μεγέθους (counts and amounts/size). Χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση αριθμητικών ή ταξινομημένων δεδομένων με σημειακά σύμβολα που διαφοροποιούνται με το μέγεθος, το οποίο μεταβάλλεται ανάλογα με την τιμή του φαινομένου. Με βάση το μέγεθος των χαρακτηριστικών δύναται ο αναγνώστης να παρατηρήσει τις ομοιότητες αλλά και τις διαφορές κάθε τύπου. Ο χαρτογράφος μπορεί να μεγιστοποιήσει τη χρήση του μεγέθους συμβόλων ώστε να εστιάσει ο αναγνώστης στην πληροφορία που έχει επιλέξει να τονίσει.

Υπάρχουν πολλές επιλογές κατά την επεξεργασία των δεδομένων ώστε να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα. Πιο συγκεκριμένα, προτείνεται ένα «εύρος μεγεθών» (size range) για τα σύμβολα το

οποίο προσαρμόζεται αυτόματα καθώς ο αναγνώστης μεγεθύνει και σμικρύνει τον χάρτη και μπορεί να αλλάξει ανάλογα με τα δεδομένα που θέλουμε να τονίσουμε.

Ακόμα, ο χρήστης μπορεί να παρατηρήσει το ιστόγραμμα στο οποίο αναγράφονται η μέση τιμή και οι τιμές μέσης και τυπικής απόκλισης. Αν τα σύμβολα επικαλύπτονται, είναι σκόπιμο να εφαρμοστεί διαφάνεια ώστε να διακρίνονται όλα τα σύμβολα. Στην περίπτωση που ο όγκος των δεδομένων είναι μεγάλος, υπάρχει η δυνατότητα ομαδοποίησης ώστε να γενικευτούν και τελικά να αναλυθούν και να αποδοθούν στον χάρτη. Η ομαδοποίηση μπορεί να γίνει με διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με τη φύση των δεδομένων. Επίσης, επιλέγεται ο αριθμός των ομάδων ώστε να μην είναι υπεραπλουστευμένα αλλά ούτε πολύπλοκα.

5.3.3 ΧΩΡΟΠΛΗΘΗΣ ΧΑΡΤΗΣ

Ο συγκεκριμένος χάρτης χρησιμοποιείται για την ανάδειξη μοτίβων σε αριθμητικά ή ταξινομημένα δεδομένα με τη χρήση επιφανειακών συμβόλων και την οπτική μεταβλητή ένταση χρώματος. Η ένταση του χρώματος σε έναν χάρτη βοηθάει τους αναγνώστες να κατανοήσουν ομοιότητες και διαφορές κάθε τύπου και πόσο μεγάλες ή μικρές είναι αυτές οι ομοιότητες/διαφορές.

Η χαρτογραφική αυτή απεικόνιση, εφαρμόζει την ένταση του χρώματος με βάση το αριθμητικό χαρακτηριστικό που επιλέγεται. Σκουρότερες εντάσεις αναπαριστούν υψηλότερες τιμές των δεδομένων, ενώ ανοιχτότερες εντάσεις αναπαριστούν χαμηλότερες τιμές δεδομένων. Η χωροπληθής απεικόνιση είναι κατάλληλη για παράγωγα δεδομένα όπως ποσοστά, αναλογίες, μέσους όρους κτλ. Στο εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε υπάρχουν έξι επιλογές έμφασης των δεδομένων όπως το «High to low» που δίνει έμφαση στις υψηλές τιμές με εντονότερο χρώμα ενώ και άτονο χρώμα τις χαμηλές τιμές που είναι και το πιο διαδεδομένο, το «Above and below» δείχνει τα δεδομένα πάνω και κάτω από μια τιμή, το «Above» δίνει έμφαση σε δεδομένα πάνω από μία τιμή, αντίστοιχα το «Below» κάτω από μία τιμή, το «Centered on» τονίζει ένα εύρος τιμών και το «Extremes» τονίζει τις ακραίες τιμές. Σημαντική είναι η επιλογή χρωματικής παλέτας που να τονίζει το σημαντικό μέρος των δεδομένων.

Τέλος, υπάρχει η δυνατότητα ομαδοποίησης των δεδομένων με τις διάφορες μεθόδους που αναφέρθηκαν σε προηγούμενη ενότητα.

5.3.4 ΧΑΡΤΗΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Ένας νέος τρόπος χαρτογράφησης που προσφέρει το ArcGIS Online από τον Ιούνιο του 2022, είναι η δημιουργία χαρτών με τη βοήθεια διαγραμμάτων. Υποστηρίζονται δύο ειδών απεικονίσεις: ο χάρτης διαγραμμάτων («Charts» map) που συγκρίνει τις σχετικές αναλογίες των πραγμάτων μετατρέποντας μεγάλους αριθμούς σε απλούς προς σύγκριση λόγους και χρησιμοποιεί διαφορετικά χρώματα για την απεικόνισή τους, και ο χάρτης διαγραμμάτων και μεγεθών («Charts+Size Map») που χρησιμοποιεί επιπλέον το μέγεθος των διαγραμμάτων για να προσδιορίσει το μέγεθος του φαινομένου (Harrower, 2022).

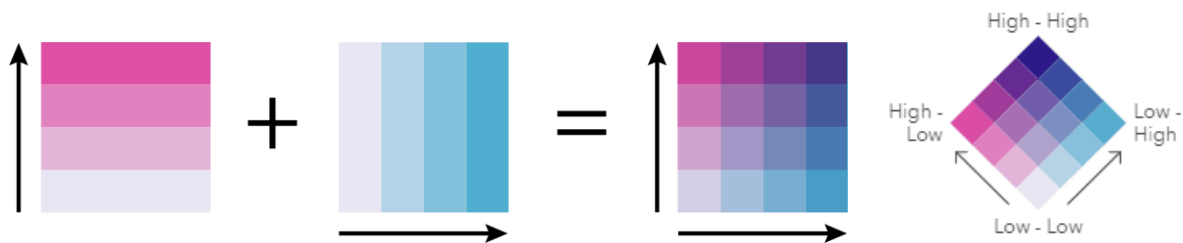
Τα δεδομένα που εισάγονται χρειάζεται να έχουν πλήθος διαφορετικών κατηγοριών (πχ. χρήσεις γης) και να αναφέρονται σε περιοχές ή σημεία. Με την εισαγωγή δύο ή περισσότερων κατηγοριών στην

εφαρμογή, εμφανίζονται νέες επιλογές χαρτογραφικών στυλ, ένα από αυτά είναι ο **Χάρτης Διαγραμμάτων και Μεγεθών** ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση ενός χάρτη που θα παρουσιάζει τις αναλογίες των διαφορετικών πηγών παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, για κάθε χώρα, σε παγκόσμιο επίπεδο, για το έτος 2020.

5.3.5 ΧΑΡΤΗΣ ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Με το συγκεκριμένο τύπο χαρτογραφικής οπτικοποίησης, δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να συγκρίνει δεδομένα στο ArcGIS Online και να εξερευνήσει πιθανές σχέσεις μεταξύ δύο χαρακτηριστικών. Επιτρέπει ακόμα την ταυτόχρονη μελέτη δύο διαφορετικών φαινομένων που συμβαίνουν στο ίδιο μέρος και την αντιστοίχιση δύο μοτίβων σε έναν μόνο χάρτη ώστε να παρατηρηθεί εάν τα δύο αυτά φαινόμενα σχετίζονται (Berry, 2018).

Αυτό συμβαίνει με τη χρήση του χάρτη διασταυρούμενων μεταβλητών (relationship map), όπου δύο χρωματικές ράμπες συνδυάζονται σε ένα πλέγμα που δείχνει όλους τους συνδυασμούς μοτίβων ενώ ταυτόχρονα φανερώνει τις επικαλύψεις ή τις αποκλίσεις που έχουν τα μοτίβα μεταξύ τους. Συνδυάζοντας τις δύο χρωματικές ράμπες, δημιουργείται ένα πλέγμα όπως το αυτό που φαίνεται στην Εικόνα 41.



Εικόνα 41. Πλέγμα χρωμάτων

Από αυτό το υπόμνημα, φαίνεται οι γωνίες του τετραγώνου να φανερώνουν πολλές πληροφορίες. Οι μωβ τιμές δείχνουν υψηλά ποσοστά και των δύο φαινομένων. Οι πιο σκούρες ροζ τιμές δείχνουν υψηλά ποσοστά του ενός φαινομένου και χαμηλά του άλλου όπως και οι πιο σκούρες μπλε τιμές αντίστοιχα. Τέλος, οι μπλε ανοιχτές τιμές δείχνουν χαμηλά ποσοστά και για τα δύο φαινόμενα.

5.3.6 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Μία δυνατότητα που δίνεται από το ArcGIS Online είναι η απεικόνιση των χωροχρονικών δεδομένων μέσω της διαμόρφωσης των ρυθμίσεων ώρας οι οποίες επιτρέπουν στον αναγνώστη να παρατηρήσει ένα φαινόμενο μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή στο παρελθόν, στο παρόν ή/και στο μέλλον, και να βγάλει συμπεράσματα. Το θεματικό επίπεδο που εισάγεται, πρέπει να διαθέτει χρονικά δεδομένα (πχ.

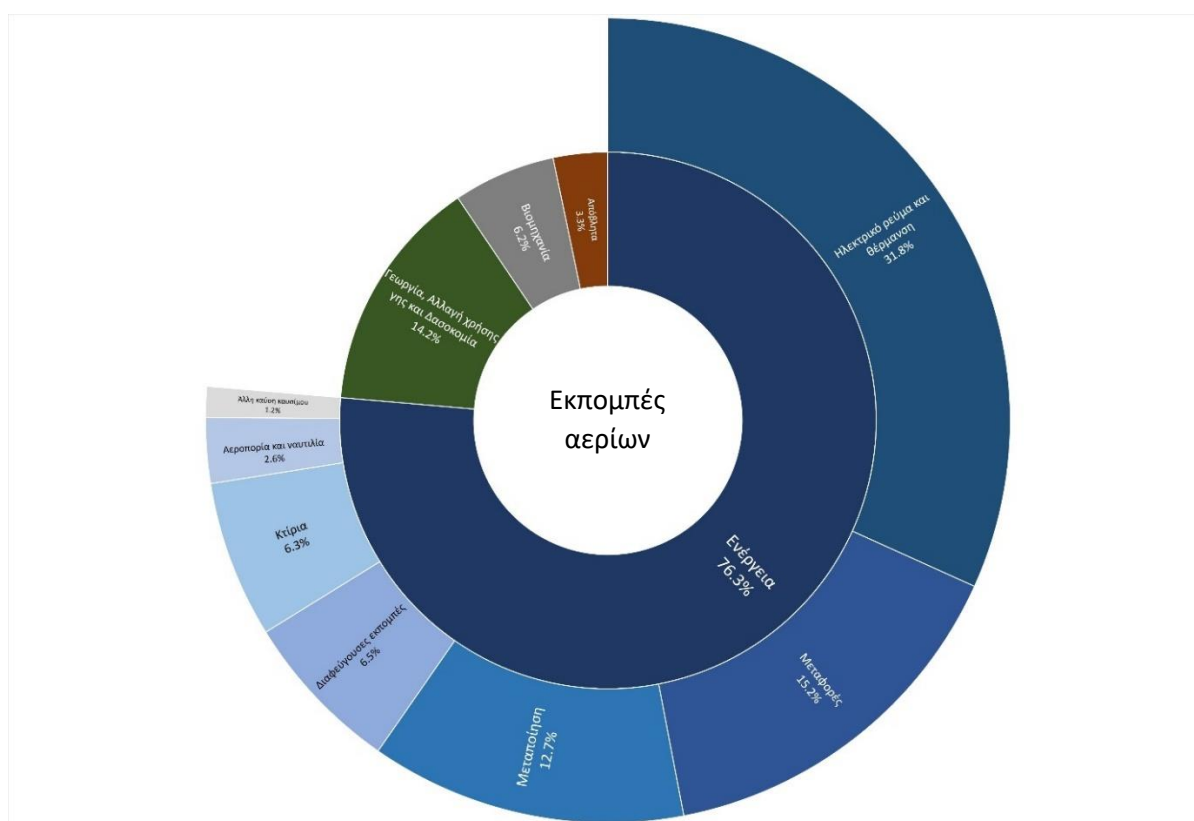
ημερομηνία) ώστε να μπορεί να ενεργοποιηθεί η συγκεκριμένη λειτουργία. Τα δεδομένα απεικονίζονται ανάλογα με το χρόνο (έτος) με τη χρήση μιας μπάρας χρόνου (time bar).

5.3.7 ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΧΑΡΤΩΝ (BASEMAP)

Ως υπόβαθρο των διαδικτυακών χαρτών χρησιμοποιήθηκε το OpenStreetMap, ένα από τα προτεινόμενα της ιστοσελίδας, λόγω της ευκρίνειας που προσφέρει με σκοπό την ομοιομορφία και τη συνοχή όλων των χαρτών μέσα στον αφηγηματικό χάρτη.

6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Το κυρίαρχο ζήτημα που έχει προκαλέσει παγκόσμια ανησυχία τα τελευταία χρόνια είναι η ενέργεια και πως αυτή επηρεάζει την κλιματική αλλαγή. Λέγεται ότι η παραγωγή ενέργειας ευθύνεται για το 76.3% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων (2019). Η αμέλεια ενός τέτοιου προβλήματος θέτει σε κίνδυνο το φυσικό περιβάλλον επηρεάζοντας τελικά την υγεία των ανθρώπων σήμερα, αλλά και όσων ακολουθούν. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται αναλυτικά οι παράγοντες που προκαλούν τις εκπομπές αερίων με κυρίαρχο αυτόν της ενέργειας (76.3%) αλλά και τη γεωργία, την αλλαγή χρήσης γης και τη δασοκομία (14.2%), τη βιομηχανία-άμεσες βιομηχανικές διεργασίες (6.2%) και τα απόβλητα (3.3%).



Διάγραμμα 1. Εκπομπές αερίων ανά τομέα⁷ (2019)

⁷ <https://www.climatewatchdata.org/data-explorer/historical-emissions>

6.1 ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Όπως είναι λογικό, πριν τη βιομηχανική επανάσταση (1760-1840) οι εκπομπές CO₂ ήταν πολύ χαμηλές. Εμφανίζεται αργή αύξηση των εκπομπών (από ορυκτά καύσιμα και βιομηχανία) έως τα μέσα του 20^{ου} αιώνα ενώ το 1950 η αύξηση γίνεται ραγδαία με την εκπομπή 6 δισεκατομμυρίων τόνων CO₂. Μέχρι το 1990 οι εκπομπές CO₂ σχεδόν τετραπλασιάστηκαν, φτάνοντας σε περισσότερους από 22 δισεκατομμύρια τόνους (Ritchie & Roser). Οι εκπομπές συνεχίζουν να αυξάνονται με πολύ γρήγορους ρυθμούς έχοντας πλέον στο αποκορύφωμα, εκπέμποντας πάνω από 35 δισεκατομμύρια τόνους κάθε χρόνο (2020).

Στον Χάρτη 1 παρουσιάζονται οι **ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂)** από ορυκτά καύσιμα και βιομηχανία (όχι από αλλαγή χρήσης γης) ανά 5ετία για τα έτη 1990 έως 2020.

Για τη δημιουργία αυτού του χάρτη, χρειάστηκε αρχικά να ληφθούν τα απαραίτητα δεδομένα. Χρησιμοποιήθηκαν αρχεία CSV από τον οργανισμό «Global Carbon Project⁸» που αφορούν τις ετήσιες εκπομπές CO₂. Από αυτά επιλέχθηκαν τα δεδομένα για τα έτη 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 και 2020. Ο τελικός πίνακας περιέχει την ονομασία κάθε χώρας, τον κωδικό της, το έτος και την τιμή του φαινομένου (σε τόνους).

1	Entity	Code	Year	Annual CO2 emissions
2	Afghanistan	AFG	1995	1417327
3	Afghanistan	AFG	2000	1047127.94
4	Afghanistan	AFG	2005	1889507
5	Afghanistan	AFG	2010	8364803.5
6	Afghanistan	AFG	2015	9791093
7	Afghanistan	AFG	2020	11681766
8	Albania	ALB	1995	2089065.1
9	Albania	ALB	2000	3024926
10	Albania	ALB	2005	4261413
11	Albania	ALB	2010	4783865
12	Albania	ALB	2015	4712137
13	Albania	ALB	2020	4728559
14	Algeria	DZA	1995	94981416
15	Algeria	DZA	2000	82221010
16	Algeria	DZA	2005	106472840
17	Algeria	DZA	2010	117813010
18	Algeria	DZA	2015	160087460

Εικόνα 42. Αρχείο CSV με τις ετήσιες εκπομπές CO₂ σε τόνους ανά 5ετία

Δημιουργήθηκαν ξεχωριστά αρχεία CSV για κάθε έτος. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια του προγράμματος QGIS, εισάχθηκαν τα CSV αρχεία αλλά και το αρχείο shapefile με τα παγκόσμια διοικητικά σύνορα κάθε χώρας της EUROSTAT⁹ σε γενικευμένη μορφή με κλίμακα 1:20.000.000 και ημερομηνία έκδοσης 03/04/2020. Τα CSV αρχεία δεν περιλαμβάνουν χωρική πληροφορία. Απαραίτητη λοιπόν είναι η

⁸ <https://www.globalcarbonproject.org/>

⁹ <https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/reference-data/administrative-units-statistical-units/countries>

γεωαναφορά τους η οποία υλοποιήθηκε με την ένωση των ορίων των χωρών της EUROSTAT (shp) και του τελικού CSV αρχείου, σύμφωνα με τον κωδικό των χωρών (ISO3).

Τα δεδομένα χρειάστηκε να μετατραπούν από τύπο κειμένου σε αριθμητικές τιμές. Έτσι, προκύπτει ο τελικός πίνακας χαρακτηριστικών με το σωστό τύπο δεδομένων. Τέλος, γίνεται εξαγωγή του θεματικού επιπέδου ως shapefile που πλέον αφορά επιφανειακές οντότητες, με σύστημα αναφοράς το Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα (WGS 84).

Ο χάρτης που προέκυψε (Χάρτης 1) έχει τη δυνατότητα απεικόνισης της μεταβολής του φαινομένου ανάλογα με το χρόνο, με τη χρήση μιας μπάρας χρόνου (time slider). Για να είναι τα χωρικά δεδομένα κατάλληλα για αυτή τη λειτουργία, ήταν απαραίτητο ένα επίπεδό τους να περιέχει χρονικά δεδομένα. Το χρονικό πεδίο είναι της μορφής '%d/%m/%Y' (πχ. 1/1/1990) και δημιουργήθηκε με τις αντίστοιχες εντολές Python στο πρόγραμμα ArcMap. Έπειτα, συγχωνεύτηκαν όλα τα αρχεία με τις πληροφορίες για κάθε έτος σε ένα αρχείο με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί το τελικό shapefile. Για να εισαχθεί στο ArcGIS Online, πρέπει να περιέχεται σε αρχείο μορφής ZIP. Αφού έγιναν οι κατάλληλες μετατροπές, έγινε η εισαγωγή του αρχείου στο λογισμικό. Εφόσον περιέχονται χρονικά δεδομένα στο θεματικό επίπεδο, ήταν δυνατή η ενεργοποίηση του χρόνου (enable time).

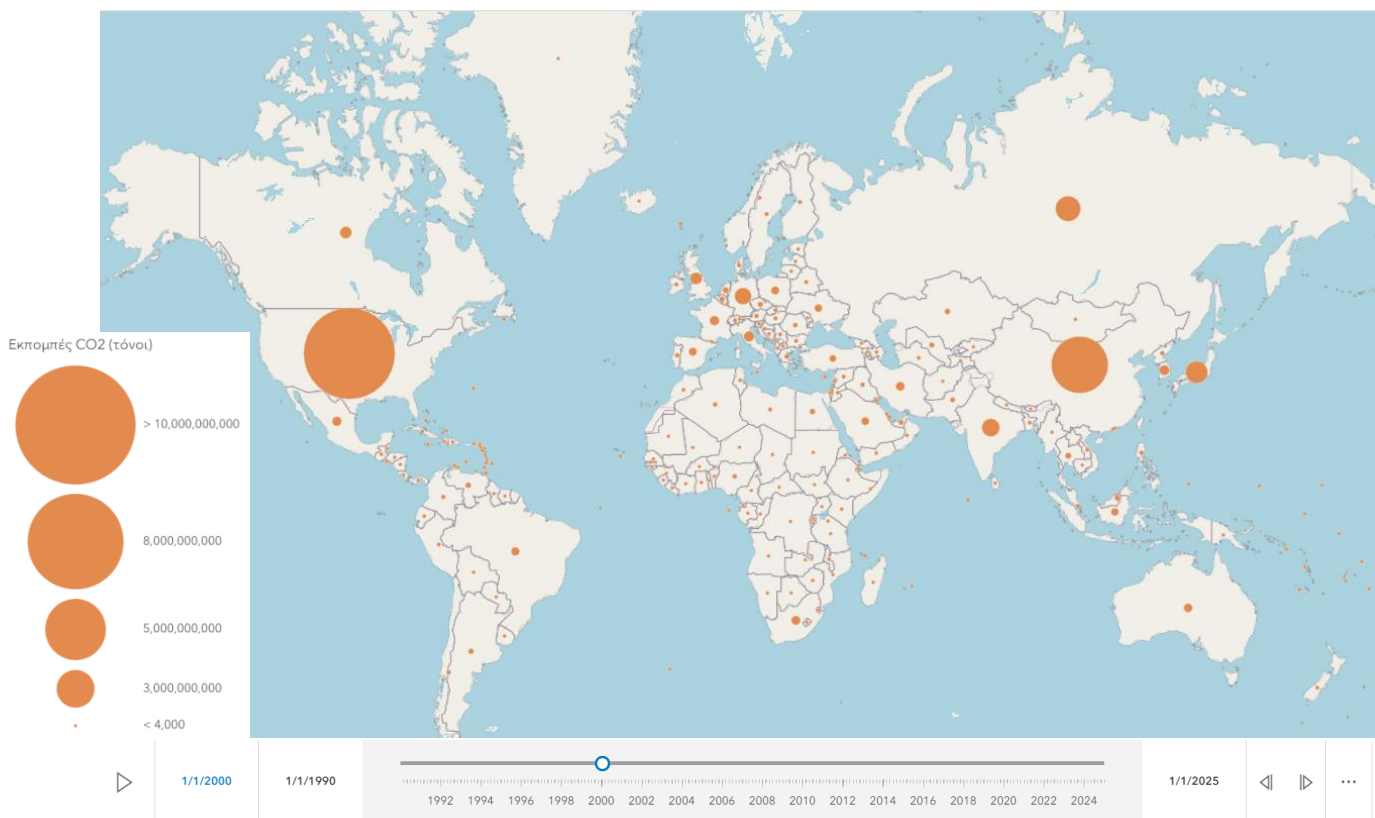
Στη συνέχεια επιλέχθηκε το πεδίο που θα απεικονιστεί στον χάρτη (δηλ. οι ετήσιες εκπομπές CO₂). Τα δεδομένα είναι πρωτογενή, για αυτό το λόγο επιλέγεται να απεικονιστεί το φαινόμενο με σημειακά σύμβολα και την οπτική μεταβλητή του μεγέθους. Δοκιμάστηκαν τα βαθμωτά σύμβολα, τα οποία όμως δεν αναδείκνυαν τις επιθυμητές διαφοροποιήσεις των τιμών των δεδομένων αφού τα δεδομένα παρουσιάζουν πολύ μεγάλο εύρος τιμών και επομένως κάθε ομάδα ενσωμάτων αντίστοιχα μεγάλο εύρος τιμών. Για αυτό το λόγο επιλέχθηκαν αναλογικά σύμβολα προκειμένου να αναδειχθούν σημαντικές διαφοροποιήσεις των τιμών των δεδομένων, αφού σε κάθε τιμή αντιστοιχεί διαφορετικό μέγεθος συμβόλου. Ορίστηκε ως σχήμα συμβόλου ο κύκλος, διότι είναι συμπαγής και ευκολότερα κατανοητός από τον αναγνώστη, του οποίου το μέγεθος μεταβάλλεται ανάλογα με την τιμή του φαινομένου με επιφανειακή κλιμάκωση.

Ακολουθείται η διαδικασία μαθηματικής ή απόλυτης κλιμάκωσης, κατά την οποία υπολογίζεται η ακτίνα ενός ζητούμενου κύκλου με βάση την αναλογία των εμβαδών των κύκλων ως προς τις τιμές των αντίστοιχων δεδομένων σύμφωνα με τον τύπο: $r_i = \left(\frac{v_i}{v_L}\right)^{0.5} \times r_L$. Μετά από δοκιμές, για να επιτευχθεί η αναλογικότητα των συμβόλων, επιλέγεται η μέγιστη τιμή που επιτρέπει το πρόγραμμα, δηλαδή 120 pixel, συνεπώς η μικρότερη ακτίνα προκύπτει 0.07 pixel. Ωστόσο, ο μικρότερος κύκλος δεν είναι ορατός στον χάρτη, για αυτό το λόγο επιλέγονται τα 3 pixel ως βέλτιστη λύση. Όσον αφορά το υπόμνημα, επιλέχθηκαν 5 αντιπροσωπευτικές τιμές, με στρογγυλοποίηση στα τελευταία ψηφία, οι οποίες ικανοποιούν όλα τα έτη.

Ακόμα, επιλέγεται η αυτόματη προσαρμογή μεγέθους (Adjust size automatically) η οποία εφαρμόζεται για τη βελτιστοποίηση των συμβόλων στο τρέχον επίπεδο ζουμ του χάρτη αλλά και την αυτόματη προσαρμογή τους σε άλλα επίπεδα ζουμ.

Στο περιβάλλον επεξεργασίας των ρυθμίσεων χρόνου, υπάρχουν πολλές επιλογές όπως η διαμόρφωση της ταχύτητας εναλλαγής των εικόνων του χάρτη, δηλαδή το πόσο γρήγορα ή αργά μεταβάλλονται τα θεματικά επίπεδα για κάθε έτος. Επιπλέον, ορίζεται το χρονικό διάστημα ανάμεσα στις διαδοχικές χρονικές τιμές όπου για τον συγκεκριμένο χάρτη επιλέχθηκε το διάστημα των πέντε (5) ετών.

Ως υπόβαθρο, χρησιμοποιήθηκε το OpenStreetMap.



Χάρτης 1. Ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από το 1990 μέχρι το 2020 σε τόνους

Οι χώρες που ξεχωρίζουν με τις μεγαλύτερες μεταβολές φαίνεται να είναι οι ΗΠΑ, η Ινδία και η Κίνα. Πιο συγκεκριμένα, στις ΗΠΑ παρατηρείται αύξηση στις εκπομπές CO₂ από το 1990 μέχρι το 2005 (σχεδόν 20%), ενώ από το 2005 και μετά οι εκπομπές μειώνονται όλο και περισσότερο (8%, 5%, 12% αντίστοιχα ανά έτος), με συνολικά 23% μείωση. Αυτό συμβαίνει διότι τέθηκε στόχος για μείωση των εκπομπών κατά 50% κάτω από τα επίπεδα του 2005 έως το 2030, ενώ ταυτόχρονα πραγματοποιήθηκε στροφή από τον άνθρακα στο φυσικό αέριο, αυξήθηκε η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και μετριάστηκε η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. Οι εκπομπές του τομέα των μεταφορών αλλά και του βιομηχανικού τομέα επίσης μειώθηκαν (C2ES, 2020).

Από την άλλη, η Ινδία παρουσιάζει ταχεία αύξηση με το ποσοστό αύξησης να αγγίζει το 323% (από 578 εκατομμύρια το 1990 σε 2.5 δισεκατομμύρια τόνους το 2020). Ο αυξανόμενος πληθυσμός της και η ταχέως αναπτυσσόμενη οικονομία έχουν προκαλέσει δραματική αύξηση στις εκπομπές τις τελευταίες δεκαετίες, καθιστώντας την τον τρίτο μεγαλύτερο ρυπαντή στον κόσμο ενώ αντιπροσωπεύει το 7% των παγκόσμιων εκπομπών (2020). Ωστόσο, οι κατά κεφαλήν εκπομπές στην Ινδία είναι σημαντικά χαμηλότερες από τον παγκόσμιο μέσο όρο, σε μόλις 1.75 τόνους ανά άτομο (αναλυτικότερα παρακάτω).

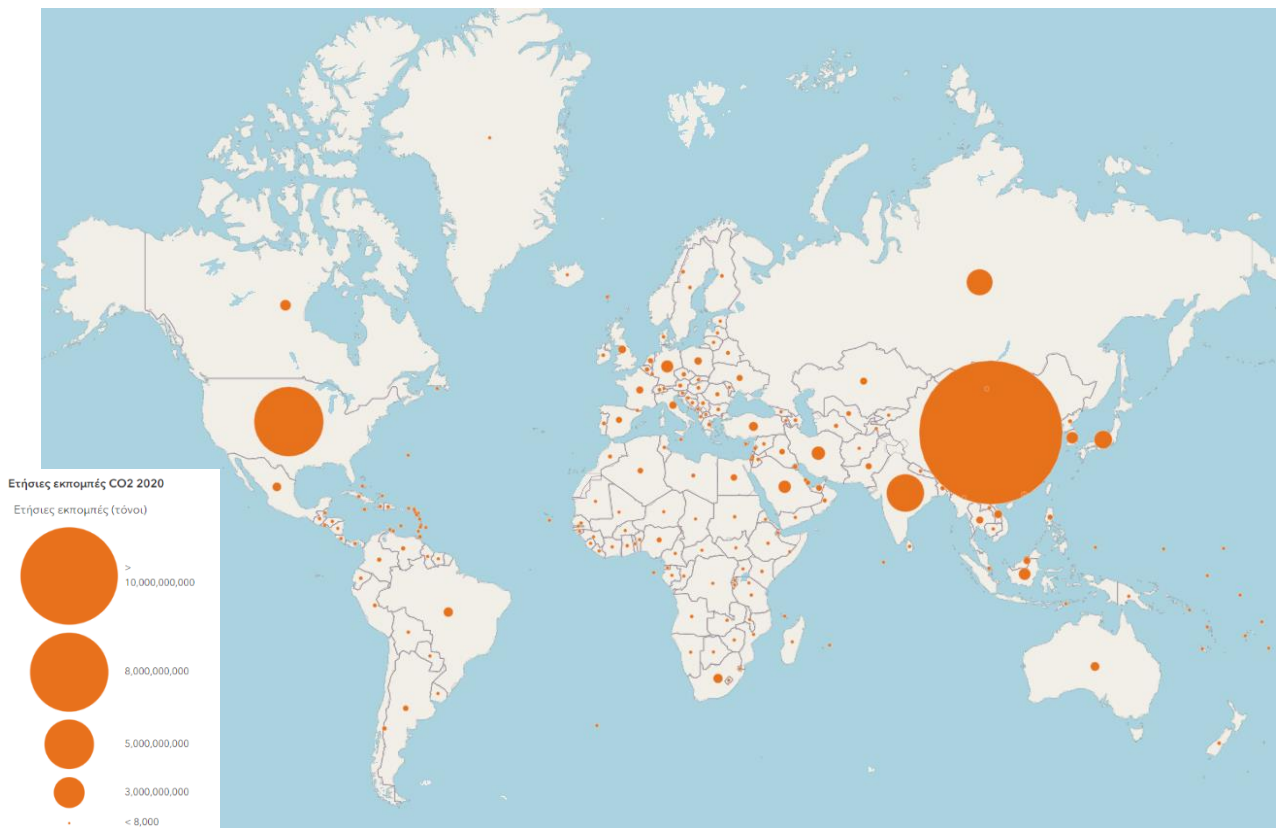
Το ίδιο ισχύει και για την Κίνα όπου το ποσοστό αύξησης είναι ακόμα μεγαλύτερο, συγκεκριμένα 341%, ενώ αυξήθηκαν οι εκπομπές κατά περίπου 8 δις τόνους.

Στις χώρες της Αφρικής, ενώ γενικότερα με το πέρασμα των χρόνων υπάρχει αύξηση στις εκπομπές λόγω της μεγαλύτερης πρόσβασης σε ενέργεια (βλέπε παρακάτω), δεν απεικονίζεται αισθητή μεταβολή στη χαρτογραφική απεικόνιση (το κυκλικό σύμβολο δεν μεταβάλλεται ιδιαίτερα), διότι οι εκπομπές συνεχίζουν να είναι πολύ χαμηλές σε σχέση με τον υπόλοιπο κόσμο.

Στην Ευρώπη, φαίνεται ότι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα διατηρούν σταθερές αυξομειώσεις με εξαίρεση την Γερμανία, την Ουκρανία και την Αγγλία οι οποίες παρουσιάζουν εντονότερες αλλαγές. Αναλυτικότερα, η Γερμανία δείχνει να παράγει τις μέγιστες εκπομπές το 1990 με 1 δις τόνους το χρόνο, ενώ τις ελάχιστες το 2020 με 600 εκατ. τόνους, ακολουθώντας μία καθοδική πορεία. Ένας από τους βασικούς λόγους που οδήγησαν στη μείωση των εκπομπών ήταν η μερική υποκατάσταση του άνθρακα από φυσικό αέριο για τη δημόσια παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, όπως επίσης μειώθηκαν οι εκπομπές που προέρχονται από τις οδικές μεταφορές, τα νοικοκυριά και τις υπηρεσίες. Ωστόσο, οι ετήσιες εκπομπές της παραμένουν υψηλές σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης. Στην Ουκρανία παρατηρείται απότομη μείωση των εκπομπών από το 1990 έως το 1995 (45% μείωση) κυρίως λόγω της οικονομικής/παραγωγικής αναδιάρθρωσης, ενώ τα επόμενα χρόνια διατηρεί σταθερή την παραγωγή γύρω στους 300 εκατ. τόνους. Τέλος στην Αγγλία, υπάρχει σταθερή μείωση των εκπομπών με τη συνολική μείωση να αγγίζει το 46% από το 1990 έως το 2020. Σε γενικές γραμμές, φαίνεται από το 2005 και μετά να υπάρχει μείωση στις εκπομπές όσον αφορά τις χώρες της Ευρώπης.

Η Σαουδική Αραβία είναι άλλη μία χώρα στην οποία υπάρχει σημαντική αύξηση των εκπομπών με μεταβολή 217% λόγω της σταθερής άνοδου σε όλους σχεδόν τους τομείς (ηλεκτρικό ρεύμα, θερμότητα και βιομηχανίες).

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι το πιο επικίνδυνο αέριο του θερμοκηπίου και οι εκπομπές του είναι ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει την παγκόσμια κλιματική αλλαγή. Στον παρακάτω χάρτη παρουσιάζονται οι **ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂)** από ορυκτά καύσιμα και βιομηχανία (όχι από αλλαγή χρήσης γης) για το **2020**. Η παρούσα εργασία, επικεντρώνεται κυρίως στο έτος 2020 όπου γίνονται συγκρίσεις διαφορετικών φαινομένων για την ίδια χρονική περίοδο. Σε αυτή την περίπτωση, επειδή απεικονίζεται μόνο ένα έτος, υπολογίστηκε ξανά το μέγεθος των αναλογικών συμβόλων με το συγκεκριμένο εύρος τιμών, ωστόσο το αποτέλεσμα είναι το ίδιο, με το μεγαλύτερο σύμβολο να απεικονίζεται 120 pixel (για 10.956.213.000 τόνους) και το μικρότερο 3 pixel (για 7.734 τόνους).



Χάρτης 2. Ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (2020) σε τόνους

Η Κίνα είναι η χώρα με τις μεγαλύτερες ετήσιες εκπομπές φτάνοντας τους 10.956.213.000 τόνους. Αναλύοντας τα αποτελέσματα ανά Ήπειρο, η Ασία δείχνει να έχει το μεγαλύτερο αντίκτυπο (60% των παγκόσμιων εκπομπών), γεγονός που είναι λογικό μιας και περιλαμβάνει την Κίνα και την Ινδία, δύο από τους μεγαλύτερους ρυπαντές στον κόσμο, αφού αντιπροσωπεύουν το 32% και το 7% αντίστοιχα των παγκόσμιων εκπομπών. Ακολουθεί η Βόρεια Αμερική αντιπροσωπεύοντας το 17% των παγκόσμιων εκπομπών, με κυρίαρχο τις ΗΠΑ οι οποίες καταλαμβάνουν το 14%. Η Ευρώπη παράγει το 15% των παγκόσμιων εκπομπών με τις 28 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης να κατέχουν το 9%. Μεγάλο ποσοστό κατέχει και η Ρωσία (5%), ενώ μικρότερα έχουν η Τουρκία, η Ουκρανία κ.α. Τέλος, χαμηλές εκπομπές παράγουν η Αφρική, η Νότια Αμερική και η Ωκεανία με 4%, 3% και 1% αντίστοιχα.

6.2 ΚΑΤΑ ΚΕΦΑΛΗΝ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂ – ΜΕΣΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ

Η πρόσβαση σε ενέργεια αλλά και η οικονομική κατάσταση μιας χώρας καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τα ποσοστά εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η αναπαράσταση των **κατά κεφαλήν εκπομπών CO₂ σε σχέση με το μέσο εισόδημα** των ατόμων σε κάθε χώρα, για την οποία επιλέχθηκε ως μέσο απεικόνισης ο χάρτης διασταυρούμενων μεταβλητών (relationship map) ο οποίος συσχετίζει τα δύο φαινόμενα.

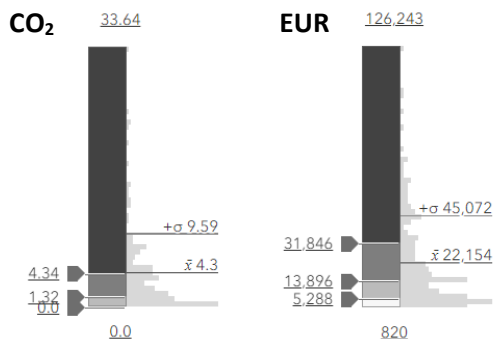
Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το «Global Carbon Project» για τις κατά κεφαλήν εκπομπές αλλά και από το «World Development Indicators - World Bank¹⁰» για το κατά κεφαλήν εισόδημα. Επιλέχθηκαν τα πιο πρόσφατα δεδομένα, δηλαδή του 2020, από τα δύο αρχικά CSV αρχεία και έπειτα αντιστοιχήθηκαν οι πληροφορίες τους σε ένα τελικό αρχείο. Στη συνέχεια, μετατράπηκαν οι τιμές του εισοδήματος από GBP σε EUR (1 GBP = 1.121585 EUR) και έτσι προκύπτει ο τελικός πίνακας που περιέχει την ονομασία της χώρας, τον κωδικό της, το έτος, τις ετήσιες κατά κεφαλήν εκπομπές CO₂ με βάση την κατανάλωση (σε τόνους) και το κατά κεφαλήν εισόδημα (σε ευρώ).

1	Entity	Code	Year	Annual CO2 emissions (per capita)	EUR per capita
2	Afghanistan	AFG	2020	0.29974586	2210.15074
3	Albania	ALB	2020	1.6493919	14795.89565
4	Algeria	DZA	2020	3.9700308	12040.64433
5	Angola	AGO	2020	0.60654044	6853.192129
6	Antigua and Barbuda	ATG	2020	4.5909553	19395.90895
7	Argentina	ARG	2020	3.7583838	22084.75126
8	Armenia	ARM	2020	2.2920723	14154.28222
9	Australia	AUS	2020	15.579326	54597.28134
10	Austria	AUT	2020	6.9644117	58162.80882
11	Azerbaijan	AZE	2020	3.646883	15395.7388
12	Bahamas	BHS	2020	5.3303576	34597.0659
13	Bahrain	BHR	2020	25.450632	46523.99422
14	Bangladesh	BGD	2020	0.5424967	5463.741086

Εικόνα 43. Αρχείο CSV με τις κατά κεφαλήν εκπομπές CO₂ και το κατά κεφαλήν εισόδημα

Έγινε η εισαγωγή των αρχείων στο λογισμικό και αφού τα πεδία είναι περισσότερα από ένα, υπάρχει η δυνατότητα επιλογής του χαρτογραφικού στυλ «Relationship».

Ως καταλληλότερη μέθοδος ομαδοποίησης των δεδομένων επιλέχθηκε η μέθοδος κανονικής τμηματοποίησης (quantiles method) η οποία κατανέμει τον αριθμό των παρατηρήσεων εξ ίσου μεταξύ των ομάδων, δηλαδή κάθε ομάδα περιέχει ίσο αριθμό τιμών. Εφόσον η κατανομή και στα δύο φαινόμενα είναι μη ομοιόμορφη και οι περισσότερες χωρικές ενότητες βρίσκονται στις χαμηλότερες κατηγορίες, προτιμάται η συγκεκριμένη μέθοδος αφού συγκεντρώνει τις περισσότερες ομάδες στις χαμηλές τιμές.



Εικόνα 44. Ιστόγραμμα των κατά κεφαλήν εκπομπών CO₂ και του κατά κεφαλήν εισοδήματος

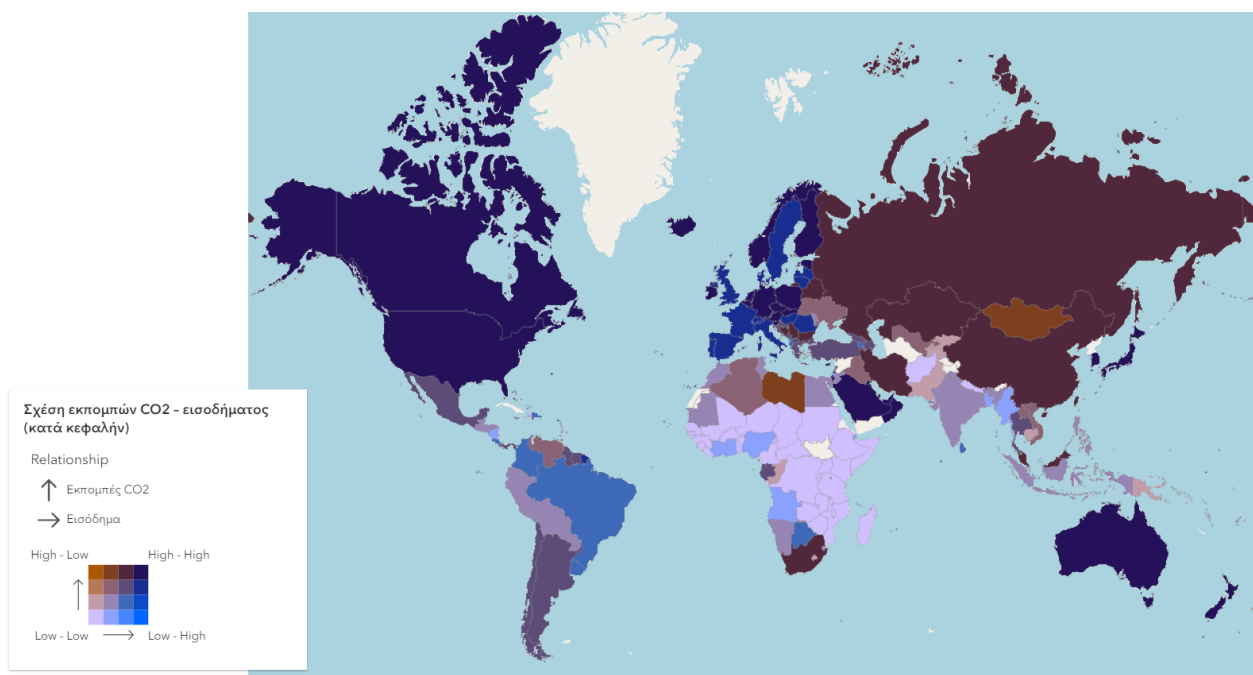
¹⁰ <https://datacatalog.worldbank.org/search/dataset/0037712/World-Development-Indicators>

Όπως είναι φανερό από τα ιστογράμματα, ο παγκόσμιος μέσος όρος των κατά κεφαλήν εκπομπών είναι 4.3 τόνοι ενώ μέσο κατά κεφαλήν εισόδημα είναι 22.000€.

Σύμφωνα με τον Max Roser, στις χώρες που το κατά κεφαλήν εισόδημα είναι μεταξύ 15.000\$ και 20.000\$ (δηλαδή από περίπου 13.800€ μέχρι 18.300€), οι κατά κεφαλήν εκπομπές CO₂ είναι κοντά στον παγκόσμιο μέσο όρο (4.8 τόνοι το 2018) (Roser, 2020).

Με την παραπάνω μέθοδο ομαδοποίησης επιτυγχάνεται η μεταβλητότητα στον χάρτη όπου, με 4 ομάδες (grid 4x4) και 2 ακολουθίες μεταβλητής απόχρωσης, είναι δυνατή η διαφοροποίηση των δεδομένων. Έγιναν αρκετές δοκιμές χρωματικών παλετών και επιλέχθηκε η βέλτιστη η οποία δημιουργεί πιο έντονες αποχρώσεις των χρωμάτων ώστε να είναι ευκολότερο για τον αναγνώστη να κατανοήσει τα φαινόμενα που απεικονίζονται. Το πλέγμα χρωμάτων δείχνει πού τα μοτίβα είναι πιο δυνατά ή πιο αδύναμα.

Με λιλά χρώμα συμβολίζονται οι χώρες με χαμηλό εισόδημα και χαμηλές εκπομπές CO₂, με καφέ, χαμηλό εισόδημα και υψηλές εκπομπές, με μπλε, υψηλό εισόδημα και χαμηλές εκπομπές και με σκούρο μπλε, υψηλό εισόδημα και υψηλές εκπομπές. Οι δύο ράμπες χρωμάτων δημιουργούν ουσιαστικά ένα φάσμα το οποίο επιδεικνύει εάν τα δύο χαρακτηριστικά έχουν τιμές που είναι και οι δύο υψηλές, και οι δύο χαμηλές ή ξεχωριστά υψηλή/χαμηλή (Berry, 2018).



Χάρτης 3. Σχέση κατά κεφαλήν εκπομπών CO₂ και κατά κεφαλήν εισοδήματος

Οι μεγαλύτερες κατά κεφαλήν εκπομπές CO₂ στον κόσμο προέρχονται από τις κύριες χώρες παραγωγής πετρελαίου. Οι περισσότερες βρίσκονται στη Μέση Ανατολή και έχουν σχετικά χαμηλές τιμές πληθυσμού. Πιο συγκεκριμένα, οι υψηλότερες κατά κεφαλήν εκπομπές αερίων προέρχονται από το

Κατάρ (33.6 τόνοι ανά άτομο το 2020) λόγω της υψηλής εξάρτησής του από ορυκτά καύσιμα και της μεγαλύτερης παραγωγής πετρελαίου στον κόσμο, παρά τον μικρό αριθμό πληθυσμού του. Επιπλέον, βρίσκεται στις πρώτες τέσσερις χώρες με το υψηλότερο κατά κεφαλήν εισόδημα (95660€) για αυτό και έχει πάρει την πιο ακραία τιμή στο χάρτη (High-High). Ακολουθούν το Μπαχρέιν (25.5 τόνοι), το Μπρουνέι (23.9 τόνοι), το Κουβέιτ (22.9 τόνοι), τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα (21.4 τόνοι) και η Σαουδική Αραβία (18.4 τόνοι) με επίσης υψηλό κατά κεφαλήν εισόδημα. Ωστόσο, οι συνολικές ετήσιες εκπομπές CO₂ αυτών των χωρών είναι χαμηλές.

Άλλες χώρες με υψηλό κατά κεφαλήν εισόδημα είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, ο Καναδάς, η Αυστραλία, το Λουξεμβούργο, η Ισλανδία κ.α., οι οποίες έχουν ταυτόχρονα και πολύ υψηλές κατά κεφαλήν εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (14.0, 14.1, 15.6, 12.9, 9.0 τόνοι αντίστοιχα). Αυτό συμβαίνει λόγω του βιοτικού τους επιπέδου το οποίο τους επιτρέπει να συμμετέχουν σε ρυπογόνες δραστηριότητες στην καθημερινότητά τους αλλά και λόγω της πληθώρας βιομηχανιών που χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες ορυκτών καυσίμων.

Η πλειονότητα των εκπομπών του Λουξεμβούργου προέρχεται από τον τομέα των αεροπορικών μεταφορών, τόσο από τις μεταφορές εμπορευμάτων όσο και από τις μεταφορές επιβατών αφού λειτουργεί ως χώρα διέλευσης.

Όσον αφορά την Ισλανδία, η αυξημένη δραστηριότητα στις αεροπορικές και θαλάσσιες μεταφορές, καθώς και στην παραγωγή μετάλλων προκαλεί σημαντική αύξηση στις εκπομπές (BBC, 2020). Παρά την σχεδόν εξ ολοκλήρου παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από υδροηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις, η έντονη βιομηχανική δραστηριότητα συμβάλλει σε μεγάλο ποσοστό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα της χώρας, σύμφωνα με την Υπηρεσία Περιβάλλοντος της Ισλανδίας, κατά την οποία απελευθερώνεται CO₂ ως μέρος της διαδικασίας παραγωγής μετάλλων όπως το αλουμίνιο (Lowana Veal, 2020).

Οι χώρες με χαμηλές κατά κεφαλήν εκπομπές φαίνεται να είναι οι φτωχότερες. Για παράδειγμα το Αφγανιστάν, το Νεπάλ και οι περισσότερες χώρες της Αφρικής.

Από τον χάρτη ξεχωρίζει η Μογγολία και η Λιβύη στις οποίες, ενώ τα άτομα έχουν σχετικά χαμηλό εισόδημα, οι κατά κεφαλήν εκπομπές παραμένουν υψηλές. Οι συγκεκριμένες χώρες δεν έχουν θέσει κάποιο στόχο καθαρών μηδενικών εκπομπών (Net Zero Tracker, 2022), γεγονός που δικαιολογεί αυτήν την κατάσταση, σε συνδυασμό με τις βιομηχανικές διεργασίες με έντονη τη χρήση του άνθρακα (Earthbound Report, 2022). Οι ετήσιες εκπομπές της Μογγολίας φαίνεται να είναι πολύ χαμηλές στο χάρτη διότι παρά το μεγάλο μέγεθος της χώρας, θεωρείται η πιο αραιοκατοικημένη χώρα στον κόσμο με 3,3 εκατομμύρια κατοίκους σε όλη την επικράτειά της (1.564.116 τ.χλμ.). Το ίδιο ισχύει και για τη Λιβύη η οποία έχει 6,7 εκατομμύρια πληθυσμό σε 1.759.540 τ.χλμ έκταση.

6.3 ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η οικονομική κατάσταση μιας χώρας είναι ο κύριος παράγοντας των εκπομπών CO₂, αλλά διαδραματίζουν επίσης καθοριστικό ρόλο οι πολιτικές και οι τεχνολογικές επιλογές της. Στον Χάρτη 4, διακρίνονται **οι επιλογές πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος**, που είναι η κύρια αιτία των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, για το έτος 2020.

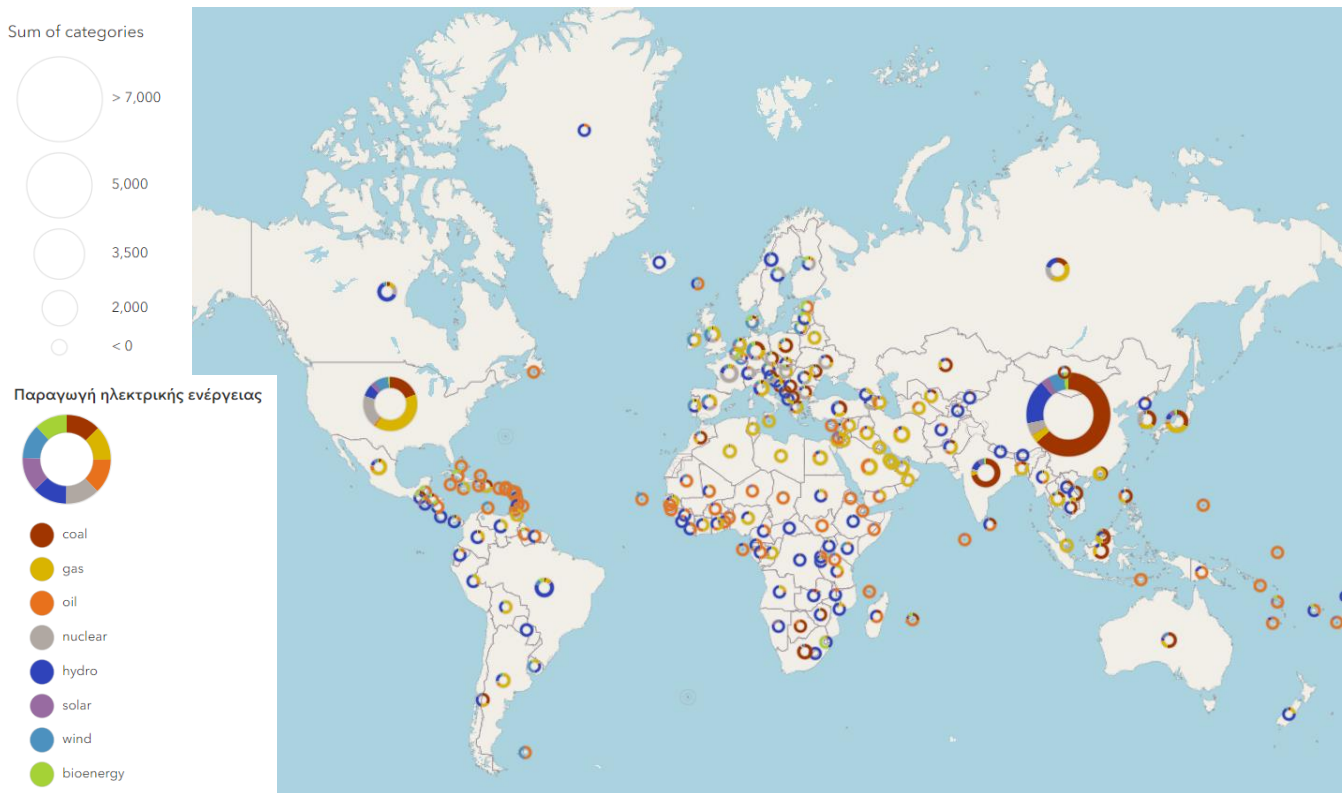
Ο χάρτης αυτός προέκυψε από αρχείο CSV του «BP Statistical Review of World Energy, Ember¹¹» που αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από διαφορετικές πηγές όπως ηλιακή ενέργεια, υδροηλεκτρική ενέργεια, αιολική ενέργεια, πυρηνική ενέργεια, βιοενέργεια, κάρβουνο (άνθρακα), φυσικό αέριο και πετρέλαιο. Το τελικό αρχείο περιέχει την ονομασία της χώρας, τον κωδικό της, το έτος (2020) και την τιμή της παραγωγής ενέργειας από κάθε πηγή (σε τεραβατώρες).

Στη συνέχεια, τα θεματικά δεδομένα συνδέθηκαν με τις χωρικές οντότητες και προστέθηκαν στο ArcGIS online. Επιλέχθηκαν να απεικονιστούν όλα τα αριθμητικά δεδομένα, και εφόσον τα πεδία είναι περισσότερα από δύο, υπάρχει η δυνατότητα επιλογής του χαρτογραφικού στυλ «Charts and Size».

Στις Επιλογές Στυλ, ο χρήστης μπορεί να πειραματιστεί με το χρώμα και το μέγεθος των διαγραμμάτων. Όσον αφορά το χρώμα των διαγραμμάτων, επιλέγεται η χρωματική παλέτα που φαίνεται στο υπόμνημα του Χάρτη 4, λόγω της ευκολίας διάκρισης των διαφορετικών κατηγοριών. Τέλος, επιλέγεται σύμβολο σε σχήμα δαχτυλιδιού, το οποίο είναι μία ενδιάμεση τιμή που πλησιάζει περισσότερο το στυλ Ντόνατ παρά Πίτας (Donut↔Pie). Αναφορικά με το μέγεθος των διαγραμμάτων, επιλέγεται η αυτόματη προσαρμογή μεγέθους (Adjust size automatically) η οποία εφαρμόζεται για τη βελτιστοποίηση των συμβόλων στο τρέχον επίπεδο ζουμ του χάρτη αλλά και την αυτόματη προσαρμογή τους σε άλλα επίπεδα ζουμ.

Κατά την περιήγηση στους συγκεκριμένους διαδικτυακούς χάρτες, υπάρχει η δυνατότητα προβολής αναδυόμενων παραθύρων (pop-ups) στα οποία καταγράφονται τα περιγραφικά χαρακτηριστικά των χαρτογραφικών οντοτήτων. Πιο συγκεκριμένα, με το πάτημα σε οποιαδήποτε χώρα του χάρτη, επιτυγχάνεται η ανάδυση ενός παραθύρου στο οποίο αναφέρεται η ονομασία της χώρας, ο κωδικός της, το έτος και οι τιμές των μεταβλητών.

¹¹ <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>; <https://ember-climate.org/data-catalogue/yearly-electricity-data/>; <https://ember-climate.org/insights/research/european-electricity-review-2022/>



Χάρτης 4. Επιλογές πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, 2020



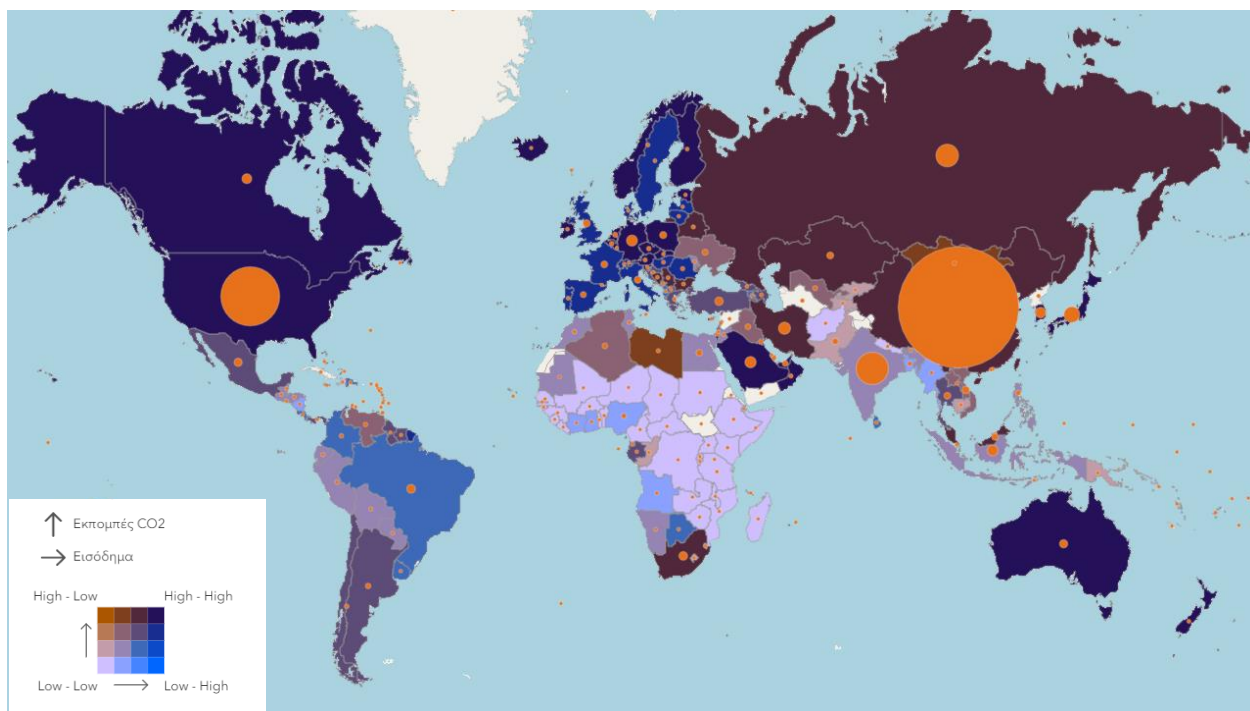
Εικόνα 45. Μεγέθυνση του Χάρτη 4 στην περιοχή της Ευρώπης

Αναλυτικότερα, στην Ευρώπη, όπου οι άνθρωποι έχουν παρόμοιο βιοτικό επίπεδο, φαίνεται να υπάρχουν αρκετές διαφορές όσον αφορά τις ενεργειακές επιπτώσεις που προκαλούν. Για παράδειγμα, στην Αγγλία και στη Γαλλία οι κατά κεφαλήν εκπομπές είναι κοντά στον παγκόσμιο μέσο όρο, σε αντίθεση με τη Γερμανία και την Ολλανδία όπου οι εκπομπές είναι πολύ υψηλότερες. Οι διαφορές αυτές οφείλονται στην επιλογή των πηγών ενέργειας. Οι δύο πρώτες χώρες, εκμεταλλεύονται την πυρηνική ενέργεια αλλά και τις ανανεώσιμες πηγές με αποτέλεσμα να περιορίζουν τη χρήση ορυκτών καυσίμων τα οποία εκπέμπουν πολύ περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα. Το 2020, μόνο το 9% της ηλεκτρικής ενέργειας της Γαλλίας προερχόταν από ορυκτά καύσιμα, σε σύγκριση με το 44% της Γερμανίας.

Οι Σκανδιναβικές χώρες φαίνεται να έχουν πολύ χαμηλές ετήσιες εκπομπές. Η Νορβηγία στοχεύει να είναι ουδέτερη από τον άνθρακα έως το 2030 ενώ βασίζεται στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από υδροηλεκτρική ενέργεια η οποία παράγει σχεδόν μηδενικές εκπομπές. Η Σουηδία κατέχει τον υψηλότερο φορολογικό συντελεστή άνθρακα στον κόσμο ο οποίος επιβάλλεται κυρίως στα ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούνται για σκοπούς θέρμανσης και μετακίνησης. Ο φόρος άνθρακα ωθεί στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς CO₂ (π.χ. μέσω υδροηλεκτρικής και πυρηνικής ενέργειας) που σε συνδυασμό με την εφαρμογή του καθαρού μηδενικού στόχου στο νόμο (Net Zero Tracker, 2022) έχουν διευκολύνει τη μείωση των εκπομπών. Εξίσου υψηλός είναι και ο φόρος άνθρακα της Φινλανδίας. Η Δανία, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες Σκανδιναβικές χώρες, εξακολουθεί να χρησιμοποιεί αρκετά τον άνθρακα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά η έλλειψη βιομηχανικής ενεργειακής έντασης συμβάλλει στην επικράτηση ισορροπίας όσον αφορά τις εκπομπές. Επιπλέον, εκμεταλλεύεται σε μεγάλο ποσοστό την αιολική ενέργεια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θέρμανση. Οι κατά κεφαλήν εκπομπές CO₂ της Σουηδίας είναι οι χαμηλότερες στη σκανδιναβική περιοχή. Οι δύο πιο σημαντικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην μείωση των εκπομπών είναι η εισαγωγή της πυρηνικής ενέργειας και η αλλαγή από το πετρέλαιο στα βιοκαύσιμα για την παραγωγή θέρμανσης. Παρόλα αυτά, ενώ η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι σχεδόν απαλλαγμένη από τον άνθρακα, το ψυχρό κλίμα απαιτεί υψηλή ένταση ενέργειας των βιομηχανιών, με αποτέλεσμα οι κατά κεφαλήν εκπομπές των σκανδιναβικών χωρών να είναι υψηλές (Nordic Energy Research). Από την άλλη, εάν συμπεριληφθούν οι εκπομπές που σχετίζονται με εισαγόμενα αγαθά (για παράδειγμα από την Κίνα), οι εκπομπές από όλες τις σκανδιναβικές χώρες θα αυξηθούν σημαντικά.

6.4 ΥΠΕΡΘΕΣΗ ΔΙΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΧΑΡΤΗ ΜΕ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂

Ο Χάρτης 5 είναι ένα παράδειγμα πολυμεταβλητής χαρτογράφησης με υπέρθεση χωρικών στοιχείων. Πιο συγκεκριμένα, συνδυάζεται ο διμεταβλητός χάρτης με το χάρτη αναλογικών συμβόλων που αφορά της ετήσιες εκπομπές CO₂.



Χάρτης 5. Υπέρθυση διμεταβλητού χάρτη με ετήσιες εκπομπές CO₂

Η Κίνα είναι, με διαφορά, η χώρα με τις υψηλότερες ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στον κόσμο (10.956.213.000 τόνοι) παρόλο που το εισόδημα των ανθρώπων δεν είναι το υψηλότερο. Η οικονομία της Κίνας εξακολουθεί να λειτουργεί σε μεγάλο βαθμό από άνθρακα ενώ αντιπροσωπεύει περίπου το 1/3 των παγκόσμιων εκπομπών (32% το 2020). Ακολουθούν οι Ηνωμένες Πολιτείες τις Αμερικής που εκπέμπουν 4.7 δις τόνους CO₂ το χρόνο (2020).

Παρόλο που οι κατά κεφαλήν εκπομπές στην Ινδία είναι σημαντικά χαμηλότερες από το μέσο όρο, με μόλις 1.75 τόνους ανά άτομο, είναι πλέον ο τρίτος μεγαλύτερος πομπός άνθρακα παγκοσμίως, αντιπροσωπεύοντας το 7.1% των παγκόσμιων εκπομπών το 2020. Αυτό οφείλεται στο μεγάλο αριθμό πληθυσμού της χώρας αλλά και την εξάρτηση της σε ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Στην Αυστραλία, παρόλο που το εισόδημα και οι κατά κεφαλήν εκπομπές είναι πολύ υψηλές, ο πληθυσμός δεν είναι μεγάλος (26 εκατομμύρια) αναλογικά με την έκτασή της, για αυτό και οι ετήσιες εκπομπές είναι σχετικά χαμηλές. Η χώρα έχει θέσει στόχο μηδενικών εκπομπών σε αρχείο πολιτικής. Ωστόσο, εξακολουθεί να βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στα ορυκτά καύσιμα όπου πάνω από το 50% της παραγωγής ενέργειας προέρχεται από καύση άνθρακα.

6.5 ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι άνθρωποι στις πλουσιότερες χώρες έχουν τα υψηλότερα ποσοστά εκπομπών ενώ αντίστοιχα στις φτωχότερες χώρες έχουν πολύ χαμηλές εκπομπές (Roser, 2020). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στις φτωχότερες χώρες, οι άνθρωποι δεν έχουν **πρόσβαση σε ενέργεια** όπως ηλεκτρικό ρεύμα ή καθαρά καύσιμα για μαγείρεμα. Αυτό σημαίνει ότι δεν έχουν τη δυνατότητα ψύξης των τροφίμων, πλύσης ρούχων/πιάτων, πρόσβαση σε φωτισμό ή θέρμανση. Η πρόσβαση σε ενέργεια ορίζεται ως η ύπαρξη βασικού φωτισμού και η δυνατότητα φόρτισης ενός τηλεφώνου για 4 ώρες τη μέρα (ο.π.).

Οι Χάρτες 6 και 7 δημιουργήθηκαν με δεδομένα από τον οργανισμό «World Bank» που αφορούν την **πρόσβαση σε ηλεκτρική ενέργεια** (% του πληθυσμού). Επιλέχθηκε ο χωροπληθής χάρτης εφόσον τα δεδομένα είναι παράγωγα. Η κατανομή των τιμών είναι ομοιόμορφη για αυτό το λόγο ομαδοποιήθηκε με τη μέθοδο των ίσων διαστημάτων. Η τιμή 100 θεωρείται ακραία τιμή εφόσον οι περισσότερες χώρες έχουν 100% πρόσβαση σε ενέργεια (γεγονός που φαίνεται από το ιστόγραμμα), συνεπώς ομαδοποιήθηκαν οι τιμές για το υπολειπόμενο εύρος. Επειδή γίνεται σύγκριση δύο χαρτών, επιλέχθηκε ένα εύρος που ικανοποιεί και τις δύο απεικονίσεις. Τέλος, έγινε στρογγυλοποίηση των τιμών στις δεκάδες για αυτό φαίνεται σαν να έγινε χειροκίνητα η ομαδοποίηση.

Method
Manual breaks

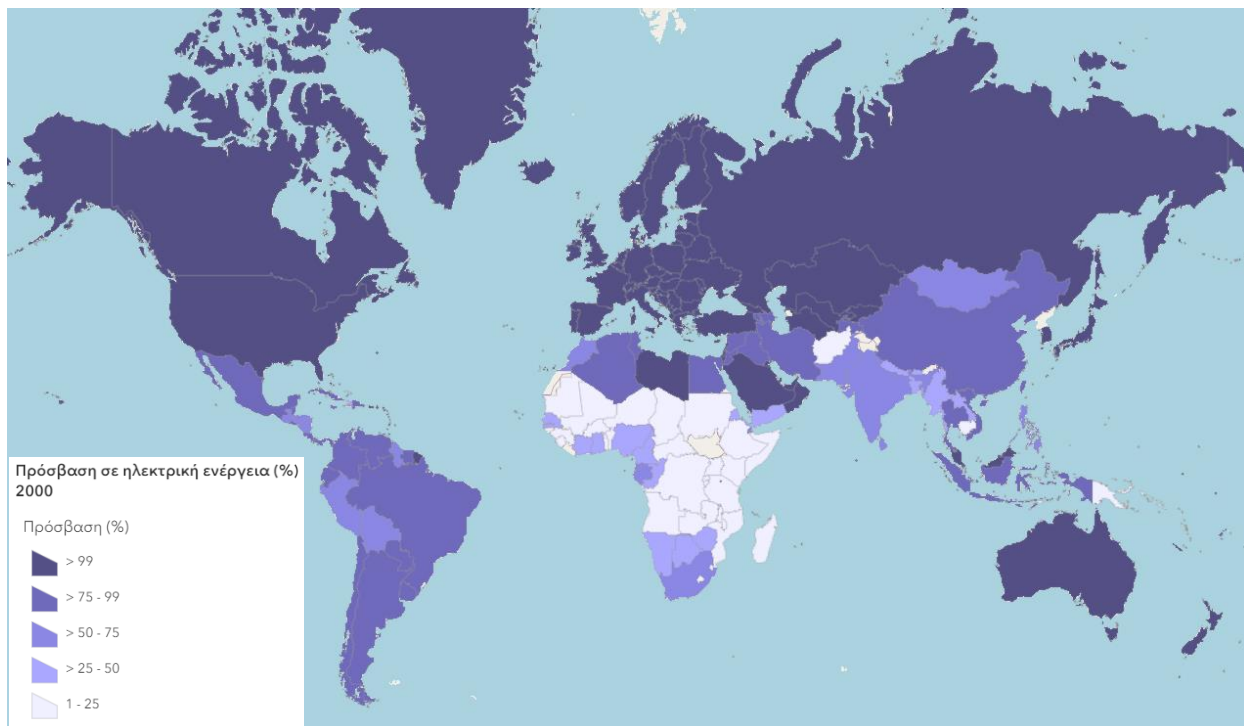
Number of classes
5

Round classes
Select an option

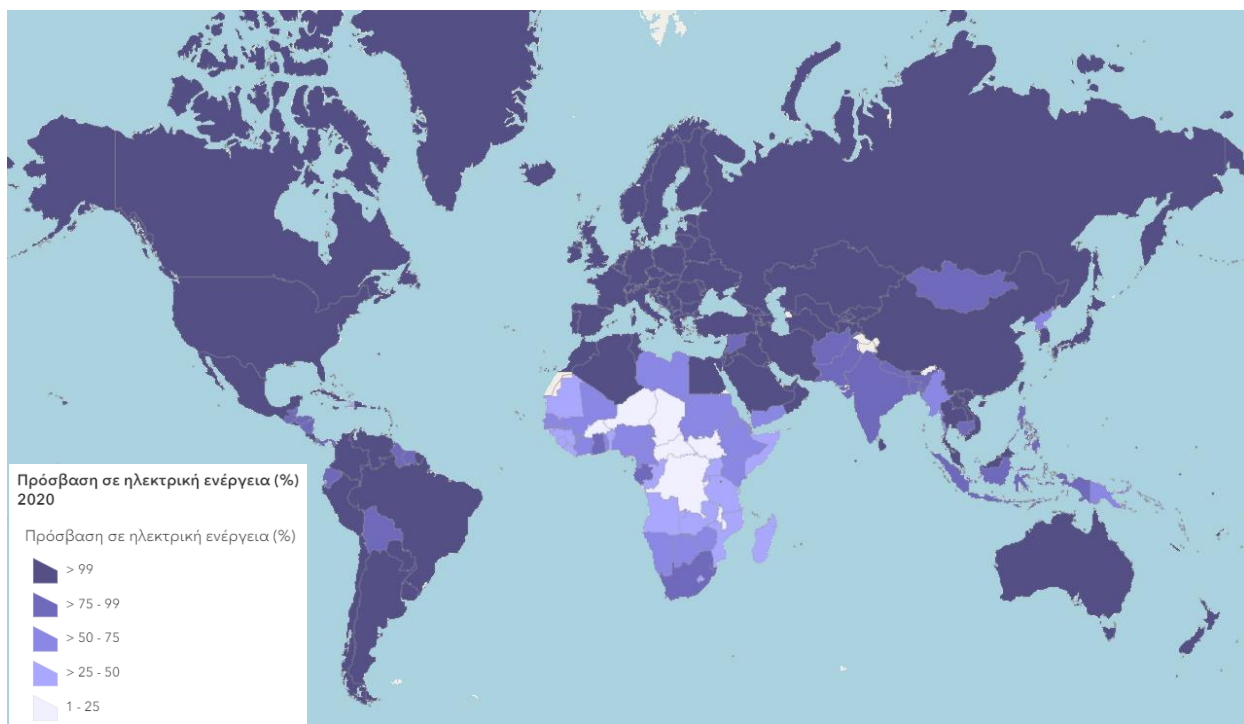
- > 99
- > 75 - 99
- > 50 - 75
- > 25 - 50
- 1 - 25

Εικόνα 46. Μέθοδος ομαδοποίησης Ίσων Διαστημάτων

Απεικονίστηκαν τα έτη 2000 και 2020 ώστε να γίνει σύγκριση και να φανεί η εξέλιξη που έχει πραγματοποιηθεί την τελευταία 20ετία. Σε συνδυασμό με τον χάρτη αναλογικών συμβόλων με τις ετήσιες εκπομπές CO₂, είναι φανερό ότι οι χώρες με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι αυτές που δεν έχουν πρόσβαση σε ενέργεια.



Χάρτης 6. Πρόσβαση σε ηλεκτρική ενέργεια το 2000



Χάρτης 7. Πρόσβαση σε ηλεκτρική ενέργεια το 2020

Τα τελευταία χρόνια, όλο και περισσότεροι άνθρωποι έχουν πρόσβαση σε ενέργεια. Ωστόσο, η διαφορά είναι αισθητή στις αναπτυσσόμενες χώρες αφού οι «ανεπτυγμένες» είχαν ανέκαθεν (από την πρώτη μέτρηση) 100% πρόσβαση σε ηλεκτρικό ρεύμα.

Παρατηρείται ότι από το 2000 μέχρι το 2020, η Ινδία έχει αυξήσει την πρόσβαση σε ενέργεια από 58% σε 99% του πληθυσμού της. Το ίδιο ισχύει και για κάποιες χώρες της Νότιας Αμερικής: η Βολιβία από 70% σε 98%, το Περού από 73% σε 99%, αλλά και για πολλές χώρες τις Ασίας που παρουσιάζουν έντονη ανάπτυξη: το Αφγανιστάν από 2% σε 98%, το Νεπάλ από 29% σε 90%, η Καμπότζη από 17% σε 86% κ.α. Η ανάπτυξη αυτή, παρά τις βελτιωμένες συνθήκες διαβίωσης που προσφέρει, καθιστά αιτία για την αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Συνεπώς, όταν οι άνθρωποι αποκτούν πρόσβαση σε ενέργεια από ορυκτά καύσιμα, φυσικό επακόλουθο είναι οι εκπομπές να είναι πολύ υψηλές.

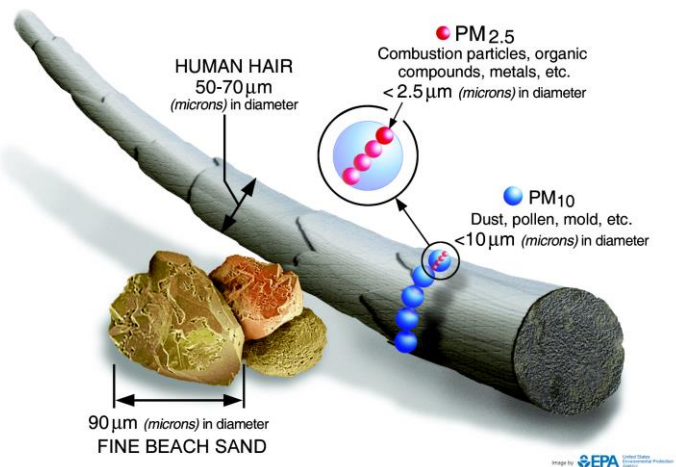
Υπάρχουν χώρες που συνεχίζουν να μην έχουν βασικό φωτισμό, πόσο μάλλον τη δυνατότητα σε ελάχιστη κατανάλωση ρεύματος για ασφαλείς εγκαταστάσεις μαγειρέματος. Μόνο το 7.3% του πληθυσμού του Νότιου Σουδάν έχει πρόσβαση σε ενέργεια ενώ ακόμα, οι περισσότερες χώρες της Αφρικής παρουσιάζουν πολύ χαμηλά ποσοστά.

6.6 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Με το πέρασμα των χρόνων, έχει παρατηρηθεί μείωση στην «ενεργειακή φτώχεια» δηλαδή όλο και περισσότεροι άνθρωποι έχουν πρόσβαση σε ενέργεια. Από τη μία, αυτή η εξέλιξη είναι πολύ θετική γιατί φαίνεται να υπάρχει παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα ζωής και μειώνοντας αισθητά τους θανάτους από ρύπανση εσωτερικών χώρων. Από την άλλη όμως, η αναδυόμενη χρήση καυσίμων έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον αφού αυξάνονται οι εκπομπές αερίων και ρύπων.

Η **εξωτερική ατμοσφαιρική ρύπανση** είναι ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα που επηρεάζει χώρες χαμηλού, μεσαίου αλλά και υψηλού εισοδήματος. Μπορεί να προέρχεται από φυσικές ή ανθρωπογενείς πηγές. Κάποιες φυσικές πηγές είναι η αερομεταφερόμενη σκόνη από τις ερήμους, ο καπνός από πυρκαγιές ή ηφαιστεια και η γύρη. Ανθρωπογενείς πηγές είναι οι βιομηχανίες, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η θέρμανση, η κυκλοφορία οχημάτων κ.α.

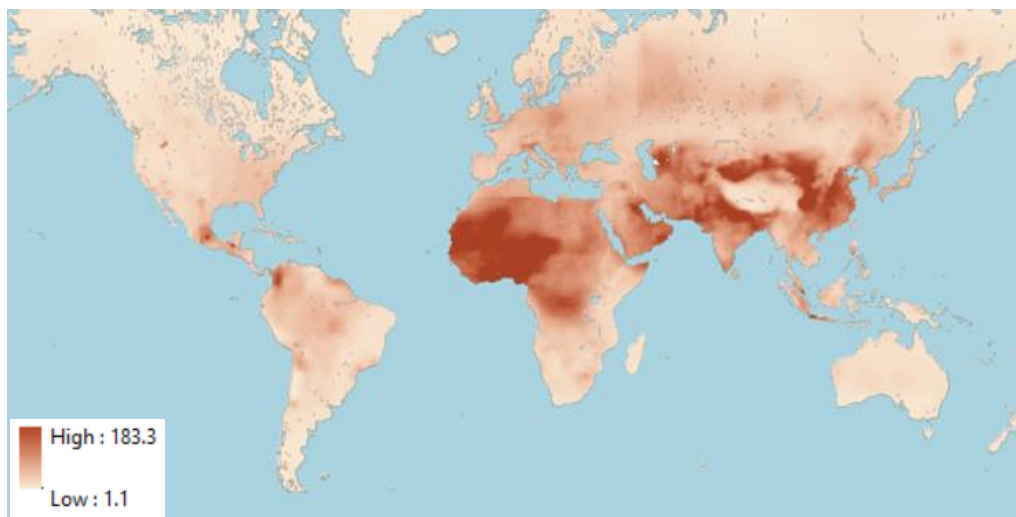
Ο κυριότερος ατμοσφαιρικός ρύπος είναι τα λεπτά σωματίδια γνωστά και ως $PM_{2.5}$, τα οποία αποτελούν κίνδυνο για την υγεία όταν η συγκέντρωσή τους στον αέρα είναι υψηλή ενώ ευθύνονται για εκατομμύρια θανάτους. Πιο συγκεκριμένα, τα $PM_{2.5}$ είναι αιωρούμενα σωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 2.5 μικρόμετρα, που παράγονται συνήθως ως αποτέλεσμα καύσης και προέρχονται από εκπομπές οχημάτων, σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με καύση άνθρακα, βιομηχανικές εκπομπές και πολλές άλλες ανθρώπινες



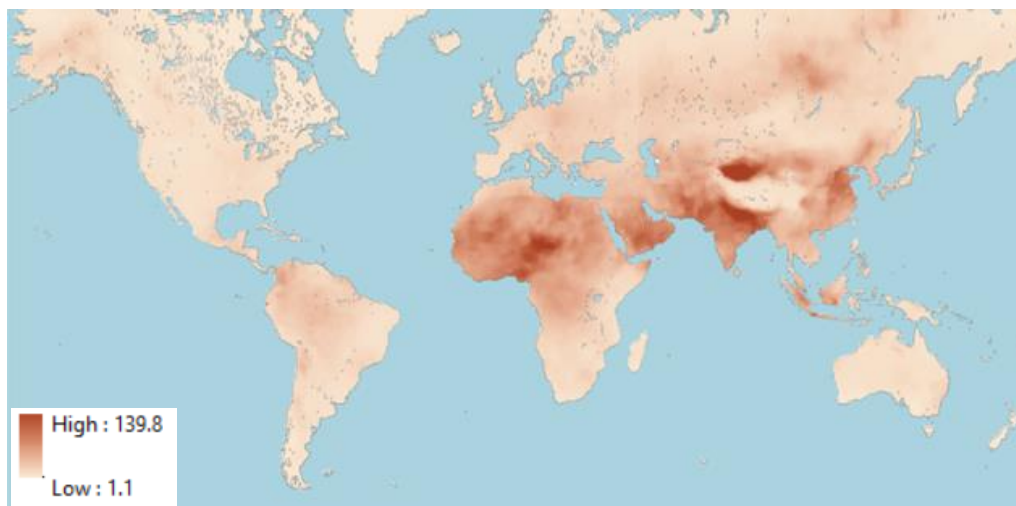
Εικόνα 47. Συγκρίσεις μεγεθών για σωματίδια $PM_{2.5}$ (Πηγή: EPA, 2020)

και φυσικές πηγές όπως φωτιές, σκόνη κ.α. (State of Global Air). Η τόσο μικρή διάμετρός τους, τους επιτρέπει να εισέρχονται βαθιά στους πνεύμονες ή ακόμα και στο αίμα καθιστώντας τα έτσι πολύ επικίνδυνα για τον άνθρωπο, αφού προκαλούν καρδιαγγειακά και αναπνευστικά νοσήματα, καθώς και καρκίνους (EPA, 2020).

Για τους Χάρτες 8 και 9, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το «Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC)¹²» της NASA, με θέμα τις παγκόσμιες ετήσιες συγκεντρώσεις $PM_{2.5}$ από MODIS, MISR και AOD, για τα έτη 2000 και 2019. Τα αρχικά δεδομένα ήταν σε μορφή tiff, συνεπώς χρειάστηκε να μετατραπούν σε μορφή km1 για να μπορέσουν να εισαχθούν στο ArcGIS online. Λόγω της φύσης των δεδομένων, ο χάρτης που προκύπτει είναι στατικός, χωρίς μεγάλες δυνατότητες διαδραστικότητας. Ωστόσο, γίνεται εύκολα κατανοητό ποια σημεία παρουσιάζουν έντονες συγκεντρώσεις και ποια αραιές. Οι Χάρτες 8 και 9 απεικονίζουν το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από $PM_{2.5}$ παγκοσμίως.



Χάρτης 8. Συγκεντρώσεις $PM_{2.5}$ το 2000



Χάρτης 9. Συγκεντρώσεις $PM_{2.5}$ το 2019

¹² <https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/sdei-global-annual-gwr-pm2-5-modis-misr-seawifs-aod-v4-gl-03>

Την τελευταία εικοσαετία φαίνεται να έχουν μειωθεί οι συγκεντρώσεις PM_{2.5} με τις πιο αξιοσημείωτες βελτιώσεις να σημειώνονται στην Ανατολική Ασία, ενώ υψηλά έχουν παραμείνει τα επίπεδα στη Νότια Ασία (Ινδία).

Οι περισσότεροι άνθρωποι, σε παγκόσμιο επίπεδο, εκτίθενται σε PM_{2.5} πάνω από τα επιτρεπτά όρια, με τις υψηλότερες εκθέσεις να σημειώνονται στην Ασία, την Αφρική και τη Μέση Ανατολή. Οι άνθρωποι που ζουν σε χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος επηρεάζονται σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από την ατμοσφαιρική ρύπανση, με το 89% (από τα 4.5 εκατομμύρια θανάτους από εξωτερική ρύπανση) να εμφανίζεται σε αυτές τις περιοχές (WHO, 2019). Αυτό οφείλεται σε ανισότητες όσον αφορά την κοινωνικοοικονομική τους ανάπτυξη, οι οποίες έχουν διαφορετικές επιπτώσεις στην έκθεση καθώς και την υγεία.

Ωστόσο, υπάρχουν χώρες οι οποίες, ανεξαρτήτως από το πόσο ανεπτυγμένες είναι, επηρεάζονται από γειτονικές χώρες με υψηλότερες εκθέσεις σε PM_{2.5}, εξαιτίας της ικανότητας αυτού του ρύπου, αν και τοπικός, να μεταφέρεται σε μεγάλες αποστάσεις. Για παράδειγμα, υψηλές συγκεντρώσεις σε μία πιο ανεπτυγμένη χώρα της Αφρικής μπορεί να οφείλονται, εκτός από τις τοπικές πηγές σκόνης, και σε σκόνη που μεταφέρεται με τον άνεμο από τη Σαχάρα.

Τα ετήσια όρια συγκεντρώσεων PM_{2.5} που έχουν τεθεί από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας για την ποιότητα του αέρα χωρίζονται σε 4 ενδιάμεσους στόχους οι οποίοι προσφέρουν παγκόσμια καθοδήγηση με σκοπό την πρόληψη των κινδύνων για την υγεία και τη σταδιακή μετάβαση από υψηλές σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις (Πίνακας 2).

	Ενδιάμεσοι στόχοι			
	1	2	3	4
PM _{2.5} (μg/m ³)	35	25	15	10

Πίνακας 2. Ετήσια όρια συγκεντρώσεων PM_{2.5}, WHO

Σύμφωνα με έρευνες, το 92% του παγκόσμιου πληθυσμού εκτίθεται σε επίπεδα PM_{2.5} που ξεπερνούν τα όρια του στόχου 4 (10 μg/m³), το 81% που ξεπερνούν τα όρια του στόχου 3 (15 μg/m³), το 65% που ξεπερνούν τα όρια του στόχου 2 (25 μg/m³) και το 51% που ξεπερνούν τα όρια του στόχου 1 (35 μg/m³) (State of Global Air).

Η Μογγολία, παρά το γεγονός ότι είναι μία από τις πιο αραιοκατοικημένες χώρες στον πλανήτη, εμφανίζει πολύ υψηλές συγκεντρώσεις PM_{2.5}, με ετήσιο μέσο όρο 62 μg/m³ το 2019, αριθμό σχεδόν διπλάσιο από το επιτρεπτό όριο του ΠΟΥ. Η τοπογραφία της πρωτεύουσας (βρίσκεται σε στενή κοιλάδα βουνού) δημιουργεί ένα στρώμα το οποίο παγιδεύει τον τοξικό αέρα (Gordillo Fuertes, 2022). Στην πρωτεύουσα, σημειώθηκε συγκέντρωση μέχρι και 194,6 μg/m³ το 2019. Ένας από τους λόγους των υψηλών επιπέδων PM_{2.5} της χώρας είναι και η μαζική μετακίνηση των ανθρώπων από αγροτικές περιοχές στην πρωτεύουσα λόγω των δυσμενών καιρικών συνθηκών που δεν επέτρεπαν την ανάπτυξη της γεωργίας και της κτηνοτροφίας. Φυσικό επακόλουθο είναι η ρύπανση εξαιτίας των εκπομπών των οχημάτων, που λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα, όπως ντίζελ. Η μαζική εξόρυξη που πραγματοποιείται στη Μογγολία, ιδιαιτέρως από κακοσυντηρημένες εγκαταστάσεις εξόρυξης, οδηγούν επίσης σε αυξημένα επίπεδα μικροσωματιδίων στον αέρα. Βασική αιτία της ρύπανσης στη Μογγολία καθιστά η καύση υλικών, όπως ακατέργαστο άνθρακα, ξύλο, ακόμη και κοπριά, για τη θέρμανση των σπιτιών

κυρίως τους χειμερινούς μήνες, όπου η θερμοκρασία αγγίζει τους -40 βαθμούς Κελσίου, καθώς οι μετανάστες της υπαίθρου δεν έχουν πρόσβαση σε κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο. Ως αποτέλεσμα, εκπέμπεται καπνός ο οποίος συγκεντρώνεται στην ατμόσφαιρα, προκαλώντας την άνοδο των επιπέδων των $PM_{2.5}$. Ο συνδυασμός των παραπάνω τοποθετεί τη Μογγολία στην 3η θέση μεταξύ των πιο μολυσμένων χωρών παγκοσμίως (IQAIR, 2019).

Από τις 30 πόλεις με τα υψηλότερα επίπεδα $PM_{2.5}$, οι 22 βρίσκονται στην Ινδία (Griffiths, 2019), ενώ οι υπόλοιπες βρίσκονται στο Πακιστάν, στο Μπαγκλαντές και στην Κίνα με εξαίρεση το Πεκίνο. Η ρύπανση των αστικών περιοχών οφείλεται συνήθως στις εκπομπές των οχημάτων, στους σταθμούς παραγωγής ενέργειας και στις βιομηχανίες που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα. Η διαφορά των πόλεων της Ινδίας με το Πεκίνο προκύπτει από την καύση των γεωργικών αποβλήτων. Αναλυτικότερα, στην Ινδία παρατηρούνται ασυνήθιστες συγκεντρώσεις πυρκαγιών εξαιτίας της καύσης, ενώ αντίθετα στην Κίνα έχει απαγορευτεί η συγκεκριμένη διαδικασία (BBC, 2021).

Η Κίνα είναι η χώρα με την ταχύτερη βελτίωση όσον αφορά την ποιότητα του αέρα γεγονός που επιτεύχθηκε με μια σειρά από αυστηρές δράσεις. Πιο συγκεκριμένα, εφαρμόστηκαν περιορισμοί στη χρήση των οχημάτων, πραγματοποιήθηκε σταδιακή κατάργηση των ρυπογόνων εργοστασίων με την απαγόρευση απαρχαιωμένων βιομηχανικών μηχανημάτων ή την αναβάθμιση τους καθώς ακόμα υλοποιήθηκε προώθηση καθαρών καυσίμων στον οικιακό τομέα (Zhang, 2022). Παρόλα αυτά, αρκετές πόλεις της Κίνας εξακολουθούν να αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Αντίθετα, στην Ευρώπη, την Αυστραλία και τις ΗΠΑ, η διαχείριση της ποιότητας του αέρα πραγματοποιείται εφαρμόζοντας σχέδια με σκοπό τη μείωση των εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων και την παροχή οφελών στη δημόσια υγεία.

Η πλειονότητα των σχεδίων της Ευρώπης στοχεύει στην προστασία της υγείας, με τα περισσότερα να στοχεύουν στη μείωση των επιπέδων του NO_2 και των αιωρούμενων σωματιδίων μεγαλύτερης διαμέτρου (PM_{10}), αφού μόνο το 5% των υπερβάσεων αναφέρονταν σε $PM_{2.5}$ και άλλους ρύπους (EEA, 2021). Τα μέτρα επικεντρώθηκαν στο σχεδιασμό και τη διαχείριση της κυκλοφορίας μέσω κυρίως της βελτίωσης των δημόσιων συγκοινωνιών και της χρήσης καυσίμων χαμηλών εκπομπών. Ακόμα, εφαρμόστηκαν μέτρα με σκοπό την ενημέρωση του κοινού για τη μείωση των συγκεντρώσεων των πιο συνήθων ρύπων (NO_2 , PM_{10} , $PM_{2.5}$).

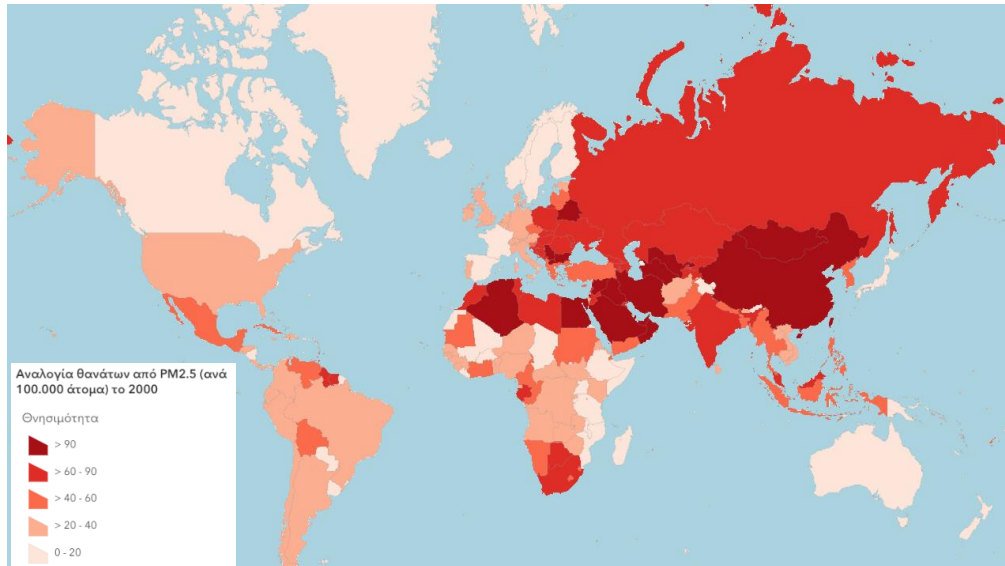
Το ίδιο ισχύει και για την Αυστραλία η οποία βασίζεται κυρίως στη μείωση των οχημάτων αλλά και την ενημέρωση των πολιτών (UOW, 2020).

Στις ΗΠΑ έχει εφαρμοστεί το «Clean Air Act» (“CAA”) κατά το οποίο τίθενται όρια για την ποσότητα συγκέντρωσης ρύπων στον αέρα (EPA, 2022).

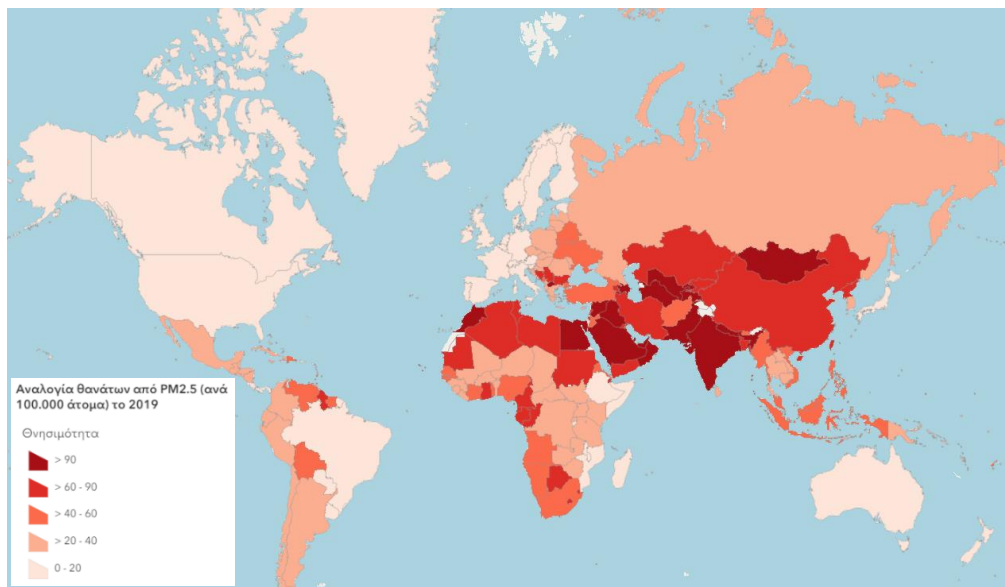
Συμπερασματικά, η μείωση των εκπομπών σε διάφορους τομείς όπως η κυκλοφορία, οι κατασκευαστικές δραστηριότητες, οι βιομηχανικές διεργασίες κ.α. προκαλεί και την μείωση των συγκεντρώσεων $PM_{2.5}$. Επίσης σημαντικό ρόλο παίζουν οι καιρικές συνθήκες όπου όταν επικρατεί πολύ ζεστό κλίμα, υγρασία ή χαμηλές ταχύτητες ανέμων, τα επίπεδα συγκεντρώσεων των ρύπων είναι υψηλά ενώ είναι δύσκολο να εξαφανιστούν κάτω από αυτές τις συνθήκες (Chuwei LIU et al.).

6.7 ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΑΠΟ PM_{2.5}

Στη συνέχεια, δημιουργήθηκε χωροπληθής χάρτης ο οποίος απεικονίζει τη θνησιμότητα από PM_{2.5} ανά 100.000 άτομα. Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το «Institute for Health Metrics and Evaluation, Global Burden of Disease¹³» για το 2000 και το 2019. Υλοποιήθηκε ομαδοποίηση των δεδομένων με τη μέθοδο των φυσικών διακοπών, η οποία επιτρέπει τη δημιουργία ομάδων με βάση κοντινές-ομοειδείς τιμές και τη μεγιστοποίηση των διαφορών μεταξύ των ομάδων. Χωρίστηκαν σε 5 ομάδες των οποίων οι τιμές στο υπόμνημα στρογγυλοποιήθηκαν στις δεκάδες.



Χάρτης 10. Αναλογία θνησιμότητας από PM_{2.5} ανά 100.000 άτομα (2000)



Χάρτης 11. Αναλογία θνησιμότητας από PM_{2.5} ανά 100.000 άτομα (2019)

¹³ <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>

Είναι φανερό ότι η θνησιμότητα από ατμοσφαιρική ρύπανση και συγκεκριμένα από τα PM_{2.5}, είναι υψηλότερη σε χώρες που έχουν υψηλότερο επίπεδο ρύπανσης. Οι περισσότερες χώρες τις Ευρώπης, οι ΗΠΑ και η Αυστραλία είναι οι χώρες με τα χαμηλότερα επίπεδα ρύπανσης καθώς και χαμηλά ποσοστά θνησιμότητας. Αντίστοιχα, οι χώρες με υψηλά επίπεδα ρύπανσης, όπως η Αφρική και η Ασία, έχουν υψηλά ποσοστά θνησιμότητας.

Η συσχέτιση του φαινομένου της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των θανάτων από αυτή είναι ορατή στην Κίνα όπου οι θάνατοι μειώθηκαν εφόσον μειώθηκαν οι συγκεντρώσεις PM_{2.5}, ενώ στην Ινδία αυξήθηκαν. Σημειώθηκαν 1.15 εκατομμύρια θάνατοι το 2019 από εξωτερική ατμοσφαιρική ρύπανση, με τους περισσότερους να οφείλονται στα PM_{2.5} (Global Burden of Disease).

Ωστόσο, υπάρχουν χώρες στις οποίες ενώ οι συγκεντρώσεις PM_{2.5} είναι μικρές, το ποσοστό των θανάτων παραμένει υψηλό. Για παράδειγμα στην Νότια Αφρική, στο Αφγανιστάν και στο Ουζμπεκιστάν. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας του κακού βιοτικού επιπέδου καθώς και της έλλειψης ιατρικής περίθαλψης.

Η υγεία των ανθρώπων είναι δυνατόν να προστατευτεί μειώνοντας την έκθεση σε ατμοσφαιρική ρύπανση μέσω καλύτερης στέγασης, φίλτρα κ.α. καθώς και με αλλαγή των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται καθημερινά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τη θέρμανση, τις μεταφορές κτλ. Εκτός αυτών, σημαντική είναι επίσης και η βελτίωση της ιατρικής περίθαλψης.

Η συμπεριφορά των PM_{2.5} και του CO₂ στην ατμόσφαιρα είναι διαφορετική. Τα σωματίδια PM_{2.5} παραμένουν αιωρούμενα στον αέρα για σύντομο χρονικό διάστημα (Wang et al., 2013), ενώ το CO₂ μπορεί να παραμείνει στην ατμόσφαιρα για πολύ περισσότερο, συμβάλλοντας στη μακροπρόθεσμη κλιματική αλλαγή (Montenegro et al., 2007). Η προσωρινή μείωση των παραγωγικών δραστηριοτήτων, ενώ για τα PM_{2.5} μπορεί να είναι βοηθητική, δεν είναι τόσο αποτελεσματική μακροπρόθεσμα για το CO₂. Ωστόσο, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, η ανάπτυξη βιομηχανιών υψηλής τεχνολογίας και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών CO₂ (Zeng et al., 2009).

6.8 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ενώ λοιπόν οι συνθήκες διαβίωσης βελτιώθηκαν, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αυξήθηκαν. Για να αποφευχθούν οι χειρότερες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και να εξυπηρετείται ταυτόχρονα η ευζωία χρειάζεται να μειωθούν οι παγκόσμιες εκπομπές προς το μηδέν. Αυτό είναι δυνατόν να συμβεί με την εύρεση εναλλακτικών λύσεων ενέργειας, αντί των ορυκτών καυσίμων, που να είναι προσιτές, ασφαλείς και βιώσιμες. Αυτό πρέπει να εφαρμοστεί στους περισσότερους τομείς που προκαλούν εκπομπές άνθρακα, όπως αυτούς των μεταφορών (ναυτιλία, αεροπορία, οδικές μεταφορές) και της θέρμανσης, της παραγωγής τσιμέντου αλλά και της γεωργίας.

Καμία πηγή ενέργειας δεν είναι απολύτως ασφαλής διότι η παραγωγή της επηρεάζει αρνητικά την ανθρώπινη υγεία είτε μέσω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είτε μέσω ατυχημάτων, ενώ ακόμα προκαλεί μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η πιο επικίνδυνη πηγή ενέργειας, με διαφορά, είναι τα ορυκτά καύσιμα τα οποία είναι υπεύθυνα για τους περισσότερους θανάτους από ατμοσφαιρική ρύπανση, καθώς και για θανάτους από ατυχήματα που συμβαίνουν κατά την εξόρυξη καυσίμων. Επιπλέον, αποτελούν πρωτεύοντα παράγοντα κλιματικής αλλαγής εξαιτίας της εκπομπής των μεγαλύτερων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα (από την καύση καυσίμων, την εξόρυξη, τη

μεταφορά και τη συντήρηση των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής). Επειδή τα ορυκτά καύσιμα εξακολουθούν να κυριαρχούν στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, είναι λογικό οι θάνατοι να είναι πολύ περισσότεροι από τις υπόλοιπες πηγές. Για αυτό το λόγο έχει νόημα να συγκριθούν οι θάνατοι ανά μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (TWh).



Διάγραμμα 2. Θάνατοι ανά μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (2020) από ατυχήματα και ατμοσφαιρική ρύπανση¹⁴

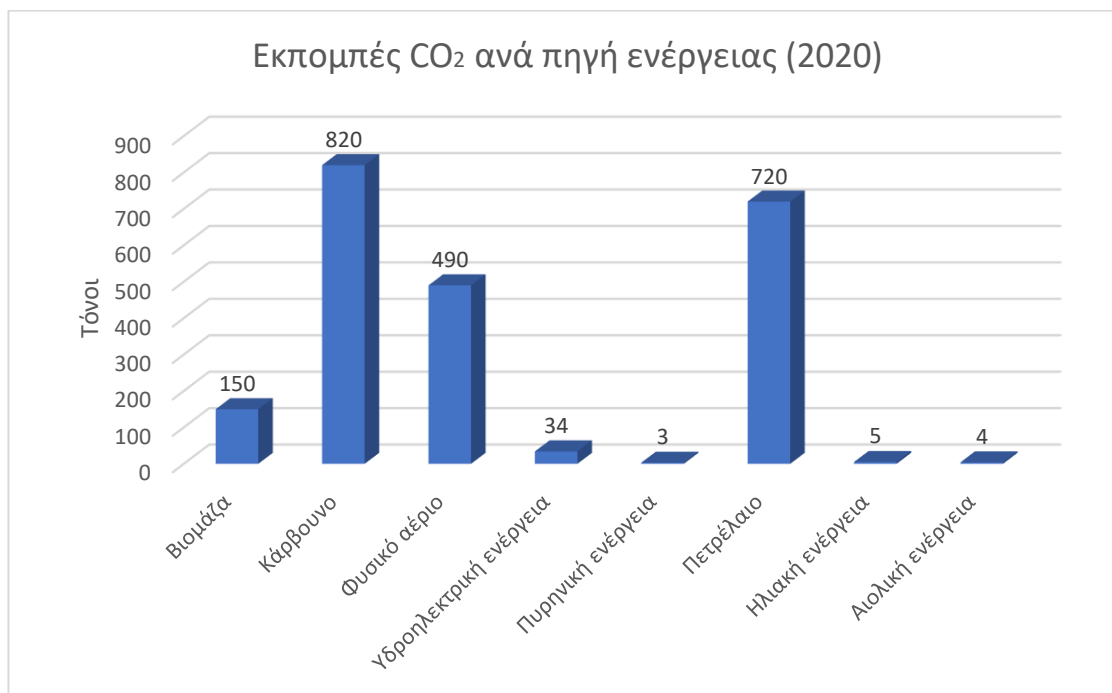
Όσον αφορά την πυρηνική ενέργεια, ενώ θεωρείται λιγότερο επικίνδυνη μαζί με τις ανανεώσιμες πηγές, έχει προκαλέσει δύο από τα τραγικότερα ατυχήματα, που εξαιτίας τους επήλθαν πολλοί θάνατοι. Ένα από αυτά διαδραματίστηκε στον πυρηνικό σταθμό του Τσέρνομπιλ στην Ουκρανία το 1986 το οποίο επέφερε περίπου 400 θανάτους με τους περισσότερους να προκλήθηκαν από έκθεση σε υψηλά επίπεδα ραδιενέργειας. Σημαντικό ατύχημα είναι και αυτό του Φουκουσίμα της Ιαπωνίας που έλαβε χώρα το 2011 με απολογισμό θανάτων 2.314 άτομα, οι περισσότεροι από τους οποίους προκλήθηκαν λόγω σωματικού και ψυχικού στρες από την εκκένωση της περιοχής.

Ωστόσο, συγκρίνοντας τα ποσοστά θανάτων από την πυρηνική ενέργεια με άλλες πηγές, φαίνεται να είναι μια από τις ασφαλέστερες πηγές ενέργειας. Ο αριθμός των θυμάτων από πυρηνικά ατυχήματα είναι πολύ μικρός σε σχέση με τους θανάτους που προκαλούν τα ορυκτά καύσιμα. Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2, το ποσοστό θνησιμότητας από πυρηνικά ατυχήματα προσεγγίζει τις περισσότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, γεγονός που την καθιστά ασφαλή επιλογή.

¹⁴ Markandya & Wilkinson (2007); Sovacool et al. (2016); UNSCEAR (2008; & 2018)

Οι θάνατοι από υδροηλεκτρική ενέργεια οφείλονται σε ένα μόνο ατύχημα, τη βλάβη του φράγματος Βαηγίαιο στην Κίνα, κατά το οποίο κατέρρευσε το Βαηγίαιο και άλλα 61 φράγματα υπό την επίδραση τυφώνα το 1975. Είναι η τρίτη πιο θανατηφόρα πλημμύρα που επέφερε περίπου 200000 θανάτους. Κατά τα άλλα, η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι πολύ ασφαλής, όπως και οι υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Το ηλεκτρικό ρεύμα είναι ένας τομέας που έχει αναπτύξει αρκετά τις εναλλακτικές αντί των ορυκτών καυσίμων, χρησιμοποιώντας πυρηνική ενέργεια και ανανεώσιμες πηγές οι οποίες εκπέμπουν πολύ λιγότερο CO₂ και είναι πολύ πιο ασφαλείς. Ενώ σε παγκόσμια κλίμακα η εξέλιξη δεν είναι έντονη, πολλές χώρες παρουσιάζουν υψηλά ποσοστά εκμετάλλευσης ενδεδειγμένων πηγών ενέργειας οι οποίες ξεπερνούν τον μέσο όρο. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η Γαλλία είναι μία από τις χώρες που έχει αναπτύξει τις πηγές χαμηλών εκπομπών άνθρακα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (κυρίως πυρηνική ενέργεια). Η Ελβετία βασίζεται σχεδόν εξ ολοκλήρου στην υδροηλεκτρική αλλά και την πυρηνική ενέργεια. Η Αλβανία και η Σουηδία εξαρτώνται από την υδροηλεκτρική ενέργεια με αποτέλεσμα να απανθρακοποιούν τον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας.



Διάγραμμα 3. Εκπομπές CO₂ ανά πηγή ενέργειας¹⁵ (2020)

¹⁵ Markandya & Wilkinson (2007); Sovacool et al. (2016); UNSCEAR (2008; & 2018)

6.9 ΑΠΑΝΘΡΑΚΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Δυστυχώς, η παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εξακολουθεί να κυριαρχείται από ορυκτά καύσιμα που αντιπροσωπεύουν το 61.51% (BP Statistical Review of World Energy; Ember, 2020). Η απανθρακοποίηση των ενεργειακών μας συστημάτων περιλαμβάνει τη μείωση ή την εξάλειψη των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας.

Ένας τρόπος για να συμβεί αυτό, είναι η **εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας** όπως είναι η υδροηλεκτρική, η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, οι οποίες παράγουν πολύ μικρές, αν όχι μηδενικές, εκπομπές CO₂. Για την υλοποίηση αυτής της μετάβασης χρειάζεται να δοθούν κίνητρα από τις κυβερνήσεις ώστε οι επιχειρήσεις αλλά και τα άτομα να στραφούν προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το ίδιο ισχύει και για την πυρηνική ενέργεια η οποία ανταποκρίνεται στις ενεργειακές απαιτήσεις ενώ ταυτόχρονα συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών CO₂. Ακόμα, είναι σημαντική η μετάβαση από τον άνθρακα στο αέριο, το οποίο εκπέμπει λιγότερο CO₂ ανά μονάδα ενέργειας, κυρίως στον τομέα της θέρμανσης.

Κάποιοι τομείς είναι πιο δύσκολο να απελευθερωθούν από τον άνθρακα, όπως οι μεταφορές, αλλά χρειάζεται να στραφούν και αυτοί προς την ηλεκτρική ενέργεια. Τα **ηλεκτρικά οχήματα** παράγουν λιγότερες εκπομπές από τα παραδοσιακά οχήματα βενζίνης ή πετρελαίου, συνεπώς είναι θεμιτή η ευαισθητοποίηση των πολιτών όσον αφορά τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν στο περιβάλλον.

Ακόμα, κρίνεται σκόπιμη η **ανάπτυξη τεχνολογιών χαμηλού κόστους ενέργειας και τεχνολογιών μπαταρίας** ώστε να αποτρέπουν τις χώρες με χαμηλότερο εισόδημα να καταφεύγουν σε λύσεις υψηλών εκπομπών άνθρακα.

Η **αύξηση της ενεργειακής απόδοσης** μέσω της αντικατάστασης των παραδοσιακών λαμπτήρων πυρακτώσεως με λάμπες εξοικονόμησης ενέργειας (τύπου LED), τον εξοπλισμό με συσκευές χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης ή/και την βελτίωση της μόνωσης, συμβάλλει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας και κατά συνέπεια στην προστασία του περιβάλλοντος.

Σημαντική είναι επίσης η διαδικασία η οποία επιτρέπει τη **δέσμευση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα** από σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και βιομηχανικές διεργασίες **και αποθήκευση** τους σε υπόγειους γεωλογικούς σχηματισμούς. Με αυτόν τον τρόπο, διατηρείται ένας σημαντικός αριθμός αερίων μακριά από την ατμόσφαιρα, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Τέλος, η πιο αποτελεσματική μέθοδος για τη μείωση των εκπομπών CO₂ είναι η **μετρίαση της κατανάλωσης ενέργειας** η οποία μπορεί να επιτευχθεί με μικρές, καθημερινές πράξεις όπως το σβήσιμο των φώτων κατά την έξοδο από ένα χώρο, την εξοικονόμηση νερού, την απενεργοποίηση των ηλεκτρικών συσκευών όταν δεν χρησιμοποιούνται κ.α.

Για να υπάρξει εμφανής αλλαγή στον κόσμο όσον αφορά το παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα, είναι απαραίτητη η ταχεία ανάπτυξη αυτών των τεχνολογιών σε όλες τις χώρες με στόχο τη μείωση της ενεργειακής φτώχειας, των θανάτων από ατυχήματα και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Ωστόσο, κάθε χώρα έχει τις δικές τις ανάγκες συνεπώς χρειάζεται να προσαρμοστεί η προσέγγισή της με βάση τις καταστάσεις που επικρατούν.

7. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ

Για τη δημιουργία του αφηγηματικού χάρτη με τίτλο «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΕΝΑΝ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΟ ΧΑΡΤΗ» αξιοποιήθηκε ένας συνδυασμός προτύπων. Το κύριο πρότυπο που χρησιμοποιήθηκε είναι το Cascade, ενώ μέσα σε αυτό ενσωματώθηκε το Sidecar (ή Map Journal) με αιωρούμενο πλαίσιο (floating) αλλά και πλαϊνό πλαίσιο (docked), το Swipe, καθώς και το Slideshow. Κάθε ένα από αυτά προσφέρει ξεχωριστά πλεονεκτήματα στην αφήγηση, που αναλύονται παρακάτω.

7.1 ΕΞΩΦΥΛΛΟ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΑΦΗΓΗΣΗΣ

Αναπόσπαστο κομμάτι του αφηγηματικού χάρτη είναι το εξώφυλλο, το οποίο αποτελεί την πρώτη σκηνή που αντιμετωπίζει ο αναγνώστης. Ξεκινώντας με τον σχεδιασμό του εξώφυλλου, επιλέχθηκε η πλήρης κάλυψη της οθόνης με μια εικόνα, ενώ πάνω σε αυτή τοποθετήθηκε ο τίτλος, ένα μικρό επεξηγηματικό κείμενο (υπότιτλος) και το όνομα του συγγραφέα. Με αυτόν τον τρόπο, κεντρίζεται το ενδιαφέρον του αναγνώστη που τον ωθεί στην ανάγνωση της ιστορίας.



Εικόνα 48. Εξώφυλλο αφηγηματικού χάρτη «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΕΝΑΝ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΟ ΧΑΡΤΗ» (Πηγή: unsplash.com/mikemarrah)

Όσον αφορά την αφήγηση, εφαρμόστηκε η δομή του ποτηριού Martini (βλέπε ενότητα 2.1) η οποία ξεκινά με μια προσέγγιση καθοδηγούμενη από τον συγγραφέα στην οποία ο συγγραφέας συμπεριλαμβάνει τις πληροφορίες που θεωρεί σημαντικές για την αφήγηση, ενώ στη συνέχεια, ο χρήστης δύναται να αλληλεπιδράσει με τα δεδομένα και να εξερευνήσει τα στοιχεία με όποιον τρόπο επιλέξει.

Με το πρότυπο Cascade, επιτυγχάνεται η κατακόρυφη κύλιση (βλέπε ενότητα 4.1) κατά την οποία εμφανίζονται διαδοχικά τα στοιχεία που αποτελούν την αφήγηση. Η συγκεκριμένη αφήγηση συνίσταται από κείμενο που συνδυάζεται με χάρτες, εικόνες, πίνακες αλλά και διαγράμματα.

7.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΑΦΗΓΗΜΑΤΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ

Αναφορικά με το κείμενο, ο συγγραφέας έχει τη δυνατότητα να επεξεργαστεί τη γραμματοσειρά (στυλ και χρώμα) και τη στοίχιση (αριστερά, κέντρο, δεξιά), να προσθέσει δείκτη ή εκθέτη, να συνδέσει μία λέξη με κάποιο σύνδεσμο, αλλά και να συσχετίσει μια λέξη ή φράση με κάποια χαρτογραφική ενέργεια (map action), το εργαλείο που επιτυγχάνει τη διαδραστικότητα. Ακόμα, υπάρχει η δυνατότητα προσθήκης ενός κουμπιού το οποίο, με το πάτημά του, μεταφέρει τον χρήστη σε διαφορετικό σημείο του χάρτη, το οποίο έχει προκαθορίσει ο συγγραφέας.



Εικόνα 49. Γραμμή εργαλείων



Εικόνα 50. Συσχέτιση λέξης με ενέργεια στον χάρτη

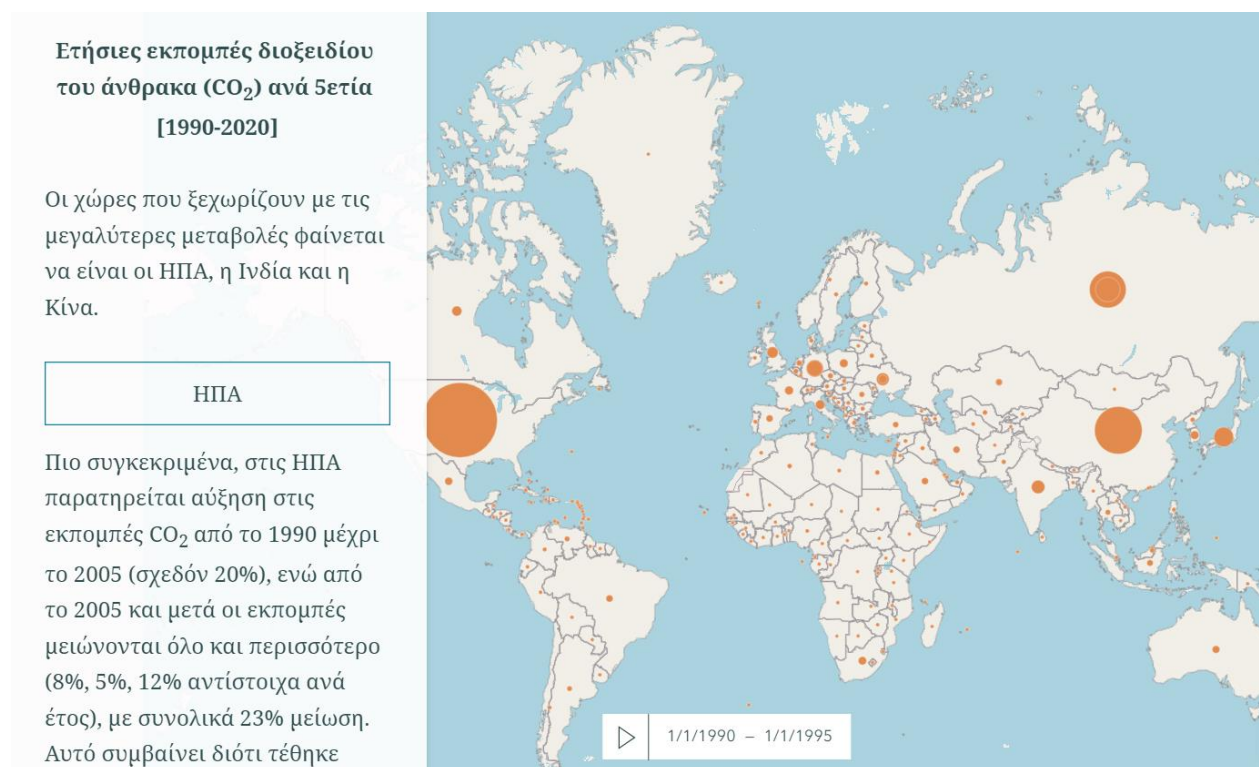


Εικόνα 51. Κουμπί για μεταφορά σε κάποιο σημείο του χάρτη

Ο χάρτης που βρίσκεται πίσω από το κείμενο, μπορεί να προβληθεί σε πλήρη οθόνη ώστε να φαίνονται όλα τα στοιχεία που τον αποτελούν, καθώς και το υπόμνημά του. Ακόμα, ο αναγνώστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με αυτόν, πέρα από τις προκαθορισμένες ενέργειες χάρτη που έχει συμπεριλάβει ο συγγραφέας, μέσω μεγέθυνσης, σμίκρυνσης ή και μετακίνησης σε όποιο σημείο του χάρτη επιθυμεί. Η «ενέργεια χάρτη» (map action) εκτός από τη σύνδεση μιας λέξης με ένα σημείο του χάρτη, χρησιμοποιήθηκε και ως εργαλείο για την υπέρθεση άλλου χάρτη πάνω στον ήδη υπάρχοντα με σκοπό τη σύγκριση δύο φαινομένων χωρίς να χρειάζεται η μεταφορά σε προηγούμενη ή επόμενη ενότητα του αφηγηματικού χάρτη.

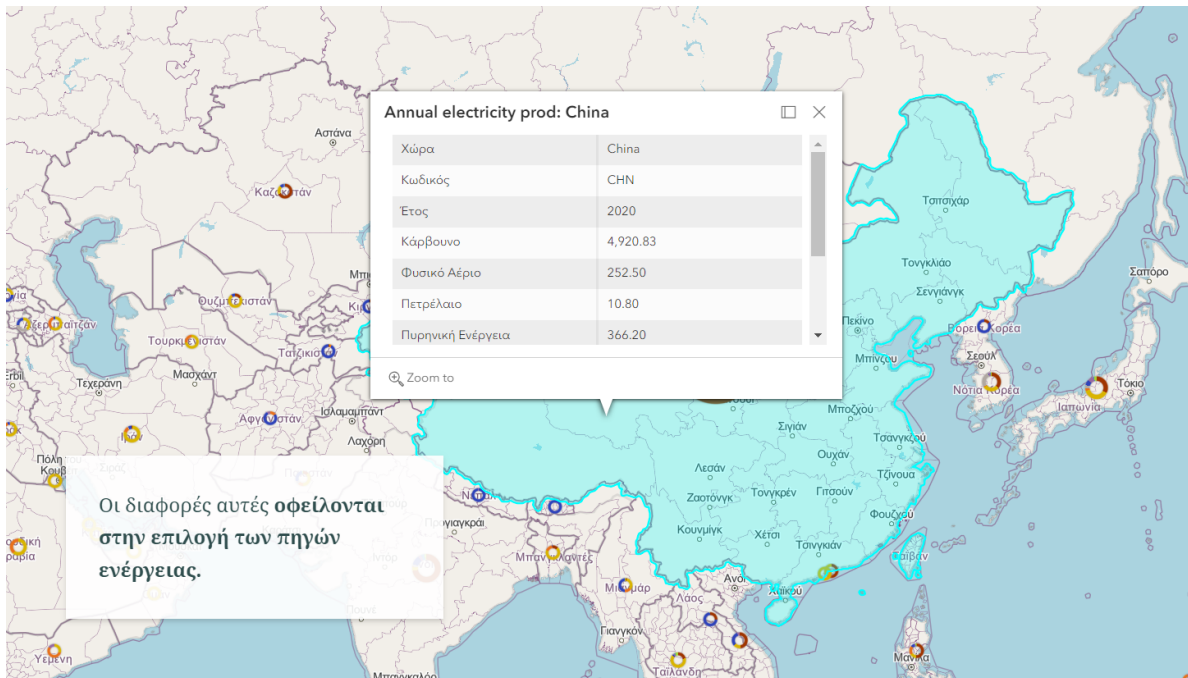
Ο συγγραφέας, σε κάθε πρότυπο χάρτη, μπορεί να προσθέσει περισσότερες από μία διαφάνειες με σκοπό την εναλλαγή των χαρτών.

Εφόσον έχουν συμπεριληφθεί χρονικά δεδομένα, ο αναγνώστης πατώντας το κουμπί εκκίνησης στο κάτω μέρος του χάρτη μπορεί να παρακολουθήσει τη μεταβολή του φαινομένου στο χρόνο, ως βίντεο μικρού μήκους, όπου οι χάρτες εναλλάσσονται με τον ρυθμό που έχει επιλέξει ο συγγραφέας.



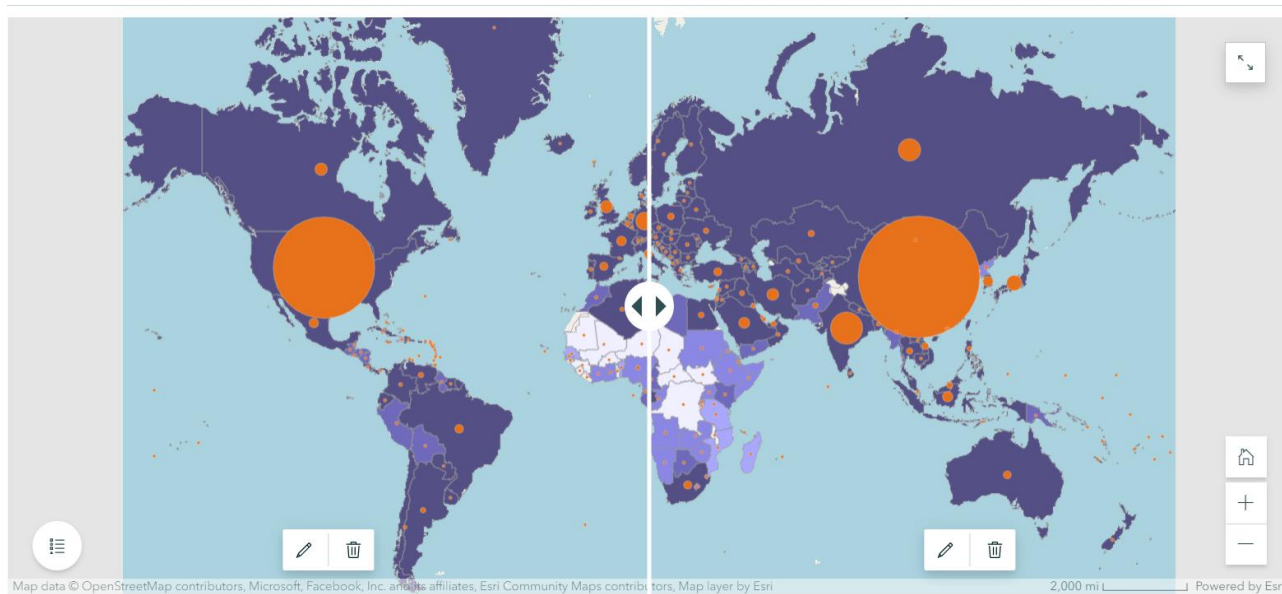
Εικόνα 52. Χάρτες επτά διαφορετικών χρονολογιών σε βίντεο με εναλλασσόμενες σκηνές

Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα εμφάνισης αναδυόμενων παραθύρων τα οποία παραθέτουν περιγραφικές πληροφορίες και χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τις οντότητές του χάρτη, ενώ ακόμα μπορεί να γίνει μεγέθυνση στην περιοχή.



Εικόνα 53. Αναδυόμενο παράθυρο και μεγέθυνση στην περιοχή

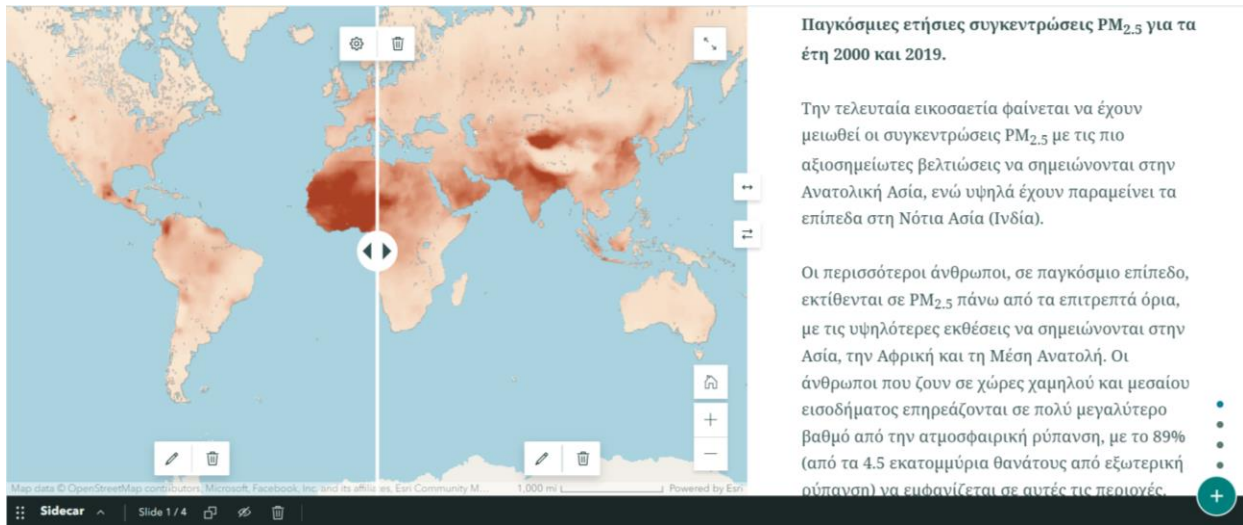
Στη συνέχεια, αφού έχει προηγηθεί κείμενο, εμφανίζεται ο χάρτης μορφής «Swiipe» όπου ο χρήστης δύναται να συγκρίνει, σε αυτήν την περίπτωση, δύο φαινόμενα για έναν τόπο σε διαφορετική χρονική στιγμή μετακινώντας την μπάρα δεξιά και αριστερά.



Πρόσβαση σε ενέργεια και ετήσιες εκπομπές CO₂ για τα έτη 2000 και 2020

Εικόνα 54. Χάρτης τύπου «Swiipe» για την πρόσβαση σε ενέργεια και τις ετήσιες εκπομπές CO₂ τα έτη 2000 και 2020

Ο αφηγηματικός χάρτης του ArcGIS επιτρέπει στον συγγραφέα να συνδυάσει έναν χάρτη μορφής «Swipe» με κάποιο χαρτογραφικό πρότυπο, όπως το Sidcar, στον οποίο όμως δεν μπορούν να προστεθούν χαρτογραφικές ενέργειες.



Εικόνα 55. Χάρτης τύπου «Swipe» και αφηγηματικό κείμενο

Στη συνέχεια, εντάχθηκαν κάποιες εικόνες οι οποίες δημιουργούν μια αίσθηση του τόπου, προσδίδουν συναίσθημα και ζωντάνια στην αφήγηση, ενώ ταυτόχρονα μεταδίδουν την πληροφορία με ελκυστικό τρόπο με αποτέλεσμα να γίνεται εύκολα κατανοητή από τους αναγνώστες. Μια επιλογή που προσφέρει το ArcGIS StoryMaps είναι η προσθήκη αναφοράς ώστε να αποδοθούν τα εύσημα στον αρχικό δημιουργό του περιεχομένου. Αυτό εμφανίζεται ως εικονίδιο πάνω αριστερά στην εικόνα (Εικόνα 56).



Τα ερείπια του πυρηνικού σταθμού του Τσερνομπιλ μετά την έκρηξη, Ουκρανία, 1986

Ένα από αυτά διαδραματίστηκε στον πυρηνικό σταθμό του Τσερνομπιλ στην Ουκρανία το 1986 το οποίο επέφερε περίπου 400 θανάτους με τους περισσότερους να προκλήθηκαν από έκθεση σε υψηλά επίπεδα ραδιενέργειας.

Εικόνα 56. Εικόνα με αναφορά στον αρχικό δημιουργό

Τέλος, επιλέχθηκε η παρουσίαση διαφανειών (slideshow) για την ανάδειξη κάποιων λύσεων με σκοπό τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Ο χρήστης πατώντας το βέλος μεταφέρεται σε επόμενη σελίδα (Εικόνα 57).



Εικόνα 57. Slideshow με τις λύσεις για την μείωση των εκπομπών CO₂

Κάποιες επιλογές μετά την ολοκλήρωση του αφηγηματικού χάρτη είναι η προεπισκόπηση και η κοινοποίηση του.

Με τον παρακάτω σύνδεσμο επιτρέπεται η πρόσβαση στον αφηγηματικό χάρτη:

<https://storymaps.arcgis.com/stories/0b9b1c1fff444a868f26b054774d88fa>

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι οι αφηγηματικοί χάρτες είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για την αναπαράσταση και την κατανόηση της χωρικής πληροφορίας σε διάφορους τομείς και ιδιαίτερα αυτόν της Χαρτογραφίας.

Η παρούσα διπλωματική εργασία διερεύνησε τις διάφορες εφαρμογές και τα οφέλη των αφηγηματικών χαρτών, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης τους με σκοπό την μετάδοση της πληροφορίας με έναν πιο ελκυστικό τρόπο, καθιστώντας το αφηγηματικό κείμενο πιο κατανοητό και διασκεδαστικό για τους αναγνώστες. Επιτρέποντας στους χρήστες να ενσωματώνουν περιεχόμενο πολυμέσων και διαδραστικές λειτουργίες, οι αφηγηματικοί χάρτες μπορούν να ενισχύσουν τη δέσμευση και συναισθηματική ανταπόκριση του κοινού στην ιστορία ενώ ταυτόχρονα κινούν το ενδιαφέρον των αναγνωστών και τους παρακινούν συνεχώς να εξερευνούν και να προβληματίζονται. Ως εκ τούτου, έχουν γίνει ολοένα και πιο δημοφιλείς σε τομείς όπως η εκπαίδευση, η επιστήμη, τα κοινωνικά μέσα ενημέρωσης (διαφημίσεις), η ψυχαγωγία αλλά και η ταξιδιωτική βιομηχανία.

Όσον αφορά τη δημιουργία των αφηγηματικών χαρτών, χρειάζεται να ληφθούν υπόψη πολλές παράμετροι όπως η δομή της αφήγησης και τα στοιχεία που την αποτελούν, το πρότυπο του αφηγηματικού χάρτη το οποίο καθορίζει το επίπεδο διαδραστικότητας και το είδος των χαρτών οι οποίοι απεικονίζουν τα διαφορετικά φαινόμενα και παρέχουν το απαραίτητο γεωγραφικό πλαίσιο στην αφήγηση. Τα λογισμικά για τη δημιουργία των αφηγηματικών χαρτών απευθύνονται σε ειδικούς αλλά και μη ειδικούς χρήστες προσφέροντάς τους καθοδήγηση βήμα προς βήμα και πολλές επιλογές ώστε να υλοποιήσουν έναν οπτικά ελκυστικό και διαδραστικό αποτέλεσμα. Είναι απαραίτητο να σχεδιαστεί και να σκιαγραφηθεί η ιστορία πριν τη δημιουργία του αφηγηματικού χάρτη με σκοπό να εξασφαλιστεί μια σαφής και δομημένη αφήγηση. Ωστόσο, ένας μη ειδικός χρήστης μπορεί να χρειαστεί τη βοήθεια κάποιου ειδικού ώστε να αποκτήσει τα κατάλληλα-έγκυρα δεδομένα από πιστοποιημένες πηγές για την διασφάλιση της ακρίβειας και ορθότητας των χαρτών. Ακόμα, είναι πιθανό να επιλεχθούν λανθασμένες παράμετροι σε κρίσιμα σημεία της διαδικασίας που αφορούν για παράδειγμα το είδος των χαρτών, τις οπτικές μεταβλητές και τα χρωματικά σχήματα αλλά και την ομαδοποίηση των δεδομένων με αποτέλεσμα να είναι παραπλανητικό το τελικό προϊόν. Σημαντική είναι η αφοσίωση και η δημιουργικότητα.

Μελλοντικά, είναι πιθανό οι αφηγηματικοί χάρτες να συνεχίσουν να εξελίσσονται και να προσαρμόζονται στις νέες τεχνολογίες και στις ανάγκες των χρηστών, καθιστώντας τους σημαντική πηγή για αποτελεσματική επικοινωνία και ανταλλαγή γνώσης. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, οι αφηγηματικοί χάρτες ενδέχεται να γίνουν ακόμα πιο ενδιαφέροντες ενσωματώνοντας χαρακτηριστικά όπως η επαυξημένη πραγματικότητα. Με την αναγνώριση της αξίας τους στην επικοινωνία σύνθετων πληροφοριών, επέρχεται η μεγαλύτερη διάδοσή τους και η ενσωμάτωσή τους σε ακόμα περισσότερους κλάδους και τομείς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Beemgee. "What Is the Difference between Story and Narrative?", 2014.

<https://www.beemgee.com/blog/story-vs-narrative/>

Berry Lisa. "What Is a Relationship Map?" ArcGIS Blog, 2018. <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-online/mapping/what-is-a-relationship-map/>

Berry Lisa. "How to Make a Relationship Map in ArcGIS Online." ArcGIS Blog, 2018.

<https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-online/mapping/how-to-make-a-relationship-map-in-arcgis-online/>

Berry, Lisa. "How to Smart Map in 3 Easy Steps." ArcGIS Blog, 2016. <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-online/mapping/how-to-smart-map-in-3-easy-steps/>

Caquard, Sébastien. "Cartography I: Mapping Narrative Cartography." Progress in Human Geography, 2013. <https://doi.org/10.1177/0309132511423796>

Carroll Allen. "Story Maps 101." ArcGIS Blog, 2018. <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/uncategorized/uncategorized/story-maps-101/>

Cortés Abraham. "A Conceptual Framework for Interactive Cartographic Storytelling", 2018. https://webapps.itc.utwente.nl/librarywww/papers_2018/msc/gfm/LandaverdeCortes.pdf

ESRI. Classic Story Maps. <https://storymaps-classic.arcgis.com>

Figueiras Ana. "How to Tell Stories Using Visualization.", 2014. <https://doi.org/10.1109/IV.2014.78>

Figueiras Ana. "Narrative Visualization: A Case Study of How to Incorporate Narrative Elements in Existing Visualizations.", 2014. <https://doi.org/10.1109/IV.2014.79>

Fovenyessy Stephanie. "Constructing Parallel Narratives in Cartographic Storytelling", 2021.

https://cartographymaster.eu/wp-content/theses/2021_Fovenyessy_Thesis.pdf

Gaigg Michael. "Layouts." UI Patterns for Map Applications.

<https://www.mapuipatterns.com/category/layouts/>

Harrower Mark. "New Charts and Charts & Size Map Styles Help Us Make Sense of All the Numbers."

ArcGIS Blog, 2022. <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-online/mapping/pies-charts-style/>

Herman David. Basic Elements of Narrative, 2011. [https://download.e-](https://download.e-bookshelf.de/download/0000/5988/06/L-G-0000598806-0002339491.pdf)

[bookshelf.de/download/0000/5988/06/L-G-0000598806-0002339491.pdf](https://download.e-bookshelf.de/download/0000/5988/06/L-G-0000598806-0002339491.pdf)

Knaflig Nussbaumer. "The Structure(s) of Story." Storytelling with Data, 2020. <https://www.storytellingwithdata.com/blog/2020/5/21/the-structures-of-story>

Landaverde Cortés, Noé Abraham. A Conceptual Framework for Interactive Cartographic Storytelling, 2018. <http://essay.utwente.nl/85868/>

Peters Matt. The History of Storytelling in 10 Minutes, 2018. https://www.meetcortex.com/blog/the-history-of-storytelling-in-10-minutes?hs_amp=true&fbclid=IwAR1UvcO8KUEng8VFR48H-6WKdNssSfhIn-3LUamBbMXCIMBEIPkP5ZBOWrw

Roth Robert E. "Cartographic Design as Visual Storytelling: Synthesis and Review of Map-Based Narratives, Genres, and Tropes." The Cartographic Journal, 2020. <https://doi.org/10.1080/00087041.2019.1633103>

Roth Robert E. "Cartographic Interaction Primitives: Framework and Synthesis." The Cartographic Journal, 2012. <https://doi.org/10.1179/1743277412Y.0000000019>

Segel Edward and Jeffrey Heer. "Narrative Visualization: Telling Stories with Data.", 2010. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2010.179>

Shlomi Ron. What Is Visual Storytelling? | Visual Storytelling Institute, 2016. <https://www.visualstorytell.com/blog/what-is-visual-storytelling>

State of Global Air. "PM2.5 Exposure". <https://www.stateofglobalair.org/air/pm#hot-spots>

Thöny Matthias et al. "Storytelling in Interactive 3D Geographic Visualization Systems." ISPRS International Journal of Geo-Information, 2018. <https://doi.org/10.3390/ijgi7030123>

Veal, Lowana. "How Iceland Is Undoing Carbon Emissions for Good". <https://www.bbc.com/future/article/20200616-how-iceland-is-undoing-carbon-emissions-for-good>

WHO. "Ambient (Outdoor) Air Pollution". [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Zhang, Qiang, et al. "Drivers of Improved PM 2.5 Air Quality in China from 2013 to 2017." <https://doi.org/10.1073/pnas.1907956116>

2022 ArcGIS StoryMaps Competition for Data Visualization Winners Gallery, 2022. <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-storymaps/contest/gallery/2022-winners>

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος. «Μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην ΕΕ το 2005». <https://www.eea.europa.eu/el/pressroom/newsreleases/meiosi-ton-ekpompon-aerion-thermokiopoy-stin-ee-to-2005>

Κατσαμά Ευαγγελία. «AmbientHealth: Διαδικτυακή Χαρτογραφική Εφαρμογή για την Απεικόνιση Διαχρονικών Δεδομένων Υγείας και Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης», 2020.

Μιχαηλίδου Ευανθία. “ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑΣ”, 2004.

<https://www.scribd.com/document/388177386>

Νάκος Βύρωνας κ.ά. «Η Χαρτογραφία στο Διαδίκτυο, Σύγχρονες Τάσεις και Προοπτικές», 2014.

http://users.ntua.gr/bnakos/Data/Section%205-6/Pub_5-6-67.pdf

Παπαποστόλου Αριάννα & Νάκος Βύρωνας. «Διαδραστικοί & δυναμικοί χάρτες στο διαδίκτυο με χρήση λογισμικών ανοικτού κώδικα», 2014.

http://xeee.web.auth.gr/HCS/HCS_Conf_el/presentations_2014_pdfs/presentations/1_3_papapostolou_et_al.pdf

Τσολάκης Χρήστος Λ., Αδαλόγλου Κυριακή, Αυδή Άβρα, Λόππα Ελένη, Τάνης Διονύσης. Αφήγηση.

http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2674/Ekfrasi-Ekthesi_A-Lykeiou_html-empl/indexd_1.html

Τσονωνάς Ελευθέριος. «Διαδραστικοί αφηγηματικοί χάρτες για την ανάδειξη σύνθετων χωρικών φαινομένων.», 2020.