



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ –  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΔΠΜΣ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΑ  
ΓΕΡΑΝΕΙΑ ΟΡΗ ΤΟ 2021

Χριστοδούλου Παναγιώτης

Αθήνα, 2022

---

# ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΣΤΑ ΓΕΡΑΝΕΙΑ ΟΡΗ ΤΟ 2021

Επιβλέπων: Βύρωνας Νάκος

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή:

Βύρωνας Νάκος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Ανδριανή Σκοπελίτη  
Επίκουρη  
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π

Μαργαρίτα Κόκλα  
Επίκουρη  
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π

© Copyright –All rights reserved Παναγιώτης Χριστοδούλου, Οκτώβριος 2022.  
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και μόνο και δεν απηχούν απαραίτητα τις απόψεις του επιβλέποντα, που την ενέκρινε.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία προκύπτει ως αποτέλεσμα μιας μεγάλης, πολυσύνθετης προσπάθειας και θα ήθελα να εκφράσω τις βαθύτερες ευχαριστίες μου σε όλους όσους συνέβαλαν με οποιοδήποτε τρόπο στην ολοκλήρωσή της.

Αρχικά, ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου τον κύριο Β. Νάκο για την πολύτιμη βοήθεια του κατά τον προσδιορισμό του θέματος της εργασίας και κατά την συλλογή των δεδομένων αλλά ιδίως για την καθοδήγηση, τις πολύτιμες συμβουλές και για την ενθάρρυνση κατά την διάρκεια της εργασίας.

Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω την επίκουρη καθηγήτρια κ. Α. Σκοπελίτη ο ρόλος της οποίας ήταν καίριος για την επιτυχή ολοκλήρωση της εργασίας καθώς συνέβαλε σε όλα τα στάδια ανάπτυξης της εφαρμογής προσφέροντας συνεχή και αμέριστη βοήθεια και υποστήριξη κατά το πέρας της εργασίας και τις απαραίτητες τεχνικές γνώσεις επί των θεμάτων.

Την επίκουρη καθηγήτρια Μαργαρίτα Κόκλα την ευχαριστώ για την συμμετοχή στην τριμελή επιτροπή της εργασίας μου.

Τέλος, εκφράζω θερμές ευχαριστίες στην οικογένεια μου και τους φίλους μου για την στήριξη και την συμπαράστασή της καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και για την δύναμη που μου δίνουν να εκπληρώνω τους στόχους μου και να θέτω καινούργιους.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ, ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΧΑΡΤΩΝ ..... Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Κατάλογος εικόνων .....	9
Κατάλογος πινάκων.....	11
Κατάλογος χαρτών .....	12
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>14</b>
<b>ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ .....</b>	<b>15</b>
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>16</b>
1.1 Αντικείμενο εργασίας.....	17
Βήματα που ακολουθήθηκαν .....	18
1.2 Σκοπός .....	18
1.3 Δομή εργασίας .....	19
<b>2. ΧΩΡΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>21</b>
2.1 Η επιστήμη της χαρτογραφίας, σκοπός και εξέλιξη .....	21
2.2 Χαρτογραφικές προβολές .....	22
Εισαγωγή .....	22
Μερκατορική προβολή .....	24
ΕΓΣΑ '87 .....	25
2.3 Διαμόρφωση και επεξεργασία χαρτογραφικών δεδομένων.....	26
Διανυσματικά και ψηφιδωτά δεδομένα.....	26
QGIS.....	28
2.4 Χαρτογραφική γενίκευση.....	29
2.5 Τοπολογικοί Έλεγχοι.....	30
<b>3. ΔΙΑΔΙΚΤΙΑΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>31</b>
3.1 Διαδίκτυο.....	31
3.2 Διαδικτυακή χαρτογραφία.....	31
Εισαγωγή .....	31
Πινακίδες.....	33
Προβολή Web Mercator.....	34
3.3 Διαδραστική χαρτογράφηση και χρόνος.....	36

3.4 Γεωχωρικοί εξυπηρετητές.....	37
Geoserver .....	39
3.5 Πρότυπα .....	40
World Wide Web Consortium (W3C) .....	40
TPC / IP .....	40
Hypertext Transfer Protocol (HTTP) .....	41
Open Geospatial Consortium (OGC).....	42
3.6 Τεχνολογίες διαμόρφωσης χαρτογραφικών εφαρμογών.....	43
HyperText Markup Language (HTML) .....	43
Cascading Style Sheets (CSS) .....	43
JavaScript.....	44
Η βιβλιοθήκη ανοιχτού κώδικα Leaflet.....	45
Η βιβλιοθήκη ανοιχτού κώδικα JQuery .....	46
eXtensible Markup Language (XML).....	46
Διαμόρφωση συμβολισμού με SLD.....	47
GeoJSON .....	48
3.7 Δημοσίευση χαρτογραφικών εφαρμογών.....	49
Web Map Service (WMS) .....	49
Asynchronous JavaScript and XML (AJAX).....	51
<b>4. ΔΑΣΗ ΚΑΙ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ .....</b>	<b>52</b>
4.1 Χαρακτηριστικά πυρκαγιών .....	52
4.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την συμπεριφορά των πυρκαγιών .....	53
4.3 Οι πυρκαγιές στην Ελλάδα.....	55
Κατάταξη δασαρχείων σε περιοχές υπευθυνότητας .....	56
4.4 Οι πυρκαγιές ως φαινόμενο που εξελίσσεται στον χρόνο .....	58
<b>5. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....</b>	<b>59</b>
5.1 Θέση .....	59
5.2 Κλίμα.....	61
5.3 Φυσικό τοπίο.....	63
Γεράνεια Όρη.....	63
Βιότοπος NATURA .....	64
Καταφύγια Άγριας Ζωής.....	66
5.4 Χρήσεις γης.....	67
5.5 Σεισμική δραστηριότητα .....	69
5.6 Διοίκηση και αρχείο πυροσβεστικού σώματος της περιοχής.....	69

Πυροσβεστικές Υπηρεσίες .....	69
Ιστορικό περιοχής.....	71
Φωτιά Σχίνου Κορινθίας.....	74
<b>6. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΔΙΑΔΙΚΤΙΑΚΟΥ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ .....</b>	<b>76</b>
6.1 Δεδομένα εφαρμογής .....	76
6.2 Επεξεργασία δεδομένων .....	80
Προσδιορισμός έκτασης και θέσης φωτιάς.....	80
Ψηφιακό μοντέλο εδάφους και ισοϋψείς καμπύλες .....	84
Οδικό δίκτυο.....	84
Ακτογραμμή.....	85
Υδρογραφικό δίκτυο .....	86
Οικισμοί.....	86
Θρησκευτικά κτήρια.....	87
Δεδομένα GeoJSON.....	87
6.3 Οπτικοποίηση δεδομένων / Χαρτογραφικός συμβολισμός .....	88
Εισαγωγή .....	88
Ισοϋψείς καμπύλες .....	88
Οικισμοί.....	89
Θρησκευτικά κτήρια.....	89
Ονοματολογία τοπωνυμίων .....	90
Τελική έκταση της φωτιάς.....	91
Χρήσεις Γης.....	92
Παλαιότερα συμβάντα πυρκαγιών .....	94
Βιότοποι Natura και Καταφύγια Άγριας Ζωής .....	95
Εξέλιξη της φωτιάς .....	96
6.4 Τοπολογικοί έλεγχοι.....	97
6.5 Δημιουργία ιστοσελίδας .....	98
Αρχικοποίηση χάρτη .....	98
Αρχιτεκτονική ιστοσελίδας και στοιχεία πλαισίου .....	99
6.6 Χαρτογραφική Σύνθεση .....	105
Σειρά εμφάνισης επιπέδων.....	105
<b>7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>107</b>
7.1 Χρήσεις γης στην θέση της φωτιάς .....	107
7.2 Παρουσίαση οργάνωσης εφαρμογής .....	108
7.3 Θέση και έκταση της πυρκαγιάς .....	110

Εξάπλωσης της πυρκαγιάς.....	110
7.5 Τελικές Παρατηρήσεις.....	116
Μελλοντικές επεκτάσεις.....	118
<b>8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>121</b>
8.1 Ελληνική βιβλιογραφία .....	121
8.2 Ξενόγλωσση βιβλιογραφία .....	123



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Μετατροπή γεωγραφικών συντεταγμένων σε Καρτεσιανές συντεταγμένες. ....	22
Εικόνα 2: Σχηματική αναπαράσταση εφαρμογής της κυλινδρικής, κωνικής και επίπεδης επιφάνειας προβολής. ....	23
Εικόνα 3: Σχηματική αναπαράσταση εφαρμογής κυλινδρικών προβολών με βάση τον προσανατολισμό του κυλίνδρου. ....	24
Εικόνα 4: Σημειακά, γραμμικά και πολυγωνικά διανυσματικά δεδομένα. ....	27
Εικόνα 5: Ψηφιδωτά δεδομένα σε τετραγωνικό κάναβο με διακριτική ικανότητα 1 μέτρο. ....	28
Εικόνα 6: Λογότυπο του QGIS 3. ....	28
Εικόνα 7: Αρχιτεκτονική συστήματος για διαδικτυακή χαρτογραφία. ....	38
Εικόνα 8: Λογότυπο του Geoserver. ....	39
Εικόνα 9: Λογότυπο της World Wide Web Consortium (W3C). ....	40
Εικόνα 10: Επικοινωνία μεταξύ πελάτη και διακομιστή μέσω HTTP πρωτοκόλλου. ....	41
Εικόνα 11: Λογότυπο της Open Geospatial Consortium (OGC). ....	42
Εικόνα 12: Τύποι δεδομένων που διαχειρίζονται τα αρχεία GeoJSON. ....	48
Εικόνα 13: Οι χωρικές και μη ιδιότητες ενός Feature. ....	49
Εικόνα 14: Επικοινωνία μεταξύ πελάτη και εξυπηρετητή μέσω αιτημάτων GetMap και GetCapabilities. ....	50
Εικόνα 15: Ιδιαίτερα και σπάνια είδη χλωρίδας και πανίδας των Γερανείων όρων. ....	66
Εικόνα 16: Καμένο σπίτι από την φωτιά. ....	75
Εικόνα 17: Αποτελέσματα χρήσης του εργαλείου aggregate polygons στο ArcGIS. Με γκρι χρώμα φαίνονται τα αρχικά πολύγωνα και με κόκκινο τα τελικά. Η ανεκτικότητα στον συνδυασμό των πολυγώνων καθορίζεται από τον χρήστη του εργαλείου. ....	81
Εικόνα 18: Η χρήση του εργαλείου aggregate polygons στην πυρκαγιά των Γερανείων. Το αρχικό σχήμα του πολυγώνου της φωτιάς φαίνεται με γκρι ενώ η έκταση της μετά την χρήση του αλγόριθμου περιλαμβάνει επιπλέον και τις κόκκινες περιοχές. ....	82
Εικόνα 19: Στάδια επέκτασης των καμένων εκτάσεων της φωτιάς ανά τις διαφορετικές χρονικές στιγμές. Και τα πέντε αυτά στάδια περιλαμβάνονται εντός του αρχείου GeoJSON και είναι όλα συσχετισμένα με τις χρονικές στιγμές που τους αντιστοιχούν. ....	83
Εικόνα 20: Σύμβολα εκκλησιών (αριστερά) και μοναστηριών (δεξιά). ....	89
Εικόνα 21: Το επίπεδο της τελικής έκτασης της φωτιάς. Τα αρχικά δεδομένα φαίνονται αριστερά και το επίπεδο μετά την απλοποίηση φαίνεται δεξιά. ....	92
Εικόνα 22: Φιλτράρισμα για επιλογή συγκεκριμένων χρήσεων γης και ορισμός αντίστοιχων επιθυμητών χρωμάτων και τελική προσθήκη του επιπέδου και ενός αναδυόμενου παραθύρου. ....	94
Εικόνα 23: Σύμβολο φωτιάς για αναπαράσταση παλαιότερων συμβάντων πυρκαγιών. ....	95
Εικόνα 24: Εισαγωγή εικονοστοιχείου φωτιάς και δημιουργία αναδυόμενου παραθύρου με την καμένη έκταση και την ημερομηνία του συμβάντος. ....	95
Εικόνα 25: Μορφοποίηση της απεικόνισης του επιπέδου του βιότοπου Natura και εισαγωγή με χρήση αναδυόμενου παραθύρου. ....	96
Εικόνα 26: Μορφοποίηση του επιπέδου εξέλιξης της φωτιάς και εισαγωγή του στον χάρτη. ....	96
Εικόνα 27: Συσχέτιση HTML με αρχεία CSS και JavaScript. Τα πρώτα βήματα για την αρχικοποίηση του χάρτη. ....	99
Εικόνα 28: Ορισμός ορίων του χάρτη και αρχικής θέσης του χρήστη. ....	99
Εικόνα 29: Παράδειγμα ενός μενού accordion με τέσσερα τμήματα. ....	100
Εικόνα 30: Εισαγωγή jQuery στην εφαρμογή. ....	100
Εικόνα 31: Κεντρικό Μενού εφαρμογής. Οργανώνεται σε έξι πάνελ δεδομένων. ....	101
Εικόνα 32: Εισαγωγή του Layer Control στον χάρτη. ....	101
Εικόνα 33: Το μενού με τα διαθέσιμα επίπεδα του χάρτη αναπτύσσεται όταν ο χρήστης τοποθετεί τον κέρσορα πάνω από το σχετικό εικονίδιο. ....	102

Εικόνα 34: Εισαγωγή του πρόσθετου Leaflet-graphicscale στην HTML και παραμετροποίηση των επιλογών αυτού στην JavaScript.....	102
Εικόνα 35: Η γραφική κλίμακα που χρησιμοποιείται στον τελικό χάρτη.....	102
Εικόνα 36: Εισαγωγή του πρόσθετου Leaflet Coordinates στην HTML και παραμετροποίηση των επιλογών αυτού στην JavaScript.....	103
Εικόνα 37: Οι συντεταγμένες της θέσης του κέρσορα όπως φαίνονται στην τελική εφαρμογή. ....	103
Εικόνα 38: Εισαγωγή του πρόσθετου Polyline Measure στην HTML. ....	103
Εικόνα 39: Το εργαλείο μέτρησης αποστάσεων Polyline Measure. ....	104
Εικόνα 40: Εισαγωγή του πρόσθετου Leaflet Slider στην HTML και παραμετροποίηση των επιλογών αυτού στην JavaScript.....	104
Εικόνα 41: Μορφή του Slider bar εντός της εφαρμογής. Ο μοχλός μετακινείται από τον χρήστη σε προεπιλεγμένες θέσεις σύμφωνα με τα διαθέσιμα χρονικά στάδια.....	104
Εικόνα 42: Εισαγωγή του pane που δημιουργήθηκε νωρίτερα σε ένα layer group. ....	106
Εικόνα 43: Μορφή τελικής εφαρμογής με επεξήγηση των στοιχείων πλαισίου του χάρτη. ....	109
Εικόνα 44: Ανάλυση των κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούσαν πριν και κατά την διάρκεια της πυρκαγιάς .....	112
Εικόνα 45: Παρουσίαση πυρομετεωρολογικών συνθηκών της πυρκαγιάς του Σχίνου.....	113
Εικόνα 46: Διάγραμμα wind rose με συχνότητα και κατεύθυνση ανέμων για μια περιοχή. ....	119
Εικόνα 47: Χωρική αναπαράσταση ανεμολόγιου με wind barbs με ταχύτητες και κατευθύνσεις ανέμου. ....	119

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Παραδείγματα τελεστών χαρτογραφικής γενίκευσης χωρικών οντοτήτων και ιδιοτήτων.....	29
Πίνακας 2: Στατιστικά μετεωρολογικά στοιχεία για την Κόρινθο (1991-2021).....	62
Πίνακας 3: Σημαντικότερες φωτιές εντός των ορίων πυροσβεστικών υπηρεσιών Κορίνθου και Μεγάρων από το 2000 μέχρι το 2021 ταξινομημένες σύμφωνα με το μέγεθος της καταστροφής που προκάλεσαν σε στρέμματα καμένης έκτασης. Με κίτρινο υπογραμμίζεται η φωτιά του Σχίνου Κορινθίας. ....	72
Πίνακας 4: Μεγαλύτερες φωτιές (άνω των 1.000 στρεμμάτων) στην Ελλάδα πριν τον μήνα Ιούνιο μετά το 2000 ταξινομημένες σύμφωνα με το μέγεθος τους. Με κίτρινο υπογραμμίζεται η φωτιά του Σχίνου Κορινθίας. ....	73
Πίνακας 5: Περιγραφή στοιχείων που συλλέγονται για τα δεδομένα των θέσεων των ενεργών εστίων φωτιάς. ....	78
Πίνακας 6: Ημερομηνίες και ώρες για τις οποίες υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα για την θέση της φωτιάς όπως προκύπτει από τις ενεργές εστίες. ....	80
Πίνακας 7: Πίνακας ιδιοτήτων επιπέδου επέκτασης της φωτιάς.....	83
Πίνακας 8: Κατηγορίες οδικού δικτύου ανά κλίμακα.....	85
Πίνακας 9: Αριθμός θρησκευτικών κτηρίων ανά κλίμακα.....	89
Πίνακας 10: Κατηγοριοποίηση επιπέδων χρήσεων γης από το πρόγραμμα Corine σε τρία επίπεδα με τις αντίστοιχες χρωματικές παλέτες σε κωδικούς RGB. ....	93
Πίνακας 11: Σειρά σχεδίασης επιπέδων στον χάρτη. Τα πρώτα επίπεδα στον πίνακα είναι αυτά που θα σχεδιαστούν πάνω από όλα. ....	106
Πίνακας 12: Χρήσεις γης στην περιοχή μελέτης και καμένες εκτάσεις ανά χρήσεις γης.....	107
Πίνακας 13: Οι επιτρεπτές κλίμακες δεδομένων του χάρτη όπως ορίζονται από την εφαρμογή.....	109
Πίνακας 14: Πίνακας με χρονικές διαφορές μεταξύ των μετρήσεων των θέσεων των ενεργών εστιών.....	110
Πίνακας 15: Πίνακας με μετεωρολογικά δεδομένα.....	111
Πίνακας 16: Μέση θερμοκρασία, σχετική υγρασία, βροχόπτωση και ταχύτητα ανέμου κατά τις μέρες έξαψης της πυρκαγιάς και κατά μέσο όρο για τον Μάιο τα τελευταία είκοσι χρόνια. ....	111

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1: Ορθή κυλινδρική σύμμορφη προβολή (Μερκατορική). Οι κύκλοι αναπαριστούν μια ίση επιφάνεια σε διαφορετικά μήκη και πλάτη του πλανήτη επιδεικνύοντας την παραμόρφωση των σχημάτων. ....	25
Χάρτης 2: Παράδειγμα θεματικού χάρτη. Αποτελέσματα εκλογών των Ηνωμένων Πολιτειών το 2012. ....	30
Χάρτης 3: Πινακίδες για το επίπεδο zoom 1 αριστερά και το 2 δεξιά. Με κάθε μεγέθυνση του χάρτη το επίπεδο zoom αλλάζει και αλλάζουν και οι αντίστοιχες πινακίδες στις οποίες χωρίζεται ο χάρτης. ....	34
Χάρτης 4: Προβολή Web Mercator ....	35
Χάρτης 5: Διαφορές αποστάσεων στον χώρο μεταξύ Mercator και Web Mercator λόγω παραμορφώσεων. ....	35
Χάρτης 6: Όρια δασικών υπηρεσιών στην Ελλάδα. ....	57
Χάρτης 7: Θέση περιοχής μελέτης. Το κόκκινο πολύγωνο αναπαριστά την τελική καμένη έκταση από την φωτιά. ....	60
Χάρτης 8: Ετήσιες κατακρημνίσεις για την περίοδο 1971–2000. ....	63
Χάρτης 9: Αποκομμένο τμήμα χάρτη βλάστησης της Ελλάδος για την περιοχή μελέτης με το αντίστοιχο υπόμνημα. ....	63
Χάρτης 10: Χάρτης κλίσεων. Οι χρωματισμοί είναι συνεχής με χρήση του μπλε χρώματος για τις χαμηλές κλίσεις και του κόκκινου χρώματος για τις μεγάλες. ....	64
Χάρτης 11: Χωροθέτηση βιότοπου Natura με κωδικό GR2530005 σε υψομετρικό χάρτη στα Γεράνεια όρη. ....	64
Χάρτης 12: Χωροθέτηση καταφύγιων άγριας ζωής στα Γεράνεια όρη. ....	66
Χάρτης 13: Χρήσης γης στην περιοχή μελέτης σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση του προγράμματος Corine του 2018. ....	68
Χάρτης 14: Επίκεντρα σεισμών μεγέθους ανωτέρου των 4 βαθμών της κλίμακας Richter στην περιοχή μελέτης από το 1970 έως και το 2021. Οι κύκλοι με χοντρό περίγραμμα αντιπροσωπεύουν σεισμούς μεγαλύτερους των 6 βαθμών της κλίμακας Richter. Δεδομένα από United States Geological Survey. ....	69
Χάρτης 15: Όρια επιχειρησιακής ευθύνης Περιφερειακών Πυροσβεστικών Διοικήσεων (με διαφορετικά χρώματα) πυροσβεστικών υπηρεσιών (εντός μαύρων περιγραμμάτων) και Πυροσβεστικών Κλιμακίων (με διακεκομμένες μαύρες γραμμές) στην περιοχή μελέτης. ...	70
Χάρτης 16: Όρια Δασικών Υπηρεσιών σε αντιπαραβολή με τα όρια Πυροσβεστικών Υπηρεσιών στην Αττική. ....	70
Χάρτης 17: Όρια Δασικών Υπηρεσιών σε αντιπαραβολή με τα όρια Πυροσβεστικών Υπηρεσιών στην Πελοπόννησο. ....	71
Χάρτης 18: Χάρτης καμένης έκτασης. ....	74
Χάρτης 19: Αρχικά δεδομένα έκτασης φωτιάς (κόκκινο πολύγωνο) και θέσεων εστιών (άσπρα σημεία). ....	77
Χάρτης 20: Χρήσεις γης στις καμένες εκτάσεις. ....	108
Χάρτης 21: Όρια καμένων εκτάσεων δίπλα στους σημαντικότερους οικισμούς όπου έφτασε η φωτιά. ....	114
Χάρτης 22: Περιοχές όπου η φωτιά περιορίζεται σε θέσεις ανάπτυξης του υδρογραφικού δικτύου. ....	115
Χάρτης 23: Όλη η έκταση της φωτιάς (με κόκκινο) παράλληλα με τις λεκάνες απορροής (τα όρια των οποίων φαίνονται με άσπρο). Με πράσινο σημειώνονται τα σημεία της κορυφογραμμής των Γερανείων όρων όπου η φωτιά σε μεγάλο βαθμό περιορίστηκε όταν τα συνάντησε. ....	116

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών εμφανίζεται ξανά και ξανά ως ακατάβλητο πρόβλημα για την χώρα και τα τελευταία χρόνια το φαινόμενο αυτό έχει ενταθεί σε συχνότητα και σε ένταση. Παράλληλα σήμερα, διαθέτουμε και τα περισσότερα εργαλεία από ποτέ για την αντιμετώπιση του. Ως εκ τούτου, δύνανται να αξιοποιηθούν τα εργαλεία αυτά με τον κατάλληλο τρόπο ώστε να γίνει καλύτερη διαχείριση του προβλήματος και μετρίασμός των συνεπειών αυτού. Η χαρτογραφία, και ειδικότερα τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ), ως ένα από αυτά τα διαθέσιμα εργαλεία, αποτελεί μέρος της λύσης για την μείωση των καταστροφικών συνεπειών του φαινομένου των πυρκαγιών. Βοηθά συγκεκριμένα, ως μέσο σύμπτυξης και απλοποίησης της πληροφορίας, μέσω οπτικοποίησης του φαινομένου, υποβοηθώντας σε όλα τα στάδια διαχείρισης από τη πρόληψη ως και την αντιμετώπιση των πυρκαγιών.

Αντικείμενο της μεταπτυχιακής εργασίας είναι η δημιουργία μιας διαδραστικής ιστοσελίδας όπου θα αποτυπώνεται η εξέλιξη της πυρκαγιάς της 19<sup>ης</sup> Μαΐου του 2021 στα Γεράνεια όρη. Η εφαρμογή αυτή διευκολύνει τον χρήστη να κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο εξελίχθηκε η συγκεκριμένη φωτιά και να αντιληφθεί καλύτερα το αποτύπωμα της καταστροφής στη συγκεκριμένη περιοχή. Η αποτίμηση της καταστροφής αποτελεί απαραίτητη διαδικασία για την κατανόηση του φαινομένου καθώς, έχοντας επίγνωση της κατάστασης, μπορεί να γίνει σχεδιασμός για την ανάκτηση της καμένης περιοχής αλλά και να εφαρμοστούν βήματα για την μελλοντική πρόληψη και αντιμετώπιση μίας όμοιας κατάστασης. Η χωροχρονική αποτύπωση καταστροφών μπορεί να προσδώσει σημαντικές πληροφορίες οι οποίες δεν θα ήταν φανερές χωρίς αυτή. Συγκεκριμένα, για τις πυρκαγιές που είναι ένα φαινόμενο που εξελίσσεται και στον χώρο και στον χρόνο, τα δεδομένα αυτά μπορούν να φανερώσουν μοτίβα σύμφωνα με τα οποία μπορούν αν προταθούν λύσεις.

Για την εκπόνηση της εργασίας θεμελιώδης ήταν η συλλογή και ψηφιακή επεξεργασία των δεδομένων με την αξιοποίηση των τεχνολογιών ΣΓΠ και συγκεκριμένα με την εφαρμογή QGIS. Σε επόμενο στάδιο, κατασκευάστηκε η σελίδα της εφαρμογής με παράλληλη χρήση HTML, CSS και JavaScript. Αξιοποιήθηκαν συμπληρωματικά και βιβλιοθήκες και πρόσθετα της JavaScript με σημαντικότερη τη βιβλιοθήκη Leaflet με την οποία καταχωρείται ο χάρτης και τα εργαλεία αυτού στη σελίδα. Η Leaflet ανασύρει τα δεδομένα αυτά από τον εξυπηρετητή Geoserver, όπου οργανώνεται το μεγαλύτερο μέρος της πληροφορίας, αλλά και από τοπικά αρχεία μορφότυπου GeoJSON.

Από την συνεργασία όλων των επιμέρους εργαλείων, εν τέλει, ανακύπτει η τελική χαρτοσύνθεση, τα αποτελέσματα της οποίας παρουσιάζονται σε μια διαδικτυακή διαδραστική ιστοσελίδα.

## ABSTRACT

Managing forest fires is a reoccurring and insurmountable problem in Greece and in recent years this phenomenon has intensified in frequency and intensity. At the same time, the available tools for addressing the problem of forest fires are more than ever. On that account, those tools may be utilized appropriately to optimize the methodology with which those disasters are managed and, as a result, mitigate the consequences their aftermath. The field of cartography, and especially Geographic Information Systems (GIS), can act as one of those problem-solving tools which could present solutions in many different stages of the problem. Specifically, GIS can assist in management of forest fire by visualizing and condensing the available information and presenting it effectively.

The main subject of this master's thesis is the development of a web application depicting the spread of the forest fire that occurred on the 19th of May 2021 in Geraneia Mountains, Greece. This application is intended to help the user understand the specific way in which the fire progressed and realize its impact to the region. The valuation of the disaster is a necessary procedure for understanding and interpreting the phenomena so that, ultimately, a plan can be crafted to move towards preventing and combating the problems that lead to it. However, one can expand their understanding on the subject by regarding its spatial and temporal dimension to their analysis, hence by visualizing the data using a map with temporal data. This way spatiotemporal patterns may emerge and provide insightful data from which newfound solutions can be proposed and implemented.

After concluding on the final products capabilities and planning of the specific steps to achieve the desired result, the essential data are collected and digitally processed through a GIS program, in this case QGIS. In the next stage, the web page was created using a combination of HTML, CSS and JavaScript. Additionally, plugins and JavaScript libraries were utilized with the most notable of them being the Leaflet JavaScript library which handles the functionality of the map and its tools. Principally, Leaflet retrieves data from a server, in which case is Geoserver, where most of the data is stored, or loads data, of GeoJSON format, directly on to the web page.

Eventually, through the collaboration of all the individual tools, a final map composition emerges which presents itself on an interactive web page.

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
CSS	Cascading Style Sheets
DOM	Document Object Model
DTM	Digital Terrain Model
GIS	Geographic Information Systems
GUI	Graphical User Interface
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
IP	Internet Protocol
ISO	International Organization for Standardization
OGC	Open Geospatial Consortium
OSM	Open Street Map
RGB	Red Green Blue
SLD	Style Layer Descriptor
SVG	Scalable Vector Graphics
TCP	Transmission Control Protocol
TIN	Triangulated Irregular Network
URL	Uniform Resource Locator
W3C	World Wide Web Consortium
WMS	Web Map Service
XML	eXtensible Markup Language
ΕΓΣΑ '87	Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του 1987
ΕΛ/ΛΑΚ	Ελεύθερο Λογισμικό/Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα
ΣΓΠ	Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών
ΨΜΕ	Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το δάσος είναι ένας ανεκτίμητος φυσικός, ανανεώσιμος και πλουτοπαραγωγικός πόρος, οι λειτουργίες του οποίου είναι περίπλοκες και εμπεριέχονται εντός ενός πολυδιάστατου συστήματος. Από το δάσος απορρέουν μια πληθώρα από τόσο άμεσες όσο και έμμεσες επωφελείς για τον άνθρωπο συνέπειες. Ο σημαντικότερος άμεσος εκμεταλλεύσιμος πόρος είναι η ξυλεία, η οποία βρίσκει αυξημένη χρήση μέσω της μηχανικής και χημικής της επεξεργασίας. Επιπλέον, διαφορετικοί τύποι βλάστησης μπορούν να προσφέρουν φρούτα, ρετσίνι, καουτσούκ, μασίτσα αλλά και ύλη για βόσκηση είτε για άγρια ζώα καθιστώντας δυνατό το κυνήγι ή για ήμερα ζώα που με τη σειρά τους προσφέρουν προϊόντα στον άνθρωπο. Ακόμα, το δάσος παράγει οξυγόνο και δεσμεύει διοξείδιο του άνθρακα συμβάλλοντας ταυτόχρονα στην μείωση των συνεπειών που προκαλούνται από το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Περεταίρω επηρεάζει το κλίμα και το μικροκλίμα μειώνοντας τις μεγάλες θερμοκρασιακές μεταβολές και την ταχύτητα του ανέμου, ενώ ταυτόχρονα καθαρίζει την ατμόσφαιρα συγκρατώντας τα αιωρούμενα σωματίδια, μειώνει την ηχορύπανση, διατηρεί το έδαφος, αποτρέπει πλημμυρικά γεγονότα, εμπλουτίζει τον υδροφόρο ορίζοντα, βελτιώνει την ποιότητα του νερού και προστατεύει την βιοποικιλότητα του πλανήτη. Τέλος, αξιοσημείωτη για τον άνθρωπο είναι σίγουρα και η αισθητική αξία του δάσους. Συνυπολογίζοντας όλα τα παραπάνω στοιχεία γίνεται εύκολα κατανοητή η αξία των δασών και η αναγκαιότητα ύπαρξής τους για την επιβίωση του ανθρώπου.<sup>1</sup>

Οι δασικές πυρκαγιές θεωρούνται φυσικό φαινόμενο στα μεσογειακά περιβάλλοντα και ήδη από το τέλος της τελευταίας μεσοπαγετώδους περιόδου υπάρχουν αναφορές πυρκαγιών στη μεσογειακή λεκάνη.<sup>2</sup> Τα μεσογειακά οικοσυστήματα όμως είναι προσαρμοσμένα στο να αντιμετωπίζουν πυρκαγιές και συνεπώς μια περιοχή μπορεί να καεί χωρίς να υποστεί μακροπρόθεσμη υποβάθμιση του οικοσυστήματος εφόσον αυτό συμβεί με μια περιοδικότητα 40 περίπου χρόνων. Οι φωτιές σε αυτή τη περίπτωση θεωρούνται περισσότερο μια κυκλική διαταραχή παρά μια καταστροφή.<sup>3</sup> Ωστόσο οι ανθρώπινες παρεμβάσεις έχουν συμβάλει στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη και την ξήρανση του κλίματος αυξάνοντας την πιθανότητα εκδήλωσης αλλά και την ένταση των πυρκαγιών αυτών απειλώντας οικοσυστήματα, τη βιοποικιλότητα και τον άνθρωπο ταυτόχρονα. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται η καταστροφική δράση των πυρκαγιών έχει υπερτριπλασιαστεί τα τελευταία 40 χρόνια.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ξανθόπουλος, Γ. (2009). *Δασοπροστασία και δασοπυρόσβεση, οδηγός για το περιβάλλον*, WWF Ελλάς, 13-14.

<sup>2</sup> Παπαγεωργίου, Χ.Α., Καρέτσος, Γ., Κατσαδωράκης, Γ. (2012). *Το Δάσος, Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση*, WWF Ελλάς, 105.

<sup>3</sup> στο ίδιο, 112.

<sup>4</sup> Ξανθόπουλος, Γ., *Δασοπροστασία...*, ό.π., 32.



Συνεπώς, γίνεται κατανοητό πως η έρευνα γύρω από τις δασικές πυρκαγιές αποτελεί μια επιστημονική, οικονομική και οικολογική αναγκαιότητα για τον άνθρωπο. Λόγω αυτού απαιτούνται δράσεις, οι οποίες θα επέλθουν των σχετικών ερευνών αναφορικά με την πρόληψη, την πρόβλεψη και την αντιμετώπιση των πυρκαγιών όπως και με την αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων. Η εργασία στοχεύει στην κατανόηση της κατάστασης που επικράτησε κατά την εξέλιξη της αγροδασικής πυρκαγιάς που εκδηλώθηκε στις 19 Μαΐου του 2021 στον Σχίνο Κορινθίας και εξαπλώθηκε στα Γεράνεια Όρη, μέσω της οπτικοποίησης της. Συγκεκριμένα, το φαινόμενο παρουσιάζεται απεικονίζοντας την εξέλιξη της φωτιάς με τη χρήση εργαλείων ΣΓΠ σε διαδραστικό περιβάλλον στο διαδίκτυο.

Η εν λόγω πυρκαγιά έκαψε μια συνολική έκταση 50.190 στρεμμάτων σε ένα χρονικό διάστημα 26 ωρών με την πλειονότητα των καμένων εκτάσεων να είναι δασικές εκτάσεις. Συνεπώς, αποτέλεσε μια τεράστια οικολογική καταστροφή για την χλωρίδα και πανίδα της περιοχής άλλα επίσης απείλησε πολλές ανθρώπινες ζωές και έκαψε πολλά κτήματα και περιουσίες.

Σύμφωνα με τον Παπαγιαννάκη Κ. η φωτιά αυτή ανήκει στο ανώτερο 1% των μεγάλων πυρκαγιών της περιόδου 2000-2021. Συγκεκριμένα, όταν εκδηλώθηκε ήταν η 13<sup>η</sup> μεγαλύτερη πυρκαγιά της περιόδου ακολουθώντας τις πυρκαγιές του 2000 σε Σάμο, Πελοπόννησο, Ιωάννινα και Καρδίτσα, τις φωτιές στην Πελοπόννησο του 2007, της Ρόδου το 2008 και της ανατολικής Αττικής του 2009. Η φωτιά στα Γεράνεια του 2021 χαρακτηρίζεται ως η πιο καταστροφική πυρκαγιά από άποψη καμένης δασικής έκτασης της τελευταίας δεκαετίας.<sup>5</sup> Είναι ακόμη η πρώτη πυρκαγιά που έκαψε πάνω από 5.000 στρέμματα πριν τον μήνα Ιούνιο.<sup>6</sup>

## 1.1 Αντικείμενο εργασίας

Το θέμα της εργασίας είναι η κατασκευή μιας διαδικτυακής, διαδραστικής εφαρμογής που θα αναπαριστά την εν λόγω πυρκαγιά και τα στάδια εξάπλωσης της από την ανάφλεξη της στον Σχίνο Κορινθίας, στις 19 Μαΐου στις 21:44, έως και την κατάσβεση της λίγες μέρες αργότερα.

Η εργασία προσπαθεί να απαντήσει μερικά ερωτήματα όπως το πως εξαπλώθηκε η φωτιά χωρικά και πως αιτιολογείται η εξάπλωση αυτή. Παράλληλα εξερευνώνται χαρτογραφικά ορθές λύσεις για την βέλτιστη αναπαράσταση της με τα υπάρχοντα δεδομένα και βρίσκει προγραμματιστικές λύσεις για την δημιουργία μια εύχρηστης και έξυπνης διαδικτυακής εφαρμογής.

---

<sup>5</sup> Παπαγιαννάκη, Κ., Κοτρώνη, Β., & Λαγουβάρδος, Κ. (2021). *Γεράνεια Όρη: η σημαντικότερη δασική πυρκαγιά της τελευταίας δεκαετίας*. Meteo. (Ανακτήθηκε στις 20 Σεπτεμβρίου 2022, από [https://www.meteo.gr/article\\_view.cfm?entryID=1745](https://www.meteo.gr/article_view.cfm?entryID=1745)).

<sup>6</sup> στο ίδιο.

## Βήματα που ακολουθήθηκαν

Το πρώτο βήμα περιλαμβάνει τον καθορισμό των συγκεκριμένων στόχων τις εργασίας και σύμφωνα με αυτούς ακολούθησε ο λογικός σχεδιασμός της εφαρμογής. Σε αυτό το στάδιο περιλαμβάνονται αποφάσεις όπως το ποια επίπεδα θα περιλαμβάνονται στην εφαρμογή, πως θα εμφανίζονται, ποια θα είναι η οπτική μορφή της τελικής εφαρμογής και τι δυνατότητες θα δίνει στον χρήστη μεταξύ άλλων.

Αφού εδραιώθηκαν οι στόχοι προσδιορίστηκε ο τρόπος επίτευξης τους όπως και τα συγκεκριμένα εργαλεία που θα αξιοποιηθούν. Στη συνέχεια, ακολούθησε η συλλογή των απαραίτητων δεδομένων από τους διάφορους αρμόδιους παρόχους, τα οποία με την σειρά τους θα υποστούν επεξεργασία για να βρεθούν στην επιθυμητή μορφή με την χρήση προγραμμάτων ΣΓΠ, όπως είναι το QGIS.

Τα δεδομένα εισάγονται σε έναν online εξυπηρετητή, τον Geoserver του Πολυτεχνείου, και για κάθε ένα είδος από αυτά δημιουργείται ένα στυλ μορφότυπου SLD. Τα αρχεία αυτά ανέβηκαν στον εξυπηρετητή και συσχετίστηκαν με τα καταλληλά επίπεδα.

Επόμενο βήμα αποτέλεσε η δημιουργία της διαδικτυακής εφαρμογής με την βοήθεια της βιβλιοθήκης Leaflet. Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκε ο κατάλληλος κώδικας HTML, Javascript και CSS ώστε η εφαρμογή να ικανοποιεί τους σκοπούς καθώς επίσης όποτε κρίθηκε αναγκαίο αξιοποιήθηκαν τα κατάλληλα plugins για να βελτιστοποιήσουν την οπτικοποίηση ή και την λειτουργικότητα του χάρτη. Τέλος, δόθηκε αρκετή προσοχή σε όλα τα στάδια της εφαρμογής για να είναι ευανάγνωστη και κατανοητή, μορφοποιώντας τον κώδικά και προσθέτοντας επεξηγηματικά σχόλια στο σύνολο του.

## 1.2 Σκοπός

Η απεικόνιση αυτή σκοπεύει να υποδείξει και να αναδείξει τους διάφορους παράγοντες που συνέβαλαν στην ταχεία εξάπλωση και μη έγκυρη κατάσβεση της φωτιάς. Τέτοιοι παράγοντες μπορεί να είναι μετεωρολογικοί (θερμοκρασία, ταχύτητα και κατεύθυνση του ανέμου, υγρασία στην ατμόσφαιρα), τοπογραφικοί (μορφολογία του ανάγλυφου) αλλά και παράγοντες όπως η προσβασιμότητα κ.α.. Οι παράγοντες αυτοί πρέπει να κατανοηθούν ως συνεχή φαινόμενα στο χώρο που διαφοροποιούνται χωρικά καθώς η έκταση της περιοχής μελέτης είναι μεγάλη. Συνεπώς, πληρέστερη κατανόηση της κατάστασης που επικράτησε κατά την πυρκαγιά μπορεί να αναδειχθεί από τη χαρτογραφική αναπαράσταση της εξέλιξης του φαινομένου. Μέσω αυτής διαφαίνεται και η χρησιμότητα των ΣΓΠ για την εκπόνηση του έργου.

Συνολικά, ο στόχος είναι η αξιοποίηση των υπαρχόντων δεδομένων για την ανάλυση του τρόπου εξάπλωσης της φωτιάς και την επιτυχή παρουσίαση και τελική κατανόηση της συνολικής καταστροφής που προκάλεσε η φωτιά στα Γεράνεια Όρη. Αυτό επιτεύχθηκε μέσω μιας διαχρονικής και διαδραστικής απεικόνισης σε μια εφαρμογή στο διαδίκτυο βασισμένη εξ' ολοκλήρου σε προγράμματα ανοιχτού κώδικα (open source).

Η χρήση ψηφιακών τεχνολογιών και συγκεκριμένα η ανάπτυξη διαδικτυακής εφαρμογής πλεονεκτεί ως προς τις δυνατότητες διάδρασης και τον τρόπο παρουσίασης των δεδομένων. Η εργασία ακόμα συμβάλει στην ανίχνευση τάσεων σε μια επαναλαμβανόμενη και πάντα παρούσα φυσική καταστροφή στον Ελλαδικό χώρο η οποία, τα τελευταία χρόνια, λαμβάνει όλο και ένα μεγαλύτερες διαστάσεις.

Τέλος, μέσω της καλύτερης σκιαγράφησης το φαινόμενου στο χώρο η εργασία ευελπιστεί να δώσει πάτημα στην περεταίρω εξερεύνηση του θέματος και από άλλες σκοπιές, ώστε η προσέγγιση των φυσικών αυτών καταστροφών να είναι πιο ολιστική.

### 1.3 Δομή εργασίας

Στο 2ο κεφάλαιο εισάγονται βασικές έννοιες που διέπουν την επιστήμη της χαρτογραφίας και αναλύονται τα βασικά χαρακτηριστικά ενός χάρτη. Περιγράφονται τρόποι δημιουργίας προβολικών συστημάτων και τα διακριτά χαρακτηριστικά των διαφορετικών τύπων προβολών, ενώ γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στα χαρακτηριστικά της ορθής σύμμορφης προβολής. Περιγράφονται ακόμα, οι τύποι γεωχωρικών δεδομένων και οι μέθοδοι επεξεργασίας αυτών ενώ δίνεται ιδιαίτερη αναφορά στις τεχνικές της γενίκευσης και των τοπολογικών ελέγχων.

Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο το ενδιαφέρον εστιάζεται στις προκλήσεις και δυνατότητες που έχει επιφέρει το διαδίκτυο στα ΣΓΠ και αναλύονται τρόποι με τους οποίους κανείς οφείλει να προσαρμόσει τον τρόπο απεικόνισης των γεωχωρικών δεδομένων για την παρουσίαση τους σε αυτό. Για να γίνουν κατανοητοί οι μέθοδοι αξιοποίησης των ΣΓΠ στο διαδίκτυο, αρχικά παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική δομή του παγκόσμιου ιστού. Στα πλαίσια αυτής εξετάζονται το πρωτόκολλο HTTP, τα πρότυπα του φορέα W3C και γλώσσες διαμόρφωσης του περιεχομένου των ιστοσελίδων, όπως HTML, CSS και JavaScript. Επιπλέον, αναλύονται τα συγκεκριμένα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την αξιοποίηση των ΣΓΠ στο διαδίκτυο και ειδικότερα στη συγκεκριμένη εφαρμογή. Αυτά περιλαμβάνουν τον φορέα προτύπων OGC, τον εξυπηρετητή Geoserver και βιβλιοθήκες της JavaScript όπως η Leaflet. Ακόμη, αναλύονται οι δυνατότητες προσθήκης διαδραστικότητας

στον χάρτη με αξιοποίηση υπηρεσιών δημοσιοποίησης δεδομένων στο διαδίκτυο όπως το WMS και με εισαγωγή δεδομένων μορφότυπου GeoJSON.

Στο τέταρτο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο εξετάζονται τα χαρακτηριστικά και η συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών. Συγκεκριμένα, αναλύεται ο τρόπος δράσης των πυρκαγιών σε δασικά οικοσυστήματα και οι παράγοντες που επηρεάζουν την έξαψη και εξάπλωση αυτών. Ακόμη, γίνεται ειδική αναφορά στις πυρκαγιές στα ελληνικά οικοσυστήματα ενώ αναφέρονται οι αρμόδιοι φορείς διαχείρισης των δασών και κατάσβεσης των πυρκαγιών. Τέλος, γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στις πυρκαγιές ως φαινόμενο που εξελίσσεται όχι μόνο στον χώρο αλλά και στον χρόνο.

Στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται σκιαγράφιση της περιοχής μελέτης και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών αυτής. Αρχικά, προσδιορίζεται η θέση της περιοχής και αναλύονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά αυτής και το γενικό κλίμα που επικρατεί. Γίνεται περεταίρω ειδική αναφορά στα χαρακτηριστικά του φυσικού τοπίου της περιοχής και ειδικότερα στα Γεράνια όρη και τις εκτάσεις της περιοχής όπου τίθενται υπό συγκεκριμένο καθεστώς προστασίας. Ακόμη, παρατίθενται πρακτικές πληροφορίες για τον τρόπο οργάνωσης της γης στην έκταση της περιοχής μελέτης. Το κεφάλαιο κλείνει παρουσιάζοντας συνοπτικά τα συστήματα οργάνωσης των πυροσβεστικών υπηρεσιών στην περιοχή όπως και περιπτώσεις πυρκαγιών που συνέβησαν εκεί στο παρελθόν.

Στο 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναγράφεται η μεθοδολογία υλοποίησης της διαδικτυακής εφαρμογής από το στάδιο συλλογής των δεδομένων, στην επεξεργασία τους και την τελική δημοσιοποίηση τους στο διαδίκτυο. Αναλύονται τα συγκεκριμένα διαδοχικά στάδια επεξεργασίας των επιπέδων εντός του QGIS, η μορφοποίηση της απεικόνισης τους εντός του Geoserver και τα στάδια δημιουργίας της ιστοσελίδας με HTML, CSS, Javascript και Leaflet. Κατόπιν, περιγράφονται οι επιλογές και δυνατότητες που προσδίδονται στην εφαρμογή από την αρχιτεκτονική της, την επεξεργασία των δεδομένων και τα πρόσθετα που υλοποιήθηκαν εντός αυτής.

Εν τέλει, το 7<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζει την τελική εφαρμογή και τα χαρακτηριστικά της εξάγοντας συμπεράσματα από αυτά. Ειδικότερα, γίνεται ανάλυση του τοπίου όπου εξελίχθηκε η φωτιά αξιοποιώντας τις δυνατότητες της εφαρμογής και κάνοντας συγκρίσεις μεταξύ των επιπέδων. Στη συνέχεια, από τα επίπεδα αυτά, τα μετεωρολογικά δεδομένα και τα λοιπά διαθέσιμα στοιχεία εξάγονται συμπεράσματα για την εξάπλωση της φωτιάς. Τέλος, αναγνωρίζονται οι αδυναμίες της εφαρμογής και αναφέρονται τρόποι αντιμετώπισης τους στα πλαίσια μιας μελλοντικής επέκτασης της.

## 2. ΧΩΡΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ

### 2.1 Η επιστήμη της χαρτογραφίας, σκοπός και εξέλιξη

Ως χάρτη νοούμε ένα γράφημα, το οποίο αναπαριστά τον γεωγραφικό χώρο και τα φυσικά και ανθρωπογενή φαινόμενα επί αυτού ο οποίος προσδιορίζεται από κανόνες και προδιαγραφές. Οι χάρτες ακόμα πρέπει να μπορούν αν συνδυάζονται με κανόνες μαθηματικών και γραπτού λόγου και να παράγουν ένα αισθητικό αποτέλεσμα. Απόρροια της διαδικασίας αυτής είναι η δημιουργία ενός χάρτη με τεράστια επικοινωνιακή δύναμη που μεταφέρει αποτελεσματικά μηνύματα και έννοιες που είναι αδύνατον να αποδοθούν επαρκώς στον γραπτό ή τον προφορικό λόγο.<sup>7,8</sup>

Η διαδικασία κατασκευής ενός χάρτη εμπεριέχει πάντα την διαδικασία αφαίρεσης αφού είναι πρακτικά αδύνατο να γίνει απεικόνιση όλων των στοιχείων του πραγματικού κόσμου. Ωστόσο, τα συγκεκριμένα στοιχεία του χάρτη που θα αφαιρεθούν είναι υπό τον έλεγχο του χαρτογράφου. Θα πρέπει συνεπώς να επιλεγθούν στοιχεία όπως η συγκεκριμένη περιοχή που θα απεικονισθεί, η κλίμακα του χάρτη, η χαρτογραφική προβολή που θα αξιοποιηθεί και τα δεδομένα που θα απεικονιστούν μεταξύ άλλων επιλογών.<sup>9</sup> Για την διαχείριση των επιλογών αυτών έχει δημιουργηθεί ένα σύνολο κανόνων προκειμένου ο χάρτης να μπορεί να περιγράψει και να μεταφέρει την επιθυμητή κάθε φορά πληροφορία στον χρήστη μέσω των οπτικών μεταβλητών που τον συνθέτουν.<sup>10</sup>

Κατά τη δημιουργία ενός χάρτη πρέπει να οριστεί ο σκοπός του, οι πιθανοί αναγνώστες του χάρτη, η πρόθεση χρήσης αυτού, τα διαθέσιμα δεδομένα για την εκπλήρωση του και ο εξοπλισμός με τον οποίο θα περατωθεί.<sup>11</sup>

Η χαρτογραφία είναι η επιστήμη και η πρακτική της δημιουργίας χαρτών. Η ίδια γεννήθηκε από την εγγενώς περιορισμένη ικανότητα του ανθρώπου να επιτηρεί το σύνολο του φυσικού γήινου περιβάλλοντος.<sup>12</sup>

Μέσω ενός συνόλου μελετών, τεχνικών και καλλιτεχνικών εργασιών που αφορούν απεικονίσεις η χαρτογραφία μπορεί να μεταφράζει την χωρική πληροφορία της πραγματικότητας και να την μοντελοποιεί για να την επικοινωνήσει αποτελεσματικά.

---

<sup>7</sup> Κάτσιος, Ι., & Τσάτσαρης, Α. (2014). *Διαλέξεις Θεματικής Χαρτογραφίας*. Εκδόσεις Δίσιγμα.

<sup>8</sup> Μαλούτας, Θ. (1998). *Θεματική Χαρτογραφία*. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

<sup>9</sup> στο ίδιο.

<sup>10</sup> Παππάς, Β. (2011). *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Και Σχεδιασμός Του Χώρου*. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών.

<sup>11</sup> Μαλούτας, Θ. *Θεματική Χαρτογραφία*, ό.π.

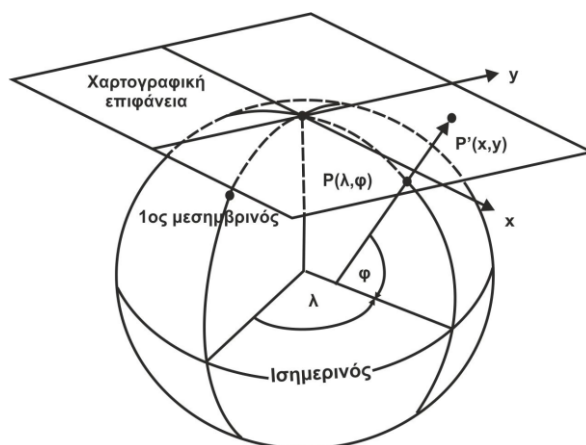
<sup>12</sup> Λιβεράτος, Ε. (1998). *Χαρτογραφίας και χαρτών περιήγησις*. Εθνική Χαρτοθήκη.

## 2.2 Χαρτογραφικές προβολές

### Εισαγωγή

Με την χρήση χαρτογραφικών προβολών γίνεται προσπάθεια απεικόνισης της καμπύλης γήινης επιφάνειας προσομοιωμένης από μία μη αναπτυσσόμενη επιφάνεια στο επίπεδο του χάρτη, και άρα στις δύο διαστάσεις. Οι απεικονίσεις αυτές συνοδεύονται πάντα από παραμορφώσεις. Συνεπώς έχουν αναπτυχθεί πολλά προβολικά συστήματα που διατηρούν ορισμένες γεωμετρικές ιδιότητες των χωρικών οντοτήτων αναλλοίωτες και αξιοποιούνται για διαφορετικούς σκοπούς. Οπότε μια προβολή δεν μπορεί να διατηρεί τις αποστάσεις, της γωνίες, τα εμβαδά και τις διευθύνσεις ταυτόχρονα χωρίς παραμορφώσεις.<sup>13</sup>

Οι χαρτογραφικές απεικονίσεις μπορούν να ορισθούν ακόμα και αυθαίρετα ωστόσο πρακτικά προκύπτουν κάθε φορά από την ολοκλήρωση μιας ορισμένης διαφορικής εξίσωσης η οποία συντάσσεται με τρόπο τέτοιο ώστε να ικανοποιεί τις επιθυμητές ιδιότητες του τελικού χάρτη.<sup>14</sup> Μέσω των εξισώσεων αυτών μετατρέπουμε τις γεωγραφικές συντεταγμένες ( $\phi, \lambda$ ), που αναπαριστούν θέσεις πάνω στην επιφάνεια της Γης, σε καρτεσιανές ή γεωδαιτικές συντεταγμένες ( $x, y, z$ ), που δίνουν τη σχετική θέση προσδιορίζοντας την ως απόσταση από την ορισμένη αρχή των αξόνων.<sup>15</sup>



Εικόνα 1: Μετατροπή γεωγραφικών συντεταγμένων σε Καρτεσιανές συντεταγμένες.<sup>16</sup>

Μια χαρτογραφική προβολή μπορεί να χαρακτηριστεί ως κωνική, κυλινδρική ή επίπεδη σύμφωνα με το είδος της επιφάνειας προβολής. Περεταίρω μπορούν να διακριθούν σύμφωνα με τις ιδιότητες τους σε ισαπέχουσες, σύμμορφες και ισοδύναμες.

<sup>13</sup> Nakos, V. (2015). *Αναλυτική χαρτογραφία* [Undergraduate textbook]. Kallipos, Open Academic Editions. <http://hdl.handle.net/11419/2233>.

<sup>14</sup> στο ίδιο.

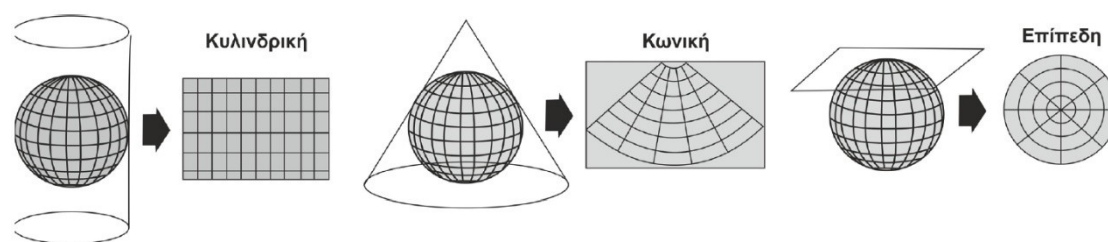
<sup>15</sup> Nikolakopoulos, K., Katsanou, K., & Lamprakis, N. (2015). *Υδρολογία με χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και δεδομένων τηλεπισκόπησης* [Undergraduate textbook]. Kallipos, Open Academic Editions. <http://hdl.handle.net/11419/2520>.

<sup>16</sup> στο ίδιο.

Οι **ισοδύναμες** ή ισεμβαδικές προβολές διατηρούν το εμβαδόν των απεικονιζόμενων στοιχείων ενώ διαστρεβλώνουν τα σχήματα και τις γωνίες. Βρίσκουν κατά κύριο λόγο χρήση σε χάρτες μικρής κλίμακας.

Οι **ισαπέχουσες** προβολές διατηρούν τις αποστάσεις αλλά σε μια μόνο ορισμένη κατεύθυνση. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό η κλίμακα διαφοροποιείται στην έκταση του χάρτη αλλά παραμένει σωστή προς την ίδια κατεύθυνση που διατηρούνται οι αποστάσεις. Οπότε, αν για παράδειγμα η κλίμακα είναι σωστή κατά μήκος του Ισημερινού τότε οι αποστάσεις θα είναι σωστές κατά μήκος των παραλλήλων.

Τέλος, οι **σύμμορφες** ή ισόμορφες ή ισογώνιες προβολές διατηρούν το σχήμα και τις γωνίες αλλά μόνο σε μικρές περιοχές. Οι μεσημβρινοί και οι παράλληλοι τέμνονται σε ορθές γωνίες και η κλίμακα του χάρτη δεν παραμορφώνεται στην έκταση τους.<sup>17</sup>



Εικόνα 2: Σχηματική αναπαράσταση εφαρμογής της κυλινδρικής, κωνικής και επίπεδης επιφάνειας προβολής.<sup>18</sup>

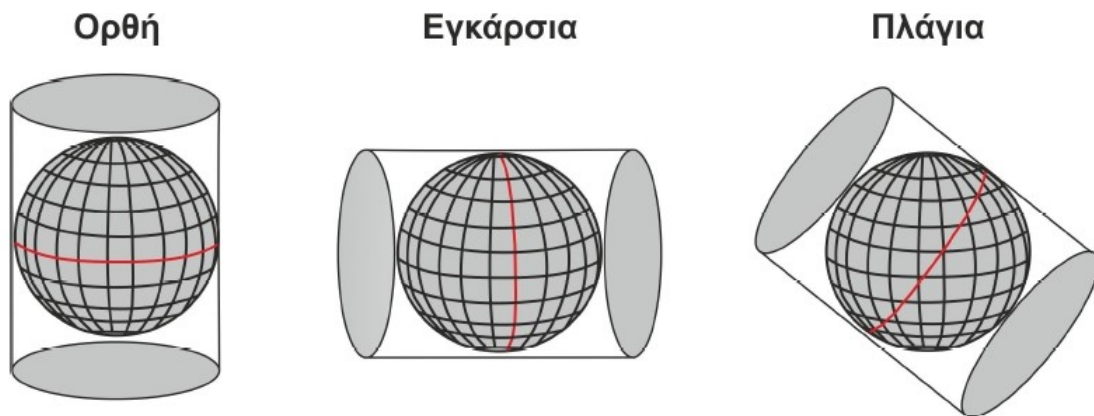
Τέλος, μπορεί να γίνει και κατηγοριοποίηση των προβολών σύμφωνα με τον προσανατολισμό του ορθογωνίου, του κώνου ή του επιπέδου συγκριτικά με το ελλειψοειδές. Συνεπώς, γίνεται διάκριση των προβολών σε ορθές, εγκάρσιες και πλάγιες.

Ορθές είναι οι προβολές των οποίων ο άξονας συμμετρίας της αναπτυσσόμενης επιφάνειας ταυτίζεται με τον άξονα περιστροφής της Γης. Εγκάρσιες ονομάζονται οι απεικονίσεις όπου ο άξονας συμμετρίας της αναπτυσσόμενης επιφάνειας συναντά κάθετα στην τον άξονα περιστροφής της Γης. Ενώ στις πλάγιες προβολές ο άξονας συμμετρίας της αναπτυσσόμενης επιφάνειας βρίσκεται υπό οποιαδήποτε άλλη γωνία τον άξονα περιστροφής της Γης.<sup>19</sup>

<sup>17</sup> στο ίδιο.

<sup>18</sup> στο ίδιο.

<sup>19</sup> στο ίδιο.



Εικόνα 3: Σχηματική αναπαράσταση εφαρμογής κυλινδρικών προβολών με βάση τον προσανατολισμό του κυλίνδρου.<sup>20</sup>

### Μερκατορική προβολή

Η μερκατορική προβολή επινοήθηκε από τον Φλαμανδό χαρτογράφο Gerardus Mercator τον 16<sup>ο</sup> αιώνα. Πρόκειται για μια ορθή σύμμορφη κυλινδρική προβολή η οποία προκύπτει από μια ορθή ισαπέχουσα κυλινδρική προβολή με την κατάλληλη μετάθεση των παραλλήλων στο επίπεδο της απεικόνισης ώστε να ικανοποιείται η συνθήκη της συμμορφίας.<sup>21</sup>

Η μερκατορική προβολή μπορεί να μοντελοποιήσει την Γη με δύο τρόπους, είτε ως σφαίρα είτε ως ελλειψοειδές. Από τον μαθηματικό μετασχηματισμό των γεωγραφικών συντεταγμένων σε καρτεσιανές συντεταγμένες προκύπτουν, για την απεικόνιση στη σφαίρα:

$$x = R \lambda$$

$$y = R \ln \left( \tan \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \right)$$

Και για το ελλειψοειδές:

$$x = \alpha \lambda$$

$$y = \alpha \ln \left( \tan \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \left( \frac{1 - e \sin \varphi}{1 + e \sin \varphi} \right)^{\frac{e}{2}} \right)$$

Όπου  $\alpha$  είναι ο μεγάλος ημιάξονας του ελλειψοειδούς και  $e$  η εκκεντρότητα του ελλειψοειδούς.

Σε αυτήν την απεικόνιση και οι μεσημβρινοί και οι παράλληλοι αναπαρίστανται ως παράλληλες ευθείες οι οποίες είναι κάθετες μεταξύ τους. Ακόμη οι ευθείες των μεσημβρινών ισαπέχουν μεταξύ τους.<sup>22</sup>

<sup>20</sup> στο ίδιο.

<sup>21</sup> Β. Νάκος, *Αναλυτική χαρτογραφία*, ό.π.

<sup>22</sup> Β. Νάκος, *Αναλυτική χαρτογραφία*, ό.π.



Εφόσον η προβολή είναι σύμμορφη και οι μεσημβρινοί παράλληλη δέσμη ευθειών, η απεικόνιση αυτή έχει την δυνατότητα να απεικονίζει τις λοξοδρομίες ως ευθείες γραμμές. Συνεπώς, κάθε ευθεία γραμμή σε αυτόν τον χάρτη είναι μια γραμμή σταθερής γωνίας διεύθυνσης στην επιφάνεια του ελλειψοειδούς. Το χαρακτηριστικό αυτό καθιστά την μερκατορική προβολή κατάλληλη για ναυσιπλοΐα καθώς η πορεία ενός σκάφους μπορεί να χαραχθεί σε ευθεία γραμμή στο χάρτη και να υλοποιηθεί με τη βοήθεια μιας μαγνητικής πυξίδας.<sup>23</sup>



Χάρτης 1: Ορθή κυλινδρική σύμμορφη προβολή (Μερκατορική). Οι κύκλοι αναπαριστούν μια ίση επιφάνεια σε διαφορετικά μήκη και πλάτη του πλανήτη επιδεικνύοντας την παραμόρφωση των σχημάτων.<sup>24</sup>

## ΕΓΣΑ '87

Το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του 1987, γνωστό ως ΕΓΣΑ '87, αποτελεί ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο σύστημα γεωγραφικής αναφοράς που χρησιμοποιείται σήμερα στην Ελλάδα. Αξιοποιεί το γεωκεντρικό ελλειψοειδές GRS-80 ως επιφάνεια αναφοράς προσανατολίζοντας το γεωειδές αυτού κατάλληλα για τον ελληνικό χώρο. Το προβολικό σύστημα που χρησιμοποιεί είναι η εγκάρσια μερκατορική προβολή. Η ίδια εφαρμόστηκε σε ολόκληρη την έκταση της χώρας με συντελεστή κλίμακας  $k=0,9996$  και με κεντρικό μεσημβρινό τον μεσημβρινό  $24^\circ$  ανατολικά του αστεροσκοπίου Greenwich. Ακόμη προστίθεται η σταθερά 500.000 στις τιμές των τετμημένων  $X$  προς αποφυγή χρήσης

<sup>23</sup> στο ίδιο.

<sup>24</sup> στο ίδιο .

αρνητικών τιμών. Ως εκ τούτου προκύπτει το σύστημα αναφοράς με παραμορφώσεις μηκών μικρότερες των 67 εκατοστών σε απόσταση ενός χιλιομέτρου.<sup>25</sup>

## 2.3 Διαμόρφωση και επεξεργασία χαρτογραφικών δεδομένων

Τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (ΣΓΠ ή GIS) και η τηλεπισκόπηση αποτελούν τεχνολογίες που υποστηρίζουν την εισαγωγή, τη διαχείριση, την επεξεργασία, την χωρική ανάλυση, και την χαρτογραφική μοντελοποίηση και οπτικοποίηση σύνθετων περιβαλλοντικών δεδομένων με αναφορά στον χώρο και το χρόνο.<sup>26</sup> Οι διαδικασίες αυτές πρέπει να καλύπτονται από ένα ολοκληρωμένο ΣΓΠ, παράλληλα όμως η επιτυχής λειτουργία του απαιτεί τη συνεργασία πέντε διαφορετικών και εξίσου σημαντικών συνιστωσών. Αυτές είναι τα δεδομένα, τα μηχανήματα (hardware), το λογισμικό (software), οι χειριστές του συστήματος και το θεσμικό πλαίσιο λειτουργίας του. Κάθε ένας παράγοντας έχει τις δικές του απαιτήσεις και παραμέτρους που συμβάλουν στην επιτυχή συμβολή του στο σύστημα.<sup>27</sup>

Τα ΣΓΠ διαχειρίζονται χωρικά δεδομένα, τα οποία διακρίνονται στα δύο πλέον διαδεδομένα μοντέλα πληροφορίας, τα διανυσματικά και τα ψηφιδωτά ή κανονικοποιημένα. Το διανυσματικό μοντέλο αναπαριστά των γεωγραφικό χώρο με οντότητες οι οποίες αποτελούν διακριτά αντικείμενα όπως σημεία, γραμμές, πολύγωνα, επιφάνειες και όγκοι. Το ψηφιδωτό μοντέλο απεναντίας θεωρεί τον γεωγραφικό χώρο ως ένα ενιαίο και συνεχές σύνολο που κατακερματίζεται σε επιμέρους στοιχειώδη τμήματα συγκεκριμένων διαστάσεων που αποτελούν τις ψηφίδες. Τα δυο μοντέλα έχουν το καθένα την δική του θέση στα ΣΓΠ αφού έκαστο εξυπηρετεί διαφορετικούς σκοπούς.<sup>28</sup>

### Διανυσματικά και ψηφιδωτά δεδομένα

Οι τύποι των δεδομένων που διαχειρίζονται τα ΣΓΠ είναι δύο ειδών, διανυσματικά (vector) και ψηφιδωτά (raster) δεδομένα. Τα δύο μοντέλα αναπαριστούν με διαφορετικό τρόπο τον χώρο, έχουν διαφορετικές ιδιότητες και εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς.

Σύμφωνα με το διανυσματικό μοντέλο δεδομένων ο γεωγραφικός χώρος περιλαμβάνει διακριτές οντότητες, οι οποίες μπορεί να είναι σημεία, γραμμές, πολύγωνα, επιφάνειες και όγκοι. Το ψηφιδωτό μοντέλο από την άλλη αντιλαμβάνεται τον γεωγραφικό χώρο ως ένα ενιαίο και συνεχές σύνολο που

---

<sup>25</sup> Β. Νάκος, *Αναλυτική χαρτογραφία*, ό.π.

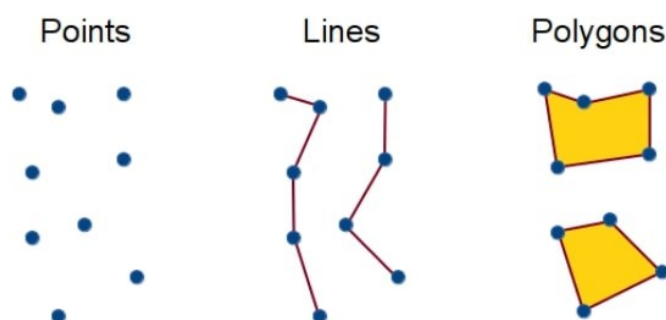
<sup>26</sup> Henderson, M., Kalabokidis, K., Marmaras, E., Konstantinidis, P., & Marangudakis, M. (2005). *Fire and Society: A Comparative Analysis of Wildfire in Greece and the United States*. *Human Ecology Review*, 12(2), 172-173. <http://www.jstor.org/stable/24707531>

<sup>27</sup> Παππάς, Β. *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών*.. ό.π..

<sup>28</sup> στο ίδιο.

κατακερματίζεται σε επιμέρους στοιχειώδη τμήματα, συγκεκριμένων διατάσεων, που αποκαλούνται ψηφίδες ή εικονοστοιχεία.<sup>29</sup>

Το διανυσματικά δεδομένα σχεδιάζονται στον κενό χώρο και εμπεριέχουν διακριτές οντότητες. Οι οντότητες αυτές περιγράφονται από ένα σύνολο στατικών, συμπεριφορικών και δομικών ιδιοτήτων. Οι στατικές ιδιότητες αναφέρονται στα περιγραφικά χαρακτηριστικά των οντοτήτων όπως το όνομα και το id τους. Οι ιδιότητες συμπεριφοράς αναφέρονται στον τρόπο αναπαράστασης τους σε συνάρτηση με ορισμένους περιορισμούς, όπως είναι για παράδειγμα οι περιορισμοί κλίμακας απόδοσης. Τέλος, οι δομικές ιδιότητες σχετίζονται με τις χωρικές ιδιότητες της οντότητας όπως είναι η θέση και τα περιγραφικά της μεγέθη (πχ μήκος, εμβαδό).<sup>30</sup>



Εικόνα 4: Σημειακά, γραμμικά και πολυγωνικά διανυσματικά δεδομένα.<sup>31</sup>

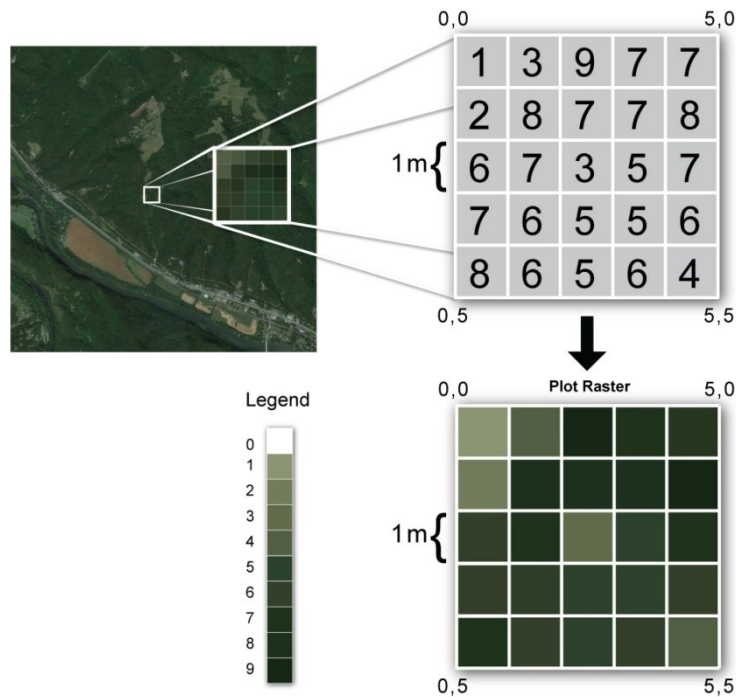
Τα ψηφιδωτά ή κανονικοποιημένα δεδομένα αναπαριστούν τον χώρο κατατέμνοντάς τον σε μικρές διακριτές περιοχές οι οποίες αποκαλούνται ψηφίδες ή φατνία ή κελιά. Δηλαδή, ο συνεχής και ενιαίος χώρος διακρίνεται με την χρήση ενός πλέγματος που τον διαιρεί σε ψηφίδες και σε κάθε ψηφίδα ανατίθεται μια τιμή. Η έκταση που αναπαριστά μια ψηφίδα στον χώρο καθορίζει την διακριτική ανάλυση ή χωρική ανάλυση των δεδομένων. Οι ψηφίδες δεν περιορίζονται στο σχήμα που έχουν, αρκεί να μην είναι επικαλυπτόμενες, αλλά συνηθίζεται να είναι τετραγωνικές. Ο περιορισμός της χρήσης πλέγματος για την αναπαράσταση χωρικών οντοτήτων συχνά διαφαίνεται προβληματικός ιδίως κατά την αναπαράσταση γραμμικών οντοτήτων και ορίων στοιχείων με ακρίβεια.<sup>32</sup>

<sup>29</sup> στο ίδιο.

<sup>30</sup> στο ίδιο.

<sup>31</sup> Carter, W. (2021). *A Geographic Microservice*. (Retrieved October 20, 2022, from <https://levelup.gitconnected.com/a-geographic-microservice-d7634bd060ac>).

<sup>32</sup> Παππάς, Β. *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών... ό.π.*



Εικόνα 5: Ψηφιδωτά δεδομένα σε τετραγωνικό κάναβο με διακριτική ικανότητα 1 μέτρο.<sup>33</sup>

## QGIS

Το QGIS είναι μια ανοιχτή και ελεύθερη εφαρμογή Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ). Αποτελεί επίσημα μέρος του project Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) και η άδεια του υπάγεται υπό της γενικής δημόσιας άδειας GNU. Εκτελείται σε λειτουργικά Linux, Unix, Mac OSX, Windows και Android και υποστηρίζει ένα μεγάλο πλήθος μορφώσεων διανυσματικών και ψηφιδωτών δεδομένων και λειτουργιών.

Το QGIS ως project στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στον εθελοντισμό με συνεισφορές από την κοινότητα του σε μορφή αναφοράς και διόρθωσης σφαλμάτων και ενεργής βοήθειας χρηστών μέσω του [gis.stackexchange.com](https://gis.stackexchange.com). Ακόμη, χρήστες μπορούν να συνεισφέρουν με πρόσθετα για να επεκτείνουν της λειτουργίες της εφαρμογής.



Εικόνα 6: Λογότυπο του QGIS 3.<sup>34</sup>

<sup>33</sup> Wasser, L. A., Jones, M. A., Brym, Z., Riemer, K., Williams, J., Hollister, J., & Smorul, M. (2021). *Raster 00: Intro to raster data in R*. neon. (Retrieved October 21, 2022, from <https://www.neonscience.org/resources/learning-hub/tutorials/dc-raster-data-r>).

<sup>34</sup> *Pôle-relais lagunes*. (2018). (Retrieved October 2022, from [https://pole-lagunes.org/extension-qgis-methode-nationale-devaluation-des-fonctions-des-zones-humides/1280px-qgis\\_logo\\_2017-svg/](https://pole-lagunes.org/extension-qgis-methode-nationale-devaluation-des-fonctions-des-zones-humides/1280px-qgis_logo_2017-svg/)).

## 2.4 Χαρτογραφική γενίκευση

Ως χαρτογραφική γενίκευση νοείται η διαδικασία απλοποίησης των δεδομένων με παράλληλη διατήρηση της ευκρίνειας όταν η κλίμακα αναπαράστασης μειώνεται και συνήθως σχετίζεται με την μείωση της λεπτομέρειας.<sup>35</sup>

Στη χαρτογραφική γενίκευση περιλαμβάνονται όλες εκείνες οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα με σκοπό τη διατήρηση μόνο των απαραίτητων λεπτομερειών της χαρτογραφικής πληροφορίας ενός δεδομένου χάρτη και βελτιώνουν την χαρτογραφική αναγνωσιμότητα και επικοινωνία αυτού.<sup>36</sup>

Η ανάγκη γενίκευσης επιπέδων γίνεται προφανής κατά την αναπαράσταση δεδομένων σε διαφορετικές κλίμακες. Με άλλα λόγια, μια οντότητα που περιγράφεται από τα ίδια δεδομένα μπορεί να χρειαστεί να παρουσιαστεί με διαφορετικό βαθμό γενίκευσης ανάλογα με την κλίμακα οπτικοποίησης του.

Spatial and Attribute Transformations (Generalization Operators)	Representation in the Original Map	Representation in the Generalized Map	
	At Scale of the Original Map	At 50% Scale	At 50% Scale
Simplification			
Smoothing			
Aggregation			
Amalgamation			
Merge			
Collapse			
Refinement			
Typification			
Exaggeration			
Enhancement			
Displacement			
Classification	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20	1-5, 6-10, 11-15, 16-20	Not Applicable

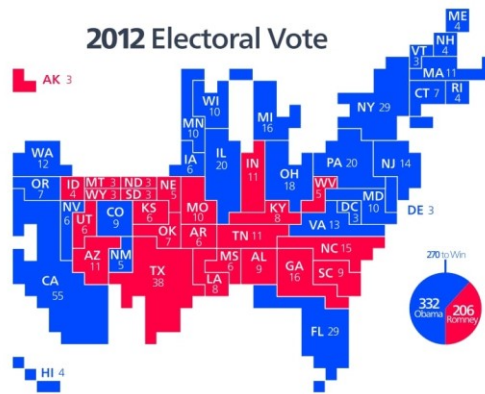
Πίνακας 1: Παραδείγματα τελεστών χαρτογραφικής γενίκευσης χωρικών οντοτήτων και ιδιοτήτων.<sup>37</sup>

Εξαιρετικά σημαντικός είναι ο ρόλος της γενίκευσης σε θεματικούς χάρτες όπου κατά την προσπάθεια ανάδειξης μιας συγκεκριμένης πληροφορίας γίνεται έντονη γενίκευση πολλαπλών χαρακτηριστικών του χάρτη.

<sup>35</sup> Χαλκιάς, Χ. Ν. (2006). *Όροι & Έννοιες Επιστήμης Γεωγραφικών Πληροφοριών*. Εκδόσεις ΙΩΝ.

<sup>36</sup> Παππάς, Β. *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών* ό.π.

<sup>37</sup> Shea, S. K., and McMaster, R. B (1989) *Cartographic generalization in a digital environment: When and how to generalize*, Proceedings of AutoCarto, Vol. 9.



Χάρτης 2: Παράδειγμα θεματικού χάρτη. Αποτελέσματα εκλογών των Ηνωμένων Πολιτειών το 2012.<sup>38</sup>

Στο Χάρτη 2 το μέγεθος των πολύγωνων των πολιτειών αναπαριστούν τις ψήφους που αναλογούν σε κάθε πολιτεία στους υποψήφιους προέδρους. Συνεπώς, δεν διατηρούνται τα μεγέθη των στοιχείων και οι αποστάσεις τους ενώ επίσης έχει αφαιρεθεί κάθε πληροφορία που δεν θεωρείται σημαντική για τον χάρτη όπως γειτονικές χώρες και μορφολογικά χαρακτηριστικά του αναγλύφου.

## 2.5 Τοπολογικοί Έλεγχοι

Ως τοπολογικές χαρακτηρίζονται οι σχέσεις των δομικών στοιχείων ενός χάρτη με χωρική διάσταση. Τα δομικά αυτά στοιχεία αναφέρονται σε χωρικές οντότητες, όπως σημεία, γραμμές, πολύγωνα και οι χωρικές τους σχέσεις αναφέρονται σε σχέσεις όπως η σύνδεση, η συνέχεια και η γειτνίαση των δεδομένων μεταξύ άλλων.

Η υλοποίηση τοπολογικών ελέγχων αποτελεί απαραίτητο μέρος της διαδικασίας του ελέγχου της ποιότητας των χωρικών δεδομένων. Για τον έλεγχο αυτών αξιοποιούνται κανόνες που περιγράφουν την επιθυμητή συμπεριφορά των χωρικών στοιχείων αναφορικά με την αλληλεπίδραση τους.<sup>39</sup> Με αυτόν τον τρόπο καταγράφονται οι γεωχωρικές σχέσεις των οντοτήτων και εντοπίζονται λάθη στον τρόπο απεικόνισης τους τα οποία σε επόμενο βήμα μπορούν εύκολα να αντιμετωπισθούν.

Τα σύγχρονα λογισμικά ΣΓΠ παρέχουν εύχρηστα εργαλεία για την αυτοματοποιημένη αναγνώριση των σφαλμάτων και για τις διορθώσεις αυτών, είτε μεμονωμένα επιλεκτικά είτε μαζικά.

<sup>38</sup> *What is a thematic map? 6 types of thematic maps.* (2020) Maptive. Retrieved October 2022, from <https://www.maptive.com/thematic-map-examples/>.

<sup>39</sup> Τσουλός, Λ., Σκοπελιτί, Α., & Στάμου, Λ. (2015). *Χαρτογραφική σύνθεση και απόδοση σε ψηφιακό περιβάλλον* [Undergraduate textbook]. Kallipos, Open Academic Editions. <http://hdl.handle.net/11419/2506>.

## 3. ΔΙΑΔΙΚΤΙΑΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ

### 3.1 Διαδίκτυο

Το διαδίκτυο πρόκειται για ένα παγκόσμιο πληροφοριακό σύστημα υπολογιστών το οποίο είναι λογικά διασυνδεδεμένο μέσω του μοναδικού παγκόσμιου χώρου διευθύνσεων βασισμένο στο πρωτόκολλο διαδικτύου. Είναι ικανό να υποστηρίζει επικοινωνίες χρησιμοποιώντας τα πρωτόκολλα TCP/IP και μπορεί να παρέχει, να χρησιμοποιεί ή και να καθιστά προσπελάσιμες, υπηρεσίες υψηλού επιπέδου βασιζόμενες στις επικοινωνίες.<sup>40</sup>

Οι πληροφορίες του διαδικτύου γίνονται προσβάσιμες μέσω του παγκόσμιου ιστού (World Wide Web - WWW) με την χρήση του πρότυπου HTTP. Ο Παγκόσμιος Ιστός πρόκειται για μια παγκόσμια συλλογή δεδομένων, συνδεδεμένων με υπερσυνδέσεις και URIs.<sup>41</sup>

Στο διαδίκτυο φιλοξενείται ένα τεράστιο πλήθος εξυπηρετητών καθένας εκ των οποίων φιλοξενεί πλήθος εγγράφων μέσω υπερσυνδέσεων, σε μορφή κειμένου, HTML ή XML. Έγγραφα και πολυμέσα που φιλοξενούνται αποκτούν επιπλέον δυνατότητες από scripts στην πλευρά πελάτη (client side) μέσω του φυλλομετρητή (browser) ή από την πλευρά του εξυπηρετητή (server side).<sup>42</sup>

Εξυπηρετητές ιστού διαχειρίζονται τα αιτήματα των πελατών και συνεργάζονται μεταξύ τους για να ανακτήσουν ή να δημιουργήσουν τα ζητούμενα έγγραφα και να τα παρουσιάσουν στον πελάτη.<sup>43</sup>

### 3.2 Διαδικτυακή χαρτογραφία

#### Εισαγωγή

Οι αναλογικοί χάρτες παραδοσιακά αξιοποιούνταν ως μέσο αποθήκευσης των χωρικών δεδομένων και ως μέσο επικοινωνίας της χωρικής πληροφορίας. Ωστόσο, με την εξάπλωση της ψηφιακής τεχνολογίας δόθηκαν στους χάρτες επιπλέον δυνατότητες ως προς τον τρόπο αποθήκευσης της πληροφορίας, ως προς τις δυνατότητες αυτοματοποίησης της δημιουργίας των χαρτών και ως προς τις μεθόδους διαμοίρασης της πληροφορίας που περιέχουν μεταξύ άλλων.<sup>44</sup>

---

<sup>40</sup> Δουλγέρης, Χ., Μαυροπόδη, Ρ., Κοπανάκη, Ε., & Καραλής, Α. (2017). *Τεχνολογίες και Προγραμματισμός στον Παγκόσμιο Ιστό* (1<sup>η</sup> εκδ.). Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

<sup>41</sup> στο ίδιο.

<sup>42</sup> Douligeris, C., & Mitropoulos, S. (2015). *Πληροφοριακά συστήματα στο διαδίκτυο* [Undergraduate textbook]. Kallipos, Open Academic Editions. <http://hdl.handle.net/11419/3969>.

<sup>43</sup> στο ίδιο.

<sup>44</sup> Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C., Kimerling, A. J., & Guptill, S. C. (n.d.). *Στοιχεία χαρτογραφίας*. Πανεπιστημιακές εκδόσεις ΕΜΠ.

Η διαδικτυακή χαρτογραφία είναι ένα κλάδος της χαρτογραφίας που χρησιμοποιεί το διαδίκτυο ως το μέσο αναπαράστασης της πληροφορίας. Ειδικότερα, μελετά τεχνικές σχεδιασμού, υλοποίησης και διανομής ενός χάρτη στο διαδίκτυο.<sup>45</sup>

Χαρακτηριστικό είναι ότι με τους διαδικτυακούς χάρτες ο παραγόμενος χάρτης μπορεί να διαφοροποιείται σημαντικά ως προς τις λειτουργίες που παρέχει. Τέτοιες λειτουργίες μπορεί να περιλαμβάνουν, μηχανή αναζήτησης, διεπαφές για την πρόσβαση σε άλλες γεωγραφικές και μη πληροφορίες, πολυμέσα όπως και δυνατότητες συνεργατικής χαρτογράφησης (crowdsourcing).<sup>46</sup>

Συγκεκριμένα, η χαρτογραφική απεικόνιση φυσικών καταστροφών πλεονεκτεί σημαντικά ως τρόπος μετάδοσης της χωρικής πληροφορίας όταν διατίθεται στο διαδίκτυο, και όχι αναλογικά. Η διαδικτυακή διάθεση των δεδομένων προσφέρει γρήγορη πρόσβαση σε αυτά αφού μπορούν να αναζητηθούν και να ανακτηθούν εύκολα με τις κατάλληλες εντολές. Αντιθέτως, η διανομή με αναλογικά μέσα κρίνεται πολύ δύσκολη, χρονοβόρα και κοστοβόρα. Ένα ακόμα πλεονέκτημα της ψηφιακής τεχνολογίας είναι η δυνατότητα ενημέρωσης των δεδομένων. Οπότε δίνονται δυνατότητες όπως η χαρτογράφηση της καταστροφής πριν αυτή καν να ολοκληρωθεί, δηλαδή σε πραγματικό χρόνο καθώς και η δυνατότητα ενημέρωσης των χαρτογραφούμενων προϊόντων.<sup>47</sup> Εφόσον το χαρτογραφούμενο προϊόν διατεθεί σε διαδικτυακή εφαρμογή θα μπορεί να είναι πιο λεπτομερής η απεικόνιση του ίδιου και περισσότερο τα επίπεδα του χάρτη με πληροφορίες επί του θέματος. Αυτό επιτυγχάνεται αξιοποιώντας δυνατότητες των διαδικτυακών χαρτών, όπως η διάθεση των επιπέδων σε πολλές διαφορετικές κλίμακες γενίκευσης και η επιλεκτική εμφάνιση επιπέδων δεδομένων.

Ουσιαστικά η διαδικτυακή χαρτογράφηση με αξιοποίηση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών προσφέρει ένα πλαίσιο υποδομών στον κυβερνοχώρο χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο για την πρόσβαση σε γεωγραφικά δεδομένα και για την παρουσίαση και διαμοίραση τους.<sup>48</sup>

Ο ρόλος των ΣΓΠ και της διαδικτυακής χαρτογράφησης κρίνεται εξαιρετικά σημαντικός και για την οπτικοποίηση έκτακτων περιστατικών και φυσικών καταστροφών όπως είναι και οι πυρκαγιές. Συγκεκριμένα, καταφέρνει να αναπαριστά όλα τα απαραίτητα δεδομένα στο χώρο, ώστε οι αρμόδιοι κάθε φορά φορείς, όπως είναι η πυροσβεστική, η αστυνομία, το ιατρικό προσωπικό και το

---

<sup>45</sup> Kilibarda, M., & Protić, D. (2019). *Introduction to geovisualization and web cartography*. University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering. (Retrieved from <http://osgl.grf.bg.ac.rs/books/gvkk-en/>).

<sup>46</sup> στο ίδιο.

<sup>47</sup> Gumusay, M. U., & Sahin, K. (2009). *Visualization of forest fires interactively on the internet*. *Academic Journals*, 4(11), 1163–1174. <https://doi.org/https://doi.org/10.5897/SRE.9000993>.

<sup>48</sup> Jankowski, P., Tsou, M.-H., & Wright, R. D. (2007). *Applying internet geographic information system for water quality monitoring*. *Geography Compass*, 1(6), 1315–1337. <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2007.00065.x>.



διευθυντικό προσωπικό, να μπορούν να πάρουν τις κατάλληλες αποφάσεις για την αντιμετώπιση του φαινομένου. Τέτοιες πληροφορίες μπορεί να περιλαμβάνουν το μέγεθος και τη διεύθυνση της περιμέτρου μίας πυρκαγιάς, τις θέσεις σπασμένων αναχωμάτων, την διαρροή ενός επικίνδυνου τοξικού απόβλητου ή και ακόμα και τη γενική θέση των θυμάτων μιας καταστροφής που χρήζουν διάσωσης. Τέλος, τα ΣΓΠ μπορούν να οργανώσουν την πληροφορία από πολλές πηγές και να την οπτικοποιούν απλουστεύοντας την για τον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων.<sup>49</sup>

### Πινακίδες

Κατά την διαδικτυακή χαρτογράφηση μπορεί να πρέπει να αξιοποιηθούν χάρτες πολλαπλών κλίμακων με διαφορετικά επίπεδα λεπτομέρειας. Ωστόσο αν για παράδειγμα πρέπει να αξιοποιηθεί ο παγκόσμιος χάρτης αυτός θα φορτωθεί πολύ δύσκολα καθώς είναι πολύ μεγάλος σε μέγεθος για να απεικονίζεται ολόκληρος σε κάθε κλίμακα και θέση ως μια εικόνα απευθείας στον υπολογιστή. Διαιρώντας τον όμως σε κομμάτια μπορούν αντ' αυτού να φορτώνονται μόνο τα μέρη του χάρτη που ο χρήστης ζητάει να δει σύμφωνα με την κλίμακα μεγέθυνσης και με τη θέση του στον χάρτη. Τα κομμάτια αυτά τα ονομάζουμε πινακίδες (map tiles).<sup>50</sup>

Έτσι μπορεί να φορτώνεται μόνο ένα μικρό μέρος του χάρτη δίνοντας την ψευδαίσθηση στον χρήστη ότι εξερευνά ένα μεγάλο συνεχές αρχείο.

Οι πινακίδες διχοτομούν την επιφάνεια του χάρτη σε ίσα επιμέρους κομμάτια. Έτσι ο κόσμος χωρίζεται σε πινακίδες που αναπαριστούν κάποια συγκεκριμένη περιοχή σε μια συγκεκριμένη κλίμακα.

Οι πινακίδες αυτές κατασκευάζονται με τον ίδιο τρόπο στους χάρτες που αξιοποιούν την προβολή Web Mercator και συνεπώς εξασφαλίζεται διαλειτουργικότητα μεταξύ αυτών.

---

<sup>49</sup> Green RW (2002). *Confronting catastrophe: A GIS handbook*, Redlands. ESRI Press.

<sup>50</sup> *Tiles à la google maps: Coordinates, tile bounds and projection*. (n.d.). MapTiler. (Retrieved October 2022, from <https://www.maptiler.com/google-maps-coordinates-tile-bounds-projection/#3/15.00/50.00>).



Χάρτης 3: Πινακίδες για το επίπεδο zoom 1 αριστερά και το 2 δεξιά. Με κάθε μεγέθυνση του χάρτη το επίπεδο zoom αλλάζει και αλλάζουν και οι αντίστοιχες πινακίδες στις οποίες χωρίζεται ο χάρτης.<sup>51</sup>

### Προβολή Web Mercator

Η μερκατορική προβολή συχνά θεωρείται ακατάλληλη για χάρτες γενικής χρήσης, ιδίως για τους χάρτες μικρής κλίμακας. Ωστόσο, παρατηρείται αναβίωση της χρήσης της με την προβολή Web Mercator η οποία έχει γίνει η κυρίαρχη χαρτογραφική προβολή που χρησιμοποιείται για τους διαδικτυακούς χάρτες. Παραδείγματα χρήσης αυτού αποτελούν το Google Maps, Bing Maps, OpenStreetMaps και το ArcGIS Online μεταξύ άλλων.<sup>52</sup>

Η προβολή Web Mercator στη πραγματικότητα πρόκειται για μια ειδική περίπτωση της μερκατορικής σφαιρικής προβολής. Πρακτικά χρησιμοποιεί ελλειψοειδείς συντεταγμένες αλλά μοντελοποιεί την Γη ως σφαίρα με ακτίνα ίση με τον μεγάλο ημιάξονα του ελλειψοειδούς του WGS. Συνεπώς, εντοπίζει τις γεωγραφικές συντεταγμένες χρησιμοποιώντας WGS 84 αλλά τις προβάλλει σε μια σφαίρα. Αυτή η τεχνική προκαλεί παραμορφώσεις μέχρι και της τάξης των 800 μέτρων και ίση με το 0,7% της κλίμακας του χάρτη. Επίσης, αυτό σημαίνει ότι η προβολή αυτή δεν είναι σύμμορφη, δηλαδή δεν διατηρεί τις γωνίες και τα σχήματα.<sup>53</sup>

<sup>51</sup> στο ίδιο.

<sup>52</sup> Battersby, S. E., Finn, M. P., Usery, E. L., & Yamamoto, K. H. (2014). *Implications of web mercator and its use in online mapping*. Cartographica. The International Journal for Geographic Information and Geovisualization, 49(2), 85–101. <https://doi.org/10.3138/cart0.49.2.2313>.

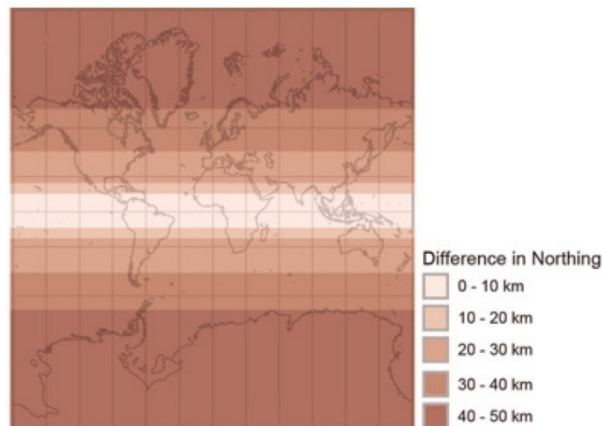
<sup>53</sup> στο ίδιο.



Χάρτης 4: Προβολή Web Mercator<sup>54</sup>

Οι διαφορές της μερκατορικής προβολής με την Web Mercator είναι πρακτικά αδύνατο να εντοπισθούν οπτικά αλλά η παραμόρφωση μεταξύ των δύο αυτών προβολών είναι σημαντική ιδίως στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη λόγω των διαφορετικών μαθηματικών μοντέλων που αξιοποιούν για να κατασκευαστούν.

Παραθέτοντας την μερκατορική προβολή και την προβολή Web Mercator έτσι ώστε να αλληλεπικαλύπτονται, φαίνονται οι διαφορές μεταξύ τους ως παραμορφώσεις στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη οι οποίες φτάνουν μέχρι και τα 50χλμ όπως φαίνεται και στον Χάρτη 5.<sup>55</sup>



Χάρτης 5: Διαφορές αποστάσεων στον χώρο μεταξύ Mercator και Web Mercator λόγω παραμορφώσεων.<sup>56</sup>

<sup>54</sup> Šavrič, B. (2015). *The web Mercator projection*. Research gate. (Retrieved October 2022, from [https://www.researchgate.net/publication/298354278\\_Optimizing\\_Map\\_Projection\\_Selection\\_for\\_World\\_Maps\\_and\\_Web\\_Maps/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/298354278_Optimizing_Map_Projection_Selection_for_World_Maps_and_Web_Maps/figures?lo=1)).

<sup>55</sup> Battersby, S. E., Finn, M. P., Utery, E. L., & Yamamoto, K. H. (2014). *Implications of web mercator* ό.π.

<sup>56</sup> στο ίδιο.

Αν και στην πραγματικότητα η προβολή Web Mercator δεν είναι σύμμορφη, οι παραμορφώσεις των γωνιών της είναι πολύ μικρές και για τις περισσότερες εφαρμογές γενικής χρήσης λειτουργεί ως σύμμορφη.<sup>57</sup>

Ως κυλινδρική προβολή έχει τον βορρά πάντα προς τον πάνω, στοιχείο ιδιαίτερα σημαντικό για τους διαδικτυακούς χάρτες αφού η σύμμορφη ενός χάρτη επιτρέπει την υλοποίηση ομαλής πλοήγησης σε αυτόν. Επιπλέον, η χρήση του μοντέλου σφαιρικής γης στους διαδικτυακούς χάρτες βοηθά στο να γίνονται γρηγορότεροι υπολογισμοί. Απ' εναντίας η πλοήγηση καθίσταται πρακτικά δύσκολη στους χάρτες με ισεμβαδικές προβολές καθώς δεν διατηρούνται οι γωνίες στα διάφορα σημεία του χάρτη και οι μαθηματικοί υπολογισμοί είναι πιο απαιτητικοί.<sup>58</sup>

Η σφαιρική μερκατορική προβολή πλεονεκτεί ακόμα στο ότι παρουσιάζει τον κόσμο ως ένα τετράγωνο και όχι ως ένα ορθογώνιο, κάνοντας ευκολότερο τον διαμοιρασμό του σε τετράγωνες πινακίδες. Ως συνέπεια, σχεδόν όλοι οι διαδικτυακοί χάρτες σήμερα χρησιμοποιούν την προβολή Web Mercator.

### 3.3 Διαδραστική χαρτογράφηση και χρόνος

Παραδοσιακά σε όλη την ιστορία της χαρτογραφίας οι χάρτες ήταν στατικοί και κατασκευάζονταν από χαρτογράφους για να μπορούν να επικοινωνήσουν κάποια ορισμένη πληροφορία στους χρήστες του χάρτη. Η συμπερίληψη διαδραστικότητας σε έναν χάρτη επιτρέπει την ίδια επικοινωνία μεταξύ χαρτογράφου και χρήστη του χάρτη αλλά επίσης επιτρέπει την ανάπτυξη κάποιου τύπου διαλόγου μεταξύ της χαρτογραφικής αναπαράστασης και του χρήστη καθώς ο χρήστης γίνεται σημαντικός παράγοντας για την αναπαράσταση της πληροφορίας στο χάρτη.<sup>59</sup>

Συγκεκριμένα, σε έναν διαδραστικό χάρτη μπορεί να παρέχονται δυνατότητες ελέγχου των υποβάθρων του χάρτη, εμφάνισης επιλεγμένων δεδομένων, διαχείρισης κλίμακων εμφάνισης, επιλογής χρωματικής παλέτας απεικόνισης και γωνίας θέασης των δεδομένων μεταξύ άλλων επιλογών. Συνεπώς, ένας χρήστης μπορεί να κατασκευάσει τον χάρτη επιλέγοντας τι πληροφορία θα εμφανίσει δημιουργώντας μια μοναδική σύνθεση.<sup>60</sup>

Μια συγκεκριμένη λειτουργία για την οποία η αξιοποίηση διαδραστικών χαρτών είναι κομβική είναι η μεταβίβαση της χρονικής πληροφορίας. Η χρονική πληροφορία συνηθίζεται να μεταδίδεται μέσω διαγραμμάτων αλλά για τις

---

<sup>57</sup> στο ίδιο.

<sup>58</sup> στο ίδιο.

<sup>59</sup> Edsall, R., Andrienko, N., & Buttenfield, B. (2009). *Interactive Maps for Exploring Spatial Data*. In G. Andrienko (Ed.), *Manual of geographic information systems* (pp. 837–858). essay, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.

<sup>60</sup> στο ίδιο.

περιπτώσεις φαινομένων που εξελίσσονται στον χώρο είναι σημαντική η παράλληλη αναπαράσταση τους σε αυτόν. Ωστόσο, η μετάδοση χωροχρονικών δεδομένων μέσω στατικών χαρτών κρίνεται συνήθως ως ένας δύσκολος και αναποτελεσματικός τρόπος μετάδοσης της πληροφορίας αυτής. Ως εκ τούτου, πρέπει να αξιοποιηθούν διαδραστικές επιλογές και εργαλεία που θα αποδώσουν χρονική διάσταση σε ορισμένα επίπεδα του χάρτη ή σε ολόκληρο τον χάρτη. Το πρακτικό αποτέλεσμα της λειτουργίας αυτής είναι η παρουσίαση μιας αλληλουχίας χαρτών που διαφοροποιούνται ως προς ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά σε συνάρτηση με τον χρόνο.

Ο χρόνος μπορεί να μοντελοποιηθεί είτε ως αποτελούμενος από διακριτά στοιχεία, όπου σε αυτή τη περίπτωση επιλέγεται ένα υποσύνολο των πραγματικών τιμών του χρόνου, είτε ως ένα συνεχές όπου θεωρείται ότι δεν υπάρχουν κενά ανάμεσα στις χρονικές στιγμές.

### 3.4 Γεωχωρικοί εξυπηρετητές

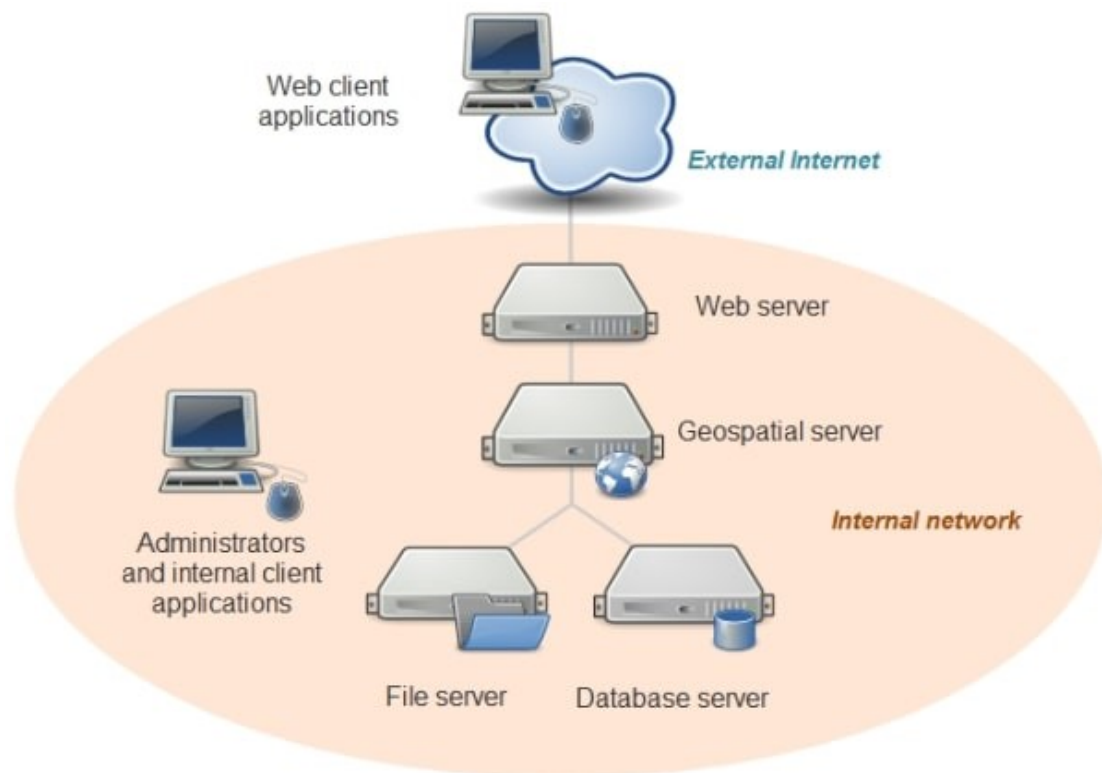
Βασικό χαρακτηριστικό των διαδικτυακών εφαρμογών που αξιοποιούν τα ΣΓΠ είναι ο διαχωρισμός της βάσης δεδομένων (geodatabase ή file server) από το γραφικό περιβάλλον προβολής των δεδομένων (map viewer). Ο διαχωρισμός αυτός καθιστά δυνατή την ευέλικτη πρόσβαση στα δεδομένα από διαφορετικές τοποθεσίες και σε διαφορετικούς χρόνους.<sup>61</sup>

Η διαδικτυακή χαρτογραφία απαιτεί τη συνεργασία σε πολλά επιμέρους επίπεδα σχηματίζοντας ένα δίκτυο επικοινωνίας όπως φαίνεται στην Εικόνα 7. Ο εξυπηρετητής που διαχειρίζεται τα δεδομένα αποτελείται από έναν διαδικτυακό εξυπηρετητή (Web server), έναν γεωχωρικό εξυπηρετητή (Web map server ή Geospatial server) και είτε από μια βάση δεδομένων είτε από μια συλλογή αρχείων. Η συνεργασία όλων αυτών των επιμέρους στοιχείων μπορεί να πραγματοποιείται σε έναν ή περισσότερους υπολογιστές.<sup>62</sup>

---

<sup>61</sup> Jankowski, P., Tsou, M.-H., & Wright, R. D. *Applying internet geographic information... ό.π.*

<sup>62</sup> Kilibarda, M., & Protić, D. *Introduction to geovisualization and web cartography. ό.π.*



Εικόνα 7: Αρχιτεκτονική συστήματος για διαδικτυακή χαρτογραφία.<sup>63</sup>

Οι διαδικτυακοί εξυπηρετητές (Web servers) σε συνεργασία με το κατάλληλο λογισμικό του υπολογιστή στον οποίον είναι εγκατεστημένος ο εξυπηρετητής μπορεί να διαχειρίζεται σελίδες, εικόνες και αρχεία και να μεταφράζει αιτήματα φυλλομετρητών που στέλνονται μέσω HTTP. Οι διαδικτυακοί εξυπηρετητές λαμβάνουν τα αιτήματα των χρηστών από τους περιηγητές ιστοσελίδων και τους εξυπηρετούν παρουσιάζοντας την κατάλληλη ιστοσελίδα. Με την σειρά τους οι φυλλομετρητές παρουσιάζουν τα αποτελέσματα των αιτημάτων αυτών στους χρήστες.<sup>64</sup>

Η διασημότερη υλοποίηση διαδικτυακού εξυπηρετητή σήμερα είναι ο Apache ο οποίος έχει διακριθεί λόγω του ότι πρόκειται για ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα (open-source), το οποίο αναπτύσσεται συνεχώς και παρέχεται δωρεάν. Συνεργάζεται πολύ καλά με λειτουργικά συστήματα όπως Windows, Linux και Unix κάνοντας εύκολη την εγκατάσταση του ενώ επίσης διακρίνεται για την ταχύτητα και την σταθερότητα του.<sup>65</sup>

Οι γεωχωρικοί εξυπηρετητές (Web map servers) αποτελούν μια εξειδικευμένη μορφή των Web servers αφού μπορούν να δέχονται γεωχωρικά δεδομένα και να

<sup>63</sup> RRZEicons. (n.d.). *System architecture for web mapping*. | GEOG 585: Web Mapping. (Retrieved from <https://www.e-education.psu.edu/geog585/node/684>).

<sup>64</sup> Tsiatsos, T. (2015). *Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα διαδικτύου* [Undergraduate textbook]. Kallipos, Open Academic Editions. <http://hdl.handle.net/11419/3200>.

<sup>65</sup> στο ίδιο.

απαντούν σε γεωχωρικά αιτήματα. Οι γεωχωρικοί εξυπηρετητές αξιοποιούν διάφορα πρωτόκολλα για να υλοποιήσουν τις λειτουργίες αυτές όπως είναι το WMS (Web Map Service) και το WFS (Web Feature Service). Οι διασημότεροι γεωχωρικοί εξυπηρετητές είναι ο Geoserver, ο Mapserver, ο Mapnik και ο ArcGIS Server.<sup>66</sup>

Τέλος, αξιοποιούνται εφαρμογές τύπου Web client, οι οποίες αποτελούν βιβλιοθήκες, συνήθως βασισμένες στην Javascript, που διαχειρίζονται και οπτικοποιούν γεωχωρικά δεδομένα βασιζόμενα στα πρότυπα του διαδικτύου. Μερικές από τις διασημότερες εφαρμογές τύπου web client είναι η OpenLayers, η Leaflet και η Cesiumjs.

### Geoserver

Ο Geoserver είναι ένας server βασισμένος σε Java που επιτρέπει στους χρήστες του να βλέπουν και να επεξεργάζονται γεωχωρικά δεδομένα. Είναι κατασκευασμένος με την ανοιχτή βιβλιοθήκη GeoTools της Java και αξιοποιεί τα ανοιχτά πρότυπα της OGC. Η δομή του επιτρέπει την δημιουργία και ενσωμάτωση πρόσθετων από τους χρήστες για την περαιτέρω επέκταση των δυνατοτήτων του προγράμματος.

Υλοποιεί το πρότυπο WMS για την δημιουργία χαρτών με πολλούς μορφότυπους αρχείων και δίνει δυνατότητες θέασης των δεδομένων μέσω της ενσωματωμένης ελεύθερης βιβλιοθήκης OpenLayers. Επιπλέον συμμορφώνεται με τα πρότυπα WFS (Web Feature Service) και WCS (Web Coverage Service) που παρέχουν δυνατότητες διαμοιρασμού και επεξεργασίας δεδομένων για την δημιουργία χαρτών. Ακόμα, αξιοποιεί το Web Map Tile Service με το οποίο ο δημοσιευμένος χάρτης διαιρείται σε πινακίδες ώστε τα δεδομένα να φορτώνουν γρηγορότερα.

Ο Geoserver συνδυάζεται εύκολα και αποτελεσματικά με τις βιβλιοθήκες OpenLayers και Leaflet για την δημιουργία διαδικτυακών χαρτών. Μπορεί παράλληλα να εξάγει δεδομένα σε πολλές μορφές ώστε να απεικονισθούν σε άλλες χαρτογραφικές εφαρμογές όπως Google Maps, Google Earth, Bing Maps, Mapbox και ArcGIS.



Εικόνα 8: Λογότυπο του Geoserver.<sup>67</sup>

---

<sup>66</sup> Kilibarda, M., & Protić, D. *Introduction to geovisualization and web cartography*. ό.π.

<sup>67</sup> *GeoServer*. OSGeo, (2021). (Retrieved October 2022, from <https://www.osgeo.org/projects/geoserver/>).

### 3.5 Πρότυπα

Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο οι υπολογιστές, και οι εφαρμογές αυτών, επικοινωνούν ανεξαρτήτως του εξοπλισμού των πλατφορμών και των λειτουργικών συστημάτων των διαφορετικών υπολογιστών στο διαδίκτυο. Η υποστήριξη πρωτόκολλων που καθορίζουν τα πρότυπα επικοινωνίας αυτών αποτελεί και τον βασικότερο λόγο για την επιτυχία του διαδικτύου.<sup>68</sup>

Ένας από τους πιο γνωστούς και διακεκριμένους οργανισμούς τυποποίησης για το διαδίκτυο είναι το World Wide Web Consortium (W3C) ενώ συγκεκριμένα για γεωχωρικά δεδομένα σπουδαίο ρόλο καταλαμβάνει το Open Geospatial Consortium (OGC).

#### World Wide Web Consortium (W3C)

Ο φορέας World Wide Web Consortium, εν συντομία W3C, πρόκειται για μια διεθνή ομάδα από εμπορικούς και ακαδημαϊκούς αντιπροσώπους που είναι αφιερωμένη στην τυποποίηση των πρωτοκόλλων του διαδικτύου, και την περεταίρω ανάπτυξη και επίβλεψη των τεχνολογιών του Ιστού.<sup>69</sup>

Μερικά από τα πρότυπα που καθορίζει είναι σχετικά με τον σχεδιασμό σελίδων και εφαρμογών, με την αρχιτεκτονική του ιστού, με υπηρεσίες στο διαδίκτυο και με σημασιολογικά χαρακτηριστικά του διαδικτύου μεταξύ άλλων. Κάποια συγκεκριμένα παραδείγματα προτύπων που διαχειρίζεται είναι τα HTML, CSS, SVG, Ajax, URIs, και HTTP μεταξύ άλλων.



Εικόνα 9: Λογότυπο της World Wide Web Consortium (W3C).<sup>70</sup>

#### TPC/IP

Χιλιάδες δίκτυα διασυνδέονται, επικοινωνούν και συνεργάζονται για να διανέμουν κατάλληλα τις πληροφορίες του διαδικτύου. Για την επικοινωνία αυτή, χρησιμοποιείται μια στοίβα πρωτοκόλλων ονομαζόμενη Transmission Control Protocol/ Internet Protocol ή TCP/IP εν συντομία.<sup>71</sup>

<sup>68</sup> Kilibarda, M., & Protić, D. *Introduction to geovisualization and web cartography*. ό.π.

<sup>69</sup> Δουληγέρης, Χ., Μαυροπόδη, Ρ., Κοπανάκη, Ε., & Καραλής, Α. (2017). *Τεχνολογίες και Προγραμματισμός...* ό.π.

<sup>70</sup> *W3C logo*. (2017). Logo Download. (Retrieved from <https://logodownload.org/w3c-logo-world-wide-web-consortium/>).

<sup>71</sup> Douligeris, C., & Mitropoulos, S. *Πληροφοριακά συστήματα στο διαδίκτυο*. ό.π.



Το TCP/IP στην πραγματικότητα πρόκειται για έναν συνδυασμό δύο πρωτοκόλλων, του TCP και του IP, που χρησιμοποιούν οι υπολογιστές προκειμένου να επικοινωνήσουν με αξιοπιστία μέσω του διαδικτύου. Το TCP είναι το πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης και διασφαλίζει την αξιόπιστη μεταφορά των δεδομένων στο διαδίκτυο διαμορφώνοντας κανάλια επικοινωνίας και το IP είναι το πρωτόκολλο διαδικτύου το οποίο ευθύνεται για τη δρομολόγηση των δεδομένων καθορίζοντας την σειρά ανταλλαγής τους και την μορφή τους.<sup>72</sup>

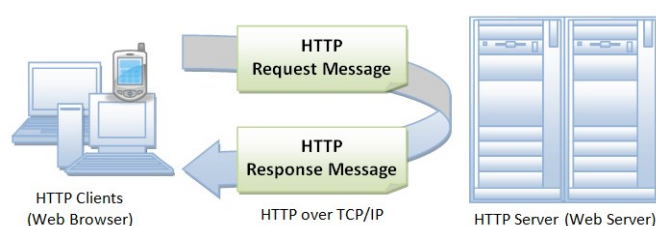
Βασικό χαρακτηριστικό του πρωτοκόλλου TCP/IP είναι η λειτουργική υποστήριξη διαφόρων τύπων δικτύων και συσκευών θέτοντας έτσι δυνατή την επικοινωνία και την διαλειτουργικότητα στο διαδίκτυο.

### Hypertext Transfer Protocol (HTTP)

Το HyperText Transfer Protocol πρόκειται για ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας που επιτρέπει την πρόσβαση στα δεδομένα του παγκόσμιου ιστού. Συγκεκριμένα, επιτρέπει τη χρήση ενός περιβάλλοντος υπερκειμένων με το οποίο ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί μεταξύ σελίδων του διαδικτύου.<sup>73</sup>

Εφόσον ο πελάτης εγκαθιδρύσει σύνδεση TCP με τον Web server, μπορεί να στέλνει ένα μήνυμα HTTP request στον διακομιστή Web Server και ο Web Server με την σειρά του απαντά στο αίτημα αυτό με ένα μήνυμα HTTP response. Το HTTP αποτελεί το κύριο πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται στους φυλλομετρητές του Παγκόσμιου Ιστού για να μεταφέρει δεδομένα ανάμεσα στον διακομιστή (server) και τον πελάτη (client). Οι πόροι του HTTP εντοπίζονται στο διαδίκτυο μέσω URLs με σχήματα http ή https.<sup>74</sup>

Τα αιτήματα και οι απαντήσεις HTTP έχουν μια αυστηρή καλά καθορισμένη μορφή καθορισμένη από την W3C και την IETF (Internet Engineering Task Force).<sup>75,76</sup>



Εικόνα 10: Επικοινωνία μεταξύ πελάτη και διακομιστή μέσω HTTP πρωτοκόλλου.<sup>77</sup>

<sup>72</sup> Δουληγέρης, Χ., Μαυροπόδη, Ρ., Κοπανάκη, Ε., & Καραλής, Α. *Τεχνολογίες και Προγραμματισμός...* ό.π.

<sup>73</sup> στο ίδιο.

<sup>74</sup> στο ίδιο..

<sup>75</sup> Kilibarda, M., & Protić, D. *Introduction to geovisualization and web cartography*. ό.π.

<sup>76</sup> Δουληγέρης, Χ., Μαυροπόδη, Ρ., Κοπανάκη, Ε., & Καραλής, Α. *Τεχνολογίες και Προγραμματισμός...* ό.π.

<sup>77</sup> Okedara, T. (2022). *12 HTTP client and web debugging proxy tools*. Geekflare. (Retrieved October 2022, from <https://geekflare.com/http-client-tools/>).

## Open Geospatial Consortium (OGC)

Η Κοινοπραξία για τα Ανοικτά Γεωχωρικά Δεδομένα (Open Geospatial Consortium – OGC), ιδρύθηκε το 1994 για την διαχείριση της γεωγραφικής πληροφορίας. Ο φορέας συντίθεται από την συνεργασία κρατικών οργανισμών και πανεπιστημίων, αλλά και εταιρειών παραγωγής ΣΓΠ. Έχει ως στόχο την προώθηση και την ανάπτυξη ανοικτών προτύπων για ΣΓΠ και για υπηρεσίες συνεργαζόμενες με ΣΓΠ αξιοποιώντας ανοικτά πρότυπα και καθορίζοντας βέλτιστες πρακτικές για την διαχείριση των γεωχωρικών δεδομένων.<sup>78, 79</sup>

Η συνεργασία σε διαφορετικές εφαρμογές και πλατφόρμες επιτρέπει την τεχνολογική ανάπτυξη για παραγωγή περίπλοκων επιλύσεων στο πεδίο των γεωχωρικών πληροφοριών και υπηρεσιών.

Επιπλέον, ο φορέας OGC αναπτύσσει κανόνες για τον ορισμό περιβαλλόντων διεπαφής για διαδικτυακές γεωχωρικές υπηρεσίες βασιζόμενος με την σειρά του στα πρωτόκολλα του W3C για την ανταλλαγή δεδομένων στο διαδίκτυο.<sup>80</sup>

Ως αποτέλεσμα, κατασκευάζονται συστήματα πληροφοριών που μπορούν να ανταλλάσσουν με ευκολία γεωχωρικές πληροφορίες και οδηγίες με άλλα συστήματα πληροφοριών.<sup>81</sup>

Τα περισσότερα από τα πρότυπα της OGC αναφέρονται σε διαδικτυακές υπηρεσίες όπως είναι τα WMS (Web Map Service), WFS (Web Feature Service), WPS (Web Processing Service), WCS (Web Coverage Service), CSW (Catalogue Service for the Web) αλλά επίσης περιλαμβάνονται ο μορφότυπος αρχείων SLD (Styled Layer Descriptor) και ο εξυπηρετητής Geoserver.<sup>82</sup>



Εικόνα 11: Λογότυπο της Open Geospatial Consortium (OGC).<sup>83</sup>

---

<sup>78</sup> Κανouras, M., Darra, A., Kontaxaki, S., & Tomai, E. (2016). *Επιστήμη Γεωγραφικής Πληροφορίας - Αρχές και Τεχνολογίες* [Undergraduate textbook]. Kallipos, Open Academic Editions. <https://hdl.handle.net/11419/6392>

<sup>79</sup> *Open Geospatial Consortium Inc. (OGC)* (2022). OSGeo. (Retrieved October 2022, from <https://www.osgeo.org/partners/ogc/>)

<sup>80</sup> Kilibarda, M., & Protić, D. *Introduction to geovisualization and web cartography*. ό.π.

<sup>81</sup> *Open Geospatial Consortium Inc. (OGC)* (2022). ό.π.

<sup>82</sup> *Υπηρεσίες OGC*. (n.d.). Geodata.gov.gr. (Ανακτήθηκε Οκτώβριο, 2022, διαθέσιμο από <http://geodata.gov.gr/content/applications/ogc-services/n>).

<sup>83</sup> *OGC standards and resources*. (n.d.). OGC. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.ogc.org/standards>

## 3.6 Τεχνολογίες διαμόρφωσης χαρτογραφικών εφαρμογών

### HyperText Markup Language (HTML)

Η HTML είναι μια γλώσσα σήμανσης ή μορφοποίησης που περιγράφει τα περιεχόμενα και την δομή των ιστοσελίδων. Πρόκειται για τη δημοφιλέστερη γλώσσα αναπαράστασης κειμένου και εικόνων στον φυλλομετρητή (web browser).<sup>84</sup>

Η HTML έχει περάσει από πολλά στάδια αλλαγών, ώστε να φτάσει στην σημερινή της μορφή η οποία είναι η HTML 5 που προτυποποιήθηκε και δημοσιεύτηκε το 2014 από τον φορέα W3C (World Wide Web Consortium).<sup>85</sup>

Χαρακτηριστικό γνώρισμα της HTML είναι ότι για την περιγραφή της δομής και της εμφάνισης των ιστοσελίδων, καθώς και κάποιων ειδικών λειτουργιών, χρησιμοποιούνται ετικέτες (tags), οι οποίες έχουν συγκεκριμένες ιδιότητες. Επιπλέον, οι ετικέτες αυτές λειτουργούν ανά ζεύγη με την πρώτη να είναι η ετικέτα έναρξης και την δεύτερη να είναι η ετικέτα λήξης.<sup>86</sup>

Τα αρχεία html είναι απλά αρχεία κειμένου τα οποία αποθηκεύονται με την επέκταση .html και καλούνται από τους χρήστες μέσω φυλλομετρητών όπου και εκτελούνται.

Ο φυλλομετρητής που ερμηνεύει το κείμενο της HTML παραλείπει να εμφανίζει τις ετικέτες αλλά τις χρησιμοποιεί για να μορφοποιήσει το κείμενο με τον κατάλληλο τρόπο. Ακόμη η HTML δίνει δυνατότητες στον χρήστη να ενσωματώσει στοιχεία πολυμέσων, υπερσυνδέσμους (URL) και scripts επηρεάζοντας την λειτουργία της ιστοσελίδας. Ουσιαστικά τα έγγραφα HTML περιγράφουν μόνο τη δομή που έχει μια ιστοσελίδα αποσυνδέοντας τα από τον τρόπο με τον οποίο η εφαρμογή θα εμφανίζεται στον τελικό χρήστη. Η εμφάνιση του στυλ μορφοποίησης της ιστοσελίδας περιγράφεται σε ξεχωριστό έγγραφο CSS.<sup>87</sup>

### Cascading Style Sheets (CSS)

Η HTML από μόνη της αρκεί για την δημιουργία μιας ιστοσελίδας με όλα τα επιθυμητά περιεχόμενα και με την κατάλληλη δομή. Ο περιορισμός όμως μόνο στην HTML θα καθιστούσε τον ιστότοπο εξαιρετικά δύσχρηστο αφού θα περιόριζε τον τρόπο εμφάνισης των δεδομένων σε μία μονή στήλη, χωρίς χρώματα και χωρίς

---

<sup>84</sup> Tsiatsos, T. (2015). Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα διαδικτύου. ό.π.

<sup>85</sup> στο ίδιο.

<sup>86</sup> στο ίδιο.

<sup>87</sup> στο ίδιο.

διαφοροποιήσεις στις γραμματοσειρές. Όλα αυτά τα ζητήματα της μορφοποίησης του στυλ και τις εμφάνισης της ιστοσελίδας καλείτε να τα λύσει η γλώσσα CSS.<sup>88</sup>

Συνεπώς, η CSS είναι μια γλώσσα, η οποία συχνότερα χρησιμοποιείται για την μορφοποίηση της εμφάνισης του περιεχομένου ενός εγγράφου γραμμένου σε μια γλώσσα σήμανσης όπως η HTML. Εκτός από την αλλαγή του στυλ των ιστοσελίδων και των διεπαφών των χρηστών μπορεί επίσης να εφαρμοστεί σε πολλά άλλα έγγραφα, όπως είναι τα έγγραφα XML και τα εικονοστοιχεία SVG. Συνολικά, ως γλώσσα πλεονεκτεί στην εύκολη παρουσίαση του περιεχομένου σε διαφορετικές πλατφόρμες, στην συνέπεια της εμφάνισης του περιεχομένου σε διαφορετικά έγγραφα, στην ανεξαρτησία από τις αλλαγές περιεχομένου, στην διατήρηση ελέγχου της εμφάνισης περιεχομένου από τον χρήστη και στις δυνατότητες αλλαγής στυλ απευθείας σε μεγάλο μέρος του περιεχομένου.<sup>89</sup>

Προκειμένου η CSS να μπορεί να ορίσει τον τρόπο εμφάνισης των στοιχείων που περιλαμβάνει μια ιστοσελίδα πρέπει να μπορεί να στοχεύσει συγκεκριμένα στοιχεία της σελίδας. Για να το πετύχει αυτό αξιοποιούνται οι ετικέτες που έχουν τεθεί ήδη εντός της HTML. Περεταίρω, για πιο εξειδικευμένες περιπτώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ορισμένοι επιλογείς όπως είναι ο καθολικός επιλογέας «\*{...}» που στοχεύει κάθε στοιχείο, ο επιλογέας τύπου στοιχείων «tag{...}», ο επιλογέας μοναδικού στοιχείου «#id{...}» και ο επιλογέας πολλών στοιχείων μιας καθορισμένης κλάσης «.class{...}».<sup>90</sup>

Ο φορέας World Wide Web Consortium (W3C) δημιούργησε το CSS, με στόχο τον διαχωρισμό της μορφοποίησης των στοιχείων από το HTML έγγραφο, και την αποθήκευσή του σε ένα ξεχωριστό αρχείο. Η διαμοίραση των εγγράφων HTML και CSS διευκόλυνε στην οργάνωση μειώνοντας την πολυπλοκότητα λόγω της ελαχιστοποίησης των επαναλήψεων κώδικα ενώ παράλληλα αύξησε την ευελιξία και συνέβαλε στην ευκολότερη διαμοίραση των πληροφοριών των εγγράφων.<sup>91</sup>

## JavaScript

Δημιουργημένη από την Netscape η javascript πρόκειται για τη δημοφιλέστερη γλώσσα προγραμματισμού για την γραφή κώδικα ιστοσελίδων αφού δίνει δυνατότητες για δυναμική αναπαράσταση χαρακτηριστικών σε ιστοσελίδες.<sup>92</sup> Τα scripts που χρησιμοποιούνται σε ιστοσελίδες εκτελούνται είτε από την πλευρά του εξυπηρετητή είτε από την πλευρά του πελάτη (client side) ή και συνδυαστικά. Η

---

<sup>88</sup> Dorman, M. (2020). CSS. *Introduction to Web Mapping. essay*, (from <http://132.72.155.230:3838/js/css.html#what-is-css>).

<sup>89</sup> Douligieris, C., & Mitropoulos, S. *Πληροφοριακά συστήματα στο διαδίκτυο*. ό.π.

<sup>90</sup> Tsiatsos, T. *Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα διαδικτύου*. ό.π.

<sup>91</sup> στο ίδιο.

<sup>92</sup> Kilibarda, M., & Protić, D. *Introduction to geovisualization and web cartography*. ό.π.

Javascript, ως γλώσσα προγραμματισμού ιστοσελίδων, εκτελεί κώδικα από την πλευρά του πελάτη σε ένα φυλλομετρητή.<sup>93</sup>

Η σύνταξη της Javascript είναι σε μεγάλο βαθμό εμπνευσμένη από την σύνταξη της Java η οποία με την σειρά της είναι εμπνευσμένη από την σύνταξη της C και της C++. Η Javascript είναι μια δυναμική, τυποποιημένη και δομημένη αντικειμενοστρεφής γλώσσα. Ο προγραμματισμός με αυτή βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στη χρήση βιβλιοθηκών αντικειμένων και σε αντικείμενα DOM (Document Object Model). Ο κώδικας της αναπτύσσεται πλήρως εντός του φυλλομετρητή και δεν δίνει καμία δυνατότητα πρόσβασης σε στοιχεία εκτός του φυλλομετρητή, στοιχείο σημαντικό για την ασφάλεια των πελατών.<sup>94</sup>

Πολλές χαρτογραφικές βιβλιοθήκες και βιβλιοθήκες οπτικοποίησης δεδομένων είναι γραμμένες με Javascript όπως η Leaflet και η OpenLayers. Περαιτέρω, αρκετές εφαρμογές διαδικτυακής χαρτογράφησης προσφέρουν την επιλογή χρήσης Javascript όπως είναι το Google Maps JavaScript API, το Google Earth Engine, το Mapbox GL JS και το ArcGIS API for JavaScript μεταξύ άλλων.<sup>95</sup>

Σήμερα η Javascript αναπτύσσεται από την Mozilla Foundation, η οποία θεωρείται και ως η διάδοχος της Netscape.<sup>96</sup>

### Η βιβλιοθήκη ανοιχτού κώδικα Leaflet

Η Leaflet είναι μια βιβλιοθήκη JavaScript αναπτυγμένη με κύριους γνώμονες την απλότητα χρήσης, τις γρήγορες επιδόσεις και τη λειτουργικότητα. Χρησιμοποιείται για την δημιουργία εφαρμογών διαδικτυακών χαρτών και είναι ελεύθερη και ανοιχτή (ΕΛ/ΛΑΚ).

Η Leaflet δημιουργήθηκε από τον Volodymyr Agafonkin το 2011 αλλά σήμερα, όντας ΕΛ/ΛΑΚ, αναπτύσσεται από όλη την κοινότητα η οποία συνεισφέρει στην συνεχή ανάπτυξη της, στην επέκταση των δυνατοτήτων της μέσω πρόσθετων και στην διόρθωση σφαλμάτων. Μαζί με την OpenLayers, αποτελεί μια από τις διασημότερες χαρτογραφικές βιβλιοθήκες για την ανάπτυξη δυναμικών διαδραστικών χαρτογραφικών εφαρμογών.

Υποστηρίζει HTML 5 και CSS 3 και δίνει ιδιαίτερη σημασία στην προσβασιμότητα από διαφορετικά λειτουργικά κάνοντας εύκολο τον διαμοιρασμό των χαρτών σε κινητές συσκευές με Android και iOS.

Μέσω της Leaflet οι προγραμματιστές μπορούν εύκολα να δημιουργήσουν χάρτες με πινακίδες και να διαμοιράζονται δεδομένα που οργανώνονται σε servers. Ακόμη,

---

<sup>93</sup> Douligeris, C., & Mitropoulos, S. *Πληροφοριακά συστήματα στο διαδίκτυο*. ό.π.

<sup>94</sup> Dorman, M. *Introduction to Web Mapping*. ό.π.

<sup>95</sup> στο ίδιο.

<sup>96</sup> Kilibarda, M., & Protić, D. *Introduction to geovisualization and web cartography*. ό.π.

η Leaflet διαχειρίζεται αποδοτικά δεδομένα μορφότυπου GeoJSON αξιοποιώντας συγκεκριμένες εντολές για την εισαγωγή και την επεξεργασία τους.

### Η βιβλιοθήκη ανοιχτού κώδικα JQuery

Η jQuery είναι μια ελαφριά, γρήγορη και εξαιρετικά δημοφιλής βιβλιοθήκη JavaScript με την οποία απλοποιείται σημαντικά η διαδικασία γραφής κώδικα HTML. Η κύρια χρήση της είναι για την δημιουργία όμορφων και διαδραστικών σελίδων με CSS και Javascript αντιστοίχως. Μέσω της JavaScript διαχειρίζεται συμβάντα, όπως την αλληλεπίδραση του χρήστη με στοιχεία αυτής και επωφελείται από την χρήση animation μέσω CSS.

Σκοπός της είναι η ευκολότερη χρήση λειτουργικών στοιχείων της JavaScript στο διαδίκτυο. Για να επιτύχει την απλούστευση αυτή αξιοποιεί συντακτικές συντομεύσεις με τις οποίες επιτυγχάνει την απλοποίηση περίπλοκων στοιχείων της Javascript όπως είναι οι κλίσεις AJAX και η διαχείριση του μοντέλου αντικειμένων εγγράφου (DOM).<sup>97</sup>

Η βιβλιοθήκη jQuery είναι ελεύθερη και ανοιχτή (ΕΛ/ΛΑΚ). Υποστηρίζεται από πολλαπλούς φυλλομετρητές και μπορεί να γραφεί σε οποιοδήποτε επεξεργαστή κειμένου όπως και η Javascript. Τα στοιχεία αυτά θέτουν την βιβλιοθήκη αυτή εξαιρετικά χρήσιμη για την δημιουργία διαδικτυακών σελίδων και εφαρμογών.

### eXtensible Markup Language (XML)

Η XML (eXtensible Markup Language) είναι ένα πρότυπο επεξεργασίας κειμένων που αναπτύχθηκε από τον φορέα World Wide Web Consortium (W3C) στα μέσα της δεκαετίας του 90'. Η XML αποτελεί μια απλουστευμένη μορφή της προκάτοχού της, την SGML (Standard Generalized Markup Language).<sup>98</sup> Βασικά χαρακτηριστικά της είναι η απλότητα με την οποία τα δεδομένα επεξεργάζονται και αναλύονται, οι αυστηροί κανόνες που πρέπει να ακολουθούνται, η εύκολη αναγνωσιμότητα και η ευκολία δημιουργίας προγραμμάτων που την αξιοποιούν.<sup>99</sup>

Είναι μια γλώσσα σήμανσης και μορφοποίησης (markup language), όπως η HTML, αλλά εστιάζει στην περιγραφή των δεδομένων και όχι στον τρόπο με τον οποίο θα εμφανίζονται. Μια ακόμη διαφορά με την HTML είναι ότι δεν έχει προκαθορισμένες ετικέτες που καλούνται, αλλά, προκειμένου να είναι επεκτάσιμη και ευέλικτη,

---

<sup>97</sup> Douligeris, C., & Mitropoulos, S. *Πληροφοριακά συστήματα στο διαδίκτυο*. ό.π.

<sup>98</sup> Δουληγέρης, Χ., Μαυροπόδη, Ρ., Κοπανάκη, Ε., & Καραλής, Α. *Τεχνολογίες και Προγραμματισμός* ό.π.

<sup>99</sup> Kilibarda, M., & Protić, D. *Introduction to geovisualization and web cartography*. ό.π.

επιτρέπει την προσθήκη νέων ετικετών και στοιχείων για την περιγραφή των δεδομένων.<sup>100</sup>

Πέρα από την φύση της XML ως γλώσσας σήμανσης είναι επίσης μεταγλώσσα μέσω της οποίας οι χρήστες μπορούν να ορίζουν νέες ετικέτες και στοιχεία μορφοποίησης εγγράφων. Περεταίρω είναι μια γλώσσα που μπορεί να καθορίσει νέες γλώσσες σήμανσης.<sup>101</sup>

### Διαμόρφωση συμβολισμού με SLD

Ένα αρχείο SLD είναι ένα XML scheme καθορισμένο από τον φορέα OGC, το οποίο χρησιμοποιείται για την απόδοση του συμβολισμού των διανυσματικών και ψηφιδωτών επιπέδων των χαρτών.

Το 2007 η OGC χώρισε το SLD σε δυο διαφορετικές υλοποιήσεις, την Styled Layer Descriptor (SLD) που περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο ο συμβολισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε επίπεδα WMS και το Symbology Encoding (SE) που περιγράφει και διαμορφώνει τα δεδομένα που δεν είναι συνδεδεμένα σε servers όπως για παράδειγμα δεδομένα σε εφαρμογές ΣΓΠ.<sup>102</sup>

Το SLD είναι μια γλώσσα απόδοσης στυλ με κωδικοποίηση XML, η οποία δέχεται συμβολισμό, ορισμένο από τους χρήστες, είτε για διανυσματικά είτε για κανονικοποιημένα δεδομένα. Συγκεκριμένα, οι χρήστες μέσω αυτού μπορούν να προσδιορίζουν το χρώμα και τα σύμβολα των διαφόρων χαρακτηριστικών και επιπέδων των γεωχωρικών δεδομένων. Ταυτόχρονα, το συντακτικό των αρχείων SLD είναι ορισμένο με τρόπο τέτοιο ώστε να μπορούν να διαμοιράζουν πληροφορίες που γίνονται κατανοητές από τους χρήστες και από τους εξυπηρετητές ταυτόχρονα.<sup>103</sup>

Ομοίως, η υλοποίηση Symbology Encoding είναι μια XML γλώσσα διαμόρφωσης πληροφοριών και εμφάνισης χαρακτηριστικών στοιχείων επιπέδων. Το Symbology Encoding διαφέρει από το SLD καθώς είναι ανεξάρτητο από τις διαδικτυακές υπηρεσίες περιγραφής γλωσσών και επομένως χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό στυλ επιπέδων που δεν συνδέονται με υπηρεσίες όπως είναι οι διαδικτυακές εφαρμογές ΣΓΠ.<sup>104</sup>

---

<sup>100</sup> Δουληγέρης, Χ., Μαυροπόδη, Ρ., Κοπανάκη, Ε., & Καραλής, Α. *Τεχνολογίες και Προγραμματισμός...* ό.π.

<sup>101</sup> στο ίδιο.

<sup>102</sup> *The OGC Announces Styled Layer Descriptor & Symbol Encoding Specifications.* (2007). Open Geospatial Consortium. (Retrieved September 29, 2022, from <https://www.ogc.org/pressroom/pressreleases/761>).

<sup>103</sup> στο ίδιο.

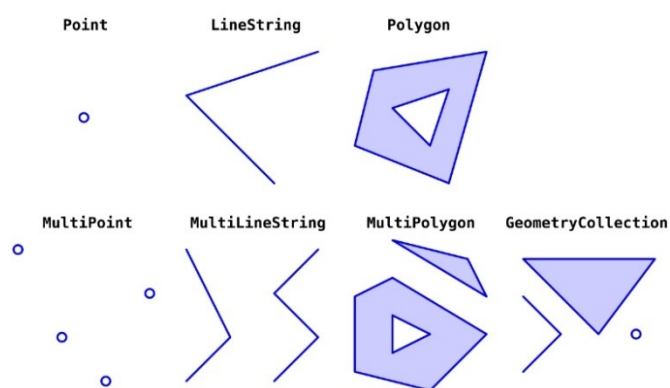
<sup>104</sup> στο ίδιο.

Το QGIS είναι μια από τις εφαρμογές Desktop, η οποία υλοποιεί το symbology encoding και συνεπώς τα δημιουργημένα στυλ εντός του QGIS μπορούν να εξαχθούν σε αρχεία SLD με symbology encoding και με λίγες τροποποιήσεις μπορούν να ενταχθούν σε κάποιον διαδικτυακό εξυπηρετητή γεωχωρικών δεδομένων.

## GeoJSON

Ο μορφότυπος αρχείων GeoJSON αποτελεί μια από τις πιο διαδεδομένες μορφές κωδικοποίησης της γεωγραφικής πληροφορίας στο διαδίκτυο. Βασίζεται στον μορφότυπο JSON (JavaScript Object Notation) αλλά εμπεριέχει επιπλέον χωρική διάσταση μέσω ενός ορισμένου συστήματος αναφοράς. Ειδικότερα, χρησιμοποιείται για αναπαράσταση διανυσματικών δεδομένων (σημεία, γραμμές, πολύγωνα) με χωρική διάσταση. Επιπροσθέτως, διαχειρίζεται ομάδες σημείων γραμμών και πολυγώνων ως ένα στοιχείο το οποίο ονομάζεται MultiPoint, MultiLineString ή MultiPolygon αντίστοιχα ενώ μπορεί ακόμα να δημιουργήσει μια ομάδα που συνδυάζει σημεία, γραμμές και πολύγωνα που ονομάζεται Geometry Collection.<sup>105,106</sup>

Χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο από διαδικτυακούς χαρτογραφικούς εξυπηρετητές όπως η Open Layers και η Leaflet. Μέσω αυτών εισάγονται και αποδίδονται τα δεδομένα GeoJSON και δίνονται δυνατότητες αλληλεπίδρασης των χρηστών με αυτά.



Εικόνα 12: Τύποι δεδομένων που διαχειρίζονται τα αρχεία GeoJSON.<sup>107</sup>

Τα αρχεία GeoJSON αναπαριστούν οντότητες ως Features που συνδυάζουν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους με τις μη χωρικές ιδιότητες που αναφέρονται στα ίδια. Προσθέτοντας πολλά Features σε μια λίστα δημιουργείται ένα

<sup>105</sup> Kilibarda, M., & Protić, D. *Introduction to geovisualization and web cartography*. ό.π.

<sup>106</sup> Dorman, M. *Introduction to Web Mapping...* ό.π.

<sup>107</sup> στο ίδιο.



FeatureCollection το οποίο αναλογεί σε ένα επίπεδο με περισσότερα από ένα στοιχεία με τις αντίστοιχες ιδιότητες τους.<sup>108</sup>

```
{
  "type": "Feature",
  "geometry": {
    "type": "Polygon",
    "coordinates": [
      [[15, 5], [40, 10], [10, 20], [5, 10], [15, 5]]
    ]
  },
  "properties": {
    "fill": "red",
    "area": 3272386
  }
}
```

Γεωμετρία και θέση

Μη χωρικές ιδιότητες

Εικόνα 13: Οι χωρικές και μη ιδιότητες ενός Feature.<sup>109</sup>

Μια δυσκολία που θέτει η χρήση δεδομένων GeoJSON είναι ο μεγάλος όγκος των αρχείων που μπορεί και να μειώσει τον χρόνο ανταπόκρισης της εφαρμογής. Καλύτερη διαχείριση μεγάλων αρχείων μπορεί να γίνει από τους μορφότυπους επιπέδων shapefile και GeoPackage. Εναλλακτικά, είναι δυνατή και η μείωση του μεγέθους αρχείων GeoJSON μέσω γενίκευσης των δεδομένων για την απλοποίηση των σχημάτων που τα αναπαριστούν και μέσω αφαίρεσης των μη απαραίτητων ιδιοτήτων του επιπέδου.<sup>110</sup>

### 3.7 Δημοσίευση χαρτογραφικών εφαρμογών

#### Web Map Service (WMS)

Το Web Map Service (WMS) παρέχει μια απλή διεπαφή πρωτοκόλλου HTTP για την αίτηση και λήψη χαρτογραφικών δεδομένων σε μορφή εικόνων στο διαδίκτυο. Οι εικόνες παρουσιάζονται σε μορφή JPEG ή PNG και οργανώνονται σε έναν οι περισσότερους εξυπηρετητές και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υπόβαθρα σε χαρτογραφικές εφαρμογές ΣΓΠ ή σε διαδικτυακούς χάρτες.<sup>111,112</sup>

Κατά την δημοσιοποίηση γεωχωρικών δεδομένων με WMS οφείλεται να οριστούν μερικοί συγκεκριμένοι παράγοντες, αυτοί περιλαμβάνουν τα συγκεκριμένα επίπεδα που θα δημοσιοποιηθούν, το στυλ με το οποίο θα απεικονίζονται, το σύστημα

<sup>108</sup> στο ίδιο.

<sup>109</sup> στο ίδιο.

<sup>110</sup> στο ίδιο.

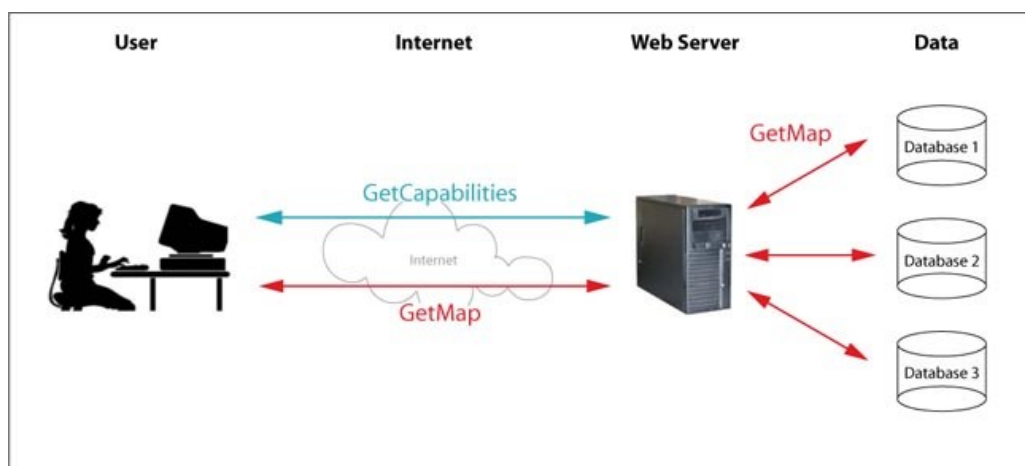
<sup>111</sup> στο ίδιο.

<sup>112</sup> Tsoulos, L., Skopeliti, A., & Stamou, L. *Χαρτογραφική σύνθεση και απόδοση... ό.π.*

αναφοράς των δεδομένων, το ύψος και το πλάτος της εικόνας όπως και ο μορφότυπος της.<sup>113</sup>

Μερικά από τα σημαντικότερα αιτήματα που εξυπηρετεί το WMS είναι το GetMap, που επιστρέφει έναν χάρτη σε μορφή εικόνας σύμφωνα με τους παραμέτρους που έχουν τεθεί στα αιτήματα, και το GetCapabilities, που ενημερώνει τον πελάτη για τις ιδιότητες των διαθέσιμων δεδομένων όπως ο μορφότυπος της εικόνας του χάρτη και το σύστημα συντεταγμένων. Μερικές ακόμα υπηρεσίες του WMS περιλαμβάνουν το GetFeatureInfo, το Describe Layer και το GetLegendGraphic. Ο εξυπηρετητής απαντά στα αιτήματα των υπηρεσιών αυτών με ένα τυποποιημένο κείμενο XML το οποίο περιγράφει τα διαθέσιμα θεματικά επίπεδα και τα αντίστοιχα μεταδεδομένα.<sup>114,115</sup>

Χρησιμοποιείται εξίσου από εμπορικούς και από ελεύθερους και ανοιχτούς εξυπηρετητές με βάση τα πρότυπα δημοσιοποίησης χαρτών και χαρτογραφικών δεδομένων της OGC. Οι γνωστότερες ανοιχτές εφαρμογές που υλοποιούν το πρωτόκολλο είναι οι Geoserver, QGIS Server και Mapserver, ενώ από τις εμπορικές εφαρμογές γνωστότερες είναι οι ArcGIS Server και Geomedia WebMap. Οι ορθοφωτοχάρτες του κτηματολογίου και το Open Street Map είναι μερικές από τις υπηρεσίες που είναι διαθέσιμες στο διαδίκτυο μέσω WMS.<sup>116,117</sup>



Εικόνα 14: Επικοινωνία μεταξύ πελάτη και εξυπηρετητή μέσω αιτημάτων GetMap και GetCapabilities.<sup>118</sup>

<sup>113</sup> Kilibarda, M., & Protić, D. *Introduction to geovisualization and web cartography*. ό.π.

<sup>114</sup> Kilibarda, M., & Protić, D. *Introduction to geovisualization and web cartography*. ό.π.

<sup>115</sup> Tsoulos, L., Skopeliti, A., & Stamou, L. *Χαρτογραφική σύνθεση και απόδοση...* ό.π.

<sup>116</sup> Kilibarda, M., & Protić, D. *Introduction to geovisualization and web cartography*. ό.π.

<sup>117</sup> Tsoulos, L., Skopeliti, A., & Stamou, L. *Χαρτογραφική σύνθεση και απόδοση...* ό.π.

<sup>118</sup> στο ίδιο.

## Asynchronous JavaScript and XML (AJAX)

Την δεκαετία του 90' οι περισσότερες ιστοσελίδες στο διαδίκτυο ήταν στατικές και με κάθε ενέργεια απαιτούνταν από την ιστοσελίδα να φορτωθεί ολόκληρη εξ αρχής από τον εξυπηρετητή. Η μέθοδος αυτή ήταν αναποτελεσματική και παρείχε μια άσχημη εμπειρία στον χρήστη αφού εξαφανίζονται όλα τα περιεχόμενα της σελίδας έως ότου να εμφανιστούν ξανά ακόμη και αν η συγκεκριμένη ενέργεια του χρήστη απαιτεί την ανανέωση μόνο ενός μέρους της σελίδας.<sup>119</sup>

Με τη χρήση της τεχνολογίας AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) οι ιστοσελίδες μπορούν να αξιοποιήσουν τεχνικές για την ανανέωση μόνο ενός μέρος του περιεχομένου τους εφόσον αυτό αρκεί για την εξυπηρέτηση των χρηστών. Συνεπώς, η σελίδα συνεχίζει να δέχεται αιτήματα και να τα ικανοποιεί σε συνεργασία με τον εξυπηρετητή χωρίς να παρεμβαίνει στην τρέχουσα κατάσταση της σελίδας και χωρίς να απαιτεί πλήρη ανανέωση αυτής. Έτσι οι ιστοσελίδες μπορούν να αλλάζουν δυναμικά το περιεχόμενο τους αυξάνοντας παράλληλα και την ταχύτητα ανταπόκρισης τους.<sup>120</sup>

Το AJAX ακόμη χρησιμοποιεί ένα ασύγχρονο μοντέλο επεξεργασίας που δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να συνεχίσει να κάνει ενέργειες ενώ το προηγούμενο αίτημα του ακόμα φορτώνει. Αυτό βελτιώνει περαιτέρω την εμπειρία του χρήστη αφού αντιλαμβάνεται ως γρηγορότερη την ανταπόκριση της ιστοσελίδας.<sup>121</sup>

---

<sup>119</sup> Dorman, M. (2020). *Ajax and the fetch API. Introduction to Web Mapping*. (from <http://132.72.155.230:3838/js/geojson-1.html#ajax>).

<sup>120</sup> στο ίδιο.

<sup>121</sup> στο ίδιο.

## 4. ΔΑΣΗ ΚΑΙ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ

Ως δάσος ή δασικό οικοσύστημα νοείται το οργανικό σύνολο άγριων φυτών με ξυλώδη κορμό επάνω στην αναγκαία επιφάνεια του εδάφους τα οποία μαζί με την συνυπάρχουσα χλωρίδα και πανίδα, αποτελούν, μέσω της αμοιβαίας αλληλεξάρτησης και αλληλεπίδρασης τους, ιδιαίτερη βιοκοινότητα και ιδιαίτερο δασικό περιβάλλον.<sup>122</sup>

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν φυσικό φαινόμενο των δασικών οικοσυστημάτων και ακέραιο μέρος των φυσικών βιοχημικών κύκλων του συστήματος της Γης. Ωστόσο, ο πάντα αυξανόμενος ανθρώπινος πληθυσμός σε συνδυασμό με τους περιορισμένους πόρους και τις απώλειες ζώων και περιουσιών θέτουν τις πυρκαγιές ως εξαιρετικά επικίνδυνες και ζημιογόνες για τον άνθρωπο. Επιπλέον, τα φυσικά περιβάλλοντα θέτονται υπό εξαιρετική πίεση από τις φωτιές αφού συνεισφέρουν στην μόλυνση του αέρα, την ερημοποίηση, την μείωση της βιοποικιλότητας και την υπερθέρμανση του πλανήτη.<sup>123</sup>

### 4.1 Χαρακτηριστικά πυρκαγιών

Η κατανόηση της συμπεριφοράς των πυρκαγιών μπορεί να βοηθήσει στην βελτίωση της αντίληψης για την εξάπλωση τους και στον εντοπισμό της κατάλληλης προσέγγισης με την οποία πρέπει να αντιμετωπισθούν.

Η καύση είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει πολλές φυσικές και χημικές διεργασίες. Για την εκκίνηση μιας πυρκαγιάς οι βασικοί παράγοντες που πρέπει να είναι παρόντες είναι η ύπαρξη διαθέσιμης καύσιμης ύλης, αρκετά υψηλή θερμοκρασία για να ξεκινήσει η διαδικασία της καύσης και ένα μέσο οξειδωσης, το οποίο πρακτικά για τις δασικές φωτιές είναι πάντα το οξυγόνο. Πιο συγκεκριμένα, κατά την ανάφλεξη, καταναλώνεται καύσιμο και απελευθερώνεται ενέργεια σε μορφή θερμότητας η οποία μεταφέρεται στο περιβάλλον μέσω αγωγιμότητας, μεταφοράς θερμότητας και ακτινοβολίας. Ως εκ τούτου, καίγεται επιπλέον άκαυτη ύλη με την προϋπόθεση ότι υπάρχει αρκετή ενέργεια και οξυγόνο στο περιβάλλον.<sup>124</sup>

Στις πυρκαγιές αναγνωρίζονται και διαφοροποιούνται ορισμένες συμπεριφορές οι οποίες συνδέονται με τα επιμέρους τμήματα αυτής. Αυτά είναι το μέτωπο, τα πλευρά και τα νώτα. Το μέτωπο είναι το ταχύτερο εξαπλούμενο τμήμα της το οποίο συνήθως καθορίζεται από την διεύθυνση του ανέμου ή κινείται προς τα ανάντη

<sup>122</sup> Ξανθόπουλος Γ. *Δασοπροστασία και δασοπυρόσβεση*. ό.π.

<sup>123</sup> Hongyu H., Liyu T., Jianwei L. & Chongcheng C. (2012), *Simulation and visualization of forest fire growth in an integrated 3D virtual geographical environment - a preliminary study*, 20th International Conference on Geoinformatics, pp. 1-6, doi: 10.1109/Geoinformatics.2012.6270344.

<sup>124</sup> στο ίδιο.

μιας πλαγιάς. Τα νώτα κινούνται αντίθετα από το μέτωπο, δηλαδή αντίθετα με την διεύθυνση του ανέμου και χαρακτηρίζονται από πολύ μικρή ταχύτητα εξάπλωσης. Τέλος, τα πλευρά εντοπίζονται μεταξύ του μετώπου και των νώτων και η αντιμετώπιση τους είναι ευκολότερη από το μέτωπο αλλά δυσκολότερη από τα νώτα.<sup>125</sup>

Ακόμα, οι πυρκαγιές διακρίνονται σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο εξάπλωσης τους. Αρχικά, υπάρχουν οι πυρκαγιές εδάφους ή υπόγειες, οι οποίες καίνε καύσιμη ύλη η οποία συσσωρεύεται στο έδαφος όπως ημιαποσυντεθειμένα ή χωμένα φύλλα και βελόνες. Αυτές είναι εξαιρετικά σπάνιες στον ελλαδικό χώρο. Συχνότερες είναι οι πυρκαγιές επιφάνειας ή έρπουσες οι οποίες και αυτές καίνε νεκρή καύσιμη ύλη η οποία όμως βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος ή την χαμηλή βλάστηση όπως χόρτα, πόες και θάμνους. Συναντώνται σε λιβάδια ή και σε δάση όταν η φωτιά δεν επεκτείνεται στις κόμες των δέντρων. Τέλος, οι πυρκαγιές κόμης ή επικόρυφες είναι πυρκαγιές που εξαπλώνονται γρήγορα και με μεγάλες φλόγες καίγοντας την κόμη των δέντρων και είναι δύσκολες στην κατάσβεση τους.

Τέλος, μια πυρκαγιά μπορεί να περιγράψει με ορισμένα μετρήσιμα μεγέθη. Αυτά αποτελούν την ταχύτητα εξάπλωσης του μετώπου της πυρκαγιάς εκφραζόμενη σε χιλιόμετρα ανά ώρα και η κατεύθυνση της και το μήκος της φλόγας σε μέτρα και η ένταση της φωτιάς, μετρούμενη ως ενέργεια που απελευθερώνεται σε τζάουλ ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο. Επιπλέον, ακόμη σημαντικότερη πληροφόρηση παρέχει ο ρυθμός εξάπλωσης για την ποσοτικοποίηση της συνολικής συμπεριφοράς της φωτιάς καθώς μέσω αυτού προκύπτει και η περίμετρος της καμένης περιοχής ενώ παράλληλα σχετίζεται με την ένταση και το ύψος της φωτιάς.<sup>126</sup>

## 4.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την συμπεριφορά των πυρκαγιών

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών είναι η διαθέσιμη καύσιμη ύλη και η υγρασία αυτής, οι γεωμορφολογικές συνθήκες και οι καιρικές συνθήκες. Οι γεωμορφολογικές συνθήκες αναφέρονται στην κλίση του εδάφους, στην έκθεση των πλαγιών, στο υψόμετρο και τα γενικά τοπογραφικά χαρακτηριστικά του εδάφους όπως φαράγγια και κορυφογραμμές. Αναφορικά με τις καιρικές συνθήκες, τα σημαντικότερα καιρικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν τις πυρκαγιές περιλαμβάνουν τον άνεμο, την σχετική υγρασία, την θερμοκρασία του

<sup>125</sup> Ξανθόπουλος Γ. *Δασοπροστασία και δασοπυρόσβεση*. ό.π. 62.

<sup>126</sup> Hongyu Huang, Liyu Tang, Jianwei Li and Chongcheng Chen, *Simulation and visualization...* ό.π.

αέρα, τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, τη παρουσία νεφώσεων ή ηλιοφάνειας και τη σταθερότητα της ατμόσφαιρας.<sup>127</sup>

Η κλίση του πρηνούς όπως και ο άνεμος αποτελούν δύο από τους σημαντικότερους παράγοντες που συμβάλουν στην αλλαγή της κατεύθυνση της φωτιάς προς νέα καύσιμη ύλη. Έτσι η καύσιμη ύλη βρίσκεται σε θερμοκρασία ανάφλεξης γρηγορότερα από την περίπτωση στην οποία οι παράγοντες αυτοί δεν θα ήταν παρόντες.<sup>128</sup> Ο άνεμος έχει μεγάλη επίδραση στην εξάπλωση μιας πυρκαγιάς διότι αφενός καθορίζει την διεύθυνση διάδοσης της και αφετέρου την ταχύτητα εξάπλωσης της. Η μορφολογία του ανάγλυφου μπορεί να επηρεάσει ως εμπόδιο ή και να βοηθήσει την εξάπλωση της φωτιάς προς κάποια ορισμένη κατεύθυνση. Ειδικότερα, η φωτιά έχει την τάση να εξαπλώνεται προς τα ανώτερα υψόμετρα ενός πρηνούς και η ταχύτητα εξάπλωσης της είναι άμεσα συνδεδεμένη με την κλίση της επιφάνειας του εδάφους. Ο λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό είναι διότι σε μια πλαγιά οι φλόγες πλησιάζουν την καύσιμη ύλη που βρίσκεται σε ανώτερα υψόμετρα αυξάνοντας σημαντικά την ακτινοβολία και προθερμαίνοντας την καύσιμη ύλη επιτυγχάνοντας την ανάφλεξη της. Επιπλέον, η παραγόμενη θερμότητα από την φωτιά ανέρχεται παράλληλα με την πλαγιά δημιουργώντας ένα θερμό ρεύμα αέρα αυξάνοντας περεταίρω την ταχύτητα εξάπλωσης ανοδικά. Τέλος, ένας ακόμη τρόπος με τον οποίο η μορφολογία του αναγλύφου επηρεάζει την εξάπλωση της φωτιάς είναι αλλάζοντας την κατεύθυνση του ανέμου. Επί παραδείγματι ένας ορεινός όγκος μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο για τον άνεμο περιορίζοντας τον σε πλαγιές με συγκεκριμένη έκθεση.<sup>129</sup>

Έχει παρατηρηθεί το φαινόμενο ότι η μεγάλη πλειονότητα των πυρκαγιών εκδηλώνεται παραθαλάσσια στα μεσογειακά οικοσυστήματα. Σε αυτό ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό οι κλιματικές συνθήκες, όπως το φως, η υγρασία και η θερμοκρασία, που συμβάλουν στην συγκέντρωση της βιομάζας πιο γρήγορα από όσο η ίδια διασπάται. Η συγκεντρωμένη αυτή βιομάζα εφόσον δεν διασπαστεί με κάποιον άλλο τρόπο, συσσωρεύεται και αποτρέπει την ανανέωση των οικοσυστημάτων ενώ παράλληλα αποτελεί εξαιρετικά εύφλεκτη ύλη που βοηθά στην εξάπλωση πυρκαγιών εφόσον αυτές προκύψουν. Η βιομάζα αυτή μπορεί να απομακρυνθεί είτε με βόσκηση, είτε με αποψίλωση, είτε με τον φυσικό τρόπο που τη διαχειρίζεται το σύστημα όταν η βιομάζα είναι πλεονάζουσα, δηλαδή με εκδήλωση φωτιάς. Συνεπώς, γίνεται κατανοητή η συμβολή της φωτιάς ως μιας φυσικής διεργασίας για τα φυσικά περιβάλλοντα για όλα τα δασικά οικοσυστήματα και ιδίως για τα Μεσογειακά.<sup>130</sup>

---

<sup>127</sup> Ξανθόπουλος Γ. *Δασοπροστασία και δασοπυρόσβεση*. ό.π. 68-84.

<sup>128</sup> Rothermel R.C, (1983), *How to Predict the Spread and Intensity of Forest and Range Fires*, Department of the Interior, National Wildfire Coordinating Group.

<sup>129</sup> στο ίδιο.

<sup>130</sup> Ξανθόπουλος Γ. *Δασοπροστασία και δασοπυρόσβεση*. ό.π.

Οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η συχνότητα εκδήλωσης πυρκαγιών είναι, όπως προαναφέρθηκε, ο ρυθμός συσσώρευσης και διάσπασης της βιομάζας, η πιθανότητα έναρξης πυρκαγιάς από φυσικά ή ανθρωπογενή αίτια και οι καιρικές συνθήκες που μπορεί να ευνοούν την εξάπλωση των πυρκαγιών.<sup>131</sup>

Στα αλπικά και υποαλπικά οικοσυστήματα, όπως δάση ελάτης, ο ρυθμός συσσώρευσης βιομάζας είναι μικρός ενώ τα ανθρωπογενή και φυσικά αίτια πρόκλησης πυρκαγιών είναι επίσης περιορισμένα και οι καιρικές συνθήκες δεν είναι σε καμία περίπτωση ευνοϊκές για την εξάπλωση των πυρκαγιών. Συνεπώς, ο συνδυασμός των παραγόντων αυτών συμβάλει στην πολύ δύσκολη εκδήλωση και εξάπλωση πυρκαγιών στα οικοσυστήματα αυτά και συχνά παρατηρούνται διαστήματα χωρίς πυρκαγιές που ξεπερνούν τα 200 και 300 έτη. Επιπλέον, η διαχείριση των δασών αυτών είναι αρκετά ευκολότερη για τον άνθρωπο. Αντιθέτως, στα μεσογειακά οικοσυστήματα όλοι οι παράγοντες είναι πολύ πιο ευνοϊκοί για την εκδήλωση και εξάπλωση πυρκαγιών και συνεπώς ο χρόνος επανεκδήλωσης πυρκαγιάς υπολογίζεται κατά μέσο όρο στα 40-100 χρόνια. Συνεπώς, γίνεται κατανοητό ότι η φωτιά αποτελεί φυσικό χαρακτηριστικό των μεσογειακών οικοσυστημάτων αλλά ανθρώπινες παρεμβάσεις έχουν αυξήσει περαιτέρω την συχνότητα εμφάνισης πυρκαγιών υποβάλλοντας υπερβολική πίεση στο οικοσύστημα το οποίο συχνά δεν έχει δυνατότητα φυσικής αναγέννησης.<sup>132</sup>

### 4.3 Οι πυρκαγιές στην Ελλάδα

Παρά το μικρό μέγεθος της Ελλάδας συναντάται εκπληκτική ποικιλία δασικών οικοσυστημάτων εν μέρη λόγω της ορεινής τοπογραφίας της χώρας αλλά και λόγω της επίδρασης της θάλασσας που επηρεάζει το κλίμα. Συνεπώς, αν και στο μεγαλύτερο μέρος της χώρας το κλίμα είναι εύκρατο μεσογειακό, συναντώνται πολλά οικοσυστήματα από αλπικά ως και υποτροπικά.<sup>133</sup>

Χαρακτηριστικά, η ελληνική χλωρίδα σε διαφορετικές περιοχές της παρουσιάζει στοιχεία μεσευρωπαϊκά, ευ-μεσογειακά, ενδημικά των Βαλκανίων, της ανατολικής μεσογείου και της νότιας και νοτιοανατολικής Ευρώπης φιλοξενώντας περίπου 5.500 διαφορετικά είδη χλωρίδας στην επικράτεια.<sup>134</sup> Κατά συνέπεια, η βιοποικιλότητα της χώρας είναι εξίσου μεγάλη, αλλά τα περισσότερα δασικά οικοσυστήματα αναπτύσσονται σε μικρές εκτάσεις θέτοντας τα ίδια πολύ ευάλωτα σε φυσικές καταστροφές.

---

<sup>131</sup> στο ίδιο.

<sup>132</sup> Ξανθόπουλος Γ. *Δασοπροστασία και δασοπυρόσβεση*. ό.π.

<sup>133</sup> στο ίδιο.

<sup>134</sup> στο ίδιο.

Συνηθέστερα, η απειλή και υποβάθμιση των δασικών οικοσυστημάτων στην Ελλάδα προέρχεται από πυρκαγιές, από μεταβολές χρήσεων γης, από την παράνομη υλοτομία, τη ρύπανση ή και από παράσιτα και έντομα.<sup>135</sup> Πρακτικά λοιπόν η υποβάθμιση ενός δασικού οικοσυστήματος προκύπτει όταν υπάρχει ολιστική αποψίλωση μέρους αυτού. Οι πυρκαγιές αποτελούν μεγάλο κίνδυνο επειδή πολύ συχνά καταφέρουν ακριβώς αυτό, ολιστική καταστροφή και οριστική απώλεια της χλωρίδας ενός δάσους. Χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι ο ρόλος των πυρκαγιών στο οικοσύστημα είναι πάντα αρνητικός, όπως έχει αναλυθεί και παραπάνω.

#### Κατάταξη δασαρχείων σε περιοχές υπευθυνότητας

Οι φορείς προστασίας των δασών στην Ελλάδα περιλαμβάνουν αρκετούς αρμόδιους με συγκεκριμένους ρόλους οι οποίοι καλούνται να συνεργαστούν για να αντιμετωπίσουν τις πυρκαγιές. Στους αρμόδιους αυτούς περιλαμβάνονται η Πυροσβεστική Υπηρεσία, οι ΟΤΑ, οι Διευθύνσεις Γεωργίας, οι κυνηγετικοί φορείς, οι περιβαλλοντικές οργανώσεις, το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης Τροφίμων, το Υπουργείο Εσωτερικών, το Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων όπως και φορείς διαχείρισης προστατευόμενων περιοχών. Όλοι αυτοί συμβάλλουν στην προστασία των δασών ο καθένας με δικά του εξειδικευμένα μέσα και στόχους.

Οι Δασικές υπηρεσίες υπάγονται στη Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας των Δασών και του Φυσικού Περιβάλλοντος του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Σε διοικητικό επίπεδο ωστόσο υπάγεται στο Υπουργείο Εσωτερικών. Υπάρχουν συνολικά 106 δασικές υπηρεσίες σε καλά καθορισμένες περιοχές ανά όλη την επικράτεια.

---

<sup>135</sup> στο ίδιο.





Χάρτης 6: Όρια δασικών υπηρεσιών στην Ελλάδα.<sup>136</sup>

Οι Πυροσβεστικές Υπηρεσίες (Π.Υ.) του Πυροσβεστικού Σώματος Ελλάδος είναι αποκεντρωμένες υπηρεσίες με τοπική αρμοδιότητα που εκτείνεται στα όρια καλά καθορισμένων περιοχών. Οι ίδιες διοικούνται από τις Περιφερειακές Πυροσβεστικές Διοικήσεις τα όρια διοίκησης των οποίων ταυτίζονται με τις Περιφέρειες της Ελλάδος.<sup>137</sup>

Περαιτέρω θέτονται και αξιοποιούνται τα Πυροσβεστικά Κλιμάκια (Π.Κ.), οι Πυροσβεστικοί Σταθμοί και τα εθελοντικά Πυροσβεστικά Κλιμάκια εντός τμημάτων Πυροσβεστικών Υπηρεσιών. Τα σώματα αυτά δεν έχουν διοικητική αυτοτέλεια και εξυπηρετούν μόνον επιχειρησιακές ανάγκες και υπάγονται στις αρμοδιότητες των κατά τόπον Πυροσβεστικών Υπηρεσιών ή Σταθμών.<sup>138</sup>

---

<sup>136</sup> Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. (2015). *Δασικές Υπηρεσίες*. GEODATA. (Ανακτήθηκε Οκτώβριο 2022, διαθέσιμο από <https://geodata.gov.gr/dataset/dasikes-uperesies>).

<sup>137</sup> *Περιφερειακές Υπηρεσίες*. Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδος. (n.d.). (Retrieved October 13, 2022, διαθέσιμο από <https://www.fireservice.gr/el/periphereiakes-ypereies>).

<sup>138</sup> στο ίδιο.

#### 4.4 Οι πυρκαγιές ως φαινόμενο που εξελίσσεται στον χρόνο

Το φαινόμενο των πυρκαγιών ως ένα δυναμικό φαινόμενο έχει εκτός της χωρικής και χρονική διάσταση. Συνεπώς η επιτυχής αναπαράσταση του στον χώρο δεν αρκεί για την πλήρη κατανόηση και βέλτιστη σκιαγράφιση του φαινομένου. Αντ' αυτού μοντελοποιώντας το φαινόμενο και εκφράζοντας την εξέλιξη του στον χρόνο παρέχεται μια πιο συνολική πληροφόρηση για το ίδιο. Μέσω της πολυδιάστατης αυτής μοντελοποίησης μπορούν να αντληθούν συμπεράσματα για μοτίβα κατά την εξάπλωση της πυρκαγιάς τα οποία δεν θα ήταν προφανή από μια πιο στατική αναπαράσταση της στο χώρο. Συνεπώς, όταν γίνεται ανάλυση του φαινομένου των πυρκαγιών δεν γίνεται να παραληφθεί η διάσταση του χρόνου.

Για να επιτευχθεί αυτή η αναπαράσταση του φαινομένου απαιτείται η αξιοποίηση ανάπτυξης ενός διαδραστικού χάρτη για την μοντελοποίηση του φαινομένου.

## 5. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 5.1 Θέση

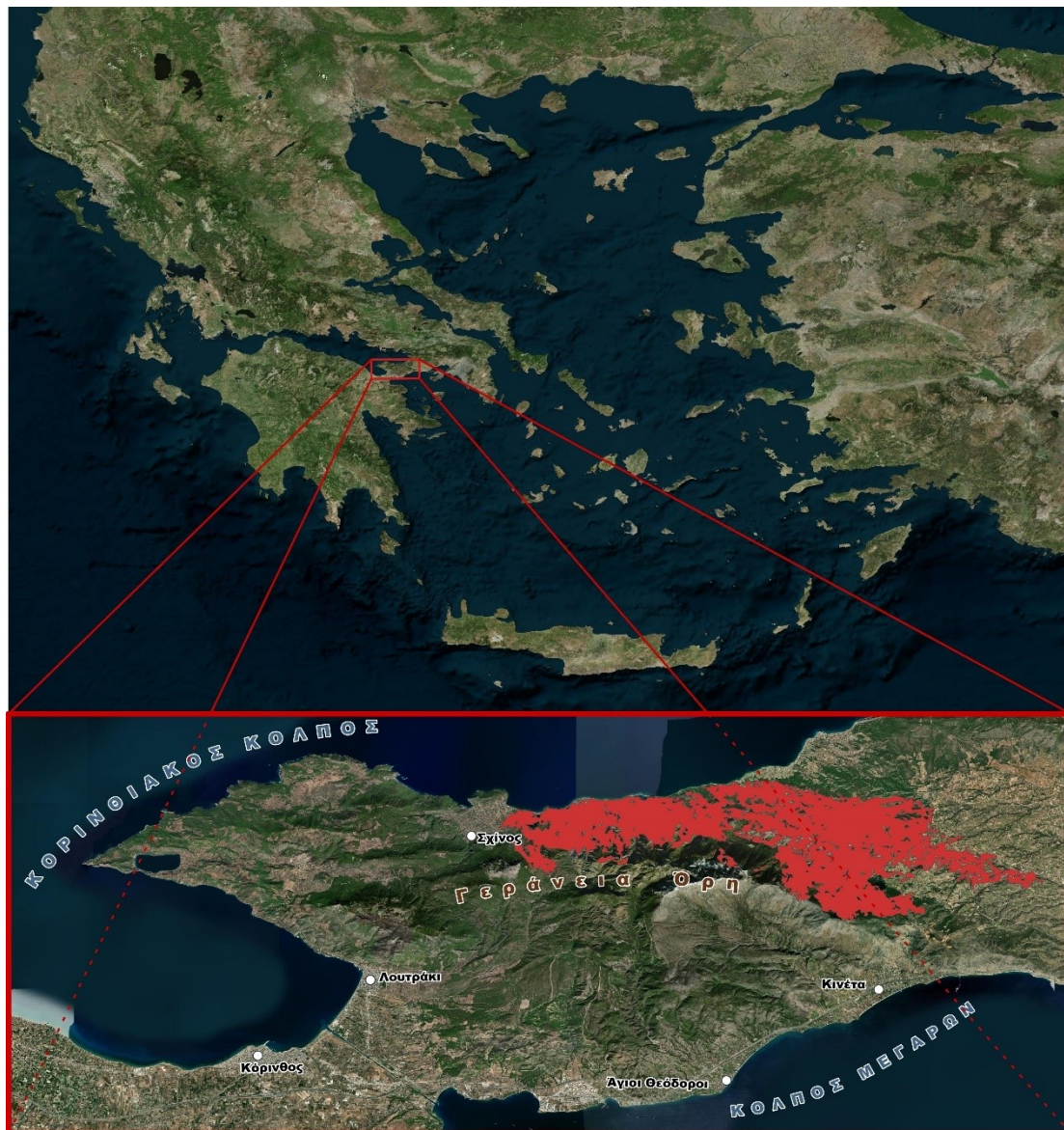
Η περιοχή μελέτης εντοπίζεται στα ανατολικά όρια του Νομού Κορίνθου και τα Δυτικά όρια του Νομού Αττικής και εμπεριέχει το σύνολο των Γερανείων Όρων. Βόρεια βρέχεται από τον Κορινθιακό κόλπο και τον κόλπο των Αλκυονίδων και νότια βρέχεται από τον Σαρωνικό κόλπο και από τον κόλπο των Μεγάρων.

Η ίδια η φωτιά εντοπίζεται στα βόρεια και ανατολικά Γεράνεια Όρη περίπου μεταξύ των οικισμών των Μεγάρων, της Κινέτας, του Σχίνου και του Αλεποχωρίου.

Συγκεκριμένα η περιοχή μελέτης ορίζεται από τα τέσσερα σημεία των οποίων οι συντεταγμένες στο ΕΓΣΑ '87 είναι:

- E1 = 398000, N1 = 4215000
- E2 = 436000, N2 = 4215000
- E3 = 436000, N3 = 4196000
- E4 = 398000, N4 = 4196000

Περαιτέρω, η θέση της περιοχή μελέτης σκιαγραφείται από στον παρακάτω χάρτη εντός του κόκκινου πλαισίου.



Χάρτης 7: Θέση περιοχής μελέτης. Το κόκκινο πολύγωνο αναπαριστά την τελική καμένη έκταση από την φωτιά.

Μερικά από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του φυσικού τοπίου αποτελούν τα Γεράνεια όρη, το ανενεργό ηφαίστειο Σουσάκι νότια των Γερανείων, το Ακρωτήρι Μαλαγκάβι, πιο γνωστό ως Ηραίο, ο ναός της Ήρας και η λίμνη Βουλιαγμένη. Επίσης, στα νοτιοανατολικά της περιοχής εντοπίζεται ένα από τα σημαντικότερα ανθρωπογενή έργα της Ελλάδος ο ισθμός της Κορίνθου.

Η περιοχή μελέτης περικλείεται βόρεια και νότια από θάλασσα, από τον Κορινθιακό και τον Σαρωνικό κόλπο αντίστοιχα. Το γεγονός ότι η περιοχή περιβάλλεται από θάλασσα σε πολλές κατευθύνσεις σε συνδυασμό με την συγκεκριμένη μορφολογία του τοπίου δεν επιτρέπει την δημιουργία μεγάλων ποταμών στην περιοχή, αλλά δημιουργούνται πολλά μικρά εποχιακά ρέματα και χείμαρροι. Το σημαντικότερο υδάτινο στοιχείο της περιοχής πρόκειται για την προαναφερθείσα λίμνη

Βουλιαγμένης κοντά στο Ηραίο ωστόσο στην πραγματικότητα πρόκειται για λιμνοθάλασσα.

Οι μεγαλύτεροι οικισμοί, ως προς τον μόνιμο πληθυσμό τους, είναι η Κόρινθος, το Λουτράκι, οι Άγιοι Θεόδωροι, ο Άσπος, η Αρχαία Κόρινθος και η Κινέτα αλλά ιδιαίτερης σημασίας στα πλαίσια της εργασίας είναι και οι οικισμοί που απειλήθηκαν ή και υπέστησαν ζημιές από την φωτιά. Τέτοιοι οικισμοί περιλαμβάνουν τον Σχίνο από όπου ξεκίνησε η φωτιά, τις Βαμβακές, τη Μαυρολίμνη, της Αιγειρούσες, τα Σπάρτα, τον Άνω Πευκανέα, το Χάνι Δερβένι και τον Κάτω Πευκανέα. Τέλος, σημαντικό σημείο αναφοράς αποτελούν και τα Μέγαρα που βρισκότουσαν μόλις 5 χλμ μακριά από την φωτιά προς το τέλος της εξάπλωσης της αλλά δεν περιλαμβάνονται στην περιοχή μελέτης.

## 5.2 Κλίμα

Το κλίμα της χώρας θεωρείται εύκρατο Μεσογειακό με θερμά και ξηρά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες αλλά στην πραγματικότητα διαφοροποιείται σημαντικά τοπικά. Συγκεκριμένα, θεωρείται ξηρό μεσογειακό γύρω από το Αιγαίο πέλαγος, υγρό μεσογειακό στην Δυτική Ελλάδα και ορεινό στις ηπειρωτικές περιοχές με υψόμετρο ανώτερο των 1500 μέτρων.<sup>139</sup> Το μεσογειακό κλίμα χαρακτηρίζεται από την εναλλαγή υγρών, χειμερινών περιόδων με ξηρές θερινές περιόδους, στοιχείο που ευνοεί την εκδήλωση πυρκαγιών καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού.<sup>140</sup>

Συγκεκριμένα, η σχετική θέση της περιοχής μελέτης στην Ελλάδα βρίσκεται κεντρικά προς νότια και συνεπώς έχει ξηρό μεσογειακό κλίμα αλλά λόγω των Γερανείων σε μεγάλα υψόμετρα το κλίμα φέρει και χαρακτηριστικά ορεινού κλίματος.

Σύμφωνα με τη κλιματική ταξινόμηση Κέππεν (Köppen climate classification) η περιοχή μελέτης όπως και το μεγαλύτερο μέρος της Ελλάδας εμπίπτει στην κατηγορία Csa που χαρακτηρίζει κλίμα μεσογειακό με ξηρά καλοκαίρια και δροσερούς υγρούς χειμώνες.<sup>141</sup>

---

<sup>139</sup> Ξανθόπουλος Γ. *Δασοπροστασία και δασοπυρόσβεση*. ό.π.

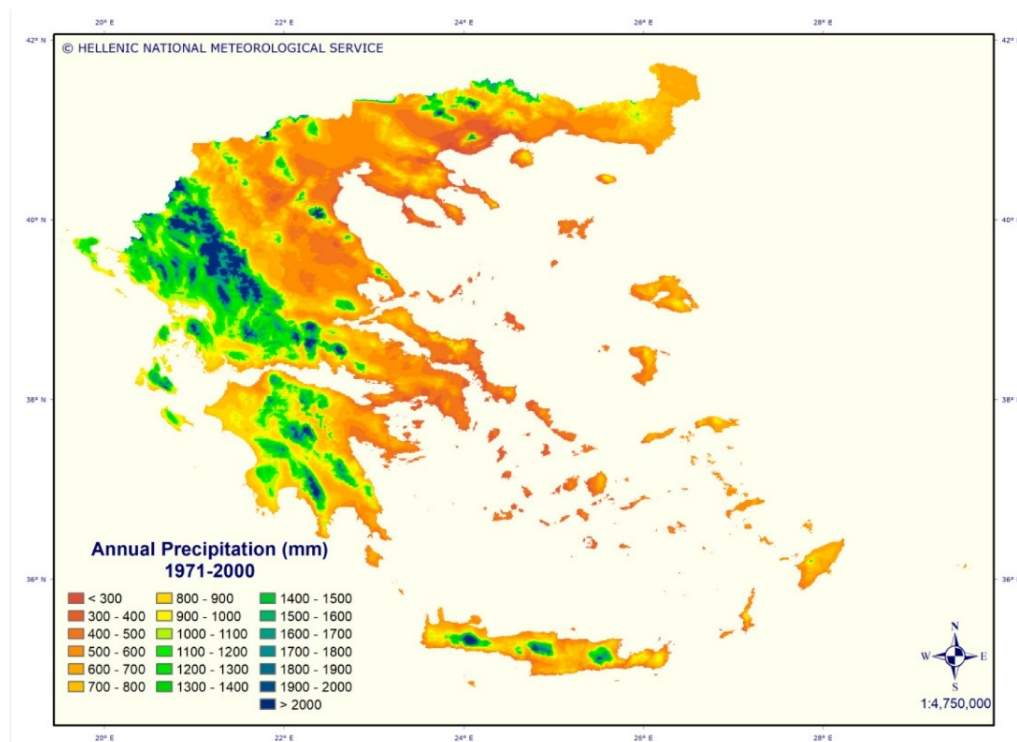
<sup>140</sup> Παπαγεωργίου Α. Χ., Καρέτσος Γ., Κατσαδωράκης Γ., *Το Δάσος, Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση*. ό.π.

<sup>141</sup> Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A., & Wood, E. F. (2020). *Publisher correction: Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution*. Scientific data. (Retrieved September 17, 2022, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7431407/>).

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Avg. Temperature °C	7.6 °C	8.2 °C	10.8 °C	14.2 °C	19.1 °C	23.9 °C	26.6 °C	26.4 °C	22.3 °C	17.7 °C	13.3 °C	9.2 °C
(°F)	(45.8) °F	(46.8) °F	(51.4) °F	(57.6) °F	(66.3) °F	(75) °F	(79.9) °F	(79.6) °F	(72.2) °F	(63.8) °F	(55.9) °F	(48.6) °F
Min. Temperature °C (°F)	4.8 °C (40.7) °F	5.1 °C (41.2) °F	6.8 °C (44.3) °F	9.8 °C (49.6) °F	14.2 °C (57.5) °F	18.7 °C (65.7) °F	21.6 °C (70.8) °F	21.9 °C (71.4) °F	18.5 °C (65.2) °F	14.4 °C (57.8) °F	10.3 °C (50.6) °F	6.6 °C (43.8) °F
Max. Temperature °C	10.6 °C	11.6 °C	14.8 °C	18.7 °C	23.8 °C	28.6 °C	31.2 °C	30.9 °C	26.4 °C	21.2 °C	16.4 °C	12 °C
(°F)	(51.1) °F	(52.9) °F	(58.7) °F	(65.6) °F	(74.8) °F	(83.5) °F	(88.2) °F	(87.6) °F	(79.5) °F	(70.2) °F	(61.5) °F	(53.6) °F
Precipitation / Rainfall	58	53	53	24	20	7	3	3	18	33	54	65
mm (in)	(2)	(2)	(2)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1)	(2)	(2)
Humidity(%)	75%	73%	69%	63%	57%	50%	46%	49%	59%	68%	75%	76%
Rainy days (d)	7	6	5	3	3	1	1	1	2	3	5	7
avg. Sun hours (hours)	5.5	6.4	8.2	10.4	12.1	13.0	12.9	12.0	10.3	7.8	6.1	5.3

Πίνακας 2: Στατιστικά μετεωρολογικά στοιχεία για την Κόρινθο (1991-2021).<sup>142</sup>

Η μέση θερμοκρασία στην περιοχή κυμαίνεται από 7.6°C τον χειμώνα έως 26.6°C τον Ιούλιο όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα. Η βροχόπτωση είναι εντονότερη τον μήνα Δεκέμβριο στα 65 χιλιοστά μέσο όρο ενώ το καλοκαίρι δεν βρέχει σχεδόν καθόλου με περίπου 3 χιλιοστά τον Ιούλιο και τον Αύγουστο. Η υγρασία και αυτή μειώνεται σημαντικά τους καλοκαιρινούς μήνες σε λιγότερο από 50% ενώ τον χειμώνα παραμένει πάνω από 70%.



<sup>142</sup> CLIMATE CORINTH, (n.d.). Climate Data. (Retrieved September 17, 2022, from <https://en.climate-data.org/europe/greece/corinth/corinth-19260/>).

Από τον παραπάνω χάρτη διαφαίνεται ότι κατά μέσω όρο η περιοχή δέχεται μόνο περίπου 400 χιλιοστά κατακρημνισμάτων στα πεδινά και περίπου 600 στα ορεινά ετησίως.

Επιπλέον, ο συνδυασμός του θαλάσσιου στοιχείου της χώρας με την ορεινή της τοπογραφία επιτρέπουν την ανάπτυξη πλούσιας βιοποικιλότητας αλλά σε περιορισμένες εκτάσεις. Το γεγονός αυτό θέτει ευάλωτη την χλωρίδα και την πανίδα της χώρας και συνεπώς, η τρωτότητα των προστατευόμενων ειδών στις περιορισμένες αυτές εκτάσεις είναι μεγάλη.

### 5.3 Φυσικό τοπίο

#### Γεράνεια Όρη

Τα Γεράνεια όρη εκτείνονται από της κοιλάδα των Μεγάρων και την Κακιά Σκάλα μέχρι το Λουτράκι και την Περαχώρα. Περιβάλλονται από το Σαρωνικό κόλπο, τον Κορινθιακό κόλπο και τον κόλπο των Αλκυονίδων. Η ψηλότερη κορυφή του όρους είναι το Μακρυπλάγι σε υψόμετρο ίσο με μόλις 1.369 μέτρα.

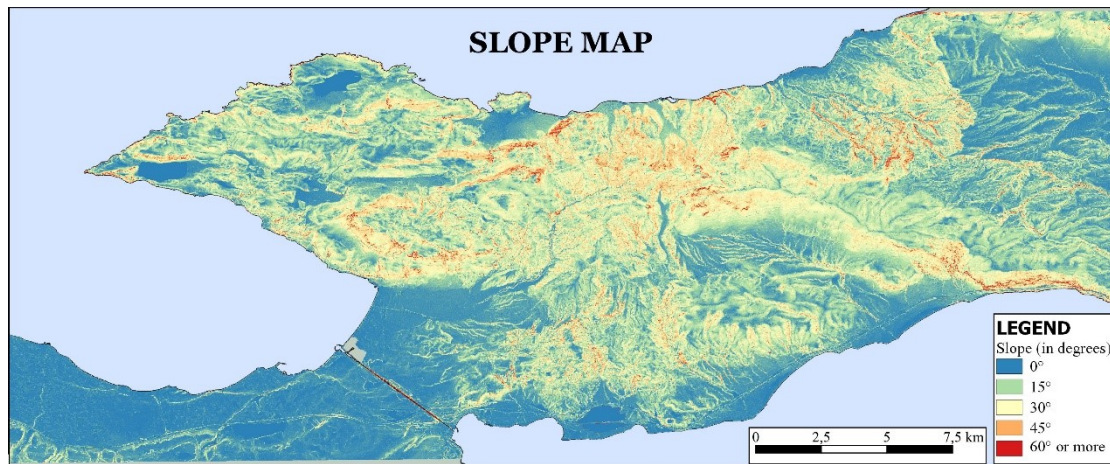
Αναφορικά με τη βλάστηση στη περιοχή επικρατούν μεσο-μεσογειακές διαπλάσεις Αρίας (είδος βελανιδιάς) και η χαλέπιος Πεύκη αλλά επίσης στα μεγαλύτερα υψόμετρα απαντώνται διαπλάσεις Κεφαλληνιακής Ελάτης.



Χάρτης 9: Αποκομμένο τμήμα χάρτη βλάστησης της Ελλάδος για την περιοχή μελέτης με το αντίστοιχο υπόμνημα.<sup>144</sup>

<sup>143</sup> Gofa, F., Mamara, A., Anadranistakis, M., & Flocas, H. (2019). *Developing gridded climate data sets of precipitation for Greece based on homogenized time series*. MDPI. (Retrieved September 17, 2022, from <https://www.mdpi.com/2225-1154/7/5/68/html>).

<sup>144</sup> Μαυρομμάτης, Γ. (1978). *Χάρτης βλάστησης της Ελλάδος*, Διεύθυνση Χαρτογράφησης Δασών, Υπουργείο Γεωργίας. (Retrieved 2022, from [https://fdlmes-kan.getmap.gr/dataset/chartis\\_vlastisis\\_tis\\_ellados\\_g\\_mavrommatis\\_1978](https://fdlmes-kan.getmap.gr/dataset/chartis_vlastisis_tis_ellados_g_mavrommatis_1978)).

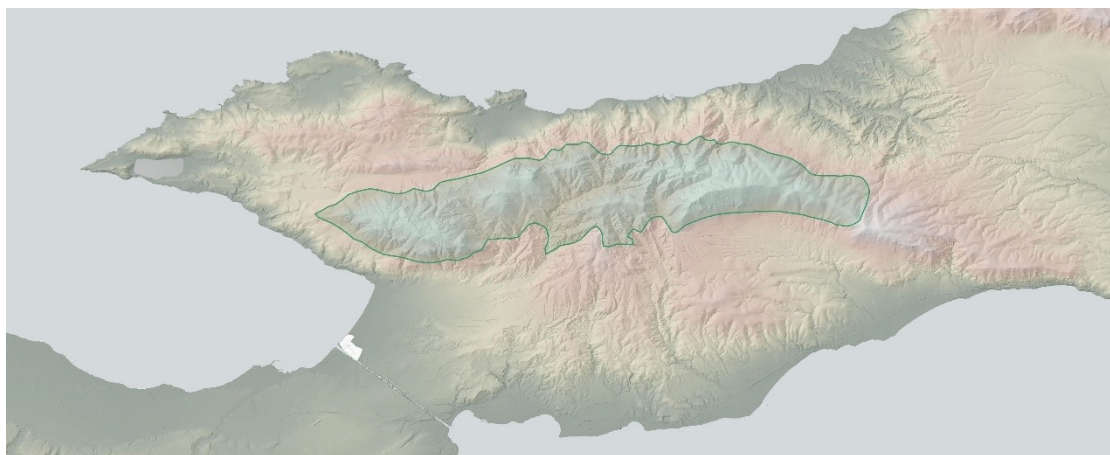


Χάρτης 10: Χάρτης κλίσεων. Οι χρωματισμοί είναι συνεχής με χρήση του μπλε χρώματος για τις χαμηλές κλίσεις και του κόκκινου χρώματος για τις μεγάλες.

Η μορφολογία της χέρσου διαφοροποιείται σημαντικά χωρικά με απότομες κλίσεις πλαγιών σε πολλά σημεία στα Γεράνεια όρη και πέριξ αυτών. Πιο συγκεκριμένα, στο βόρειο και δυτικό τμήμα του βουνού όπου εξαπλώθηκε η φωτιά, οι περισσότερες πλαγιές είναι απόκρημνες και δυσπρόσιτες. Επίσης, από τον χάρτη διαφαίνεται ότι το ανάγλυφο είναι αρκετά ανώμαλο λόγω της έντονης τοπικής διάβρωσης από τα ποτάμια της περιοχής. Λόγω αυτού, και λόγω της έλλειψης σημαντικής ανθρώπινης δραστηριότητας, οι οδικές υποδομές είναι επίσης λίγες.

### Βιότοπος NATURA

Η περιοχή κατά μήκος της κορυφογραμμής των Γερανείων όρων έχει ενταχθεί στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο Προστατευόμενων Περιοχών Natura λόγω της ιδιαίτερης αξίας του τοπίου για την περιοχή, των ιδιαίτερων ειδών χλωρίδας και πανίδας και της επακόλουθης ανάγκης για την προστασία τους.



Χάρτης 11: Χωροθέτηση βιότοπου Natura με κωδικό GR2530005 σε υψομετρικό χάρτη στα Γεράνεια όρη.



Το φυσικό περιβάλλον αυτού του βιότοπου αποτελείται κυρίως από πυκνά εύκρατα κωνοφόρα δάση Χαλέπιου πεύκης (*Pinus halepensis*) ενώ το ανώτερο ψυχρότερο τμήμα της περιοχής καλύπτεται από καλά δομημένα δάση της ενδημικής ελληνικής Κεφαλληνιακής ελάτης (*Abies cerhalonica*), ενώ επίσης εντοπίζεται και φρυγανική βλάστηση. Κατά μήκος των διακοπτόμενων ρεμάτων της περιοχής υπάρχουν μικροί σχηματισμοί υγρόφιλων ειδών όπως η πικροδάφνη (*Nerium oleander*) και η λυγαριά (*Vitex agnus castus*).

Όλα αυτά τα στοιχεία της χλωρίδας δημιουργούν ένα φυσικό περιβάλλον μεγάλης αισθητικής αξίας και υψίστης οικολογικής σημασίας ιδίως λόγω της εγγύτητας της τοποθεσίας στην δυτική Αττική, μια περιοχή πολύ επιβαρυσμένη από την υπάρχουσα βιομηχανική δραστηριότητα.

Η συνολική έκταση του βιότοπου είναι 6836.55 εκτάρια και διαιρείται διοικητικά στο ανατολικό τμήμα που εμπίπτει εντός του δήμου Μεγάρων και το δυτικό μεγαλύτερο τμήμα που εμπεριέχεται εντός του δήμου Λουτρακίου-Περαχώρας-Αγίων Θεωδώρων. Αναφορικά με την γεωλογία, τα Γεράνεια όρη αποτελούνται κατά κύριο λόγο από φλύσχη και ασβεστόλιθους.

Αν και η τοποθεσία δεν χαρακτηρίζεται από πλήθος οικότυπων, ο αριθμός των ενδημικών φυτών που υπάρχει στην περιοχή είναι σημαντικός. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το ενδημικό απειλούμενο είδος *Centaurea megarensis* του οποίου μοναδικός βιότοπος αποτελούν τα Γεράνεια Όρη. Άλλα απειλούμενα και σπάνια είδη που βρίσκονται στην περιοχή αποτελούν τα φυτά *Stachys spruneri*, *Achillea umbellata*, *ReptilesLacerta trilineata*, *Ablepharus kitaibellii* και *InvertebratesZerynthia polyxena* που προστατεύονται από την Ελληνική νομοθεσία και διεθνής συμβάσεις όπως η σύμβαση της Βέρνης.

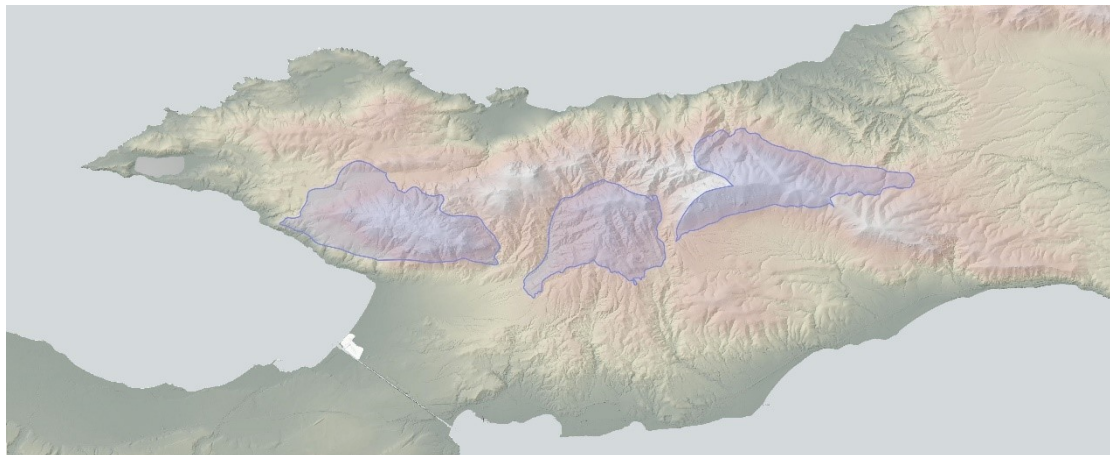
Ωστόσο, μια από τις μεγαλύτερες απειλές του οικοσυστήματος αποτελούν οι τροποποιήσεις του φυσικού τοπίου που προκαλούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες με την με βασικότερη εξ' αυτών, την φωτιά από ανθρωπογενή αίτια. Επιπλέον, πίεση επιβάλλεται στο οικοσύστημα από την υπερβόσκηση, η οποία επηρεάζει αρνητικά τη φυσική αναγέννηση της πανίδας του δασικού οικοσυστήματος. Αξιοσημείωτες ως απειλές είναι και οι επιπτώσεις που προκαλούνται από τις ραγδαίες αλλαγές χρήσεων γης, ιδίως η συνεχής απογύμνωση της βλάστησης για την ίδρυση βιομηχανικών ή εμπορικών περιοχών και κατοικιών. Ακόμη, η ανεξέλεγκτη απόρριψη οικιακών απορριμμάτων ή απορριμμάτων αδρανούς υλικού σε διάφορους χώρους απόρριψης θεωρείται δευτερεύουσα αιτία πυρκαγιών. Τέλος, το ανεξέλεγκτο κυνήγι αποτελεί κύρια απειλή για τα είδη της πανίδας.

<b>Αξιόλογα Φυτά</b>	Abies cephalonica (Κεφαλλονίτικο έλατο) Achillea umbellata monosephala Astragalus hellenicus Centaurea attica asperula Centaurea raphanina mixta Cerastium candidissimum Draba lacaitae Fritillaria graeca Gypsophila nana Muscari pulchellum pulchellum Silene radicata Stachys spruneri
<b>Αξιόλογα Θηλαστικά</b>	
<b>Αξιόλογα Πτηνά</b>	
<b>Αξιόλογα Αμφίβια / Ερπετά</b>	Ablepharus kitaibelii fabichi (Αβλέφαρος) Chalcides ocellatus ocellatus (Λιακόφι) Elaphe situla (Σπιτόφιδο) Lacerta trilineata cariensis (Τρανόσαυρα της Ικαρίας) Testudo hermanni hermanni (Ουχοχελώνα) Testudo marginata (Κρασπεδωτή χελώνα)
<b>Αξιόλογα Ψάρια</b>	
<b>Αξιόλογα Ασπόνδυλα</b>	Zerynthia polyxena (Ζερύνθια η Πολυξένη)

Εικόνα 15: Ιδιαίτερα και σπάνια είδη χλωρίδας και πανίδας των Γερανείων όρων.<sup>145</sup>

## Καταφύγια Άγριας Ζωής

Στη περιοχή υπάρχουν τρία διαφορετικά καταφύγια άγριας ζωής συνολικής έκτασης 5.959 εκτάρων που έχουν οριστεί από την Ελληνική νομοθεσία.



Χάρτης 12: Χωροθέτηση καταφυγιών άγριας ζωής στα Γεράνεια όρη.

Σύμφωνα με τον νόμο 3937/2011 (ΦΕΚ Α'60):

Ως καταφύγια άγριας ζωής χαρακτηρίζονται φυσικές περιοχές (χερσαίες, υγροτοπικές ή θαλάσσιες), που έχουν ιδιαίτερη σημασία ως σημαντικοί τόποι ανάπτυξης της άγριας χλωρίδας ή ως βιότοποι αναπαραγωγής, διατροφής,

<sup>145</sup> NatureBank - Βιότοπος Natura ORI - GERANEIA. ΦΙΛΟΤΗΣ. (n.d.). (Ανακτήθηκε Αυγουστο 2022, διαθέσιμο από <https://filotis.itia.ntua.gr/>)

διαχείμασης ειδών της άγριας πανίδας, ή ως περιοχές αναπαραγωγής ψαριών και συγκέντρωσης γόνου, ή, τέλος, ως σημαντικοί θαλάσσιοι οικότοποι. Ως καταφύγια άγριας ζωής μπορούν να χαρακτηρίζονται και οι οικολογικοί διάδρομοι μεταξύ άλλων κατηγοριών προστατευόμενων περιοχών.

Μέσα στα καταφύγια άγριας ζωής απαγορεύονται η θήρα, οι αγώνες κυνηγετικών ικανοτήτων σκύλων δεικτών, η αλιεία, η σύλληψη της άγριας πανίδας, η συλλογή της άγριας χλωρίδας, η καταστροφή ζώνης με φυσική βλάστηση με κάθε τρόπο, η καταστροφή των φυτοφρακτών, η αμμοληψία, η αποστράγγιση, η επιχωμάτωση και αποξήρανση ελωδών εκτάσεων, η ρύπανση των υδατικών συστημάτων, η διάθεση ή απόρριψη αποβλήτων, η ανάπτυξη ιχθυοκαλλιεργειών, η διενέργεια στρατιωτικών ασκήσεων, καθώς και η υπαγωγή έκτασης του καταφυγίου σε πολεοδομικό ή ρυμοτομικό σχεδιασμό. Επιτρέπεται η εγκατάσταση παρατηρητηρίων της άγριας πανίδας, η εκτέλεση λατομικών και μεταλλευτικών δραστηριοτήτων όπως και η κατασκευή δρόμων, εάν πρώτα έχει υποβληθεί μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων τύπου Α και έχει χορηγηθεί έγκριση περιβαλλοντικών όρων.<sup>146</sup>

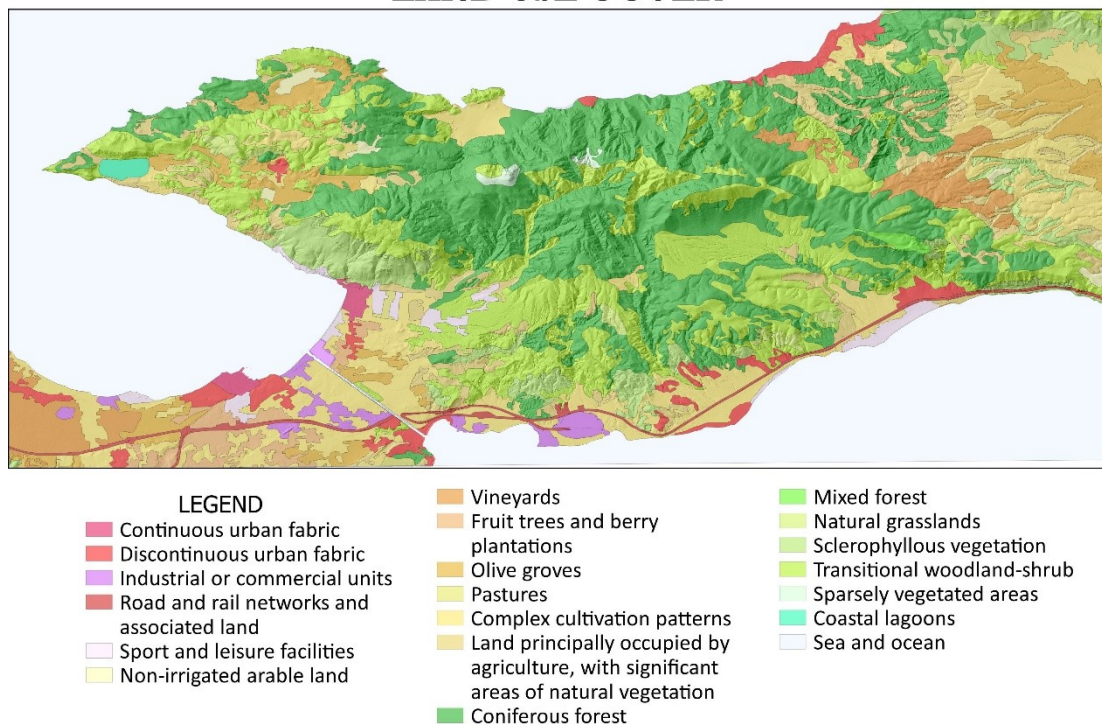
## 5.4 Χρήσεις γης

Σύμφωνα με το Corine Land Cover του Copernicus η περιοχή αποτελείται από μεγάλες δασικές εκτάσεις στα Γεράνεια όρη με σημαντικές αστικές εκτάσεις νότια και νοτιοδυτικά και αγροτικές, καλλιεργήσιμες εκτάσεις νοτιοδυτικά και ανατολικά.

---

<sup>146</sup> Νόμος 3937/2011(ΦΕΚ Α 60/31.3.2011): Διατήρηση της βιοποικιλότητας και άλλες διατάξεις.

## LAND USE COVER

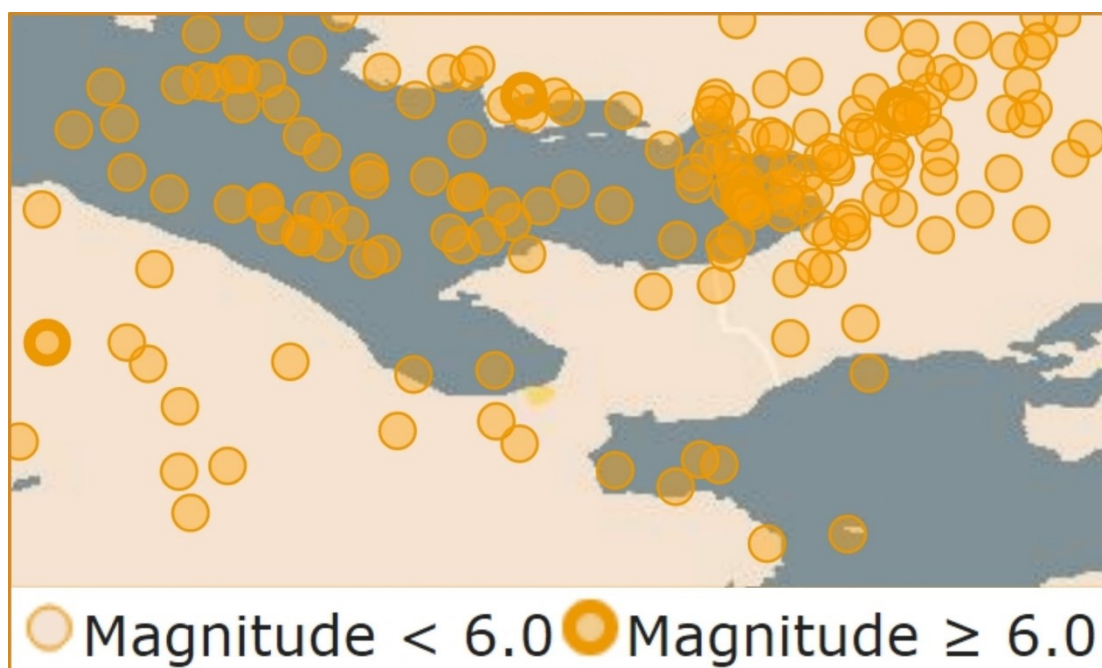


Χάρτης 13: Χρήσης γης στην περιοχή μελέτης σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση του προγράμματος Corine του 2018.<sup>147</sup>

Κεντρικά και βόρεια στην περιοχή μελέτης, όπου και βρίσκονται τα Γεράνεια, εντοπίζονται σχεδόν αποκλειστικά δασώδης εκτάσεις ενώ παραλιακά εντοπίζεται αρκετά περισσότερη ανθρώπινη δραστηριότητα είτε αναφορικά με την ύπαρξη οικισμών είτε υποδομών οδικού δικτύου, στρατιωτικών υποδομών και υποδομών αναψυχής μεταξύ άλλων. Ακόμη το ανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται από μικρότερες τοπογραφικές κλίσεις και ως συνέπεια φιλοξενεί πολλές γεωργικές δραστηριότητες παράλληλα με μικρούς διάσπαρτους οικισμούς. Εντονότερη είναι ακόμα η ανθρώπινη δραστηριότητα στο ανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης όπου εντοπίζονται οι σημαντικότεροι οικισμοί, όπως είναι η Κόρινθος και το Λουτράκι, παράλληλα με πολλές καλλιεργήσιμες εκτάσεις.

<sup>147</sup> CLC 2018, (2020). Copernicus. (Retrieved October 16, 2022, from <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>).

## 5.5 Σεισμική δραστηριότητα



Χάρτης 14: Επίκεντρα σεισμών μεγέθους ανωτέρου των 4 βαθμών της κλίμακας Richter στην περιοχή μελέτης από το 1970 έως και το 2021. Οι κύκλοι με χοντρό περίγραμμα αντιπροσωπεύουν σεισμούς μεγαλύτερους των 6 βαθμών της κλίμακας Richter. Δεδομένα από United States Geological Survey.<sup>148</sup>

Στην περιοχή εντοπίζεται έντονη σεισμική δραστηριότητα ιδίως βόρεια της περιοχής μελέτης σε πολύ μικρή εγγύτητα από αυτή. Συγκεκριμένα, στην περιοχή που υποδεικνύει ο Χάρτης 14 εντοπίζονται 176 επίκεντρα σεισμών άνω των τεσσάρων βαθμών ρίχτερ από το 1970 έως και το τέλος του 2021. Η έντονη σεισμική δραστηριότητα στην περιοχή δικαιολογείται από την απόκλιση της μικροπλάκας του Αιγαίου από την Ευρασιατική πλάκα, γεγονός που ευθύνεται και για την δημιουργία του κόλπου της Κορίνθου.

## 5.6 Διοίκηση και αρχείο πυροσβεστικού σώματος της περιοχής

### Πυροσβεστικές Υπηρεσίες

Η φωτιά ξεκίνησε κοντά στον οικισμό Σχίνο ο οποίος υπάγεται στα όρια της Περιφερειακής Πυροσβεστικής Διοίκησης Πελοποννήσου και συγκεκριμένα εντός της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Κορίνθου και ταυτόχρονα εντός του Πυροσβεστικού Κλιμάκιου Περαχώρας. Ωστόσο, με την εξάπλωση της η φωτιά διείσδυσε και εντός της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Μεγάρων, η οποία με την σειρά της υπάγεται σε μια εντελώς διαφορετική Περιφερειακή Πυροσβεστική Διοίκηση, αυτή της Αττικής.

<sup>148</sup> Access to noa eida services (n.d.) Institute of Geodynamics, National Observatory of Athens. (Retrieved September 18, 2022, from <http://eida.gein.noa.gr/webdc3/>).



Χάρτης 15: Όρια επιχειρησιακής ευθύνης Περιφερειακών Πυροσβεστικών Διοικήσεων (με διαφορετικά χρώματα) πυροσβεστικών υπηρεσιών (εντός μαύρων περιγραμμάτων) και Πυροσβεστικών Κλιμακίων (με διακεκομμένες μαύρες γραμμές) στην περιοχή μελέτης.<sup>149</sup>

Ταυτόχρονα η περιοχή μελέτης υπάγεται στην Δασική Υπηρεσία Κορίνθου και στην Δασική Υπηρεσία Μεγάρων.



Χάρτης 16: Όρια Δασικών Υπηρεσιών σε αντιπαραβολή με τα όρια Πυροσβεστικών Υπηρεσιών στην Αττική.<sup>150</sup>

<sup>149</sup> Χάρτες με όρια επιχειρησιακής ευθύνης πυροσβεστικών υπηρεσιών, (2018). Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας. (Ανακτήθηκε 13 Οκτωβρίου, 2022, διαθέσιμο από <https://www.civilprotection.gr/el>).

<sup>150</sup> Δ/ση Σχεδιασμού & αντιμετώπισης έκτακτων αναγκών (2020). Διάθεση χαρτών για τον προσδιορισμό των ελαχίστων γεωγραφικών ενοτήτων του χάρτη Πρόβλεψης Κινδύνου Πυρκαγιάς, Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας.



Χάρτης 17: Όρια Δασικών Υπηρεσιών σε αντιπαραβολή με τα όρια Πυροσβεστικών Υπηρεσιών στην Πελοπόννησο.<sup>151</sup>

### Ιστορικό περιοχής

Το πυροσβεστικό σώμα Ελλάδος συγκεντρώνει στοιχεία για όλες της φωτιές στην Ελλάδα από το 2000 και μετά και τα συντηρεί σε διαδικτυακή βάση δεδομένων. Από τα δεδομένα αυτά απομονώθηκαν οι περιπτώσεις πυρκαγιών που χωροθετούνται εντός των Πυροσβεστικών Υπηρεσιών Κορίνθου και Μεγάρων και κατατάχθηκαν σύμφωνα με την έκταση που έκαψαν στον Πίνακα 3.

<sup>151</sup> στο ίδιο.

ΦΩΤΙΕΣ ΣΕ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΚΟΡΙΝΘΟ ΚΑΙ ΔΥΤΙΚΗ ΑΤΤΙΚΗ (2000-2021)			
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΕΚΤΑΣΗ ΤΗΣ ΦΩΤΙΑΣ ΣΕ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΝΟΜΟΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ
Ιουλ-18	50650	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΚΙΝΕΤΑ
Μαΐ-21	50190	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	ΣΧΙΝΟΣ
Νοε-20	8000	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΚΙΝΕΤΑ
Νοε-15	5000	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	ΠΕΡΑΧΩΡΑ
Ιουλ-00	3200	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	ΑΓΙΟΙ ΘΕΟΔΩΡΟΙ
Σεπ-19	3000	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	ΛΟΥΤΡΑΚΙ
Ιουλ-07	1200	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	ΑΡΧΑΙΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ
Ιουλ-05	685	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	ΟΙΚΙΣΜΟΣ ΛΙΟΝΤΑΡΙ
Αυγ-09	480	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	ΛΟΥΤΡΑΚΙ

Πίνακας 3: Σημαντικότερες φωτιές εντός των ορίων πυροσβεστικών υπηρεσιών Κορίνθου και Μεγάρων από το 2000 μέχρι το 2021 ταξινομημένες σύμφωνα με το μέγεθος της καταστροφής που προκάλεσαν σε στρέμματα καμένης έκτασης. Με κίτρινο υπογραμμίζεται η φωτιά του Σχίνου Κορινθίας.<sup>152</sup>

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 3 στην περιοχή έχουν σημειωθεί αρκετές φωτιές στο παρελθόν αλλά δύο είναι οι φωτιές που αποκλίνουν σημαντικά σε μέγεθος από τις υπόλοιπες. Αυτές είναι η φωτιά του 2021 στο Σχίνο που είναι και το θέμα της εργασίας αλλά και η φωτιά του 2018 που έκαψε μια παρόμοια έκταση ακριβώς νότια αυτής. Συνδυαστικά αυτές οι δύο φωτιές έχουν κάψει πάνω από 100.000 στρέμματα και πρακτικά απογυμνώσαν όλα τα Δυτικά Γεράνεια. Παρατηρείται ότι τέσσερις από τις σημαντικότερες φωτιές που έχουν σημειωθεί εντός των Πυροσβεστικών Υπηρεσιών της Κορίνθου και των Μεγάρων από το 2000 έχουν εκδηλωθεί τα τελευταία τέσσερα χρόνια και έχουν κάψει συνολικά μια έκταση 111.840 στρεμμάτων στην ευρύτερη περιοχή. Αν και δεν μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα από ένα τόσο μικρό δείγμα γενικά παρατηρείται ότι το γεγονός αυτό είναι σύμφωνο με την γενική τάση που παρουσιάζεται στην Ελλάδα της αύξησης του αριθμού πυρκαγιών και ιδίως της αύξησης της έντασης αυτών.

<sup>152</sup> Κατηγορίες Συνόλων Δεδομένων που διατίθενται και σε Ανοιχτό Μηχαναγνώσιμο Μορφότυπο. (n.d.). (Ανακτήθηκε 2 Οκτωβρίου, 2022, διαθέσιμο από [https://www.fireservice.gr/el\\_GR/synoladedomenon](https://www.fireservice.gr/el_GR/synoladedomenon)).



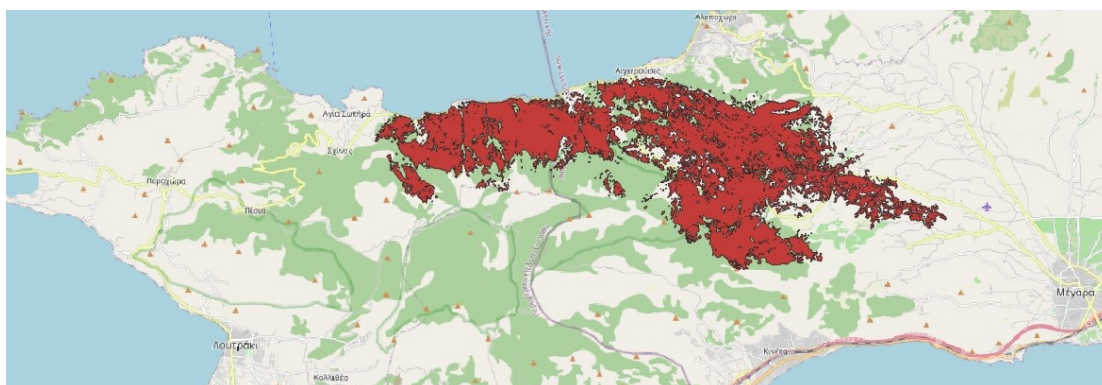
ΦΩΤΙΕΣ ΠΡΙΝ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ (2000-2021)				
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΕΚΤΑΣΗ ΤΗΣ ΦΩΤΙΑΣ ΣΕ ΣΤΡΕΜΑΤΑ	ΝΟΜΟΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ	
Μαϊ-21	50190	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	ΣΧΙΝΟΣ	
Απρ-08	10000	ΧΑΝΙΩΝ	ΟΡΘΟΥΝΙ-ΣΚΙΝΕΣ	
Μαρ-01	5420	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΑΜΥΝΟΥ ΣΤΥΡΕΩΝ	
Μαϊ-10	5000	ΑΤΤΙΚΗΣ	-	
Απρ-05	4000	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΛΙΧΑΔΑ	
Μαρ-01	3700	ΕΥΒΟΙΑΣ	ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ-ΑΝΩ ΚΟΥΡΟΥΝΙ	
Απρ-01	3500	ΣΑΜΟΥ	ΠΕΤΑΛΟΥΔΑ ΚΟΝΤΑΚΑΙΚΑ	
Απρ-00	3000	ΣΑΜΟΥ	ΑΜΠΕΛΟΣ	
Απρ-00	2500	ΣΑΜΟΥ	ΜΑΡΑΘΟΚΑΜΠΟΣ	
Μαϊ-13	2500	ΑΤΤΙΚΗΣ	ΜΑΝΔΡΑΚΙ ΥΔΡΑΣ	
Απρ-08	2100	ΧΑΝΙΩΝ	ΑΝΑΛΟΥΚΑΣ ΣΗΤΕΙΑΣ	
Απρ-18	2000	ΚΥΚΛΑΔΩΝ	ΣΕΡΙΦΟΣ	
Απρ-08	1500	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	ΜΕΣΚΛΑ	
Μαρ-19	1500	ΦΛΩΡΙΝΑΣ	ΑΜΥΝΤΑΙΟ	
Απρ-19	1500	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΜΠΑΡΦΑ	
Μαϊ-13	1200	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	
Απρ-16	1200	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	
Μαρ-18	1200	ΚΥΚΛΑΔΩΝ	ΓΙΔΕΣ ΑΝΔΡΟΥ	
Μαϊ-04	1125	ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΩΝ	ΜΕΣΟΧΩΡΙ ΡΟΚΛΙ	
Απρ-18	1100	ΗΛΕΙΑΣ	ΦΡΙΞΑ	
Φεβ-16	1010	ΧΑΝΙΩΝ	ΚΑΜΠΟΣ	
Ιαν-13	1000	ΗΛΕΙΑΣ	ΒΕΛΙΤΣΕΣ	
Ιαν-13	1000	ΛΑΚΩΝΙΑΣ	ΜΑΡΑΜΤΣΟΥΚΑ ΜΑΝΗΣ	
Μαρ-17	1000	ΚΥΚΛΑΔΩΝ	ΑΝΔΡΟΣ	
Μαρ-12	1500	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΑΔΕΝΔΡΟ	
Μαϊ-12	1200	ΚΥΚΛΑΔΩΝ	ΝΑΞΟΣ	

Πίνακας 4: Μεγαλύτερες φωτιές (άνω των 1.000 στρεμμάτων) στην Ελλάδα πριν τον μήνα Ιούνιο μετά το 2000 ταξινομημένες σύμφωνα με το μέγεθος τους. Με κίτρινο υπογραμμίζεται η φωτιά του Σχίνου Κορινθίας.<sup>153</sup>

Από τον Πίνακα 4 γίνεται προφανές το πόσο ασυνήθιστη ήταν αυτή η πυρκαγιά για τα δεδομένα της περιόδου αφού εκδηλώθηκε στην αρχή της αντιπυρικής περιόδου. Συγκεκριμένα, πρόκειται για την μεγαλύτερη καταγεγραμμένη φωτιά πριν το καλοκαίρι από το 2000 και με μεγάλη διαφορά από την επόμενη.

<sup>153</sup> στο ίδιο.

## Φωτιά Σχίνου Κορινθίας



Χάρτης 18: Χάρτης καμένης έκτασης.

Η φωτιά ξεκίνησε το βράδυ της 19<sup>ης</sup> Μαΐου, πιθανόν από αμέλεια, και τέθηκε υπό έλεγχο επιτυχώς στις 22 Μαΐου μέχρι που εν τέλει έγινε πλήρης κατάσβεση της στις 24 Μαΐου.

Κατά την εξέλιξη της φωτιάς δρομολογήθηκε εντολή εκκένωσης συνολικά 12 οικισμών και 3 μοναστηριών. Συγκεκριμένα, από το βράδυ της Τέταρτης έως τη νύχτα της Πέμπτης εκκενώθηκαν οι οικισμοί Σχίνο, Αγία Σωτήρα, Βαμβακές, Μαυρολίμνη, Μάζι, Παρασκευά, Αλεποχώρι, Αιγειρούσες, Χάνι Δερβένι, Άνω και Κάτω Πευκενέας και Λιακωτό και οι Ιερές Μονές Αγίου Ιωάννη Μακρινού, Αγίας Παρασκευής και Αγίου Ιερόθεου.<sup>154</sup>

Τα πυροσβεστικά μέσα που συνέβαλαν στην κατάσβεση της πυρκαγιάς περιλαμβάνουν 278 πυροσβέστες, 10 ομάδες πεζοπόρων τμημάτων, 89 οχήματα, το ΜΕΤΠΕ και το κινητό επιχειρησιακό κέντρο ΟΛΥΜΠΟΣ. Κινητοποιήθηκαν 8 αεροσκάφη Canadaair, 4 αεροσκάφη PZL, 2 ελικόπτερα καθώς και ένα ελικόπτερο του Πυροσβεστικού Σώματος ως συντονιστικό. Συνδράμουν εθελοντές πυροσβέστες.<sup>155</sup>

Ως αποτέλεσμα, εκτός της μεγάλης οικολογικής καταστροφής, υπήρξαν αναφορές για δεκάδες καμένα σπίτια στους οικισμούς Αλεποχώρι, Πευκανέας και Βαμβακές μεταξύ άλλων αλλά λόγω επιτυχής εκκένωσης δεν υπήρξαν θύματα από τη φωτιά.

<sup>154</sup> Φωτιά στον Σχίνο Κορινθίας: εντολές για εκκένωση οικισμών. (2021).ΕΘΝΟΣ. (Ανακτήθηκε Οκτώβριο 2022, διαθέσιμο από <https://www.ethnos.gr/greece/article/157818/fotiaostonxinokorinthiasentolesgiaekkenoshoikismon>).

<sup>155</sup> Φωτιά: Μάχη απέναντι σε συνεχείς αναζωπυρώσεις - 55.000 στρέμματα γης και δεκάδες σπίτια έγιναν στάχτη. (2021). ΤΑ ΝΕΑ. (Ανακτήθηκε Οκτώβριο 2022, διαθέσιμο από <https://www.tanea.gr/2021/05/22/greece/fotia-maxi-apananti-se-synexeis-anazopyroseis-55-000-stremmata-gis-kai-dekades-spitia-eginan-staxti/>).



Εικόνα 16: Καμένο σπίτι από την φωτιά.<sup>156</sup>

---

<sup>156</sup> Φωτιά στον Σχίνο: Κάηκαν σπίτια στο Αλεποχώρι – Σε επιφυλακή για αναζωπυρώσεις (εικόνες). Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ. (2021). (Ανακτήθηκε Οκτώβρη 2022, διαθέσιμο από <https://www.kathimerini.gr/society/561370006/fotia-ston-schino-kaikan-spitia-sto-alepochori-se-epifylaki-gia-anazopyroseis-eikones/>).

## 6. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΔΙΑΔΙΚΤΙΑΚΟΥ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε με τη χρήση ανοιχτών και ελεύθερων λογισμικών προγραμμάτων (ΕΛ/ΛΑΚ). Αυτά επιλέχθηκαν διότι η συλλογική ανάπτυξη των ΕΛ/ΛΑΚ από τους χρήστες βοηθά στην απόκτηση τους με χαμηλότερο κόστος (συνήθως δωρεάν) ενώ παράλληλα αυξάνει τη σταθερότητα, την ασφάλεια και την προστασία των προσωπικών δεδομένων των χρηστών.

Τα συγκεκριμένα προγράμματα και βιβλιοθήκες που αξιοποιήθηκαν είναι το QGIS (Quantum GIS), ο χωρικός εξυπηρετητής GeoServer και οι βιβλιοθήκες JavaScript, Leaflet και jQuery αλλά και μερικά πρόσθετα της Leaflet, ενώ για την ανάγνωση και την επεξεργασία του κώδικα αξιοποιήθηκαν τα λογισμικά Atom, Virtual Studio και Notepad++.

Η οργάνωση και διαχείριση των δεδομένων της εφαρμογής έγινε σε τοπικό σύστημα αρχείων. Αρχικά, τα δεδομένα επεξεργάστηκαν σε μια τοπική εγκατάσταση του GeoServer και όταν η εφαρμογή ολοκληρώθηκε τοπικά ακολούθησε η μετάβαση των δεδομένων στον Geoserver του Πολυτεχνείου από όπου και δημοσιοποιήθηκαν.

### 6.1 Δεδομένα εφαρμογής

Τα δεδομένα της εφαρμογής συλλέχθηκαν από πολλούς διαφορετικούς αρμόδιους παρόχους με κεντρικό γνώμονα την ακρίβεια των δεδομένων, ώστε και τα αποτελέσματα της επεξεργασίας να είναι αντιστοίχως έγκυρα και ακριβή.

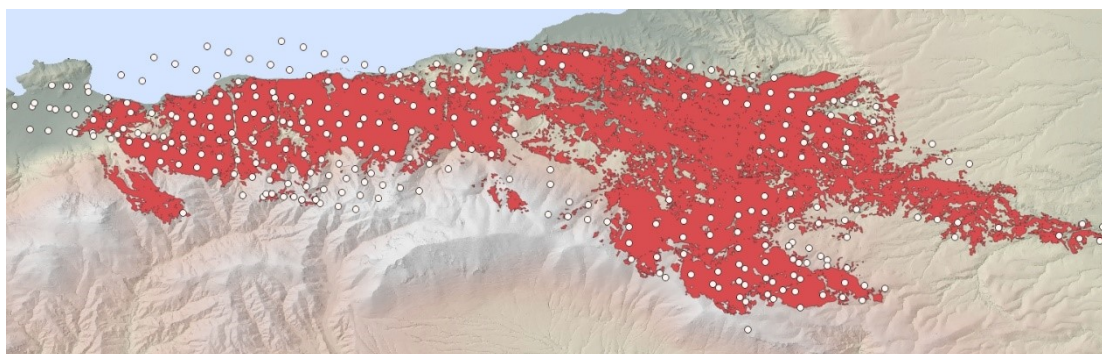
Τα μετεωρολογικά δεδομένα συλλέχθηκαν από το Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και αναφέρονται στον μετεωρολογικό σταθμό των Αγίων Θεοδώρων για τις ημερομηνίες 19 Μαΐου του 2021 έως και 21 Μαΐου του 2021. Τα δεδομένα προς αναζήτηση ήταν η διεύθυνση και η ταχύτητα του ανέμου, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία κατά την διάρκεια της εξέλιξης της φωτιάς, τα οποία παρέχονται ανά ώρα.<sup>157</sup>

Τα δεδομένα για την πυρκαγιά είναι δύο ειδών, το πολύγωνο που αναπαριστά την τελική έκταση της φωτιάς και το σημειακό επίπεδο με τις ενεργές θέσεις των εστιών της φωτιάς. Τα δεδομένα αυτά διατέθηκαν από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών αλλά οι θέσεις των εστιών καταγράφηκαν από το πρόγραμμα Goddard Space Flight Center's (GSFC) της NASA.

---

<sup>157</sup> Lagouvardos, K., Kotroni, V., Bezes, A., Koletsis, I., Kopania, T., Lykoudis, S., Mazarakis, N., Papagiannaki, K., & Vougioukas, S. (2017). *The Automatic Weather Stations NOANN network of the National Observatory of Athens: Operation and database*. *Geoscience Data Journal*, 4(1), 4–16. <https://doi.org/10.1002/gdj3.44>.

Οι θέσεις των ενεργών εστιών συγκεκριμένα είναι χρονικά προσδιορισμένες, ώστε να μπορεί να μπορούν να αξιοποιηθούν για να γίνει κατανοητή η εξάπλωση της πυρκαγιάς χρονικά.



Χάρτης 19: Αρχικά δεδομένα έκτασης φωτιάς (κόκκινο πολύγωνο) και θέσεων εστιών (άσπρα σημεία).

Συγκεκριμένα, το πρόγραμμα Goddard Space Flight Center's (GSFC) Direct Readout Laboratory (DRL) της NASA αξιοποιεί ένα πλήθος δορυφόρων από διάφορες αποστολές, ώστε να παρέχει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για τις ενεργές εστίες ανά τον κόσμο. Αξιοποιεί τον αλγόριθμο *VIIRS 375m Active Fire Science Processing Algorithm* και τους δορυφόρους από τις αποστολές NOAA-20 [Joint Polar Satellite System [JPSS], Suomi National Polar-orbiting Partnership (SNPP), Aqua και Terra. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται ονομάζεται SNPP Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS), το οποίο χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο που εντοπίζει την φωτεινότητα που προέρχεται από την θερμοκρασία όπως φαίνεται από τα κανάλια 104 και 105 για να χωροθετήσει φωτιές.<sup>158</sup>

---

<sup>158</sup> VIIRS 375m Active Fire Science Processing Algorithm (VFIRE375\_SPA) User's Guide (2019). GODDARD SPACE FLIGHT CENTER GREENBELT. MARYLAND.

Column No.	Column Description	Units	Possible Values
1	Fire pixel latitude	Degrees	Range: -90.00000 to 90.00000
2	Fire pixel longitude	Degrees	Range: -180.00000 to 180.00000
3	Fire pixel channel I4 brightness temperature	Kelvin	Range: 208 to 367 Brightness temperature values from channel I4. There is a typical saturation condition where the fire pixel is assigned the nominal saturation temperature of 367 K. Also, there are extreme cases where a fire detection will greatly exceed the resolvable brightness temperature in channel I4, causing the fire pixel's Digital Number (DN) to fold over and show an abnormally low temperature which can be confronted by the companion long-wave infrared channel I5 data.
4	Fire pixel size along the scan nadir	Kilometers	Range: 0.3 to 0.8 Fire pixel size is a function of scan angle from nadir: At 0 (nadir) to $\pm 31.59$ degrees scan angle, three native pixels are aggregated over the radiance domain to form one effective sample. In the second image section extending from $\pm 31.59$ to $\pm 44.68$ degrees scan angle, two native pixels are aggregated to form one effective sample, and finally in the third image section extending from $\pm 44.68$ degrees to the maximum scan angle ( $\pm 56.06$ degrees), no aggregation is performed and one native pixel represents one effective sample.
5	Fire pixel size along the track nadir	Kilometers	
6	Fire pixel detection confidence	-	7 = Low confidence fire pixel. During daytime, these typically due to areas of sun glint and lower relative temperature anomalies ( $< 15K$ ) in the mid-infrared channel I4. During nighttime, these only occur over the region of the South Atlantic Magnetic Anomaly (from $11^{\circ}E$ to $110^{\circ}W$ and $7^{\circ}E$ to $55^{\circ}S$ ), which can cause spurious brightness temperatures in the mid-infrared channel I4 and lead to potential false alarms. 8 = Nominal confidence fire pixel. These are free of potential sun glint during daytime, and marked by strong ( $> 15K$ ) temperature anomalies in either daytime or nighttime. 9 = High confidence fire pixel. In both daytime and nighttime, these are saturated pixels which include nominal saturation and DN folding (i.e., pixels that greatly exceed the saturation temperature causing the DN value to fold over)
7	Fire pixel radiative power	Megawatts	Variable: non-zero positive floating-point value ( $> 0.0$ MW) The Fire Radiative Power (FRP) is a measure of the rate of radiant heat output from a fire. It has been demonstrated in small-scale experimental fires that the FRP of a fire is related to the rate at which fuel is being consumed (Wooster et al., 2005) and smoke emissions released (Freeborn et al., 2008)

Πίνακας 5: Περιγραφή στοιχείων που συλλέγονται για τα δεδομένα των θέσεων των ενεργών εστιών φωτιάς.<sup>159</sup>

Τα δεδομένα των θέσεων των εστιών παρουσιάζονται ως σημειακά δεδομένα. Τα σημεία αυτά αντιπροσωπεύουν τα κεντροειδή των pixel στα όποια εντοπίστηκε αρκετή θερμοκρασία και ακτινοβολία, ώστε ο σχετικός αλγόριθμος να θεωρήσει ότι

<sup>159</sup> στο ίδιο.

στη θέση αυτή υπάρχει φωτιά. Περαιτέρω, ο αλγόριθμος αξιολογεί τα δεδομένα χαρακτηρίζοντας κάθε σημείο με τις τιμές ανάλογες με την πιθανότητα ύπαρξης φωτιάς σε κάθε σημείο. Λαμβάνονται οι τιμές 7, 8 και 9 με την τιμή 9 να υποδεικνύει μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση και την τιμή 7 μικρότερη.

Για την αναπαράσταση του ψηφιακού μοντέλου εδάφους (DTM) συγκεντρώθηκαν δεδομένα από το ΝΠΔΔ Ελληνικό Κτηματολόγιο σε μορφή 215 πινακίδων ισαποχής 2x2 μέτρα σε μορφή αρχείου tif. Τα δεδομένα χρήσεων γης και το υδρογραφικό δίκτυο διατέθηκαν επίσης από το Κτηματολόγιο αλλά προέρχονται από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα Copernicus.

Αρκετά, ακόμα, χωρικά δεδομένα του χάρτη προήλθαν από την γεωγραφική βάση δεδομένων OpenStreetMap (OSM). Αυτά περιλαμβάνουν το οδικό δίκτυο, τα διοικητικά όρια των δήμων, η ακτογραμμή της περιοχής και τα θρησκευτικά κτήρια. Επιπλέον, επειδή τα θρησκευτικά κτήρια για την περιοχή δεν είναι όλα καταγεγραμμένα από το OSM συνδυάστηκαν με τα αντίστοιχα δεδομένα από το Google Earth, ώστε αθροιστικά τα δεδομένα να είναι πλήρη.

Αντίστοιχα, τα στοιχεία των οικισμών βρέθηκαν από την ΕΛΣΤΑΤ, αλλά προστέθηκαν και μερικοί ακόμα οικισμοί από τα OpenStreetMap και το Google Maps στις περιπτώσεις που χρειάστηκε λόγω αναντιστοιχίας ή έλλειψης δεδομένων μεταξύ των διαφόρων βάσεων δεδομένων.

Συλλέχθηκαν ακόμα δεδομένα για περιοχές που χρήζουν ιδιαίτερης προστασίας όπως είναι τα καταφύγια άγριας ζωής και οι βιότοποι του δικτύου Natura 2000. Για τις περιοχές αυτές τα δεδομένα λήφθηκαν από τον ανοιχτό διαδικτυακό κατάλογο γεωχωρικών δεδομένων, το Geodata.gov.gr.

Για τα παλιότερα συμβάντα πυρκαγιών στην Ελλάδα συλλέχθηκαν δεδομένα από το Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδος σε μορφή πινάκων για τα έτη από το 2000 έως και το 2021.

Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν και ορισμένες διαδικτυακές βάσεις δεδομένων κατά την παρουσίαση της εφαρμογής ως υπόβαθρα, αυτές είναι το OpenStreetMap, το CartoDB\_PositronNoLabels της CARTO και οι χάρτες του Ελληνικού Κτηματολογίου.

Για την ονοματολογία οικισμών, κόλπων, ορμών, λιμανιών, ακρωτηρίων και βουνών βρέθηκαν και διασταυρώθηκαν δεδομένα από πολλές διαφορετικές πηγές διαδικτυακών υπηρεσιών χαρτών (Google Maps, Wikimapia και OpenStreetMaps) και έντυπων φύλλων χαρτών.

## 6.2 Επεξεργασία δεδομένων

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με το QGIS από όπου παρήχθησαν όλα τα επίπεδα, ώστε αργότερα να φορτωθούν και να δημοσιοποιηθούν στον Geoserver. Η επεξεργασία των δεδομένων στοχεύει στην χαρτογραφικά άρτια και ορθή αποτύπωση αυτών, ώστε ο χάρτης να μεταφέρει την επιθυμητή και σωστή πληροφορία στον χρήστη με ευκολία και αποδίδοντας μια σαφή εικόνα για το φαινόμενο.

### Προσδιορισμός έκτασης και θέσης φωτιάς

Τα διαστήματα μεταξύ των οποίων υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα για την θέση της φωτιάς είναι ανόμοια και συχνά με αραιές παρεμβολές. Αυτό οφείλεται στον τρόπο συλλογής τους, ο οποίος γίνεται μέσω μη στάσιμων δορυφόρων πάνω από την έκταση αφού οι ίδιοι κινούνται σε τροχιές. Συνεπώς, οι χρονικές στιγμές κατά τις οποίες κάποιος δορυφόρος θα είναι ακριβώς πάνω από την οποιαδήποτε περιοχή δεν είναι αναγκαστικά σε σταθερά και όμοια διαστήματα. Πάνω από την περιοχή μελέτης από το βράδυ της 19<sup>ης</sup> Μαΐου έως και το τέλος της 20<sup>ης</sup>, οι δορυφόροι του προγράμματος SUOMI NPP πέρασαν δύο φορές και του NOAA 20 άλλες τρεις συλλέγοντας δεδομένα για της θέσεις των ενεργών εστιών σε πέντε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Οι χρονικές αυτές στιγμές παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.

Δορυφόρος προγράμματος	Ημερομηνία και Ώρα
SUOMI NPP	2021/05/19 23:27:31
NOAA 20	2021/05/20 00:18:12
SUOMI NPP	2021/05/20 01:07:56
NOAA 20	2021/05/20 11:39:37
NOAA 20	2021/05/20 23:59:25

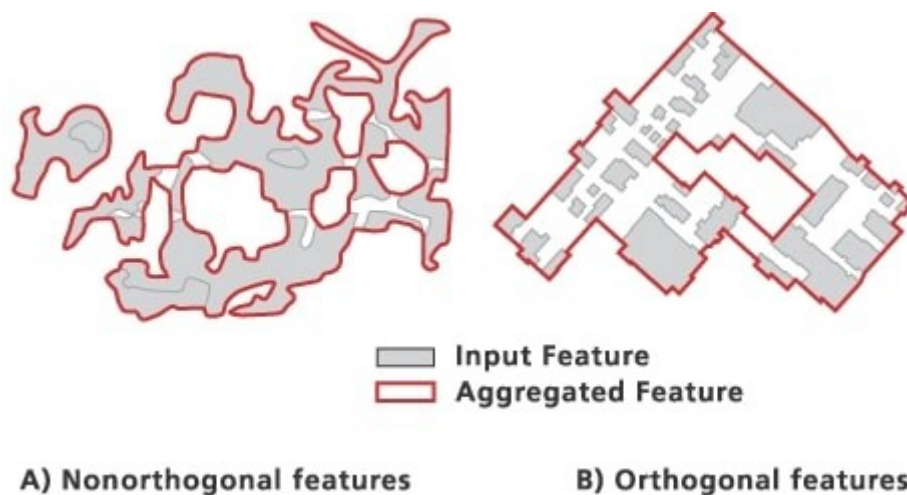
Πίνακας 6: Ημερομηνίες και ώρες για τις οποίες υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα για την θέση της φωτιάς όπως προκύπτει από τις ενεργές εστίες.

Στοιχεία όπως ο άνεμος και η μεταφορά του καπνού σε συνδυασμό με τη γενική αύξηση της θερμοκρασίας του μικροκλίματος από την φωτιά δυσκολεύουν συλλογή των δεδομένων με ακρίβεια. Έτσι, δικαιολογείται το γεγονός ότι ορισμένα σημεία των ενεργών εστιών βρίσκονται σε λανθασμένες θέσεις, όπως πάνω από την θάλασσα, όπου η φωτιά ποτέ δεν πήγε. Τα σημεία αυτά δεν εμπεριέχουν έγκυρα δεδομένα και συνεπώς διαγράφονται.



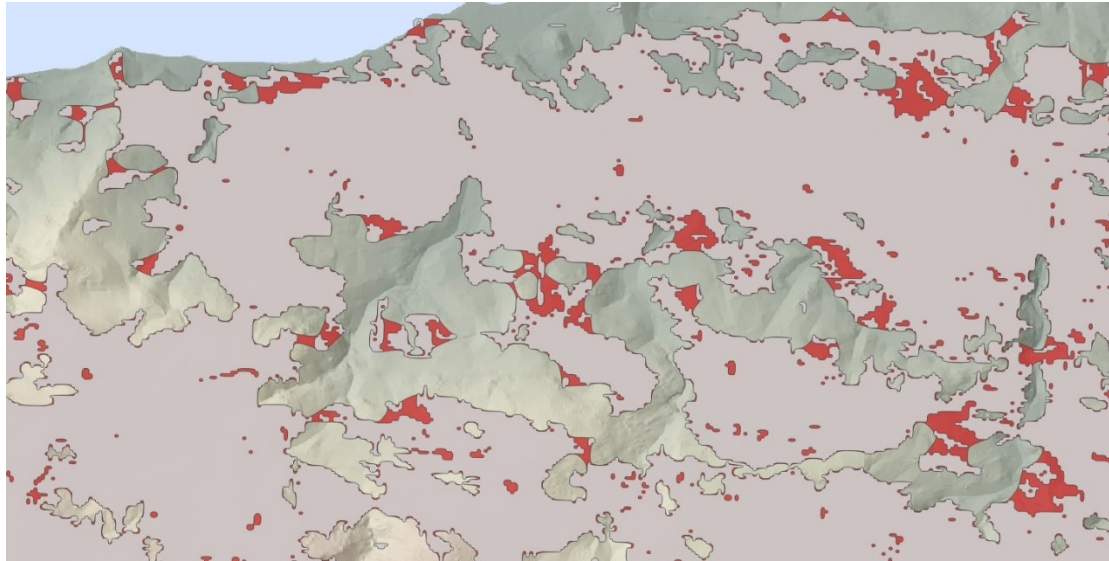
Προκειμένου να αξιοποιηθούν τα δεδομένα των θέσεων των ενεργών εστιών πρέπει να προσδιοριστούν οι εκτάσεις στις οποίες αναφέρονται. Σύμφωνα με το εγχειρίδιο που περιγράφει τα δεδομένα, το μέγεθος των εικονοστοιχείων (pixel) που συλλέγουν οι δορυφόροι, κυμαίνεται από 0.3 έως 0.8 χιλιόμετρα όπως φαίνεται και στον Πίνακα 5. Για τον υπολογισμό με μεγαλύτερη ακρίβεια μετρήθηκε η απόσταση μεταξύ δύο κεντροειδών για κάθε διαφορετικό πέρασμα των δορυφόρων και, ως εκ τούτου, προσδιορίστηκε η έκταση που κάθε ομάδα ενεργών εστιών αντιπροσωπεύει. Αξιοποιώντας την πληροφορία αυτή δημιουργήθηκαν πολύγωνα για κάθε κεντροειδές και συγχωνεύθηκαν σύμφωνα τα χρονικά τους δεδομένα που αντιπροσωπεύουν. Με αυτό τον τρόπο σκιαγραφείται η θέση της φωτιάς σε κάθε στάδιο. Συνδυάζοντας, το κάθε επιμέρους στάδιο με τα στάδια που προηγήθηκαν προκύπτει η καμένη έκταση σε κάθε χρονική παρεμβολή των διαθέσιμων δεδομένων και άρα τα πέντε τελικά στάδια διαχρονικής εξέλιξης της πυρκαγιάς.

Αναφορικά με το πολύγωνο της φωτιάς, αυτό γενικεύθηκε συνδυάζοντας τα πολύγωνα που απέχουν μικρές αποστάσεις και ορίζοντας μια μέγιστη έκταση για τα κενά εντός των πολυγώνων της φωτιάς με σκοπό την απλοποίηση της λεπτομέρειας των σχημάτων.



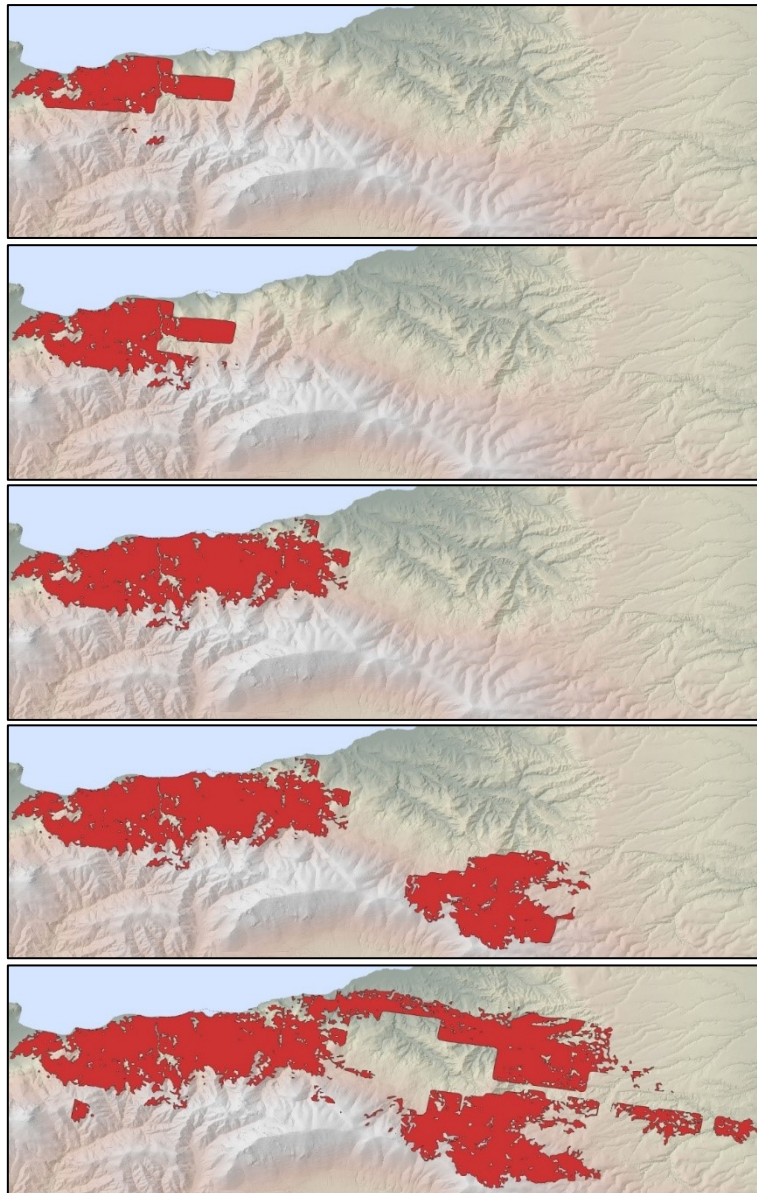
Εικόνα 17: Αποτελέσματα χρήσης του εργαλείου *aggregate polygons* στο ArcGIS. Με γκρι χρώμα φαίνονται τα αρχικά πολύγωνα και με κόκκινο τα τελικά. Η ανεκτικότητα στον συνδυασμό των πολυγώνων καθορίζεται από τον χρήστη του εργαλείου.<sup>160</sup>

<sup>160</sup> *Aggregate polygons (cartography)-ArcGIS Pro | Documentation*. (n.d.). (Retrieved October 2, 2022, from <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/cartography/aggregate-polygons.htm>).



*Εικόνα 18: Η χρήση του εργαλείου `aggregate polygons` στην πυρκαγιά των Γερανείων. Το αρχικό σχήμα του πολυγώνου της φωτιάς φαίνεται με γκρι ενώ η έκταση της μετά την χρήση του αλγόριθμου περιλαμβάνει επιπλέον και τις κόκκινες περιοχές.*

Τα δεδομένα εξήχθησαν σε αρχείο μορφότυπου GeoJSON και συμπεριλαμβάνουν δεδομένα της συνολικής καμένης έκτασης σε κάθε διαθέσιμη χρονική στιγμή με τον αντίστοιχο χρόνο.



Εικόνα 19: Στάδια επέκτασης των καμένων εκτάσεων της φωτιάς ανά τις διαφορετικές χρονικές στιγμές. Και τα πέντε αυτά στάδια περιλαμβάνονται εντός του αρχείου GeoJSON και είναι όλα συσχετισμένα με τις χρονικές στιγμές που τους αντιστοιχούν.

id	time
1	2021-05-19 23:00:00
2	2021-05-20 00:00:00
3	2021-05-20 01:00:00
4	2021-05-20 12:00:00
5	2021-05-21 00:00:00

Πίνακας 7: Πίνακας ιδιοτήτων επιπέδου επέκτασης της φωτιάς.

## Ψηφιακό μοντέλο εδάφους και ισοϋψείς καμπύλες

Συνθέτοντας τις πινακίδες από τα δεδομένα του Ελληνικού Κτηματολογίου δημιουργείται ένα μωσαϊκό με συνεχή υψομετρική πληροφορία και στη συνέχεια αποκόπτεται στα όρια της ακτογραμμής για να περιλαμβάνει μόνο την χέρσο.












Σε ορισμένα σημεία όπου έγινε σύνδεση των πινακίδων του ΨΜΕ στα όρια των πινάκων υπήρχαν λανθασμένες τιμές των pixel που αλλοίωναν τα παραγόμενα επίπεδα. Τα λάθη αυτά διορθώθηκαν με το plugin SEDVAL του QGIS το οποίο επιτρέπει την αλλαγή των τιμών μεμονωμένων pixel.

Έχοντας το διορθωμένο ΨΜΕ, από αυτό κατασκευάζεται το επίπεδο σκίασης αναγλύφου hillshade.

Τέλος, κατασκευάστηκαν τα επίπεδα ισοϋψών καμπυλών για την περιοχή με ισοδιαστάσεις 20, 50 και 100 μέτρων για τις διαφορετικές κλίμακες όπου ο χάρτης είναι διαθέσιμος.

## Οδικό δίκτυο

Τα δεδομένα του οδικού δικτύου ελήφθησαν από το OpenStreetMaps και έχουν ορισμένες ελλείψεις με κάποιους δρόμους να μην είναι κατηγοριοποιημένοι σε κάποια συγκεκριμένη κατηγορία (unclassified). Ελέγχθηκε ο καθένας από αυτούς τους δρόμους για να κατηγοριοποιηθεί και αφαιρέθηκαν δρόμοι που ήταν χαρακτηρισμένοι ως υπό κατασκευή, όπως και οι δρόμοι από μια πίστα Go Cart. Στη συνέχεια, έγινε κατηγοριοποίηση του οδικού δικτύου σύμφωνα με τον χαρακτηριστικό αναφερόμενο τύπο δρόμου, όπως προκύπτει από τους OSM, με τρεις διαφορετικούς τρόπους για ξεχωριστές κλίμακες.

<b>ΚΛΙΜΑΚΕΣ</b>	1: 9,028.00	 motorway, primary, trunk
	1: 4,514.00	 secondary, tertiary
	1: 2,257.00	 track
		 residential, living street, service, pedestrian
		 steps, footway, path
	1: 18,055.99	 motorway, primary, trunk
		 secondary, tertiary
		 track
		 residential, living street, service, pedestrian
1: 72,223.96	 motorway, primary, trunk	
1: 36,111.98	 secondary, tertiary	

Πίνακας 8: Κατηγορίες οδικού δικτύου ανά κλίμακα.

Εκτός από την κατηγοριοποίηση έγιναν και διαγραφές κλάδων στις μικρές κλίμακες. Οι διαγραφές των κλάδων κατανέμονται αναλογικά ως προς την πυκνότητα του δικτύου με σκοπό την μείωση της οπτικής περιπλοκότητας. Περεταίρω, δόθηκε έμφαση στο να μην μείνει κανένας οικισμός ή άλλο σημείο ενδιαφέροντος χωρίς δρόμους που να οδηγούν σε αυτά.

Τέλος, έγινε και μερική γενίκευση του οδικού στις μεσαίες και μικρές κλίμακες με τον αλγόριθμο Bend Simplify με μεγαλύτερη ανοχή στις μικρότερες κλίμακες.

### Ακτογραμμή

Η ακτογραμμή απλοποιήθηκε αρχικά με την αφαίρεση τμημάτων μικρού μήκους με τον αλγόριθμο Douglas-Peucker. Έτσι αφαιρούνται μικρές νησίδες και βράχοι οι οποίοι είναι ασήμαντοι για τις ανάγκες της εφαρμογής και απλοποιούν σημαντικά την πληροφορία του χάρτη. Συγκεκριμένα, στις μικρές κλίμακες (1:72.000 και 1:36.000) το μικρότερο επιτρεπτό τμήμα ακτογραμμής ορίστηκε στα 300 μέτρα μήκος, για τις μεσαίες (1:18.000 και 1:9.000) το μήκος οριστικό στα 120 μέτρα ενώ για τις μεγάλες κλίμακες (1:2.000 και 1:4.000) ορίστηκαν τα 30 μέτρα.

Περεταίρω η γενίκευση της ακτογραμμής υλοποιήθηκε με την εφαρμογή του αλγορίθμου Bend Simplify για τρεις διαφορετικές κλίμακες, τροποποιώντας κάθε φορά κατάλληλα, την ανοχή του αλγορίθμου.

## Υδρογραφικό δίκτυο

Τα δεδομένα του υδρογραφικού δικτύου είναι πολύ πυκνά για τις μικρές κλίμακες και συνεπώς πρέπει να απλοποιηθούν και να παραμείνουν μόνο τα σημαντικότερα εξ' αυτών.

Αρχικά έγινε εξομάλυνση (smoothing) των δεδομένων και απλοποίηση με τον αλγόριθμο Bend Simplify. Η απλοποίηση είναι μεγαλύτερη σε μικρότερες κλίμακες ενώ στις μεγαλύτερες κλίμακες έγινε μόνο εξομάλυνση και καθόλου γενίκευση.

## Οικισμοί

Οι οικισμοί οπτικοποιούνται σε μεσαίες και μικρές κλίμακες κρίνοντας ότι αυτό θα διευκολύνει στην ευαναγνωσιμότητα του χάρτη, δηλαδή, σε περιπτώσεις όπου οι αποστάσεις μεταξύ των δεδομένων ήταν μικρότερες από το όριο οπτικής διάκρισης. Το συγκεκριμένο πρόβλημα σύμπτωσης των συμβόλων του χάρτη αφορά τους οικισμούς, τα θρησκευτικά κτήρια καθώς και τις κύριες οδικές αρτηρίες. Κατά τις μεταθέσεις που εφαρμόστηκαν δόθηκε προσοχή στη διατήρηση των σχετικών θέσεων των οικισμών με τους δρόμους και το υδρογραφικό δίκτυο.

Έγινε ακόμη αφαίρεση οικισμών σύμφωνα με την «Αρχή της Επιλογής» των Toerfer & Pillwizer όπως προκύπτει από τη σχέση  $n = n_0 \sqrt{\frac{S}{S_0}}$  για την κάθε κλίμακα με εξαίρεση τις μεγαλύτερες κλίμακες (1:2.000, 1:4.000 και 1:9.000). Έχοντας υπόψη ότι όλοι οι οικισμοί στην περιοχή μελέτης είναι 45 και κάνοντας τους υπολογισμούς για την κλίμακα 1:18.000 προκύπτουν τα αποτελέσματα:

$$n_c = n_s \sqrt{\frac{S_c}{S_s}} \Rightarrow n_c = 45 \sqrt{\frac{9000}{18000}} \Rightarrow n_c = 32.$$

Αντιστοίχως, για την κλίμακα 1:36.000 υπολογίζεται ότι πρέπει να χρησιμοποιηθούν περίπου 22 οικισμοί και για την κλίμακα 1:72.000 παραμένουν 16 οικισμοί.

Για την αφαίρεση των οικισμών χρησιμοποιήθηκαν ως κριτήρια η σημαντικότητα του οικισμού και η διατήρησης των χωρικής πυκνότητας. Στα πλαίσια της εργασίας οι οικισμοί θεωρούνται σημαντικότεροι σύμφωνα με το πληθυσμιακό μέγεθος τους και τον ρόλο τους κατά την εξέλιξη της πυρκαγιάς. Για παράδειγμα, ο οικισμός Σχίνος θεωρείται πολύ σημαντικός αφού από εκεί ξεκίνησε η φωτιά καθώς και οικισμοί όπως οι Αιγειρούσες επειδή απειλήθηκαν άμεσα από αυτήν.

Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η εφαρμογή των «Αρχών της Επιλογής» συνδυάζονται και με άλλους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την συμπερίληψη στοιχείων των επιπέδων στο τελικό προϊόν σε μια δεδομένη κλίμακα. Τέτοιοι παράγοντες περιλαμβάνουν την ισόποση αφαίρεση σημειακών δεδομένων από κάθε υποπεριοχή με σκοπό την διατήρηση της ισορροπίας και την ανάδειξη των τάσεων που επικρατούν, ώστε περιοχές με έντονη παρουσία κάποιου

χαρακτηριστικού να αναδεικνύονται ανάλογα σε κάθε κλίμακα. Επιπλέον, διαφορετικά στοιχεία των επιπέδων έχουν διαφορετική αξία για διαφορετικούς χάρτες σε συνάρτηση με τη θεματολογία τους. Συνεπώς, η αφαίρεση μπορεί να γίνει περισσότερο ή λιγότερο δραστική.

Αναφορικά με τις ονομασίες των οικισμών αυτές πρέπει να τοποθετηθούν με μεγάλη ακρίβεια και συνέπεια κοντά στο σύμβολο του αντίστοιχου οικισμού. Ταυτόχρονα, πρέπει να μην επικαλύπτονται με τα άλλα επίπεδα που δημιουργήθηκαν σε προηγούμενη φάση της εργασίας και των οποίων η θέση είναι σημαντικό να διατηρηθεί όπως είναι τα θρησκευτικά κτήρια και οι κύριες οδικές αρτηρίες. Συνεπώς, η βέλτιστη αναπαράσταση τους απαιτεί την δημιουργία νέων επιπέδων ονοματολογίας για ιδανικά όλες τις διαφορετικές κλίμακες, και έτσι και έγινε.

### Θρησκευτικά κτήρια

Τα δεδομένα των θρησκευτικών κτηρίων συλλέχθηκαν αρχικά από το OSM όπου βρίσκονται σε πολυγωνική μορφή και μετατράπηκαν σε σημειακά υπολογίζοντας τα κεντροειδή τους (pixel centroid inside polygon).

Για όσες εκκλησίες και μοναστήρια δεν υπήρχαν στους OpenStreetMaps εξήχθησαν από το Google Earth σε μορφή KML και μετατράπηκαν σε shapefiles.

Για την καλύτερη οπτικοποίηση των δεδομένων στις μικρές και μεσαίες κλίμακες έγιναν μικρές μετατοπίσεις των θρησκευτικών κτηρίων όπου αυτό κρίθηκε αναγκαίο για την επίλυση συγκρούσεων διατηρώντας όμως τις σχετικές θέσεις τους με τα άλλα στοιχεία του χάρτη, όπως είναι οι δρόμοι και το υδρογραφικό δίκτυο.

Όπως και για τους οικισμούς η αφαίρεση των θρησκευτικών κτηρίων έγινε λαμβάνοντας υπόψη τις «Αρχές της Επιλογής» των Toerfel & Pillwizer. Μεταξύ των θρησκευτικών κτηρίων οι μόνες θεωρούνται σημαντικότερες καθώς έχουν μόνιμο πληθυσμό και ειδικά για τις περιοχές που απειλήθηκαν από την φωτιά είναι εξαιρετικά σημαντική η απεικόνισή τους.

### Δεδομένα GeoJSON

Τα αρχεία GeoJSON βασίζονται στον μορφότυπο JSON (JavaScript Object Notation) αλλά είναι επιπλέον σχεδιασμένα για την αναπαράσταση των γεωγραφικών χαρακτηριστικών με χωρικές ιδιότητες.

Η χρησιμότητα των αρχείων GeoJSON έγκειται στα δυναμικές δυνατότητες που μπορεί να προσδιοριστούν σε αυτά με χρήση της JavaScript. Συνήθως, αυτό γίνεται με την χρήση στοιχείων όπως τα αναδύόμενα παράθυρα (popup content) μέσω των οποίων μπορούν να δίνονται περισσότερες πληροφορίες για το συγκεκριμένο στοιχείο (feature) με το οποίο ο χρήστης αλληλεπιδρά αλλά επιπρόσθετες δυνατότητες προσφέρονται και μέσω plugins.

Τα επίπεδα GeoJSON που προστέθηκαν στον χάρτη είναι αυτά που αναπαριστούν τους βιότοπους Natura, τα καταφύγια άγριας ζωής, τις χρήσεις γης, τα παλαιότερα συμβάντα πυρκαγιών και την εξέλιξη της φωτιάς.

## 6.3 Οπτικοποίηση δεδομένων / Χαρτογραφικός συμβολισμός

### Εισαγωγή

Στη συνέχεια, θα περιγράψουν τα συγκεκριμένα στάδια που ακολουθήθηκαν για την δημιουργία συμβολισμού. Για κάθε επίπεδο αναφέρονται τα εργαλεία, οι κανόνες και η μεθοδολογία επεξεργασίας που χρησιμοποιήθηκε για την απόδοση των συμβόλων.

Το στυλ όλων των επιπέδων προσδιορίστηκε μέσω των αρχείων SLD ή για τα αρχεία GeoJSON μέσω CSS με κώδικα inline στην Javascript. Για κάποια σημειακά επίπεδα χρησιμοποιήθηκαν σύμβολα μορφής SVG κατασκευασμένα εντός του σχεδιαστικού προγράμματος Inkscare ή κατεβασμένα από διαδικτυακές πηγές.

Για την διευκόλυνση της επεξεργασίας των αρχείων SLD και της δημιουργίας νέων στα πλαίσια της εργασίας χρησιμοποιήθηκε επιπλέον το plugin Geostyler. Το ίδιο πρόκειται για μια βιβλιοθήκη React ανοιχτού κώδικα που μορφοποιεί το στυλ των επιπέδων των χαρτών με την χρήση ενός φιλικού προς τον χρήστη GUI (Graphical User Interface)

### Ισοΰψείς καμπύλες

Οι ισοΰψείς καμπύλες είναι τριών ειδών ανάλογα με την κλίμακα εμφάνισης τους. Στις μεγαλύτερες κλίμακες (1: 2,257, 1: 4,514, 1: 9,028) οι ισοΰψείς έχουν ισοδιάσταση 20 μέτρων με κύριες ισοΰψείς ανά 100 μέτρα οι οποίες παρουσιάζονται με παχύτερες γραμμές. Στις κλίμακες 1: 18,055 και 1: 36,111 οι ισοΰψείς έχουν ισοδιάσταση 50 μέτρων με κύριες ισοΰψείς ανά 200 μέτρα και για την μικρότερη κλίμακα όπου ο χάρτης θα είναι διαθέσιμος οι ισοΰψείς έχουν ισοδιάσταση 100 μέτρων με κύριες ισοΰψείς ανά 300 μέτρα.

Οι ισοΰψείς καμπύλες γενικεύτηκαν με εξομάλυνση (smoothing) και με το εργαλείο Bend Simplify αυξάνοντας την ανοχή στις μικρότερες κλίμακες. Περαιτέρω, αφαιρέθηκαν οι ισοΰψείς καμπύλες πολύ μικρού συνολικού μήκους για να απλοποιηθούν τα δεδομένα. Το ελάχιστο μήκος ισοΰψών καμπυλών επίσης τροποποιήθηκε ανά κλίμακα.

Ακόμα, προστέθηκαν ετικέτες με τις τιμές υψομέτρου που αντιπροσωπεύουν. Οι ετικέτες αυτές μορφοποιήθηκαν μέσω του SLD ώστε να ακολουθούν την πορεία της γραμμής και να επαναλαμβάνονται αρκετά συχνά πάνω στην ίδια γραμμή ώστε ο



χρήστης να μπορεί πάντα με ευκολία να εντοπίζει την ετικέτα που αντιστοιχεί στην οποιαδήποτε ισοϋψή καμπύλη.

### Οικισμοί

Η μορφοποίηση της απεικόνισης των επιπέδων των οικισμών και των ονομασιών αυτών περιλαμβάνει κυρίως τους περιορισμούς των κλιμάκων στις οποίες θα εμφανίζονται. Πέρα από αυτό όμως οι ονομασίες των οικισμών απεικονίζονται με την χρήση μάσκας για την αύξηση της οπτικής αντίθεσης και με την χρήση της γραμματοσειράς Georgia.

### Θρησκευτικά κτήρια

Τα θρησκευτικά κτήρια διαχωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες σε ναούς, που περιλαμβάνουν ορθόδοξες και καθολικές εκκλησίες, αίθουσες βασιλείας και αρχαίους ναούς, και σε μοναστήρια. Σύμφωνα με αυτή την κατηγοριοποίηση δημιουργήθηκαν δύο ξεχωριστά σύμβολα στο σχεδιαστικό πρόγραμμα inkscare για την αναπαράστασή τους.



Εικόνα 20: Σύμβολα εκκλησιών (αριστερά) και μοναστηριών (δεξιά).

Ο αριθμός των θρησκευτικών κτηρίων σε κάθε κλίμακα γενικεύθηκε σύμφωνα με τις «Αρχές της Επιλογής» Toerfer & Pillwizer. Η αφαίρεση των θρησκευτικών κτηρίων έγινε με γνώμονες την οπτική ισορροπία του χάρτη, συνεπώς, η αφαίρεση τους έγινε ισόποσα στα διάφορα σημεία του χάρτη αναλογικά με την πυκνότητά τους, και σύμφωνα με την σημαντικότητα των κτηρίων για την περιοχή, δηλαδή προτιμήθηκε η αφαίρεση εξωκλησιών από τα μοναστήρια.

ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΕΜΦΑΝΗΣΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΡΗΣΚΕΥΤΙΚΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ
1: 2,257, 1: 4,514	157
1: 9,028	104
1: 18,055	74
1: 36,111	52
1: 73,957	-

Πίνακας 9: Αριθμός θρησκευτικών κτηρίων ανά κλίμακα.

## Ονοματολογία τοπωνυμίων

Η τοποθέτηση τοπωνυμίων απαιτεί την εύκολη αναγνωσιμότητα αυτών, η οποία προκύπτει από την κατάλληλη μορφοποίηση του στυλ των τοπωνυμίων και από την αρμοστή τοποθέτηση των ετικετών στον χάρτη ώστε να μην υπάρχουν επικαλύψεις. Για να μειωθούν οι αλληλοεπικαλύψεις ακολουθούνται ορισμένοι χαρτογραφικοί κανόνες οπτικοποίησης όπως η τοποθέτηση των ετικετών χωρίς να διχοτομούν την ακτογραμμή, δηλαδή εξ ολοκλήρου στην χέρσο ή στην θάλασσα, και η παράλληλη τοποθέτηση τους με γνώμονα την αποφυγή συγκρούσεων με άλλες ετικέτες, με σύμβολα οικισμών και θρησκευτικών κτηρίων ή και με σημαντικές οδικές αρτηρίες. Σύμφωνα με αυτά τα κριτήρια δημιουργήθηκαν οδηγοί τοποθέτησης τοπωνυμίων αλλά με την παράλληλη αξιοποίηση των δυνατοτήτων των αρχείων SLD έγινε επιπλέον παραμετροποίηση της τοποθέτησης τους.

Συγκεκριμένα, οι ετικέτες που ακολουθούν οδηγούς τοποθετούνται αυτόματα σε μια ευθεία γραμμή στο μέσο μεταξύ των δύο άκρων των οδηγών αλλά με την εντολή followLine επιβάλλεται στην ετικέτα να ακολουθά την κλίση του σχεδιασμένου οδηγού. Επιπλέον, η εντολή αυτή διασφαλίζει ότι η ετικέτα δεν θα εκτείνεται εκτός των ορίων του οδηγού αυτής. Συνδυαστικά με αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί το maxAngleDelta το οποίο ορίζει την μέγιστη γωνία μεταξύ γραμμάτων σε μοίρες μιας ετικέτας. Συνεπώς, το maxAngleDelta καθορίζει ότι μια ετικέτα δεν θα εμφανιστεί στο μέρος ενός οδηγού όπου η αλλαγή γωνίας αυτού είναι μεγαλύτερη από αυτή που έχει οριστεί αλλά αντ' αυτού θα προσπαθήσει να την εμφανιστεί σε ένα σημείο με μικρότερες κλίσεις του οδηγού εφόσον αυτό υπάρχει.

```
<VendorOption name="followLine">true</VendorOption>
```

```
<VendorOption name="maxAngleDelta">15</VendorOption>
```

Μερικοί ακόμη κανόνες για την χωροθέτηση ετικετών ορίζονται από την επιλογή spaceAround και conflictResolution. Το spaceAround αυξάνει τον διαθέσιμο χώρο μεταξύ ετικετών ή και τον μειώνει δίνοντας δυνατότητες αλληλεπικάλυψης ετικετών. Ομοίως η επιλογή conflictResolution μπορεί να τεθεί ως false για να επιτρέψει την σύγκρουση ετικετών.

```
<VendorOption name="conflictResolution">false</VendorOption>
```

```
<VendorOption name="spaceAround">10</VendorOption>
```

Οι ετικέτες που εφαρμόζονται σε γραμμικά στοιχεία, όπως είναι οι ετικέτες των τοπωνυμίων που αξιοποιούν οδηγούς, επιλέγουν πάντα να εμφανίζονται στο κέντρο της γραμμής εφόσον δεν υπάρχει κάποια σύγκρουση αλλιώς δεν θα εμφανιστούν.

Ωστόσο, αν μπλοκάρονται και θεωρείται σημαντικό να εμφανιστούν μπορεί να χρησιμοποιηθεί το `maxDisplacement` για να μετατοπίσει την ετικέτα κατά ένα συγκεκριμένο, οριοθετημένο αριθμό pixels από το κεντροειδές.

```
<VendorOption name="maxDisplacement">10</VendorOption>
```

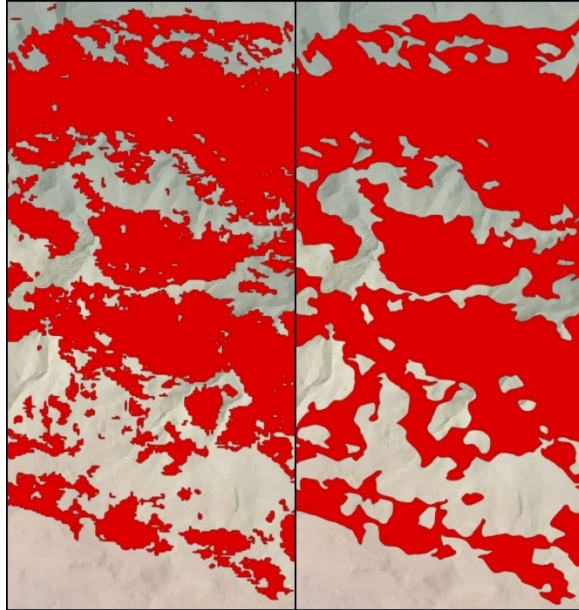
Ακόμα, στις ετικέτες ονοματολογίας της χέρσου σχεδιάστηκε μια μάσκα για να αυξήσει την αντίθεση αυτών, και ως εκ τούτου, να είναι πιο ευανάγνωστες. Κάτι αντίστοιχο δεν απαιτείται για την ονοματολογία των στοιχείων τις θάλασσας όπως είναι οι κόλποι, οι όρμοι και τα λιμάνια καθώς το υπόβαθρο πάνω στο οποίο σχεδιάζονται είναι απλό και οι ετικέτες μπορούν να διακρίνονται αρκετά εύκολα χωρίς την μάσκα. Άλλη μια διαφοροποίηση στην μορφοποίηση των θαλάσσιων και χερσαίων στοιχείων αποτελεί ότι τα στοιχεία της χέρσου γράφονται με γράμματα μαύρου χρώματος ενώ τα θαλάσσια στοιχεία γράφονται με μπλε γράμματα.

Έγινε προσπάθεια να δημιουργηθούν αρκετά επίπεδα τοπωνυμίων για κάθε στοιχείο του χάρτη ανάλογα με την κλίμακα προκειμένου σε κάθε κλίμακα οι ετικέτες να εμφανίζονται στο κατάλληλο μέγεθος και στη σωστή θέση.

### Τελική έκταση της φωτιάς

Το πολύγωνο του επιπέδου της τελικής καμένης έκτασης από την πυρκαγιά παρέχεται απευθείας από το αστεροσκοπείο και χρειάζονται μόνο λίγες τροποποιήσεις για να είναι έτοιμο. Συγκεκριμένα, έγινε γενίκευση του επιπέδου για απλοποίηση της πληροφορίας και επιλέχθηκε να παρουσιάζεται χωρίς να γενικεύεται ανά κλίμακα ώστε τα όρια του επιπέδου να συμπίπτουν με τα αντίστοιχα όρια του επιπέδου της εξέλιξης της φωτιάς.

Κατά την εφαρμογή της γενίκευσης που έγινε αφαιρέθηκαν τα μικρά σε έκταση απομονωμένα σημεία της φωτιάς αλλά προστέθηκαν στην έκταση της τα μικρά τμήματα γης που δεν έχουν καεί αλλά περιβάλλονται από φωτιά. Περαιτέρω, απλοποιήθηκαν τα πολύγωνα αλλά και ενώθηκαν σε περιπτώσεις όπου ήταν αρκετά κοντά μεταξύ τους.



Εικόνα 21: Το επίπεδο της τελικής έκτασης της φωτιάς. Τα αρχικά δεδομένα φαίνονται αριστερά και το επίπεδο μετά την απλοποίηση φαίνεται δεξιά.

### Χρήσεις Γης

Οι χρήσεις γης εμφανίζονται με την χρήση του μορφότυπου GeoJSON διότι μέσω αυτού μπορούν να προσδοθούν διαδραστικές ιδιότητες στο επίπεδο με τη χρήση αναδυόμενων επεξηγηματικών παραθύρων που προσδιορίζουν την συγκεκριμένη χρήση γης που απεικονίζεται. Η ιδιότητα αυτή είναι σημαντική για το συγκεκριμένο επίπεδο καθώς οι κατηγορίες του επιπέδου είναι πάρα πολλές και, συνεπώς, δύσκολα διακριτές με την χρήση μόνο του υπομνήματος.

Πιο συγκεκριμένα, η κατηγοριοποίηση των δεδομένων παρέμεινε όπως ήταν στα αρχικά δεδομένα κατά τη λήψη τους και η χρωματική παλέτα που χρησιμοποιείται είναι ίδια με την χρωματική παλέτα που προτείνει και παρουσιάζει το πρόγραμμα Corine.

Level 1	Level 2	Level 3	Grid_Code	RGB
1. ARTIFICIAL SURFACES	1.1 Urban fabric	1.1.1 Continuous urban fabric	1	230-000-077
		1.1.2 Discontinuous urban fabric	2	255-000-000
	1.2 Industrial, commercial and transport units	1.2.1 Industrial or commercial units	3	204-077-242
		1.2.2 Road and rail networks and associated land	4	204-000-000
		1.2.3 Port areas	5	230-204-204
		1.2.4 Airports	6	230-204-230
	1.3 Mine, dump and construction sites	1.3.1 Mineral extraction sites	7	166-000-204
		1.3.2 Dump sites	8	166-077-000
		1.3.3 Construction sites	9	255-077-255
	1.4 Artificial, non-agricultural vegetated areas	1.4.1 Green urban areas	10	255-166-255
		1.4.2 Sport and leisure facilities	11	255-230-255
2. AGRICULTURAL AREAS	2.1 Arable land	2.1.1 Non-irrigated arable land	12	255-255-168
		2.1.2 Permanently irrigated land	13	255-255-000
		2.1.3 Rice fields	14	230-230-000
	2.2 Permanent crops	2.2.1 Vineyards	15	230-128-000
		2.2.2 Fruit trees and berry plantations	16	242-166-077
		2.2.3 Olive groves	17	230-166-000
	2.3 Pastures	2.3.1 Pastures	18	230-230-077
	2.4 Heterogeneous agricultural areas	2.4.1 Annual crops associated with permanent crops	19	255-230-166
		2.4.2 Complex cultivation patterns	20	255-230-077
		2.4.3 Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	21	230-204-077
		2.4.4 Agro-forestry areas	22	242-204-166
3. FOREST AND SEMI NATURAL AREAS	3.1 Forests	3.1.1 Broad-leaved forest	23	128-255-000
		3.1.2 Coniferous forest	24	000-166-000
		3.1.3 Mixed forest	25	077-255-000
	3.2 Scrub and/or herbaceous vegetation associations	3.2.1 Natural grasslands	26	204-242-077
		3.2.2 Moors and heathland	27	166-255-128
		3.2.3 Sclerophyllous vegetation	28	166-230-077
		3.2.4 Transitional woodland-shrub	29	166-242-000
	3.3 Open spaces with little or no vegetation	3.3.1 Beaches, dunes, sands	30	230-230-230
		3.3.2 Bare rocks	31	204-204-204
		3.3.3 Sparsely vegetated areas	32	204-255-204
		3.3.4 Burnt areas	33	000-000-000
3.3.5 Glaciers and perpetual snow		34	166-230-204	
4. WETLANDS	4.1 Inland wetlands	4.1.1 Inland marshes	35	166-166-255
		4.1.2 Peat bogs	36	077-077-255
	4.2 Maritime wetlands	4.2.1 Salt marshes	37	204-204-255
		4.2.2 Salines	38	230-230-255
		4.2.3 Intertidal flats	39	166-166-230
5. WATER BODIES	5.1 Inland waters	5.1.1 Water courses	40	000-204-242
		5.1.2 Water bodies	41	128-242-230
	5.2 Marine waters	5.2.1 Coastal lagoons	42	000-255-166
		5.2.2 Estuaries	43	166-255-230
		5.2.3 Sea and ocean	44	230-242-255

Πίνακας 10: Κατηγοριοποίηση επιπέδων χρήσεων γης από το πρόγραμμα Corine σε τρία επίπεδα με τις αντίστοιχες χρωματικές παλέτες σε κωδικούς RGB.

Για να γίνει μορφοποίηση των στοιχείων με τις κατάλληλες χρωματικές παλέτες χρησιμοποιήθηκαν statements επιλογής της JavaScript με φίλτρα με βάση την κατηγορία χρήσης γης όπως φαίνεται στην Εικόνα 22. Αξιοποιώντας αυτά αποτυπώνονται τα στοιχεία με τα κατάλληλα χρώματα δηλαδή με τα ίδια που χρησιμοποιεί το Corine. Επιπλέον ρυθμίζεται η διαφάνεια των επιπέδων για να μπορεί να συσχετισθεί χωρικά με τα υπόλοιπα επίπεδα και άρα να μπορούν να γίνουν συγκρίσεις.

```

function corinestyle(feature) {
    switch (feature.properties.CODE) {
        case 'Continuous urban fabric': return {fillColor:
"#e6004d", fillOpacity:0.5, color:"#e6004d", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Discontinuous urban fabric': return
{fillColor: "#ff0000", fillOpacity:0.5, color:"#ff0000", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Industrial or commercial units': return
{fillColor: "#cc4df2", fillOpacity:0.5, color:"#cc4df2", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Road and rail networks and associated land':
return {fillColor: "#cc0000", fillOpacity:0.5, color:"#cc0000", opacity:0.5,
weight:1};
        case 'Sport and leisure facilities': return
{fillColor: "#ffe6ff", fillOpacity:0.5, color:"#ffe6ff", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Non-irrigated arable land': return
{fillColor: "#ffffa8", fillOpacity:0.5, color:"#ffffa8", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Vineyards': return {fillColor: "#e68000",
fillOpacity:0.5, color:"#e68000", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Fruit trees and berry plantations': return
{fillColor: "#f2a64d", fillOpacity:0.5, color:"#f2a64d", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Olive groves': return {fillColor: "#e6a600",
fillOpacity:0.5, color:"#e6a600", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Pastures': return {fillColor: "#e6e64d",
fillOpacity:0.5, color:"#e6e64d", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Complex cultivation patterns': return
{fillColor: "#ffe64d", fillOpacity:0.5, color:"#ffe64d", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Land principally occupied by agriculture,
with significant areas of natural vegetation': return {fillColor: "#e6cc4d",
fillOpacity:0.5, color:"#e6cc4d", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Coniferous forest': return {fillColor:
"#00a600", fillOpacity:0.5, color:"#00a600", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Mixed forest': return {fillColor: "#4dff00",
fillOpacity:0.5, color:"#4dff00", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Natural grasslands': return {fillColor:
"#ccf24d", fillOpacity:0.5, color:"#ccf24d", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Sclerophyllous vegetation': return
{fillColor: "#a6e64d", fillOpacity:0.5, color:"#a6e64d", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Transitional woodland-shrub': return
{fillColor: "#a6f200", fillOpacity:0.5, color:"#a6f200", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Sparsely vegetated areas': return {fillColor:
"#ccffcc", fillOpacity:0.5, color:"#ccffcc", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Coastal lagoons': return {fillColor:
"#00ffa6", fillOpacity:0.5, color:"#00ffa6", opacity:0.5, weight:1};
        case 'Sea and ocean': return {fillColor: "#e6f2ff",
fillOpacity:0.5, color:"#e6f2ff", opacity:0.5, weight:1};
    }
}

```

*Εικόνα 22: Φιλτράρισμα για επιλογή συγκεκριμένων χρήσεων γης και ορισμός αντίστοιχων επιθυμητών χρωμάτων και τελική προσθήκη του επιπέδου και ενός αναδύομενου παραθύρου.*

## Παλαιότερα συμβάντα πυρκαγιών

Τα παλαιότερα συμβάντα πυρκαγιών στην περιοχή αποδίδονται ως σημειακά δεδομένα και εμφανίζονται με ένα σύμβολο φωτιάς μορφότυπου SVG κατεβασμένο από online πηγές. Με την χρήση αναδύομενων παραθύρων (popup content) δίνονται περισσότερες πληροφορίες για τα συμβάντα αυτά αναφορικά με την ημερομηνία εκδήλωσης και το μέγεθος της καμένης έκτασης του συμβάντος.



Εικόνα 23: Σύμβολο φωτιάς για αναπαράσταση παλαιότερων συμβάντων πυρκαγιών.<sup>161</sup>

```
//A fire icon used for past fires in the region
var fireIcon = L.icon({
  imageUrl: 'img/fire.png',
  iconSize: [23,44], // size of the icon
  attribution: "<a
href='https://webstockreview.net'>https://webstockreview.net</a>"
})
//Adding the GeoJSON with the past fires in the region and a popup with the date
and the burned area
var past_fires = L.geoJSON(hist_data_less, {
  pointToLayer: function (feature, latlng) {
    return L.marker(latlng, {icon: fireIcon});
  },
  onEachFeature: function (feature, layer) {
    //Declaring and defining popup for layer when clicked
    var popupContent = "<p>Ημερομηνία: <b>" + feature.properties.date
+ "</b> <br />Καμένη έκταση: <b>" + feature.properties.BurnedArea + " στρέμματα
</b></p>";
    if (feature.properties &&
feature.properties.popupContent) {
      popupContent += feature.properties.popupContent;
    }
    layer.bindPopup(popupContent);
  }
});
```

Εικόνα 24: Εισαγωγή εικονοστοιχείου φωτιάς και δημιουργία αναδυόμενου παραθύρου με την καμένη έκταση και την ημερομηνία του συμβάντος.

## Βιότοποι Natura και Καταφύγια Άγριας Ζωής

Οι βιότοποι Natura και τα καταφύγια άγριας ζωής παρουσιάζονται ως απλά πολύγωνα, τα οποία έχουν διαφάνεια ώστε ο χρήστης να μπορεί να συσχετίσει αυτά με την θέση και τις ιδιότητες άλλων επιπέδων του χάρτη. Επιπλέον, και για αυτά αξιοποιούνται αναδυόμενα παράθυρα τα οποία προσδιορίζουν στον χρήστη που μπορεί να βρει περισσότερες πληροφορίες για τα επίπεδα αυτά στο κεντρικό μενού της εφαρμογής.

<sup>161</sup> *Clipart flames fire symbol 508571*. (n.d.). WebStockReview. (Retrieved August 2022, from <https://webstockreview.net/image/clipart-flames-fire-symbol/508571.html>).

```

//Natura Region defined through GeoJSON
function naturastyle(feature) {
  return {
    weight: 3,                                //Thickness of stroke
    fillOpacity: 0.15,
    color: '#1b913f',                          //Outline color
    opacity: 1                                //Outline opacity
  };
}
// Define the Natura GeoJSON layer
var naturageo = L.geoJson(natura_geraneia, {
  style: naturastyle,
  onEachFeature: function (feature, layer) {
//Declaring and defining popup for layer when clicked
var popupContent = "<p> Βιότοπος Natura: <b>"+ feature.properties.CODE + "</b> <br /> <i> Δες Βιότοποι Natura Πληροφορίες για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τον συγκεκριμένο βιότοπο. </i> </p>";
    if (feature.properties && feature.properties.popupContent) {
      popupContent += feature.properties.popupContent;
    }
    layer.bindPopup(popupContent);
  },
});

```

Εικόνα 25: Μορφοποίηση της απεικόνισης του επιπέδου του βιότοπου Natura και εισαγωγή με χρήση αναδύμενου παραθύρου.

### Εξέλιξη της φωτιάς

Και στο επίπεδο της εξέλιξης της φωτιάς ορίστηκε να έχει διαφάνεια όπως και φαίνεται στην Εικόνα 26. Αυτό φυσικά εξυπηρετεί ώστε να φαίνεται το υπόβαθρο παράλληλα με τα άλλα στοιχεία που σχεδιάζονται πριν από τα πολύγωνα της φωτιάς, όπως είναι οι ισοϋψείς καμπύλες, και να μπορούν να γίνουν οι απαραίτητες συγκρίσεις. Περαιτέρω, η διαφάνεια και των δύο επιπέδων της φωτιάς (το επίπεδο της εξέλιξης της και το επίπεδο της τελικής της έκτασης) δίνει την δυνατότητα ενεργοποίησης και των δύο ταυτόχρονα, ώστε να δίνεται καλύτερη

```

//Defining style of fire GeoJSON
function firestyle(feature) {
  return {
    weight: 1,                                //Thickness of stroke
    fillOpacity: 0.5,
    color: '#cc3333',                          //Outline color
    opacity: 1,                                //Outline opacity
  };
}
// Add fire_stages GeoJSON layer
var firegeo = L.geoJson(new_fire_json, {
  style: firestyle
}).addTo(map);

```

εικόνα των βημάτων της εξάπλωσης συγκριτικά με τη συνολική της έκταση.

Εικόνα 26: Μορφοποίηση του επιπέδου εξέλιξης της φωτιάς και εισαγωγή του στον χάρτη.



## 6.4 Τοπολογικοί έλεγχοι

Λάθη και ανακρίβειες στα αρχικά δεδομένα ή και ορισμένες επεξεργασίες αυτών μπορούν να δώσουν λανθασμένα αποτελέσματα χωρίς λογική συνέπεια. Η ποιότητα των δεδομένων σε κάθε φάση της επεξεργασίας τους μπορεί να αξιολογηθεί με τη χρήση τοπολογικών ελέγχων ιδίως όσο αναφορά τα γεωμετρικά σφάλματα. Οι έλεγχοι αυτοί ικανοποιούνται με τη χρήση κανόνων που περιγράφουν την επιθυμητή συμπεριφορά των χωρικών στοιχείων ως προς άλλα χωρικά στοιχεία. Δηλαδή, κατασκευάζονται σύμφωνα με την φύση των δεδομένων και με τις γεωχωρικές σχέσεις των επιπέδων.<sup>162</sup>

Για τις ισοΰψεις καμπύλες εφαρμοστήκαν κανόνες που ορίζουν ότι οι ισοΰψεις δεν πρέπει να τέμνονται μεταξύ τους και δεν πρέπει να τέμνουν την ακτογραμμή αφού πρακτικά η ακτογραμμή είναι η ισοΰψης καμπύλη των μηδέν μέτρων. Επίσης πρέπει να μην έχουν ελεύθερα άκρα (dongles) οπουδήποτε πέρα από τα όρια του χάρτη.

Η γενίκευση είναι πολύ συχνά ο λόγος δημιουργίας τοπολογικών σφαλμάτων αφού μετατοπίζει στοιχεία χωρίς να λαμβάνει υπόψη αλληλεπιδράσεις των επιπέδων. Ένα παράδειγμα όπου αυτό συνέβη είναι με την γενίκευση των επιπέδων της ακτογραμμής και του υδρογραφικού δικτύου. Και τα δύο αυτά επίπεδα γενικευθήκαν σε διάφορες κλίμακες προκαλώντας μετατόπιση και στα δύο και κατά συνέπεια έπαψε να υπάρχει πια ταύτιση της εκβολής των ποταμών με την θέση της ακτογραμμής. Αυτό το τοπολογικό λάθος εντοπίστηκε με χωροθέτηση των θέσεων των ελεύθερων άκρων του υδρογραφικού που αποτελούν εκβολές και διορθώθηκε μετατοπίζοντας τα άκρα αυτά κατάλληλα.

Ομοίως, η γενίκευση στα ποτάμια και τις ισοΰψεις κάνει συχνά τα ποτάμια να μην ευθυγραμμίζονται με τα φαράγγια όπως σκιαγραφούνται από τις ισοΰψεις και συνεπώς διορθώθηκε η θέση του υδρογραφικού χειροκίνητα όποτε αυτό απαιτούνταν.

Τέλος, στην περίπτωση της καμένης έκτασης και των θέσεων των ενεργών εστιών εντοπίστηκαν τοπολογικά λάθη στα αρχικά δεδομένα και συνεπώς οι διορθώσεις έγιναν προτού ξεκινήσει η επεξεργασία τους. Το κύριο πρόβλημα με τα δεδομένα ήταν η ύπαρξη δεδομένων πέρα από τα όρια της ακτογραμμής, δηλαδή μέρος των δεδομένων εντοπίζονταν χωρικά μέσα στην θάλασσα και έπρεπε να αφαιρεθεί. Για την περίπτωση της συνολικής καμένης έκτασης τα σημεία αυτά ήταν λίγα και μικρής έκτασης αλλά τα σημεία θέσεων των ενεργών εστιών ήταν αρκετά. Ωστόσο, ο τοπολογικός έλεγχος των δεδομένων είχε ήδη γίνει κατά την παραλαβή των δεδομένων των εστιών αφού όσα στοιχεία βρισκόταν στη θάλασσα έχουν τον χαρακτηρισμό *invalid* όποτε απλά αφαιρέθηκαν.

---

<sup>162</sup> Tsoulos, L., Skopeliti, A., & Stamou, L. *Χαρτογραφική σύνθεση και απόδοση... ό.π.*

## 6.5 Δημιουργία ιστοσελίδας

Προκειμένου να λειτουργήσει η διαδικτυακή εφαρμογή πρέπει οι φυλλομετρητές να μπορούν να επικοινωνήσουν με τον εξυπηρετητή (server) που φιλοξενεί τα δεδομένα, να κωδικοποιήσουν και να αντλήσουν την γεωγραφική πληροφορία και να την διαμοιραστούν με την μορφή μιας διαδικτυακής ιστοσελίδας. Η επικοινωνία αυτή και τα μέσα παρουσίασης της εδραιώνονται από ευρέως χρησιμοποιούμενα εργαλεία όπως η HTML, η CSS και η JavaScript με παράλληλη αξιοποίηση της βιβλιοθήκης Leaflet. Η συνεργασία όλων των εργαλείων με τα στοιχεία των ανοιχτών προτύπων της OGC και W3C μπορούν τελικά να διαμορφώσουν το αρχιτεκτονικό διαδικτυακό περιβάλλον εντός του οποίου ο χρήστης θα μπορεί να αλληλοεπιδράσει με την εφαρμογή.

Όλα τα αρχεία που χρησιμοποιούνται για την δημιουργία της εφαρμογής οργανώνονται σε φακέλους και υποφακέλους που επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω διαδρομών (paths) τα οποία αναφέρονται εντός της HTML για να καλέσουν στην εφαρμογή τα αντίστοιχα αρχεία. Έτσι, τα σενάρια της JavaScript καλούνται εντός της HTML για να προσφέρουν διαδραστικότητα στη σελίδα ενώ στοιχεία της CSS συσχετίζονται με στοιχεία της HTML για να μορφοποιήσουν την εμφάνιση και την διάταξη τους. Περαιτέρω, στη οργάνωση αυτή των φακέλων περιλαμβάνονται και δεδομένα της μορφής GeoJSON και οι εικόνες που χρησιμοποιούνται στη σελίδα.

Παρακάτω περιγράφονται οι μέθοδοι ανάπτυξης της εφαρμογής με τη χρήση καθενός από αυτά τα εργαλεία και τα στοιχεία πλαισίου του χάρτη που δημιουργήθηκαν προκειμένου να του προσδώσουν λειτουργικότητα.

### Αρχικοποίηση χάρτη

Η διαδικασία αρχικοποίησης του χάρτη είναι πολύ απλή με την Leaflet. Τα απαραίτητα στοιχεία είναι μόνο λίγες γραμμές κώδικα και επακολούθως γίνεται προσθήκη των δεδομένων και παραμετροποίηση αυτών και των στοιχείων πλαισίου της σελίδας.

Στα βήματα προετοιμασίας που απαιτούνται προτού γίνει αρχικοποίηση του χάρτη είναι πολύ απλά η συσχέτιση με τα αρχεία CSS και JavaScript της Leaflet εντός της HTML. Στη συνέχεια, στην HTML ορίζεται το στοιχείο `map` και ορίζονται οι διαστάσεις του και από την JavaScript ορίζονται μέσω του `var.map` πολλοί σημαντικοί παράμετροι του χάρτη, όπως είναι τα όρια του χάρτη και η θέση και το επίπεδο `zoom` στα οποία κεντράρεται ο χρήστης του χάρτη όταν τον φορτώνει μεταξύ άλλων παραμέτρων.

```
<link rel="stylesheet" href="https://unpkg.com/leaflet@1.9.2/dist/leaflet.css"
  integrity="sha256-sA+zWATbFveLLNqW02gtiw3HL/lh1giY/Inf1Bj0z14="
  crossorigin="" />
```

```
<!-- Make sure you put this AFTER Leaflet's CSS -->
<script src="https://unpkg.com/leaflet@1.9.2/dist/leaflet.js"
  integrity="sha256-o9N1jGDZrf5tS+Ft4gbIK7mYMipq9lqpVJ91xHSyKhg="
  crossorigin=""></script>
```

```
<div id="map"></div>
```

Εικόνα 27: Συσχέτιση HTML με αρχεία CSS και JavaScript. Τα πρώτα βήματα για την αρχικοποίηση του χάρτη.<sup>163</sup>

```
function init ()
{
// Initialize the map and set the center and initial zoom
var centerLat = 38.007930;           //The map will initially be centered
on that Latitude
var centerLng = 23.085951;           //The map will initially be centered
on that Longitude
var initialZoom = 13;                //Initial scale = 1:72,223.96
bounds = new L.LatLngBounds(new L.LatLng(38.097, 23.29), new L.LatLng(37.903,
22.82)); //Set bound to where i want to restrict the map

var map = L.map('xartis',{
  continuousWorld: false,
  center: [centerLat, centerLng],
  zoom: initialZoom,
  maxZoom:18,                        // = 1:2,257.00
  minZoom:13,                        // = 1:72,223.96
  maxBounds: bounds,                 //Restrict bounds of map
  maxBoundsViscosity: 0.8           //Restrict user to go any further by
returning the view inside the bounds of the map
});
```

Εικόνα 28: Ορισμός ορίων του χάρτη και αρχικής θέσης του χρήστη.

## Αρχιτεκτονική ιστοσελίδας και στοιχεία πλαισίου

Η αρχιτεκτονική της ιστοσελίδας, ο καθορισμός των επιπέδων ιεραρχίας, η προσθήκη διαδραστικών και δυναμικών δυνατοτήτων σε αυτή και η μορφοποίηση της εμφάνισής της όλα καθορίστηκαν από την HTML, την CSS και την Javascript συμπεριλαμβανομένων των βιβλιοθηκών αυτής.

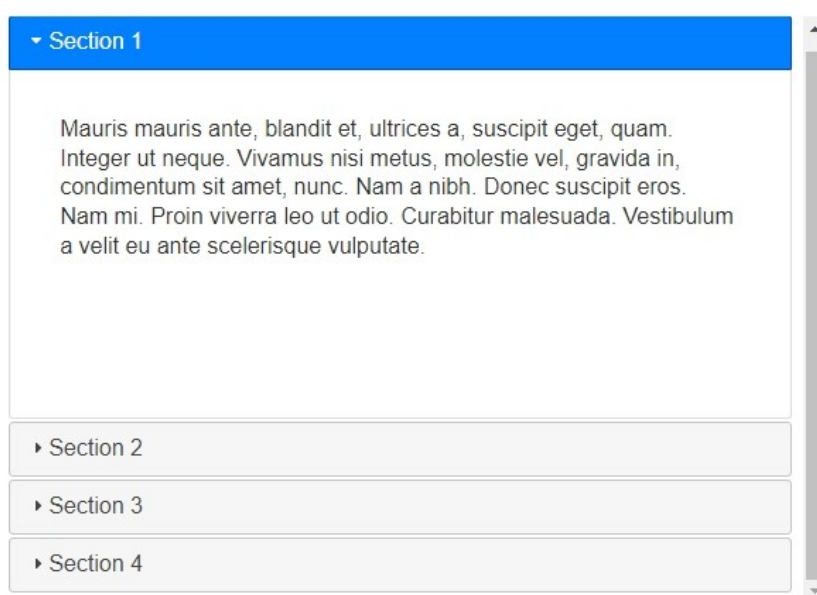
Τα στοιχεία πλαισίου του χάρτη και η διαδραστικότητα αυτών προήλθαν κατά κύριο λόγο από την βιβλιοθήκη Leaflet και τα πρόσθετα αυτής. Συγκεκριμένα, προστέθηκαν στοιχεία διεπαφής όπως το Layer Control με τα διαθέσιμα επίπεδα και υπόβαθρα του χάρτη, μια δυναμική κλίμακα, επιλογές zoom-in/zoom-out,

<sup>163</sup> Agafonkin, V. (n.d.). *Leaflet Quick Start Guide*. Leaflet. (Retrieved October 23, 2022, from <https://leafletjs.com/examples/quick-start/>).

εργαλείο μέτρησης αποστάσεων και συντεταγμένες για την θέση του δείκτη σε μορφή γεωγραφικού μήκους και πλάτους.

### Κεντρικό μενού

Ο τίτλος, οι πληροφορίες για την χαρτοσύνθεση και όλες οι επιπλέον πληροφορίες των επιπέδων του χάρτη οργανώνονται σε ένα κεντρικό μενού στοιχισμένο αριστερά του χάρτη. Το μενού αυτό είναι δημιουργημένο με αξιοποίηση του εργαλείου `accordion` της βιβλιοθήκης `jQuery`. Πρόκειται για ένα κατακόρυφο μενού που είναι στοιβαγμένο σαν μια λίστα αντικειμένων και αναπτύσσεται με `animation` αποκαλύπτοντας επιπλέον καρτέλες με πληροφορίες. Αποτελεί μια πολύ καλή λύση για την αξιοποίηση του χώρου της οθόνης και την παρουσίαση καλά οργανωμένων πληροφοριών.

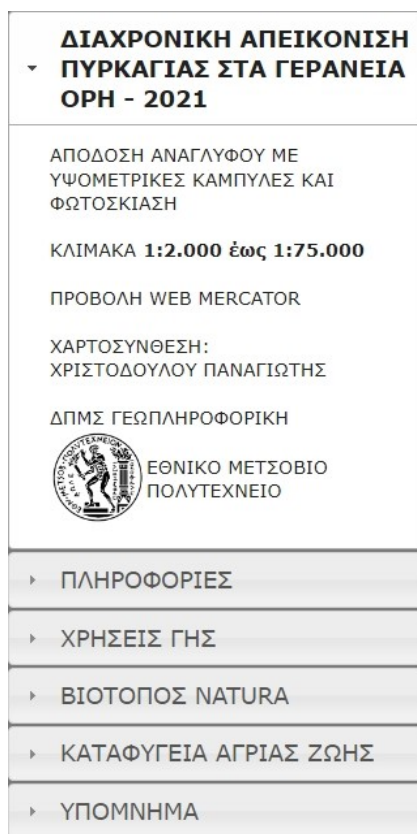


Εικόνα 29: Παράδειγμα ενός μενού `accordion` με τέσσερα τμήματα.<sup>164</sup>

```
<!-- jQuery -->
<script src="http://code.jquery.com/jquery-1.10.2.js"></script>
<script src="http://code.jquery.com/ui/1.11.4/jquery-ui.js"></script>
<link rel="stylesheet"
href="http://code.jquery.com/ui/1.11.4/themes/smoothness/jquery-ui.css">
<link rel="stylesheet" href="http://code.jquery.com/ui/1.9.2/themes/base/jquery-
ui.css" type="text/css">
<link rel="stylesheet" href="http://cdn.leafletjs.com/leaflet-0.7.2/leaflet.css"
/>
```

Εικόνα 30: Εισαγωγή `jQuery` στην εφαρμογή.

<sup>164</sup> Accordion. jQuery UI. (n.d.). (Retrieved October 2022, from <https://jqueryui.com/accordion/#default>).



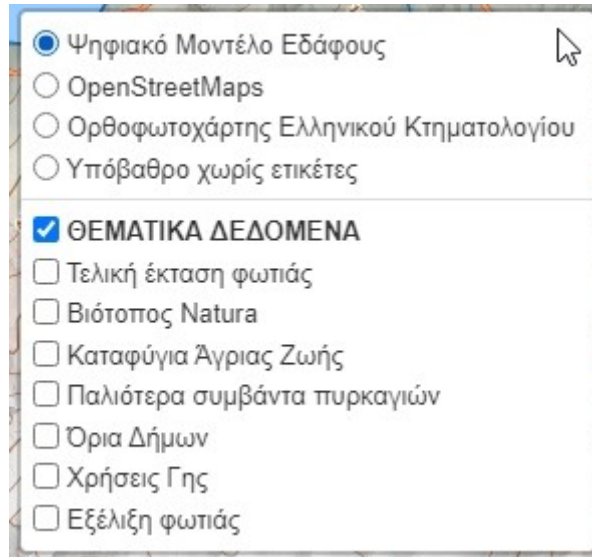
Εικόνα 31: Κεντρικό Μενού εφαρμογής. Οργανώνεται σε έξι πάνελ δεδομένων.

### Layer Control

Τα επίπεδα και τα υπόβαθρα του χάρτη παρουσιάζονται εντός της Leaflet και οργανώνονται στο Layer control όπου και παρέχεται η δυνατότητα εμφάνισης ή απόκρυψής τους. Για τα υπόβαθρα η Leaflet επιτρέπει την εμφάνιση μόνο ενός από αυτά τη φορά ενώ τα υπόλοιπα επίπεδα στο overlay υπάρχει η δυνατότητα ενεργοποίησης πολλών επιπέδων ταυτόχρονα.

```
// Layer Control with basemaps and overlays
var baseMaps = {
    "Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους": mylayergroup2,
    "OpenStreetMaps" : osm,
    "Ορθοφωτοχάρτης Ελληνικού Κτηματολογίου" : esri,
    "Υπόβαθρο χωρίς ετικέτες" : cartoDB_PositronNoLabels
};
var overlays = {
    "<b>ΘΕΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ </b>": mylayergroup,
    "Τελική έκταση φωτιάς": mylayergroup4,
    "Βιότοπος Natura": naturageo,
    "Καταφύγια Άγριας Ζωής": wildlifageo,
    "Παλιότερα συμβάντα πυρκαγιών": past_fires,
    "Όρια Δήμων": mylayergroup3,
    "Χρήσεις Γης": corine2_4geo,
    "Εξέλιξη φωτιάς": firegeo
};
L.control.layers(baseMaps,overlays).addTo(map);
```

Εικόνα 32: Εισαγωγή του Layer Control στον χάρτη.



Εικόνα 33: Το μενού με τα διαθέσιμα επίπεδα του χάρτη αναπτύσσεται όταν ο χρήστης τοποθετεί τον κέρσορα πάνω από το σχετικό εικονίδιο.

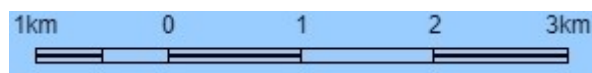
### Γραφική κλίμακα

Η κλίμακα του χάρτη προκύπτει από το πρόσθετο leaflet-graphicscale και είναι γραφική και δυναμική αφού ανανεώνεται με κάθε αλλαγή κλίμακας. Η κλίμακα παρουσιάζει αποστάσεις σε μέτρα και χιλιόμετρα και έχει πέντε υποδιαιρέσεις.

```
<!--Leaflet Graphic Scale-->
<link rel="stylesheet" href="leaflet-graphicscale-
master/dist/Leaflet.GraphicScale.min.css" />
<script src="leaflet-graphicscale-
master/dist/Leaflet.GraphicScale.min.js"></script>
```

```
//Graphic Scale
var graphicScale1 = L.control.graphicScale({
  doubleLine: false,
  fill: 'line',
  showSubunits: true
}).addTo(map);
```

Εικόνα 34: Εισαγωγή του πρόσθετου Leaflet-graphicscale στην HTML και παραμετροποίηση των επιλογών αυτού στην JavaScript.



Εικόνα 35: Η γραφική κλίμακα που χρησιμοποιείται στον τελικό χάρτη.

### Συντεταγμένες

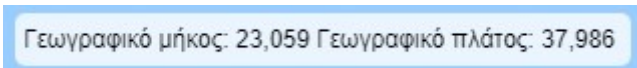
Το γεωγραφικό μήκος και πλάτος στην εφαρμογή αναφέρεται στην θέση του κέρσορα εντός του χάρτη και αναγράφεται με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων.

Δημιουργήθηκε αξιοποιώντας το πρόσθετο Leaflet.Coordinates και παραμετροποιώντας τις επιλογές του.

```
<!--Leaflet Coordinates-->
<link rel="stylesheet" href="Leaflet.Coordinates-
master/dist/Leaflet.Coordinates-0.1.5.css">
<script src="Leaflet.Coordinates-master/dist/Leaflet.Coordinates-
0.1.5.min.js"></script>
```

```
// Cursor Coordinates
L.control.coordinates({
  position:"bottomright",
  decimals:3,
  decimalSeperator:",",
  labelTemplateLat:"Γεωγραφικό πλάτος: {y}",
  labelTemplateLng:"Γεωγραφικό μήκος: {x}"
}).addTo(map);
```

Εικόνα 36: Εισαγωγή του πρόσθετου Leaflet Coordinates στην HTML και παραμετροποίηση των επιλογών αυτού στην JavaScript.



Γεωγραφικό μήκος: 23,059 Γεωγραφικό πλάτος: 37,986

Εικόνα 37: Οι συντεταγμένες της θέσης του κέρσορα όπως φαίνονται στην τελική εφαρμογή.

### Μετρητής αποστάσεων

Το πρόσθετο μέτρησης αποστάσεων είναι αρκετά απλό στη χρήση αλλά διαθέτει πολλές δυνατότητες μορφοποίησης και αρκετή πληροφορία στον χρήστη για τις μετρήσεις που κάνει. Συγκεκριμένα, υπολογίζει την γραμμική απόσταση μεταξύ δυο σημείων αλλά και την απόσταση μεταξύ μιας σειράς σημείων.

```
<!--Measure tool plugin-->
<link rel="stylesheet"
href="https://ppete2.github.io/Leaflet.PolylineMeasure/Leaflet.PolylineMeasure.c
ss" />
<script
src="https://ppete2.github.io/Leaflet.PolylineMeasure/Leaflet.PolylineMeasure.js
"></script>
```

Εικόνα 38: Εισαγωγή του πρόσθετου Polyline Measure στην HTML.



Εικόνα 39: Το εργαλείο μέτρησης αποστάσεων Polyline Measure.

### Slider bar

Η εφαρμογή υλοποιεί το πρόσθετο Leaflet-Slider της Leaflet, το οποίο αξιοποιεί μια κυλιόμενη μπάρα ώστε να τροποποιεί δυναμικά το απεικονιζόμενο επίπεδο σύμφωνα με τον χρόνο. Ειδικότερα, διαβάζει τις χρονικές τιμές από τις ιδιότητες ενός επιπέδου GeoJSON και παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά (features) που κάθε φορά αντιστοιχούν στην δεδομένη χρονική στιγμή.

Σκοπός της είναι μέσω της αλληλεπίδρασης του χρήστη με αυτή να μπορεί να υποδείξει την εξέλιξη ενός φαινομένου στον χρόνο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, αξιοποιείται για να υποδείξει την καμένη έκταση κατά την εξέλιξη της πυρκαγιάς του Σχίνου. Οι διαθέσιμες χρονικές στιγμές εμφάνισης των δεδομένων έχουν οριστεί ανά μία ώρα και για συνολικό διάστημα 25 ωρών.

```
<!--Adding leaflet slider plugin -->
<script src="LeafletSlider-master/SliderControl.js"></script>
```

```
//Time Slider
sliderControl = L.control.sliderControl({ layer: firegeo, follow: 1});
map.addControl(sliderControl);
sliderControl.startSlider()
```

Εικόνα 40: Εισαγωγή του πρόσθετου Leaflet Slider στην HTML και παραμετροποίηση των επιλογών αυτού στην JavaScript.



Εικόνα 41: Μορφή του Slider bar εντός της εφαρμογής. Ο μοχλός μετακινείται από τον χρήστη σε προεπιλεγμένες θέσεις σύμφωνα με τα διαθέσιμα χρονικά στάδια.



## Προσθήκη υποβάθρων

Τέλος, έγινε υλοποίηση του πρόσθετου Leaflet-providers μέσω του οποίου έγινε εισαγωγή ορισμένων υποβάθρων της εφαρμογής. Συγκεκριμένα, προστέθηκε το υπόβαθρο του OpenStreetMaps όπως και ένα υπόβαθρο χωρίς ετικέτες το PositronNoLabels της CARTO. Το OpenStreetMaps εξυπηρετεί ως χάρτης γενικής χρήσης μέσω του οποίου λαμβάνεται καλή εικόνα για τα χαρακτηριστικά της περιοχής. Το υπόβαθρο χωρίς ετικέτες από την άλλη εξυπηρετεί στη απλοποίηση των δεδομένων του υποβάθρου ώστε ο χρήστης να μπορεί να εστιάσει στα συγκεκριμένα θεματικά επίπεδα που εξετάζει.

## 6.6 Χαρτογραφική Σύνθεση

### Σειρά εμφάνισης επιπέδων

Τα επεξεργασμένα δεδομένα φορτώνονται από τον Geoserver και εμφανίζονται στον χάρτη με την μορφοποίηση που έχει οριστεί στο καθένα από τα SLD. Στη συνέχεια, συνδυάζονται σε ομάδες επιπέδων (Layer groups) όπου επιλέγεται η σειρά εμφάνισης μεταξύ των επιπέδων εντός του ίδιου Layer Group.

Ωστόσο, η εφαρμογή διαχειρίζεται δεδομένα που οργανώνονται σε πολλά διαφορετικά layer groups και δεδομένα GeoJSON που εισάγονται ξεχωριστά και δεδομένα από το διαδίκτυο όπως είναι τα υπόβαθρα χαρτών. Για όλα αυτά τα δεδομένα που φορτώνονται στην εφαρμογή πρέπει να οριστεί η σειρά εμφάνισης τους.

Η σειρά με την οποία σχεδιάζονται τα επίπεδα καθορίζεται από το z-index. Το επίπεδο με το μεγαλύτερο z-index είναι αυτό το οποίο θα σχεδιαστεί πάνω από όλα τα άλλα και αντιστοίχως το επίπεδο με το μικρότερο z-index θα σχεδιαστεί κάτω από όλα τα υπόλοιπα.

Όταν δύο επίπεδα έχουν το ίδιο z-index αυτό που θα σχεδιαστεί πάνω από τα άλλα είναι αυτό που θα προστεθεί στον χάρτη πρώτο με την εντολή `.addTo(map)`.

Η γενική σειρά που καθορίζεται αυτόματα από την Leaflet σχεδιάζει τα επίπεδα GeoJSON πάνω από όλα τα άλλα, ακολουθούν τα στοιχεία που εισάγονται στα overlays και τέλος κάτω από όλα τα άλλα σχεδιάζονται τα υπόβαθρα που βρίσκονται στα basemaps. Για να αλλάξει αυτή η σειρά των επιπέδων πρέπει να αλλάξει το z-index, κάτι που μπορεί να γίνει με την χρήση panes.

Στα πλαίσια της εργασίας χρειάστηκε να δημιουργηθεί ένα pane για την μετατόπιση δυο layer groups. Συγκεκριμένα, το layer group με τα θεματικά δεδομένα (τοπωνύμια, οικισμοί, θρησκευτικά κτήρια, δρόμοι, υδρογραφικό δίκτυο, ακτογραμμή και λίμνη) και το layer group με τους δήμους και τις ονομασίες αυτών

μετατοπίστηκαν ώστε να βρίσκονται πάνω από τα επίπεδα GeoJSON των χρήσεων γης και της εξέλιξης της φωτιάς.

```

//define WMS layergroup from Geoserver for name, point and line features
var mylayergroup = new
L.tileLayer.wms("http://atlas.geocenter.survey.ntua.gr:8080/geoserver/wms", {
//NTUA geoserver portal
  layers:'w_xristodoulou:MEGARA',      //list of WMS layers to show. format
-> workspace: layerGroup
  transparent:true,                    //when set to true returns images
with transparency
  format: 'image/png',                 //png is used for layers with transcapency
  tiled: false,
  opacity: 1,
  version: '1.1.0',                   //Version of the WMS service to use
  attribution: "",
  pane: 'mypane'
  //The pane created earlier. It brings this tileLayer above geoJSON
  features so that they won't be obstructed.
});
map.addLayer(mylayergroup);

```

Εικόνα 42: Εισαγωγή του pane που δημιουργήθηκε νωρίτερα σε ένα layer group.

ΣΕΙΡΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ	
Τύπος Δεδομένων	Περιγραφή Δεδομένων
GeoJSON	Παλιότερα συμβάντα πυρκαγιών
GeoJSON	Καταφύγια Άγριας Ζωής
GeoJSON	Βιότοποι Natura
Layer Group	Δήμοι και ονομασίες δήμων
Layer Group	Πολυγωνικά, γραμμικά, σημειακά δεδομένα και τοπωνύμια
GeoJSON	Χρήσεις γης
GeoJSON	Εξέλιξη φωτιάς
Layer	Έκταση φωτιάς
Layer Group	Ψηφιδωτά δεδομένα
Basemap	OpenStreetMaps
Basemap	Υπόβαθρο Ελληνικού Κτηματολογίου
Basemap	Υπόβαθρο χωρίς ετικέτες

Πίνακας 11: Σειρά σχεδίασης επιπέδων στον χάρτη. Τα πρώτα επίπεδα στον πίνακα είναι αυτά που θα σχεδιαστούν πάνω από όλα.

## 7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

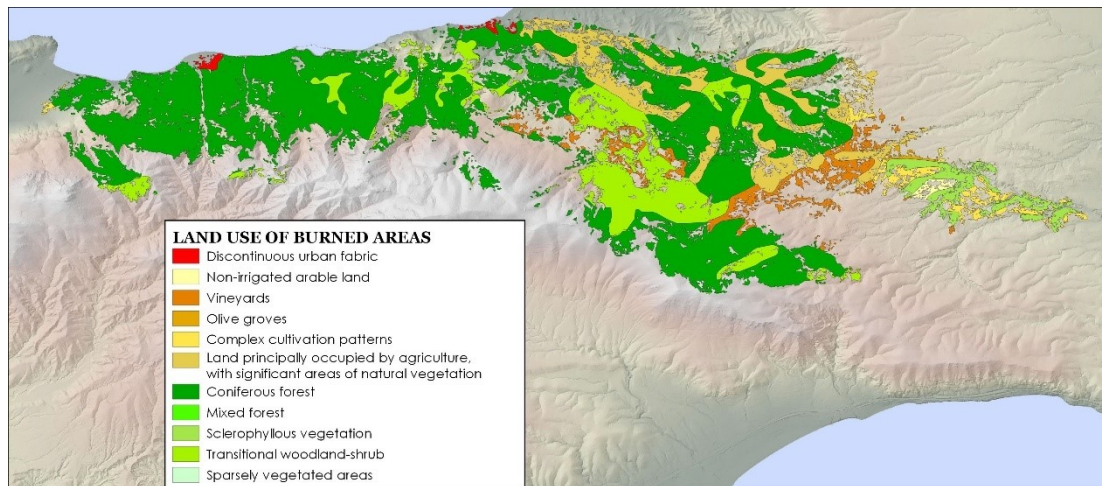
### 7.1 Χρήσεις γης στην θέση της φωτιάς

Η φωτιά του Σχίνου Κορινθίας πρόκειται για μια δασική πυρκαγιά και αυτό γίνεται εμφανές από της χρήσεις γης που επικρατούν στις καμένες εκτάσεις. Στον παρακάτω πίνακα περιλαμβάνονται οι εκτάσεις που αναπαριστά η κάθε ιδιαίτερη χρήση γης (που χαρακτηρίζεται από διαφορετικό μοναδικό κωδικό χρήσεων γης του corine) στην περιοχή μελέτης και οι συγκεκριμένες χρήσεις γης των εκτάσεων που καήκαν.

Κωδικός	Περιγραφή έκτασης	Έκτασεις περιοχής μελέτης (εκτάρια)	Χρήσεις γης καμένων εκτάσεων (εκτάρια)
312	Δάσος κωνοφόρων	16876	3110,3
324	Μεταβατικό δασώδες-θαμνώδες	12630	768,5
243	Καλλιεργήσιμη Γη με εκτάσεις φυσικής βλάστησης	3424	554,8
221	Αμπελώνες	3130	242
323	Σκληρόφυλλη βλάστηση	12757	165
242	Εκτάσεις με διάφορους τύπους καλλιέργειας	9142	122,3
112	Ασυνεχής αστικός ιστός	1964	21,3
211	Μη αρδευόμενες καλλιεργήσιμες εκτάσεις	596	17,9
223	Ελαιώνες	7626	11,6
333	Περιοχές με αραιή βλάστηση	134	4,6
313	Μικτό δάσος	129	0,5
111	Συνεχής αστικός ιστός	260	-
121	Βιομηχανικές ή εμπορικές μονάδες	704	-
122	Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα	1582	-
142	Αθλητικές και ψυχαγωγικές εγκαταστάσεις	729	-
222	Οπωροφόρα δέντρα και φυτείες μούρων	1297	-
231	Βοσκοτόπια	107	-
321	Φυσικοί λειμώνες	352	-
521	Παράκτιες λιμνοθάλασσες	151	-
523	Θάλασσα	2015000	-

Πίνακας 12: Χρήσεις γης στην περιοχή μελέτης και καμένες εκτάσεις ανά χρήσεις γης.

Από τα στοιχεία αυτά γίνεται εμφανές ότι η συντριπτικά μεγαλύτερη έκταση που καήκε ήταν δασική. Υπολογίζοντας τις καμένες εκτάσεις ανά είδος χρήσεων γης ως ποσοστό των συνολικών καμένων εκτάσεων προκύπτει ότι περίπου 80% των εκτάσεων ήταν δασικές, 19% των εκτάσεων ήταν καλλιεργήσιμες εκτάσεις και περίπου 0,4% πρόκειται για αραιοκατοικημένες εκτάσεις.



Χάρτης 20: Χρήσεις γης στις καμένες εκτάσεις.

Περεταίρω από τον χάρτη φαίνεται ότι η φωτιά που ξεκίνησε από τα βορειοανατολικά επεκτάθηκε σε δασικές εκτάσεις και προς τα ανατολικά συνάντησε περισσότερες καλλιεργήσιμες εκτάσεις και μικτά δάση. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με το Meteo η φωτιά αυτή είναι η καταστροφικότερη πυρκαγιά της δεκαετίας από άποψη καμένης δασικής έκτασης.<sup>165</sup>

Ως αποτέλεσμα της πυρκαγιάς, τα καμένα δάση από πυρκαγιές αφήνουν ευάλωτα τα εδάφη της περιοχής. Συγκεκριμένα, αναμένεται αύξηση των πλημμυρικών φαινομένων αφού η έλλειψη φυτών αυξάνει την επιφανειακή απορροή ενώ αμέσως μετά την φωτιά αναμένεται τροφοδότηση των υδάτων με κατάλοιπα καύσιμης ύλης. Ακόμη, η έντονη σεισμική δραστηριότητα της περιοχής σε συνδυασμό με την έλλειψη φυτών που μπορούν να κρατήσουν το έδαφος με τις ρίζες τους αυξάνουν σημαντικά τη πιθανότητα κατολίσθησης.

## 7.2 Παρουσίαση οργάνωσης εφαρμογής

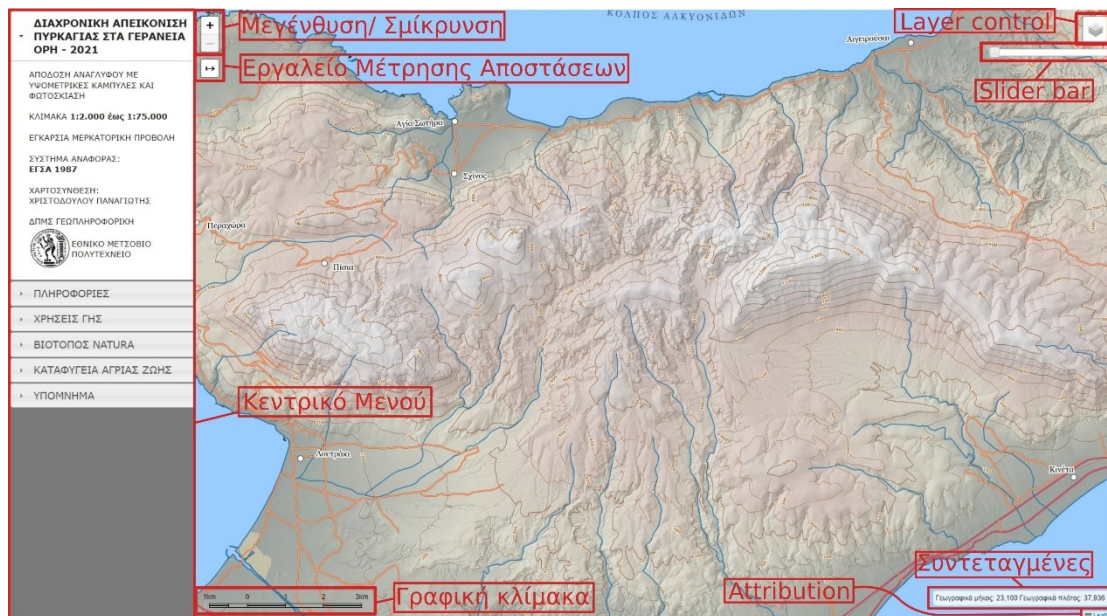
Ο χάρτης παρουσιάζεται σε 6 διαφορετικές κλίμακες και η κάθε μια είναι διπλάσια της αμέσως επόμενης μεγαλύτερης της. Αλλά με κάθε διπλασιασμό της κλίμακας η έκταση που απεικονίζεται τετραπλασιάζεται και συνεπώς τα εμφανή και σημαντικά χαρακτηριστικά του τοπίου διαφέρουν σημαντικά ανά κλίμακα. Για τον λόγω αυτό τα επίπεδα του χάρτη οφείλουν να διαφοροποιούνται σημαντικά ανά κλίμακα. Οι διαφοροποιήσεις ανά κλίμακα αναφέρονται σε δύο περιπτώσεις. Στις μικρότερες κλίμακες, πρώτον, δεν εμφανίζονται όλα τα επίπεδα και δεύτερον, γίνεται μεγαλύτερη γενίκευση των επιπέδων που θα εμφανιστούν.

<sup>165</sup> Σχίνος (Κορινθία) 2021: Ενισχύοντας την επίγνωση και την ετοιμότητα της χώρας για ακραίες δασικές πυρκαγιές ένα χρόνο μετά. (2022). meteo.gr. (Retrieved September 19, 2022, from [https://www.meteo.gr/article\\_view\\_scientific.cfm?entryID=161](https://www.meteo.gr/article_view_scientific.cfm?entryID=161)).

Zoom level	Map Scale
13	1: 72,223.96
14	1: 36,111.98
15	1: 18,055.99
16	1: 9,028.00
17	1: 4,514.00
18	1: 2,257.00

Πίνακας 13: Οι επιτρεπτές κλίμακες δεδομένων του χάρτη όπως ορίζονται από την εφαρμογή

Ο λόγος ανάπτυξης της εφαρμογής αυτής διαδικτυακά είναι ώστε οι χρήστες να μπορούν να διαχειρίζονται διαδραστικές επιλογές του χάρτη και να λαμβάνουν περισσότερη πληροφορία από ότι θα μπορούσε να χωρέσει σε έναν στατικό χάρτη χωρίς όμως αυτή να αυξάνει την περιπλοκότητα. Οι επιλογές αυτές δίνονται στους χρήστες μέσω των στοιχείων πλαισίου του χάρτη. Τα ίδια κατανομονται περιμετρικά αυτού σε σημεία όπου δεν θα εμποδίζουν την προβολή του ίδιου του χάρτη αλλά και ταυτόχρονα θα είναι εμφανή και γρήγορα προσβάσιμα.



Εικόνα 43: Μορφή τελικής εφαρμογής με επεξήγηση των στοιχείων πλαισίου του χάρτη.

### 7.3 Θέση και έκταση της πυρκαγιάς

Ενεργοποιώντας το επίπεδο με τα στάδια των καμένων εκτάσεων παράλληλα με την τελική καμένη έκταση διαφαίνεται ότι τα δυο επίπεδα δεν ταυτίζονται σε πολλά σημεία. Οι πιθανότεροι παράγοντες που ευθύνονται για αυτό είναι η μεγάλη χρονική διαφορά των δύο τελευταίων μετρήσεων των ενεργών εστιών από τις υπόλοιπες όπως και η έλλειψη δεδομένων για την ενδεχόμενη εξάπλωση της μετά τις 20 Μαΐου.

Αναλυτικότερα, η φωτιά είναι πιθανόν να επεκτάθηκε σε κάποιο στάδιο μεταξύ των μετρήσεων που έγιναν στις 1:07 και στις 11:39 στις 20 Μαΐου ή και μεταξύ των μετρήσεων 11:39 και 23:59 της 20<sup>ης</sup> Μαΐου. Αυτό θα δικαιολογούσε και την ξαφνική εξάπλωση της πυρκαγιάς σε ασύνδετα σημεία μεταξύ των σταδίων εξάπλωσης της φωτιάς.

Επιπλέον, θα μπορούσε η φωτιά να επεκτάθηκε μετά την τελευταία διαθέσιμη καταγραφή δηλαδή στις 21 Μαΐου ή και αργότερα. Πηγές μας πληροφορούν ότι η φωτιά έφτασε σχεδόν τα όρια της τελικής περιμέτρου μέσα σε μόνο 24 ώρες αλλά δεν είχε σβηστεί εντελώς μέχρι και μερικές μέρες αργότερα και συνεπώς η περίπτωση αυτή κρίνεται πιθανή.<sup>166</sup>

Ώρα καταγραφής μέτρησης	Χρονική διαφορά από την προηγούμενη μέτρηση
23:27	-
00:12	45 λεπτά
1:07	55 λεπτά
11:39	10 ώρες και 32 λεπτά
23:59	11 ώρες και 20 λεπτά

Πίνακας 14: Πίνακας με χρονικές διαφορές μεταξύ των μετρήσεων των θέσεων των ενεργών εστιών.

#### Εξάπλωσης της πυρκαγιάς.

Μέσω της χαρτογραφικής απεικόνισης, ειδικότερα με την ενσωμάτωση χωροχρονικών διαστάσεων, και με την αξιοποίηση των διαθέσιμων δεδομένων, αναδεικνύονται ορισμένοι καθοριστικοί παράγοντες που σκιαγραφούν τα ορισμένα αίτια που δικαιολογούν την απορρέουσα έκβαση της πυρκαγιάς. Κατά κύριο λόγο αυτά περιλαμβάνουν τις μετεωρολογικές συνθήκες, αναφορικά με την θερμοκρασία, ταχύτητα και κατεύθυνση του ανέμου, και τις γεωμορφολογικές συνθήκες, αναφορικά με τις κλίσεις των πλαγιών, έκθεση επιφανειών, και ιδιαίτερα στοιχεία του εδάφους όπως φαράγγια και όρια λεκανών. Προφανώς, οι παράγοντες

<sup>166</sup> Σχίνος (Κορινθία) 2021: *Ενισχύοντας...* ό.π.

αυτοί εξηγούν μόνο μερικώς το φαινόμενο και την εξέλιξη του αφού πολλοί ακόμα παράγοντες δεν λαμβάνονται υπόψη όπως η διαθέσιμη καύσιμη ύλη, η επαγωγή θερμών αερίων, η ακτινοβολία της φλόγας κ.ά.

#### Μετεωρολογικές συνθήκες

Για την ραγδαία εξάπλωση της φωτιάς καθοριστικό ρόλο διετέλεσαν οι κλιματικές και μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούσαν κατά την εξέλιξη της φωτιάς ή και κατά την περίοδο που προηγήθηκε της εκδήλωσης της.

Date	Time	Average temperature	Relative Humidity	Wind Speed	Wind Direction	Rain accumulation
19/5/2021	23:00	19.1	66	1.6	NNE	0.0
20/5/2021	0:00	18.8	52	4.8	WNW	0.0
20/5/2021	1:00	21.8	48	12.9	WNW	0.0
20/5/2021	2:00	21.2	50	12.9	WNW	0.0
20/5/2021	3:00	21.0	50	17.7	WNW	0.0
20/5/2021	4:00	19.7	63	17.7	WNW	0.0
20/5/2021	5:00	18.7	70	19.3	W	0.0
20/5/2021	6:00	22.3	42	17.7	WNW	0.0
20/5/2021	7:00	20.6	54	11.3	WNW	0.0
20/5/2021	8:00	19.2	71	9.7	W	0.0
20/5/2021	9:00	20.2	69	12.9	WSW	0.0
20/5/2021	10:00	24.6	48	11.3	W	0.0
20/5/2021	11:00	25.4	38	19.3	NW	0.0
20/5/2021	12:00	27.2	37	14.5	WNW	0.0
20/5/2021	13:00	27.7	36	17.7	WNW	0.0
20/5/2021	14:00	27.7	35	16.1	NW	0.0
20/5/2021	15:00	27.9	35	17.7	WNW	0.0
20/5/2021	16:00	27.2	36	22.5	NW	0.0
20/5/2021	17:00	26.7	34	24.1	NW	0.0
20/5/2021	18:00	26.5	33	17.7	NW	0.0
20/5/2021	19:00	24.8	32	22.5	NW	0.0
20/5/2021	20:00	22.8	33	24.1	NW	0.0
20/5/2021	21:00	21.0	43	24.1	NW	0.0
20/5/2021	22:00	20.6	40	19.3	WNW	0.0
20/5/2021	23:00	19.8	41	16.1	WNW	0.0
21/5/2021	0:00	19.4	44	24.1	WNW	0.0

Πίνακας 15: Πίνακας με μετεωρολογικά δεδομένα.

Μέσος όρος θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και ταχύτητας ανέμου και βροχόπτωσης		
	Από 19 έως 20 Μαΐου	Μ.Ο. Μαΐου 1991 έως 2021
Μέση θερμοκρασία	<b>23,1</b>	<b>19,1</b>
Μέση σχετική υγρασία	<b>48%</b>	<b>57%</b>
Μέση βροχόπτωση (mm/day)	<b>0</b>	<b>0,65</b>
Μέση ταχύτητα ανέμου (m/s)	<b>11,52</b>	-

Πίνακας 16: Μέση θερμοκρασία, σχετική υγρασία, βροχόπτωση και ταχύτητα ανέμου κατά τις μέρες έξαψης της πυρκαγιάς και κατά μέσο όρο για τον Μάιο τα τελευταία είκοσι χρόνια.

Τις μέρες έξαψης της πυρκαγιάς οι μετεωρολογικοί παράγοντες δεν ήταν ευνοϊκοί αφού παρατηρούνταν μεγαλύτερη από την συνηθισμένη θερμοκρασία με χαμηλότερη σχετική υγρασία και χωρίς βροχόπτωση ενώ παράλληλα οι ταχύτητες του ανέμου ήταν αρκετά υψηλές στα 11,5 m/s (περίπου 6 μποφόρ). Για την συγκεκριμένη πυρκαγιά παρατηρήθηκε ακόμα η ανάπτυξη πυκνών παροδικών νεφών πυροσωρειτών, δημιουργημένων από την ίδια την φωτιά, τα οποία είναι νέφη που σχηματίζονται ακριβώς πάνω από το πλούμιο του καπνού και υποδηλώνουν την σύζευξη φωτιάς και ατμόσφαιρας. Το φαινόμενο αυτό καθιστά εφεξής την φωτιά αυτοκαθοδηγούμενη, δηλαδή πρακτικά δημιουργεί τον δικό της καιρό.<sup>167</sup>

Πριν την εκδήλωση της πυρκαγιάς παρατηρήθηκε πλήρη απουσία βροχοπτώσεων στην περιοχή για ένα διάστημα 26 ημερών αλλά και ελάχιστη βροχόπτωση τις τελευταίες 95 μέρες με μόνο 30 χιλιοστά βροχής στον Ισθμό και στο Λουτράκι από έξι μέρες βροχόπτωσης.



Εικόνα 44: Ανάλυση των κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούσαν πριν και κατά την διάρκεια της πυρκαγιάς<sup>168</sup>

<sup>167</sup> Σχίνος (Κορινθία) 2021: Ενισχύοντας... ό.π.

<sup>168</sup> Γιάνναρος, Θ. Μ., Βουγιούκας, Σ., Κοτρώνη, Β., Ντάφης, Σ., & Λαγουβάρδος, Κ. (2021). *Μια πρώτη ματιά στην καταστροφική πυρκαγιά στο Σχίνο Κορινθίας*. Meteo. (Retrieved October 1, 2022, from [https://www.meteo.gr/article\\_view.cfm?entryID=1743](https://www.meteo.gr/article_view.cfm?entryID=1743)).





Εικόνα 45: Παρουσίαση πυρομετεωρολογικών συνθηκών της πυρκαγιάς του Σχίνου.<sup>169</sup>

Ένα ακόμα γενικότερο φαινόμενο που δεν βοηθά στην καταπολέμηση των πυρκαγιών στην Ελλάδα είναι η εγκατάλειψη της υπαίθρου και ιδίως στα ορεινά. Συγκεκριμένα, το γεγονός αυτό συμβάλει στην συγκέντρωση βιομάζας που αποτελεί καύσιμη ύλη και συμβάλει στην γρηγορότερη εξάπλωση των πυρκαγιών. Με την διάθεση πλούσιας καύσιμης ύλης για παρατεταμένα διαστήματα ξηρασίας η επικινδυνότητα εκδήλωσης πυρκαγιάς είναι υψηλή και η γρήγορη εξάπλωση της σχεδόν δεδομένη.

Η αντιπυρική περίοδος στην Ελλάδα το 2021 ξεκίνησε τον Μάιο και τελείωσε τον Οκτώβρη. Συνεπώς, η φωτιά εκδηλώθηκε εντός της αντιπυρικής περιόδου, αλλά σε κάθε περίπτωση, για μία φωτιά αυτής της δυναμικής, εκδηλώθηκε πολύ νωρίτερα από ότι αναμενόταν. Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 4 η φωτιά του Σχίνου Κορινθίας ήταν πέντε φορές μεγαλύτερη από κάθε άλλη φωτιά που έχει εκδηλωθεί πριν το καλοκαίρι και οι δυνατότητες κατάσβεσης της υπό των συγκριμένων συνθηκών αποτελούσε εξαιρετικά δύσκολο εγχείρημα. Συνεπώς, οφείλονταν να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στο στάδιο της πρόληψης, ενδεχομένως μέσω καλύτερης διαχείρισης του δάσους και ειδικότερα μέσω διαχείρισης της συγκεντρωμένης βιομάζας σε αυτά.

Εκτός από τις ακραίες μετεωρολογικές συνθήκες, στην γρήγορη εξάπλωση της φωτιάς συνέβαλε και η μεγάλη κλίση των πρानών των βόρειων Γερανείων όρων, αφού όπως διαπιστώθηκε στο κεφάλαιο 4 η ανοδική πορεία της φωτιάς είναι σημαντικά γρηγορότερη. Συνεπώς, η γρήγορη εξάπλωση από τον πεδινό οικισμό Σχίνο καθ' όλο σχεδόν το μήκος τις κορυφογραμμής των ανατολικών Γερανείων όρων εξηγείται και από το γεγονός αυτό, ότι δηλαδή η φωτιά έχει την τάση να εξαπλώνεται προς τα ανώτερα υψόμετρα των πρानών.

<sup>169</sup> στο ίδιο.

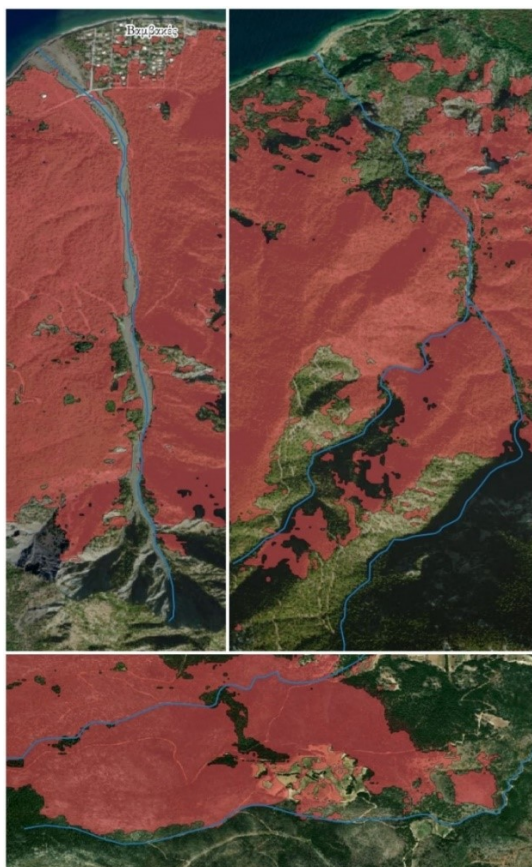
Είναι ακόμα σημαντικό να αξιολογηθούν τα σημεία όπου η φωτιά εμποδίστηκε από το να εξαπλωθεί. Αυτό μπορούμε εύκολα να το ελέγξουμε αφού η καμένη έκταση είναι καλά οριοθετημένη και με μεγάλη λεπτομέρεια. Συγκεκριμένα πρέπει να οριοθετηθούν τα σημεία που δεν καήκαν μεταξύ των καμένων εκτάσεων δηλαδή τα σημεία όπου η επέλαση της φωτιάς εμποδίστηκε.

Παρατηρώντας λοιπόν τις καμένες εκτάσεις γίνεται αντιληπτό ότι η φωτιά περιορίστηκε είτε από φυσικά εμπόδια είτε από ανθρωπογενής παράγοντες και ιδίως σε φαράγγια και οικισμούς. Στα φαράγγια περιορίστηκε από το υδρογραφικό δίκτυο και από τις απότομες κατηφορικές κλήσεις που εντοπίζονται προσεγγίζοντας αυτά και προκύπτουν από την διάβρωση του υδρογραφικού δικτύου. Στους οικισμούς, ειδικότερα στους μεγαλύτερους η φωτιά περιορίστηκε για τον προφανή λόγο ότι έγιναν κάποιες επιτυχημένες προσπάθειες περιορισμού αυτής από τις πυροσβεστικές δυνάμεις και από τους κατοίκους της περιοχής. Τέλος, η κατεύθυνση του ανέμου και η τοπογραφία του τοπίου περιορίσανε περαιτέρω την φωτιά στην κορυφογραμμή των Γερανείων. Ωστόσο, η επέκταση στην λεκάνη απορροής πάνω από την Κινέτα θα ήταν σε κάθε περίπτωση δύσκολη καθώς δεν υπήρχε αρκετή καύσιμη ύλη εκεί για την φωτιά να επεκταθεί αφού η περιοχή είχε καεί μόλις τρία χρόνια νωρίτερα το 2018.



Χάρτης 21: Όρια καμένων εκτάσεων δίπλα στους σημαντικότερους οικισμούς όπου έφτασε η φωτιά.

Η φωτιά ξεκίνησε κοντά στους οικισμούς Σχίνο και Αγία Σωτήρα και πέρασε πολύ κοντά από τους οικισμούς Βαμβακές και την Αιχειρούσα καίγοντας και αρκετές περιουσίες αυτών αλλά επίσης είναι εμφανές ότι στα όρια των οικισμών αυτών η φωτιά περιορίστηκε και δεν τους έκαψε ολόκληρους. Η φωτιά ακόμα περιορίστηκε σε κάποια φαράγγια δημιουργημένα από μερικούς από τους σημαντικότερους κλάδους των υδρογραφικών δικτύων της περιοχής όπως φαίνεται από τις εικόνες παρακάτω.

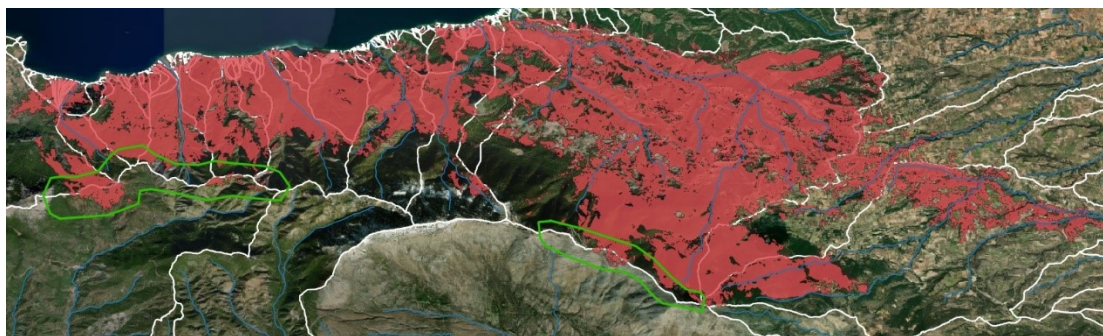


Χάρτης 22: Περιοχές όπου η φωτιά περιορίζεται σε θέσεις ανάπτυξης του υδρογραφικού δικτύου.

Το υδρογραφικό δίκτυο είναι ένας προφανής παράγοντας που μπορεί να περιορίσει την φωτιά διότι αν και η βλάστηση είναι συνήθως πυκνότερη κοντά στα ρέματα η υγρασία του εδάφους είναι και αυτή αυξημένη. Ωστόσο, η περιοχή δεν έχει ποτάμια μόνιμης ροής αφού δημιουργούνται από μικρές λεκάνες απορροής και άρα υπάρχουν μόνο εποχιακοί χείμαρροι οι οποίοι δύσκολα σταματάνε την φωτιά αλλά κατά τις παραπάνω περιπτώσεις φαίνεται να έχουν βοηθήσει στον περιορισμό της επέκτασης της σε ένα βαθμό.

Τέλος, η κορυφογραμμή των Γερανείων λειτούργησε και αυτή ως φυσικό εμπόδιο κατά της εξάπλωσης της φωτιάς. Ο λόγος είναι ότι στην κορυφογραμμή παρατηρείται αλλαγή της κλήσης της επιφάνειας του εδάφους και συχνά αλλαγή στην διεύθυνση και την δύναμη του ανέμου. Τα δύο αυτά στοιχεία όπως και το γεγονός ότι η φωτιά επεκτείνεται πιο γρήγορα προς τα ανώτερα υψόμετρα και όχι

προς τα κατώτερα μπορούν να συντελέσουν στον περιορισμό της φωτιάς και έτσι και φαίνεται να έγινε. Περαιτέρω, το ίδιο ισχύει για κάθε λεκάνη απορροής, σε ένα μικρότερο βαθμό, για τους ίδιους λόγους και παρατηρείται ότι προς τα ανατολικά της περιοχής σε διάφορα σημεία η φωτιά όντως περιορίστηκε σε ένα βαθμό στα όρια λεκανών απορροής της περιοχής.



Χάρτης 23: Όλη η έκταση της φωτιάς (με κόκκινο) παράλληλα με τις λεκάνες απορροής (τα όρια των οποίων φαίνονται με άσπρο). Με πράσινο σημειώνονται τα σημεία της κορυφογραμμής των Γερανείων όρων όπου η φωτιά σε μεγάλο βαθμό περιορίστηκε όταν τα συνάντησε.

## 7.5 Τελικές Παρατηρήσεις

Συνολικά, οι πυρκαγιές αποτελούν αναπόσπαστο χαρακτηριστικό των μεσογειακών δασικών οικοσυστημάτων αφού μέσω αυτών διενεργείται η φυσική διεργασία της καύσης της συγκεντρωμένης βιομάζας ώστε μακροχρόνια να διατηρείται μια σχετική ισορροπία στο σύστημα. Η υποβάθμιση των οικοσυστημάτων προκαλείται από τις ανθρωπογενείς πυρκαγιές που εκδηλώνονται με πολύ μεγαλύτερη συχνότητα από τις φυσικές.<sup>170</sup>

Η αύξηση της συχνότητας και της έντασης των πυρκαγιών συνδέονται επίσης άμεσα με την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη από το φαινόμενο του θερμοκηπίου αφού περιβαλλοντικοί παράγοντες επηρεάζουν άμεσα τα φαινόμενα πυρκαγιών. Αυτό γίνεται επίσης προφανές μέσω της συγκεκριμένης πυρκαγιάς από τα μετεωρολογικά δεδομένα αφού οι ακραίες καιρικές συνθήκες συνέβαλαν καθοριστικά στις εξίσου ακραίες διαστάσεις που κατάλαβε τελικά το φαινόμενο. Και αφού στο άμεσο μέλλον προβλέπεται περεταίρω αύξηση της θερμοκρασίας, πρέπει να αναμένουμε μεγαλύτερες προκλήσεις από τις φωτιές. Ειδικότερα, σύμφωνα με τον Henderson, οι δυσμενείς κλιματικές συνθήκες που προβλέπονται τις ερχόμενες δεκαετίες σε συνδυασμό με τον ανορθόδοξο σχεδιασμό χρήσεων γης και την εγγενή καθυστέρηση για τεχνολογική προσαρμογή πρόκειται να εντείνουν το πρόβλημα των πυρκαγιών στην Ελλάδα.<sup>171</sup>

<sup>170</sup> Ξανθόπουλος, Γ., *Δασοπροστασία...*, ό.π.

<sup>171</sup> Henderson, M., Kalabokidis, K., Marmaras, E., Konstantinidis, P., & Marangudakis, M., *Fire and Society...* ό.π. 172.

Ωστόσο, είναι δυνατόν να τεθούν γενικές κατευθυντήριες γραμμές προς τις γνωστές αποτελεσματικές κατευθύνσεις που θα βοηθήσουν συνολικά στην διαχείριση του προβλήματος. Συγκεκριμένα, απαιτείται μια καταλλήλως οργανωμένη, στελεχωμένη και αρκούντως χρηματοδοτημένη Δασική Υπηρεσία, ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών αλλά και αλλαγή νοοτροπίας ως προς την παθητική αναμονή κρίσεων επεμβαίνοντας μόνο πυροσβεστικά.

Ένας επιπλέον παράγοντας που βοηθά σε όλα τα στάδια της διαδικασίας είναι η επιστημονική γνώση αφού μπορεί να προτείνει αλλαγές κατευθύνοντας πολιτικές και νομοθεσία και συμβάλλοντας στην εφαρμογή των αλλαγών αυτών. Ωστόσο, για ένα περίπλοκο και πολυδιάστατο θέμα όπως είναι η προστασία των δασικών οικοσυστημάτων, απαιτείται συνεργασία και ανταλλαγή πληροφοριών πολλών διαφορετικών επιστημονικών κλάδων όπως είναι η δασοπονία, η γεωπονία, η γεωγραφία, η μετεωρολογία, η χαρτογραφία, η χωροταξία, η πολιτική επιστήμη κ.α.

Τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (ΣΓΠ) υποστηρίζουν την εισαγωγή, διαχείριση, επεξεργασία, χωρική ανάλυση, χαρτογραφική μοντελοποίηση και οπτικοποίηση σύνθετων περιβαλλοντικών δεδομένων με αναφορά στον χώρο και το χρόνο. Συνεπώς, τα ΣΓΠ και η τηλεπισκόπηση ως τεχνολογία κρίνονται καίρια για την συνεργασία των διαφόρων φορέων κατά τις διαδικασίες πρόληψης, εντοπισμού και κατάσβεσης πυρκαγιών όπως και για την αποκατάσταση των πληγέντων περιοχών. Συνεπώς, η συμβολή της χαρτογραφίας αποτελεί έναν από τους παράγοντες που μπορούν να συμβάλουν αποτελεσματικά στις προσπάθειες διαχείρισης του προβλήματος, χωρίς όμως να αποτελεί κάποια συνολική λύση στο πρόβλημα.

Κατά την προσπάθεια αυτή, οι διαδικτυακοί χάρτες έχουν κεντρικό ρόλο. Ένας χάρτης μπορεί να αξιοποιηθεί ως αποθετήριο των θέσεων πυρκαγιών του παρελθόντος και μπορεί να οπτικοποιεί την επικινδυνότητα εκδήλωσης πυρκαγιών σύμφωνα με μετεωρολογικά δεδομένα. Ακόμα, δύνανται να απεικονίζουν τις θέσεις πυρκαγιών όπως προκύπτουν από δορυφορικά δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και, τέλος, μπορεί να αξιοποιηθεί για την αντιμετώπιση των συνεπειών που προκύπτουν από αυτές.

Περαιτέρω, οι διαδραστικοί χάρτες πλεονεκτούν στο γεγονός ότι μπορούν να απεικονίζουν πολλά δεδομένα χωρίς να θυσιάζουν την αξία των πληροφοριών που περιέχουν αλλά και να ενημερώνονται και να εμπλουτίζονται με νέα στοιχεία με την πάροδο του χρόνου έτσι ώστε να παραμένουν έγκυροι. Ταυτόχρονα, οι μπορούν να παρέχουν περισσότερες δυνατότητες όπως το να πληροφορούν για μια περιοχή αξιοποιώντας στοιχεία όπως υπερσυνδέσμους, κείμενα και πολυμέσα για την ίδια. Παράλληλα, οι δυνατότητες του χάρτη αυξάνονται εισάγοντας την διάσταση του χρόνου καθώς έτσι προσφέρεται πληρέστερη εικόνα για τα φαινόμενα που εκτυλίσσονται στον χωροχρόνο όπως είναι και οι πυρκαγιές.

Εντούτοις, η εργασία αξιοποίησε τα δεδομένα για την συγκεκριμένη φωτιά όχι μόνο για να εξηγήσει το συγκεκριμένο φαινόμενο αλλά και ως μέσον για την ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας για την αξιοποίηση της διαδικτυακής χαρτογράφησης με ΣΓΠ για την επίλυση προβλημάτων και ειδικότερα για την οπτικοποίηση φαινομένων έκτακτων καταστάσεων.

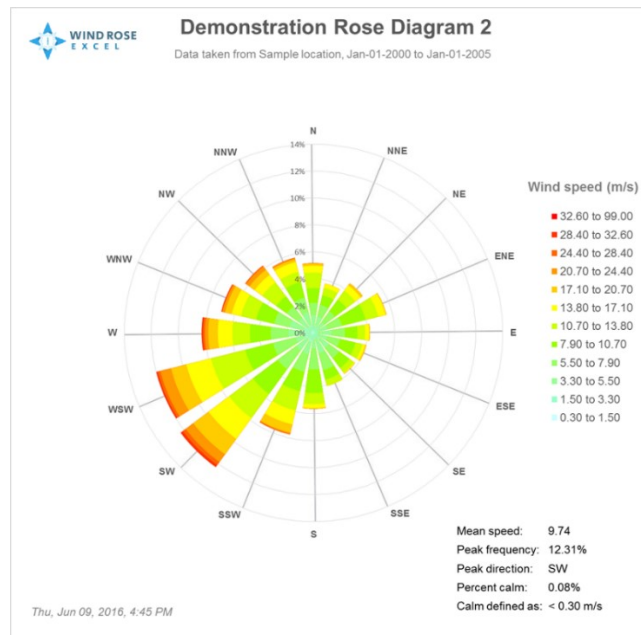
Στα πλαίσια της εργασίας αναπτύχθηκε μια εφαρμογή για την απεικόνιση της εξέλιξης της πυρκαγιάς στον Σχίνο Κορινθίας. Η εφαρμογή δημοσιεύτηκε στο διαδίκτυο σε μορφή ιστοσελίδας αξιοποιώντας ελεύθερα και ανοιχτά λογισμικά. Εμπλουτιστικές με διαδραστικές επιλογές που αξιοποιούν τα υλοποιημένα εργαλεία για να αυξήσουν τις δυνατότητες του χρήστη και για να οργανώσουν την πληροφορία κατάλληλα. Εντός της εφαρμογής έγινε οπτικοποίηση της χαρτογραφικής πληροφορίας ώστε να γίνεται κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο εξελίχθηκε η πυρκαγιά όπως και οι επιπτώσεις αυτής για την περιοχή. Τέλος, δίνονται περισσότερες πληροφορίες για την περιοχή και την εξέλιξη της φωτιάς με την χρήση πολυμέσων σε μορφή κειμένων, εικόνων αλλά και υπερσυνδέσμων.

### Μελλοντικές επεκτάσεις

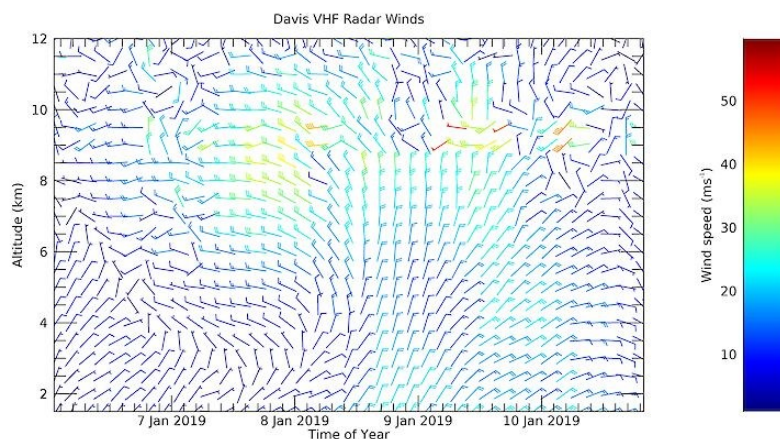
Κατά την εμφάνιση των δεδομένων στον τελικό χάρτη η γενίκευση των επιπέδων σε διαφορετικές κλίμακες βοηθά στην βέλτιστη οπτικοποίηση τους και την αναγνωσιμότητα των δεδομένων μεταξύ άλλων πλεονεκτημάτων. Ωστόσο, στα επίπεδα μορφότυπου GeoJSON που προστέθηκαν στον χάρτη δεν έγινε γενίκευση ή όταν έγινε δεν προσαρμόστηκε στις διάφορες κλίμακες. Με άλλα λόγια τα επίπεδα αυτά παρουσιάζονται σε μια σταθερή μορφή σε κάθε κλίμακα χωρίς να προσαρμόζονται. Συνεπώς, μια μελλοντική επέκταση της εφαρμογής θα περιλάμβανε την περαιτέρω γενίκευση των επιπέδων GeoJSON της εξέλιξης της φωτιάς και των χρήσεων γης.

Μια ακόμα περίπτωση για την βελτίωση της απεικόνισης των δεδομένων και της κατανόησης του φαινομένου είναι η παράλληλη αναπαράσταση της εξέλιξης της φωτιάς με μετεωρολογικά δεδομένα. Ειδικότερα, η ταχύτητα και η διεύθυνση του ανέμου έχουν άμεση και ισχυρή επίδραση στον ρυθμό εξάπλωσης και στην κατεύθυνση προς την οποία θα κινηθεί η φωτιά. Συνεπώς, η παράλληλη απεικόνιση των στοιχείων αυτών στον χάρτη μπορεί να είναι αρκετά χρήσιμη για την εξήγηση του φαινομένου.

Ο άνεμος θα μπορούσε να αναπαρασταθεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους στον χάρτη. Ένας από αυτούς τους τρόπους είναι με την χρήση ενός ανεμολόγιου σε μορφή Wind rose diagram στη θέση του μετεωρολογικού σταθμού που προσφέρει τα δεδομένα. Ακόμα είναι δυνατή η χρήση Wind barbs σε όλη την έκταση του χάρτη τα οποία προκύπτουν από δεδομένα πολλαπλών μετεωρολογικών σταθμών και μπορούν να δώσουν εκτιμήσεις για τον άνεμο σε κάθε σημείο στον χώρο.



Εικόνα 46: Διάγραμμα wind rose με συχνότητα και κατεύθυνση ανέμων για μια περιοχή.<sup>172</sup>



Εικόνα 47: Χωρική αναπαράσταση ανεμολόγιου με wind barbs με ταχύτητες και κατευθύνσεις ανέμου.<sup>173</sup>

Τέλος, μπορούν να γίνουν μερικές μικρές αλλαγές στο GUI (Graphical User Interface) για την βελτιστοποίηση της εμπειρίας χρήσης του χάρτη και την αύξηση της λειτουργικότητας του. Τέτοιες βελτιώσεις περιλαμβάνουν την μεγέθυνση του εργαλείου slider bar με το οποίο απεικονίζεται η εξέλιξη της φωτιάς αλλά και η προσθήκη επιπλέον λειτουργιών σε αυτό όπως η προσθήκη λειτουργίας αναπαραγωγής μέσω της οποίας τα στάδια της φωτιάς θα παρουσιάζοντουσαν από

<sup>172</sup> How to: Interpret a wind rose diagram. Wind Rose Diagrams using Excel. (2016). (Retrieved October 3, 2022, from <https://windroseexcel.com/guides/how-to-interpret-a-wind-rose-diagram/>).

<sup>173</sup> VHF radar observations. Australian Government – Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water: Australian Antarctic Division | Australian Antarctic Program. (2020). (Retrieved October 3, 2022, from <https://www.antarctica.gov.au/about-antarctica/ice-and-atmosphere/atmosphere/studying-the-atmosphere/the-davis-vhf-radar/recent-observations/>).

μόνα τους το ένα μετά το άλλο, και η λειτουργία λούπας για την επανέναρξη του χρόνου μετά το πέρας του κ.ά. Λειτουργίες σαν και αυτές όπως και πολλές άλλες διατίθενται και έτοιμες και σε άλλα πρόσθετα της Leaflet. Συνεπώς, αρκεί να γίνει απλά αξιοποίηση του κατάλληλου προσθέτου και η εφαρμογή μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά ως προς τις δυνατότητες της.

Ένα ακόμη εργαλείο που θα μπορούσε να υλοποιηθεί και για να βελτιώσει τη λειτουργικότητα της εφαρμογής είναι ένα εργαλείο αναζήτησης χωρικών οντοτήτων του χάρτη όπως είναι οι οικισμοί, οι εκκλησίες, οι μονές και οι δρόμοι.



## 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### 8.1 Ελληνική βιβλιογραφία

- Douligeris, C., & Mitropoulos, S. (2015). *Πληροφοριακά συστήματα στο διαδίκτυο* [Undergraduate textbook]. Kallipos, Open Academic Editions. <http://hdl.handle.net/11419/3969>.
- Nakos, V. (2015). *Αναλυτική χαρτογραφία* [Undergraduate textbook]. Kallipos, Open Academic Editions. <http://hdl.handle.net/11419/2233>.
- Nikolakopoulos, K., Katsanou, K., & Lamprakis, N. (2015). *Υδρολογία με χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και δεδομένων τηλεπισκόπησης* [Undergraduate textbook]. Kallipos, Open Academic Editions. <http://hdl.handle.net/11419/2520>.
- Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C., Kimerling, A. J., & Guptill, S. C. (n.d.) *Στοιχεία χαρτογραφίας*. Πανεπιστημιακές εκδόσεις ΕΜΠ
- Tsiatsos, T. (2015). *Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα διαδικτύου* [Undergraduate textbook]. Kallipos, Open Academic Editions. <http://hdl.handle.net/11419/3200>.
- Tsoulos, L., Skoreliti, A., & Stamou, L. (2015). *Χαρτογραφική σύνθεση και απόδοση σε ψηφιακό περιβάλλον* [Undergraduate textbook]. Kallipos, Open Academic Editions. <http://hdl.handle.net/11419/2506>.
- Γιάνναρος, Θ. Μ., Βουγιούκας, Σ., Κοτρώνη, Β., Ντάφης, Σ., & Λαγουβάρδος, Κ. (2021). *Μια πρώτη ματιά στην καταστροφική πυρκαγιά στο Σχίνο Κορινθίας*. Meteo. (Ανακτήθηκε στις 1 Οκτωβρίου, 2022, διαθέσιμο από [https://www.meteo.gr/article\\_view.cfm?entryID=1743](https://www.meteo.gr/article_view.cfm?entryID=1743)).
- Δ/ση Σχεδιασμού & αντιμετώπισης έκτακτων αναγκών (2020). *Διάθεση χαρτών για τον προσδιορισμό των ελαχίστων γεωγραφικών ενοτήτων του χάρτη Πρόβλεψης Κινδύνου Πυρκαγιάς*, Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προς τασίας.
- Δουληγέρης, Χ., Μαυροπόδη, Ρ., Κοπανάκη, Ε., & Καραλής, Α. (2017). *Τεχνολογίες και Προγραμματισμός στον Παγκόσμιο Ιστό* (1η εκδ.). Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- *Κατηγορίες Συνόλων Δεδομένων που διατίθενται και σε Ανοιχτό Μηχαναγνώσιμο Μορφότυπο*. (n.d.). (Ανακτήθηκε στις 2 Οκτωβρίου, 2022, διαθέσιμο από [https://www.fireservice.gr/el\\_GR/synola-dedomenon](https://www.fireservice.gr/el_GR/synola-dedomenon)).
- Κάτσιος, Ι., & Τσάτσαρης, Α. (2014). *Διαλέξεις Θεματικής Χαρτογραφίας*. Εκδόσεις Δίσιγμα.
- Λιβεράτος, Ε. (1998). *Χαρτογραφίας και χαρτών περιήγησις*. Εθνική Χαρτοθήκη.
- Μαλούτας, Θ. (1998). *Θεματική Χαρτογραφία*. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Μαυρομάτης, Γ. (1978). *Χάρτης βλάστησης της Ελλάδος*, Διεύθυνση Χαρτογράφησης Δασών, Υπουργείο Γεωργίας. (Ανακτήθηκε το 2022, διαθέσιμο από [https://fdlmes-ckan.getmap.gr/dataset/chartis\\_vlastisis\\_tis\\_ellados\\_g\\_mavrommatis\\_1978](https://fdlmes-ckan.getmap.gr/dataset/chartis_vlastisis_tis_ellados_g_mavrommatis_1978)).
- Νόμος 3937/2011(ΦΕΚ Α 60/31.3.2011): *Διατήρηση της βιοποικιλότητας και άλλες διατάξεις*.
- Ξανθόπουλος, Γ. (2009). *Δασοπροστασία και δασοπυρόσβεση*, οδηγός για το περιβάλλον, WWF Ελλάς.

- Παπαγεωργίου Α. Χ., Καρέτσος Γ., Κατσαδωράκης Γ., (2012). *Το Δάσος, Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση*, WWF Ελλάς.
- Παπαγιαννάκη, Κ., Κοτρώνη, Β., & Λαγουβάρδος, Κ. (2021). *Γεράνεια Όρη: η σημαντικότερη δασική πυρκαγιά της τελευταίας δεκαετίας*. Meteo. (Ανακτήθηκε στις 20 Σεπτεμβρίου 2022, διαθέσιμο από [https://www.meteo.gr/article\\_view.cfm?entryID=1745](https://www.meteo.gr/article_view.cfm?entryID=1745)).
- Παππάς, Β. (2011). *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Και Σχεδιασμός Του Χώρου*. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών.
- *Περιφερειακές Υπηρεσίες*. (n.d.). Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδος. (Ανακτήθηκε στις 13 Οκτωβρίου, 2022, διαθέσιμο από <https://www.fireservice.gr/el/periphereiakes-ypereσίες>).
- *Στοιχεία χαρτογραφίας*. Πανεπιστημιακές εκδόσεις ΕΜΠ.
- *Σχίνος (Κορινθία) 2021: Ενισχύοντας την επίγνωση και την ετοιμότητα της χώρας για ακραίες δασικές πυρκαγιές ένα χρόνο μετά*. (2022). meteo.gr. (Ανακτήθηκε στις 19 Σεπτεμβρίου, 2022, διαθέσιμο από [https://www.meteo.gr/article\\_view\\_scientific.cfm?entryID=161](https://www.meteo.gr/article_view_scientific.cfm?entryID=161)).
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. (2015). *Δασικές Υπηρεσίες*. GEODATA. (Ανακτήθηκε Οκτώβριο 2022, διαθέσιμο από <https://geodata.gov.gr/dataset/dasikes-ypereσίες>).
- Χαλκιάς, Χ. Ν. (2006). *Όροι & Έννοιες Επιστήμης Γεωγραφικών Πληροφοριών*. Εκδόσεις ΙΩΝ.
- *Χάρτες με όρια επιχειρησιακής ευθύνης πυροσβεστικών υπηρεσιών*, (2018). Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας. (Ανακτήθηκε στις 13 Οκτωβρίου, 2022, διαθέσιμο από <https://www.civilprotection.gr/el>).
- Kanouras, M., Darra, A., Kontaxaki, S., & Tomai, E. (2016). *Επιστήμη Γεωγραφικής Πληροφορίας - Αρχές και Τεχνολογίες* [Undergraduate textbook]. Kallipos, Open Academic Editions. <https://hdl.handle.net/11419/6392>.
- *Υπηρεσίες OGC*. (n.d.). Geodata.gov.gr. (Ανακτήθηκε Νοέμβρη, 2022, διαθέσιμο από <http://geodata.gov.gr/content/applications/ogc-services/n>).
- *NatureBank - Βιότοπος Natura ORI - GERANEIA. ΦΙΛΟΤΗΣ*. (n.d.). (Ανακτήθηκε Αυγουστο 2022, διαθέσιμο από <https://filotis.itia.ntua.gr/>)
- *Φωτιά στον Σχίνο: Κάηκαν σπίτια στο Αλεποχώρι – Σε επιφυλακή για αναζωπυρώσεις (εικόνες)*. Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ. (2021). (Ανακτήθηκε Οκτώβρη 2022, διαθέσιμο από <https://www.kathimerini.gr/society/561370006/fotia-ston-schinko-kaikan-spitia-sto-alepochori-se-epifylaki-gia-anazopyroseis-eikones/>).
- *Φωτιά στον Σχίνο Κορινθίας: εντολές για εκκένωση οικισμών*. (2021). ΕΘΝΟΣ. (Ανακτήθηκε Οκτώβριο 2022, διαθέσιμο από <https://www.ethnos.gr/greece/article/157818/fotiastonsxinokorinthiasentolesgiaekkenoshoikismon>).

## 8.2 Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Agafonkin, V. (n.d.). Leaflet Quick Start Guide. Leaflet. (Retrieved October 23, 2022, from <https://leafletjs.com/examples/quick-start/>).
- *Aggregate polygons (cartography)-ArcGIS Pro | Documentation*. (n.d.). (Retrieved October 2, 2022, from <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/cartography/aggregate-polygons.htm>).
- Battersby, S. E., Finn, M. P., Usery, E. L., & Yamamoto, K. H. (2014). *Implications of web mercator and its use in online mapping*. Cartographica. The International Journal for Geographic Information and Geovisualization, 49(2). <https://doi.org/10.3138/carto.49.2.2313>.
- Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A., & Wood, E. F. (2020). *Publisher correction: Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution*. *Scientific data*. (Retrieved September 17, 2022, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7431407/>).
- Carter, W. (2021). *A Geographic Microservice*. (Retrieved October 20, 2022, from <https://levelup.gitconnected.com/a-geographic-microservice-d7634bd060ac>).
- Dorman, M. (2020). *Introduction to Web Mapping*. (From <http://132.72.155.230:3838/js/geojson-1.html#ajax>).
- Edsall, R., Andrienko, N., & Buttenfield, B. (2009). *Interactive Maps for Exploring Spatial Data*. In G. Andrienko (Ed.), *Manual of geographic information systems*. essay, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
- *VIIRS 375m Active Fire Science Processing Algorithm (VFIRE375\_SPA) User's Guide* (2019). GODDARD SPACE FLIGHT CENTER GREENBELT. MARYLAND.
- Gofa, F., Mamara, A., Anadranistakis, M., & Flocas, H. (2019). *Developing gridded climate data sets of precipitation for Greece based on homogenized time series*. MDPI. (Retrieved September 17, 2022, from <https://www.mdpi.com/2225-1154/7/5/68/htm>).
- Green RW (2002). *Confronting catastrophe: A GIS handbook*, Redlands. ESRI Press.
- Gumusay, M. U., & Sahin, K. (2009). *Visualization of forest fires interactively on the internet*. *Academic Journals*, 4(11). <https://doi.org/https://doi.org/10.5897/SRE.9000993>.
- Hongyu H., Liyu T., Jianwei L. and Chongcheng C. (2012), *Simulation and visualization of forest fire growth in an integrated 3D virtual geographical environment - a preliminary study*, 20th International Conference on Geoinformatics, doi: 10.1109/Geoinformatics.2012.6270344.
- *How to: Interpret a wind rose diagram. Wind Rose Diagrams using Excel*. (2016). (Retrieved October 3, 2022, from <https://windroseexcel.com/guides/how-to-interpret-a-wind-rose-diagram/>)
- *Access to noa eida services* (n.d.) Institute of Geodynamics, National Observatory of Athens. (Retrieved September 18, 2022, from <http://eida.gein.noa.gr/webdc3/>).
- Jankowski, P., Tsou, M.-H., & Wright, R. D. (2007). *Applying internet geographic information system for water quality monitoring*. *Geography Compass*, 1(6). <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2007.00065.x>.

- Kilibarda, M., & Protić, D. (2019). *Introduction to geovisualization and web cartography*. University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering. (Retrieved from <http://osgl.grf.bg.ac.rs/books/gvbk-en/>).
- Lagouvardos, K., Kotroni, V., Bezes, A., Koletsis, I., Kopania, T., Lykoudis, S., Mazarakis, N., Papagiannaki, K., & Vougioukas, S. (2017). *The Automatic Weather Stations NOANN network of the National Observatory of Athens: Operation and database*. *Geoscience Data Journal*, 4(1). <https://doi.org/10.1002/gdj3>.
- Okedara, T. (2022). *12 HTTP client and web debugging proxy tools*. Geekflare. (Retrieved October 2022, from <https://geekflare.com/http-client-tools/>).
- Henderson, M., Kalabokidis, K., Marmaras, E., Konstantinidis, P., & Marangudakis, M. (2005). *Fire and Society: A Comparative Analysis of Wildfire in Greece and the United States*. *Human Ecology Review*, 12(2). <http://www.jstor.org/stable/24707531>.
- Rothermel R.C. (1983). *How to Predict the Spread and Intensity of Forest and Range Fires*, Department of the Interior, National Wildfire Coordinating Group.
- RRZEicons. (n.d.). *System architecture for web mapping*. | GEOG 585: Web Mapping. (Retrieved from <https://www.e-education.psu.edu/geog585/node/684>).
- Šavrič, B. (2015). *The web Mercator projection*. Research gate. (Retrieved October 2022, from [https://www.researchgate.net/publication/298354278\\_Optimizing\\_Map\\_Projection\\_Selection\\_for\\_World\\_Maps\\_and\\_Web\\_Maps/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/298354278_Optimizing_Map_Projection_Selection_for_World_Maps_and_Web_Maps/figures?lo=1)).
- Shea, S. K., and McMaster, R. B (1989), *Cartographic generalization in a digital environment: When and how to generalize*, Proceedings of AutoCarto.
- *The OGC Announces Styled Layer Descriptor & Symbol Encoding Specifications*. (2007). Open Geospatial Consortium. (Retrieved September 29, 2022, from <https://www.ogc.org/pressroom/pressreleases/761>).
- *Tiles à la google maps: Coordinates, tile bounds and projection*. (n.d.). MapTiler. (Retrieved October 2022, from <https://www.maptiler.com/google-maps-coordinates-tile-bounds-projection/#3/15.00/50.00>).
- *VHF radar observations*. (2020). Australian Government – Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water: Australian Antarctic Division | Australian Antarctic Program. (Retrieved October 3, 2022, from <https://www.antarctica.gov.au/about-antarctica/ice-and-atmosphere/atmosphere/studying-the-atmosphere/the-davis-vhf-radar/recent-observations/>).
- *W3C logo*. (2017). Logo Download. (Retrieved from <https://logodownload.org/w3c-logo-world-wide-web-consortium/>).
- Wasser, L. A., Jones, M. A., Brym, Z., Riemer, K., Williams, J., Hollister, J., & Smorul, M. (2021). *Raster 00: Intro to raster data in R. neon*. (Retrieved October 21, 2022, from <https://www.neonscience.org/resources/learning-hub/tutorials/dc-raster-data-r>).
- Data.org. Climate. (n.d.). (Retrieved September 17, 2022, from <https://en.climate-data.org/europe/greece/corinth/corinth-19260/>).
- Accordion. jQuery UI. (n.d.). (Retrieved October 2022, from <https://jqueryui.com/accordion/#default>).

- *GeoServer*. (2021). OSGeo, (Retrieved October 2022, from <https://www.osgeo.org/projects/geoserver/>).
- *Pôle-relais lagunes*. (2018). (Retrieved October 2022, from [https://pole-lagunes.org/extension-qgis-methode-nationale-devaluation-des-fonctions-des-zones-humides/1280px-qgis\\_logo\\_2017-svg/](https://pole-lagunes.org/extension-qgis-methode-nationale-devaluation-des-fonctions-des-zones-humides/1280px-qgis_logo_2017-svg/))
- *CLC 2018. Copernicus*. (2020). (Retrieved October 16, 2022, from <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>).
- *Open Geospatial Consortium Inc. (OGC)*. OSGeo. (2022, April 28). Retrieved October 2022, from <https://www.osgeo.org/partners/ogc/>
- *OGC standards and resources*. (n.d.). OGC. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.ogc.org/standards>
- *What is a thematic map? 6 types of thematic maps*. (2020) Maptive. (Retrieved October 2022, from <https://www.maptive.com/thematic-map-examples/>).