



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ, ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΞΥΛΟΥ & ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



ΠΜΣ: Πολυλειτουργική Διαχείριση Δασικών Οικοσυστημάτων και Βιο-οικονομία
(MSc in Multifunctional Management of Natural Ecosystems and Bioeconomy)

**Εκτίμηση κινδύνου πυρκαγιάς και ποσοτικοποίηση των
περιοχών υψηλού κινδύνου σε επίπεδο οικοτόπων και
απειλούμενων ειδών της Κυπριακής Χλωρίδας**

Μιχάλης Παπαχαράλαμπος

Καρδίτσα

Ιούνιος 2023

Ευχαριστίες

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε στα πλαίσια ολοκλήρωσης των μεταπτυχιακών σπουδών μου για την απόκτηση του τίτλου σπουδών «Πολυλειτουργική Διαχείριση Δασικών Οικοσυστημάτων και Βιο-οικονομία» του τμήματος Δασολογίας, Επιστήμων Ξύλου & Σχεδιασμού, της Σχολής Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω, ανεξαιρέτως, όλους τους καθηγητές του προγράμματος για την άριστη συνεργασία και την γνώση που μας μετέφεραν. Το μεταπτυχιακό πρόγραμμα ΠΟΛΥΒΙΟ ήταν ένα ολοκληρωμένο και συναρπαστικό ταξίδι γνώσεων και εμπειριών που θα θυμάμαι για πάντα. Είμαι βέβαιος ότι οι γνώσεις που απέκτησα θα με βοηθήσουν να εξελιχθώ και να προοδεύσω στον τομέα μου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στον επιβλέπων καθηγητή μου Δρ. Σαμαρά για τις συμβουλές και την υποστήριξη κατά την διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας μελέτης. Οι υποδείξεις του ήταν καθοριστικής σημασίας για την πρόοδο της έρευνας μου.

Ευχαριστίες εκφράζω και στα μέλη της επιτροπής αξιολόγησής μου Δρ. Βραχνάκη και Δρ. Καζόγλου για τον χρόνο που διαθέσαν για να διαβάσουν την μελέτη αυτή.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω το Τμήμα Δασών και την Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου για την άμεση ανταπόκριση στα αιτήματά μου για την παροχή των δεδομένων δασικών πυρκαγιών και του δικτύου ηλεκτροδότησης αντίστοιχα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, Χαράλαμπο, Άντρη, Ελένη, Μαρία καθώς και την κοπέλα μου Δήμητρα για την ηθική και ψυχολογική υποστήριξή τους κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη	5
Abstract	6
Εισαγωγή:.....	7
Ο ρόλος των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) στην διαχείριση δασικών οικοσυστημάτων.....	7
Ο ρόλος των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) στην διαχείριση των Δασικών Πυρκαγιών	8
Δασικές Πυρκαγιές.....	8
Παράγοντες που επηρεάζουν τις δασικές πυρκαγιές	11
Κλιματικοί παράγοντες	11
Θερμοκρασία:	11
Ηλιακή ακτινοβολία:	11
Αιολικό δυναμικό:	11
Υγρασία:	12
Τοπογραφικοί παράγοντες:	13
Κλίση εδάφους.....	13
Προσανατολισμός εδάφους:	14
Υψόμετρο:.....	15
Μεσογειακά τοπία και πυρκαγιές.....	15
Κλιματική αλλαγή	17
Κλιματική αλλαγή και Μεσογειακές πυρκαγιές.....	19
Δασικές πυρκαγιές στη Κύπρο.....	20
Τύποι Οικοτόπων της Κύπρου	24
Οικότοποι ξυλώδους δασικής κάλυψης της Κύπρου	26
9540 Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά είδη πεύκων της Μεσογείου	26
9560* Ενδημικά δάση με <i>Juniperus spp.</i>	26
9530* Δάση μαύρης πεύκης (<i>Pinus nigra subsp. palassiana</i>)	27
9590* Δάση με <i>Cedrus brevifolia</i> (<i>Cedrosetum brevifoliae</i>)	27
9390* Θαμνώνες και δασικές συστάδες της <i>Quercus alnifolia</i>	28
9290 Δάση με <i>Cupressus</i> (<i>Acero-Cupression</i>)	28
9320 Δάση με <i>Olea</i> και <i>Ceratonia</i>	28

92C0 Δάση <i>Platanus orientalis</i> και <i>Liquidambar orientalis</i> (<i>Platanion orientalis</i>)	29
92D0 Νότια παρόχθια δάση-στοές και λόχμες (<i>Nerio-Tamaricetea</i> και <i>Securinegion tinctoriae</i>).....	29
Η Κυπριακή χλωρίδα.....	30
Απειλούμενα είδη χλωρίδας.....	32
Μεθοδολογία.....	34
Διάγραμμα μεθοδολογίας	34
Περιοχή Μελέτης.....	35
Παράγοντες κινδύνου πυρκαγιάς.....	38
Χάρτης απεικόνισης της καύσιμης ύλης μέσω του χάρτη χρήσεων γης Corine (Corine Land Use Land Cover).....	38
Απεικόνιση της υγρασίας που περιέχεται στην καύσιμη ύλη	41
Δείκτης υγρασίας NDMI.....	41
Απεικόνιση φυσικών τοπογραφικών παραμέτρων	45
Χάρτης υψομέτρου – ψηφιακού μοντέλου εδάφους (DEM)	45
Χάρτης κλίσεων εδάφους (Slope).....	50
Χάρτης προσανατολισμού εδάφους (Aspect)	52
Συσχέτιση του προσανατολισμού του εδάφους με τον δείκτη ξηρασίας NDMI.....	55
Απεικόνιση Κλιματικών Παραμέτρων.....	58
Χάρτης Μέσης Μέγιστης Θερμοκρασίας.....	58
Χάρτης μέσου ετήσιου Αιολικού δυναμικού	60
Απεικόνιση άλλων παραμέτρων.....	61
Χάρτης απόστασης από το Οδικό Δίκτυο	61
Χάρτης απόστασης από το Δάσος	63
Χάρτης απόστασης από το δίκτυο ηλεκτροδότησης υψηλής τάσης.....	65
Υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας του κάθε παράγοντα	69
Μοντέλο Κινδύνου Πυρκαγιάς	74
Αποτελέσματα.....	75
Χάρτης Κινδύνου Πυρκαγιάς	75
Ποσοτικοποίηση των περιοχών πολύ υψηλού κινδύνου σε επίπεδο δασικών οικοτόπων	77
Ποσοτικοποίηση απειλούμενων ειδών χλωρίδας του κόκκινου βιβλίου που κινδυνεύουν από πυρκαγιά.....	80

Απειλούμενα είδη χλωρίδας με μικρό εύρος εξάπλωσης που εμπίπτουν σε περιοχές με πολύ υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς.....	82
Ποσοτικοποίηση των περιοχών πολύ υψηλού κινδύνου σε επίπεδο προστατευόμενων περιοχών Natura 2000	84
Εκτίμηση της αξιοπιστίας του χάρτη πρόβλεψης δασικών πυρκαγιών	86
Συζήτηση	88
Παράρτημα:	93
Βιβλιογραφία	101

Περίληψη

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) αποτελούν ισχυρά εργαλεία που συμβάλλουν στην πρόληψη, διαχείριση και παρακολούθηση των παραγόντων περιβαλλοντικού κινδύνου. Παρέχουν τη δυνατότητα συλλογής, ανάλυσης και απεικόνισης γεωχωρικών δεδομένων, συγκεντρώνοντας πληροφορίες για το κλίμα, την κάλυψη γης, την τοπογραφία και άλλων παραμέτρων που επηρεάζουν την ευαισθησία των δασών στις πυρκαγιές. Η εκτίμηση του κινδύνου πυρκαγιάς δίνει τη δυνατότητα στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να εντοπίζουν και να διαχειρίζονται προληπτικά τους πιθανούς κινδύνους.

Σε αυτή την μελέτη παρουσιάζεται ένα εκτενές πλαίσιο για την αξιολόγηση του κινδύνου πυρκαγιάς στην Κύπρο, εφαρμόζοντας ένα πολυκριτηριακό μοντέλο ανάλυσης των παραγόντων. Το πλαίσιο ενσωματώνει τόσο ποιοτικές όσο και ποσοτικές μεθοδολογίες για τη συστηματική αξιολόγηση του κινδύνου σε πολλαπλά επίπεδα. Η εκτίμηση του κινδύνου πυρκαγιάς αναλύθηκε περαιτέρω σε επίπεδο οικοτόπων, προστατευόμενων περιοχών Natura 2000 και απειλούμενων ειδών της χλωρίδας του νησιού.

Τα αποτελέσματα του μοντέλου αξιολόγησης του κινδύνου πυρκαγιάς ανέδειξαν την ευαισθησία του νησιού στις πυρκαγιές με το 38.63% της συνολικής του έκτασης να βρίσκεται υπό καθεστώς πολύ υψηλού κινδύνου. Οι ευάλωτες περιοχές εκτείνονται κυρίως στις δύο οροσειρές και στα εναπομείναντα παράκτια δασικά οικοσυστήματα του νησιού. Η μεγαλύτερη έκταση κινδύνου κυριαρχείται από πευκοδάσος του είδους *Pinus brutia* το οποίο παρουσιάζει ευρεία εξάπλωση στο νησί.

Σε επίπεδο οικοτόπων, ο οικοτόπος 9290 Δάση με *Cupressus* και 9560 * Ενδημικά δάση με *Juniperus* spp. δέχονται το μεγαλύτερο ποσοστό κινδύνου με το 85,48% και 71,44% της συνολικής τους έκτασης αντίστοιχα, να βρίσκεται σε πολύ υψηλό κίνδυνο. Επιπλέον, μέσω αυτής της έρευνας, προέκυψε και η ένδειξη της τρωτότητας των χερσαίων προστατευόμενων περιοχών του δικτύου Natura 2000, αφού απειλούνται επίσης από πυρκαγιά με ποσοστό έκτασης 42,74% να εμπίπτει στην ζώνη κινδύνου. Από χλωριδικής άποψης, 165 από τα 256 απειλούμενα είδη του Κόκκινου Βιβλίου της χλωρίδας της Κύπρου, απειλούνται από πυρκαγιά, με τα 24 από αυτά να έχουν πολύ μικρό εύρος εξάπλωσης.

Abstract

Geographical information systems (GIS) are powerful tools that contribute to the prevention, management, and monitoring of environmental risk factors. They provide the collection, analysis, and visualization of geospatial data based on climate information, land cover, topography, and other factors influencing wildfire vulnerability. Fire risk assessment enables operators to detect, manage and mitigate possible threats in advance.

This study presents a comprehensive framework for fire risk assessment in Cyprus, applying a multi-criteria factor analysis model. The framework incorporates both qualitative and quantitative methodologies to systematically assess risk at multiple levels. The fire risk assessment was further analysed according to the type of habitat, taking into consideration the Natura 2000 protected areas and the threatened flora species of the island.

The results of the fire risk assessment model highlighted the island's proneness to fires, since the 38.63% of the area is in a very high-risk state. The areas that are particularly prone to fire hazards are extended within the two mountain ranges and the remaining Mediterranean coastal woodland ecosystems of the island. The greatest area in danger is dominated by pine forests of the species *Pinus brutia* which is widespread on the island.

Regarding the habitats in particular, habitat 9290 *Cupressus* forests and 9560 * Endemic forests with *Juniperus* spp. represent the greatest risk percentage, resulting in the 85,48% and 71,44% of their total area accordingly. In addition, through this research, the indication of the vulnerability of the Natura 2000 terrestrial protected areas network, also emerged, since the 42.74% of their area falls into the danger zone. Furthermore, 165 of the 256 threatened species found in the Red Book of the Flora of Cyprus, are also threatened by fire, while the 24 of them already have a very limited distribution range.

Εισαγωγή:

Ο ρόλος των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) στην διαχείριση δασικών οικοσυστημάτων

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS/ΣΓΠ) διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη διαχείριση του περιβάλλοντος και κατ' επέκταση στη διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων, παρέχοντας ένα ισχυρό εργαλείο για τη συλλογή, ανάλυση και οπτικοποίηση γεωχωρικών δεδομένων. Τα ΣΓΠ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία λεπτομερών δασικών χαρτών που να αποτυπώνουν μια πληθώρα πληροφοριών. Αυτές οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη βάσεων δεδομένων βοηθώντας τους διαχειριστές δασών να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τους πιθανούς κινδύνους και τις επιπτώσεις διάφορων παραγόντων (Foody 2008a, Tereşneu, Clinciu et al. 2016, McMaster, Leitner et al. 1997).

Πολύ σημαντικό είναι επίσης ότι τα συστήματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση των αλλαγών στα δασικά οικοσυστήματα στην πάροδο του χρόνου, συμπεριλαμβανομένων των αλλαγών στη δασική κάλυψη, την υγεία της βλάστησης και τη βιοποικιλότητα (Ioannis, Meliadis 2011, Foody 2008b). Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των διαχειριστικών τακτικών έτσι ώστε να αναθεωρούνται και να προσαρμόζονται νέες πρακτικές όπου απαιτείται (Wulder, Hall et al. 2005).

Τα ΣΓΠ μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την αντιμετώπιση αλλά και πρόληψη φυσικών καταστροφών, όπως πλημμύρες και πυρκαγιές (Van Westen 2013). Αναλύοντας τα χωρικά δεδομένα, οι επιστήμονες μπορούν να εντοπίσουν περιοχές αυξημένης επικινδυνότητας βοηθώντας στην κατανόηση και στην ταξινόμηση των επί μέρους παραγόντων.

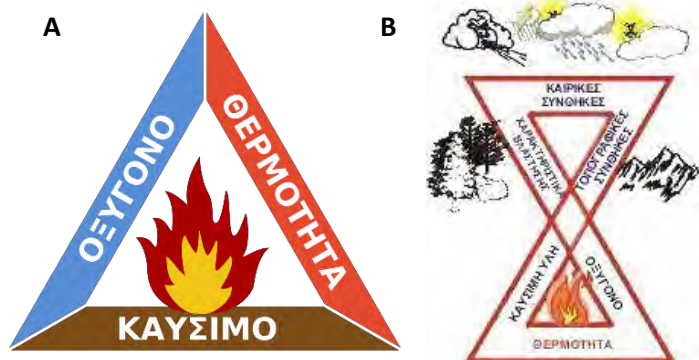
Ο ρόλος των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) στην διαχείριση των Δασικών Πυρκαγιών

Τα ΓΣΠ παρέχουν ένα ισχυρό εργαλείο πρόβλεψης δασικών πυρκαγιών συλλέγοντας και αναλύοντας δεδομένα. Η χαρτογράφηση των τύπων βλάστησης και η κατανομή τους σε σχέση με τα τοπογραφικά και κλιματικά δεδομένα, μπορεί να εξάγει πολύ σημαντική πληροφορία για την παραγωγή χαρτών επικινδυνότητας (Chuvieco, Aguado et al. 2010). Στην περίπτωση αυτή, σημαντική είναι η πολυκριτηριακή ανάλυση των δεδομένων (Gigonjic, Jakovljevic et al. 2018). Πιο κάτω υπάρχουν λεπτομερώς οι παράγοντες αυτοί και ο μηχανισμός δράσης τους.

Ο προσδιορισμός των περιοχών υψηλού κινδύνου μπορεί επίσης να βοηθήσει τους επιστήμονες τόσο στη στοχευμένη διαχείριση όσο και στη δημιουργία σχεδίων δράσης σε στιγμές έκτακτης ανάγκης. Πολύ σημαντικό είναι το γεγονός ότι μπορεί να ασκήσει πίεση και να πείσει την κυβέρνηση κάθε χώρας, με σκοπό την θέτηση προτεραιοτήτων (Johnson 2000).

Δασικές Πυρκαγιές

Οι πυρκαγιές είναι μια από τις πιο κοινές φυσικές διαταραχές στο πλανήτη αποτελώντας μια χημική αντίδραση οξείδωσης που συντελείται όταν συνυπάρχουν τρία στοιχεία: Οξυγόνο, θερμότητα και καύσιμη ύλη (Εικόνα 1.1). Πέρα από αυτά τα στοιχεία, η εκδήλωση μια πυρκαγιάς, καθώς και η συμπεριφορά της, επηρεάζεται και από επιμέρους παράγοντες. Οι παράγοντες αυτοί έχουν να κάνουν με την σύσταση και δομή της καύσιμης ύλης, τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά αλλά και τις τοπογραφικές συνθήκες (Jean-Louis, Thierry et al.).



Εικόνα 1.1: Διάγραμμα του τριγώνου της Φωτιάς (Α). Τα τρία κύρια συστατικά της αντίδρασης είναι το οξυγόνο, η θερμότητα και η καύσιμη ύλη. **Παράγοντες που επιδρούν στο τρίγωνο της φωτιάς (Β).** Οι παράγοντες είναι: Κλίμα, τοπογραφία και τα χαρακτηριστικά της βλάστησης. Πηγές: (Βικιπαίδεια , Glavopoulos 1999)

Οι δασικές πυρκαγιές είναι αυτές που συμβαίνουν στα δασικά οικοσυστήματα. Μπορεί να οφείλονται σε φυσικούς παράγοντες όπως για παράδειγμα ένας κεραυνός είτε από ανθρώπινη δραστηριότητα και αμέλεια. Μπορεί να έχουν καταστροφικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις επηρεάζοντας τόσο την άγρια ζωή όσο και την ανθρώπινη (Attri, Dhiman et al. 2020). Επιπλέον, οι πυρκαγιές μπορούν να επηρεάσουν πολλούς τομείς της οικονομίας, όπως για παράδειγμα την απώλεια περιουσιών, την διαταραχή στην παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, τις μεταφορές, την βιομηχανία του ξύλου, ακόμα και τον τουρισμό (Sfetsos, Giroud et al. 2021, Wokekoro 2020).

Η ιστορία και η δράση των πυρκαγιών δίδαξε την ανθρωπότητα, καθόρισε την διαμόρφωση ορισμένων οικοσυστημάτων, άσκησε και ασκεί εξελικτική πίεση στους οργανισμούς οι οποίοι απέκτησαν και ενδέχεται να αποκτήσουν προσαρμοστικούς μηχανισμούς (Scott, Chaloner et al. 2016, Bradshaw, Dixon et al. 2011).

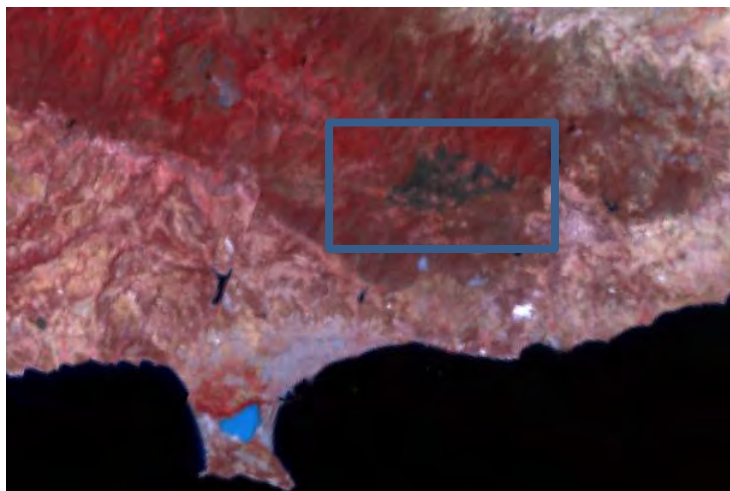
Παρόλο που οι δασικές πυρκαγιές όπως τις γνωρίζουμε σήμερα και με τις επιπτώσεις που αναφέρονται πιο πάνω αποτελούν εχθρό για τα δάση, εντούτοις στα Μεσογειακά οικοσυστήματα διαδραματίζουν ένα καταλυτικό ρόλο στην φυσική αναγέννηση του τοπίου. Η εξασφάλιση της διαχρονικής παρουσίας ορισμένων προσαρμοσμένων στην φωτιά βιοκοινοτήτων, οφείλεται στην δράση των πυρκαγιών οι οποίες είναι αναπόσπαστο, αρχέγονο και φυσικό φαινόμενο (Pausas, Vallejo 1999). Οι φυσικοί μηχανισμοί και οι σχέσεις μεταξύ των ειδών και των φαινομένων, αποτέλεσμα μιας μακράς εξέλιξης, διασφαλίζουν όχι μόνο τη συνέχεια της ζωής αλλά και την προσαρμογή των οργανισμών στις πιέσεις.



Εικόνα 1.2: Δασική πυρκαγιά στην περιοχή Λευκάρων 03/07/2021

Οι φωτογραφίες απεικονίζουν στιγμιότυπα από την πυρκαγιά της ορεινής Λεμεσού τον Ιούλιο του 2021. Η πυρκαγιά ξέσπασε στις 03 Ιουλίου, 2021 στο χωριό Αρακαπά. Λόγω των έντονων ανέμων η φωτιά εξαπλώθηκε σε 8 χωριά στοιχίζοντας την ζωή σε 4 ανθρώπους και μεγάλο αριθμό κτηνοτροφικών ζων. Αποτελεί την καταστροφικότερη πυρκαγιά που ξέσπασε στο νησί μετά από αυτές του 1974, κατά την Τουρκική εισβολή. Συνολικά κατέκαψε 55 km^2 βλάστησης.

Φωτογραφίες: Μιχάλης Παπαχαραλάμπους



Εικόνα 1.3: Δορυφορική εικόνα από το Sentinel-3, 05/07/2021, που δημοσίευσε το πρόγραμμα γεωλογικής παρατήρησης Copernicus. Εντός του περιγράμματος, με σκούρο γκρι χρώμα είναι η περιοχή των 55 km^2 που κατέκαψε η πυρκαγιά.

Παράγοντες που επηρεάζουν τις δασικές πυρκαγιές

Οι δασικές πυρκαγιές επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες οι οποίοι διαχωρίζονται στους φυσικούς και στους ανθρώπινους. Στους φυσικούς συγκαταλέγονται το κλίμα, ο τύπος του καυσίμου και η τοπογραφία (Cary, Keane et al. 2006).

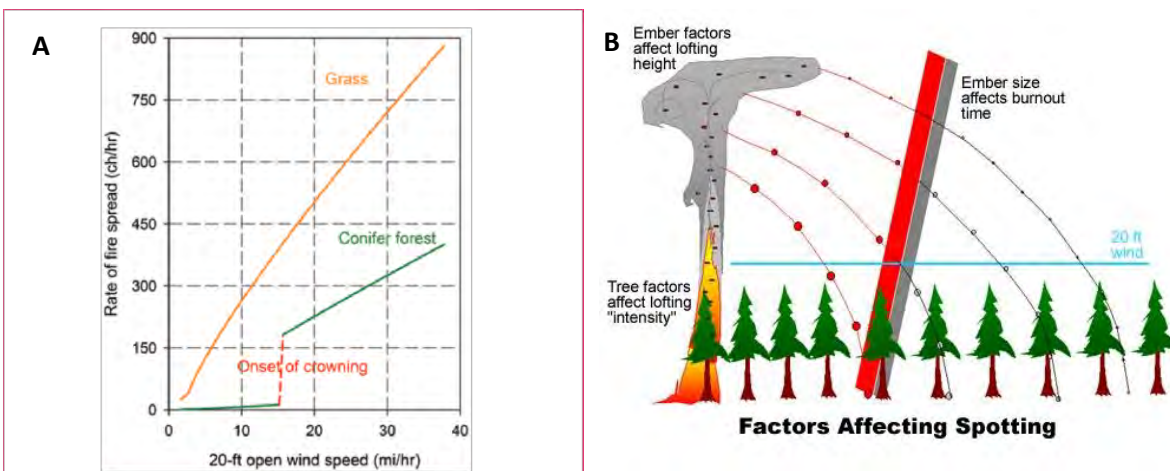
Κλιματικοί παράγοντες

Θερμοκρασία: Η υψηλή θερμοκρασία μπορεί να επηρεάσει την ευφλεκτότητα του καυσίμου αφού επιταχύνει την ξήρανση του. Αυτό μπορεί να αυξήσει την ένταση μιας πυρκαγιάς αυξάνοντας παράλληλα την ταχύτητα εξάπλωσης της. Αυτό γίνεται αντιληπτό, αφού οι πυρκαγιές τείνουν να είναι πιο ενεργές κατά την διάρκεια της ημέρας όπου η θερμοκρασία είναι υψηλότερη και η υγρασία χαμηλότερη σε σχέση με την νύχτα. Η θερμοκρασία αποτελεί επίσης βασικό παράγοντα για τον προσδιορισμό του κινδύνου πυρκαγιάς (Gutierrez, Hantson et al. 2021).

Ηλιακή ακτινοβολία: Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να έχει τόσο άμεσες όσο και έμμεσες επιπτώσεις στη φωτιά. Άμεσα, η ηλιακή ακτινοβολία παρέχει την ενέργεια που οδηγεί τη διαδικασία καύσης, προκαλώντας τη θέρμανση του καυσίμου. Αυτό μπορεί να συμβεί σε περιόδους έντονου ηλιακού φωτός και υψηλών θερμοκρασιών, ιδιαίτερα σε ξηρές ή επιρρεπείς στην ξηρασία περιοχές. Έμμεσα, η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί επίσης να επηρεάσει τα καύσιμα που είναι διαθέσιμα για πυρκαγιές. Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της Γης επηρεάζει την ανάπτυξη και την περιεκτικότητα σε υγρασία της βλάστησης (Byram 1943). Τα υψηλότερα επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας μπορούν να οδηγήσουν σε αυξημένη ανάπτυξη των φυτών και συσσώρευση εύφλεκτης βιομάζας. Αντίθετα, τα χαμηλά επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας μπορούν να οδηγήσουν σε λιγότερη ανάπτυξη φυτών και λιγότερα καύσιμα για τις πυρκαγιές.

Αιολικό δυναμικό: Η ταχύτητα του ανέμου μπορεί να έχει σημαντικό αντίκτυπο στην εξάπλωση και τη συμπεριφορά μιας πυρκαγιάς. Η κίνηση του αέρα που προκαλείτε από τον άνεμο μπορεί να επηρεάσει τον ρυθμό και την κατεύθυνση μιας πυρκαγιάς. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του ανέμου, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να εξαπλωθεί γρήγορα η φωτιά και να γίνει πιο δύσκολος ο έλεγχος. Αυτό γίνεται λόγω της συνεχόμενης παροχής “φρέσκου” οξυγόνου το οποίο αποτελεί βασικό συστατικό της αντίδρασης. Επιπλέον, ο άνεμος μπορεί να μεταφέρει

πυρακτωμένα υλικά σε γειτονικές θέσεις εξαπλώνοντας την φωτιά πιο γρήγορα (Beer 1991, Koo, Pagni et al. 2010a).

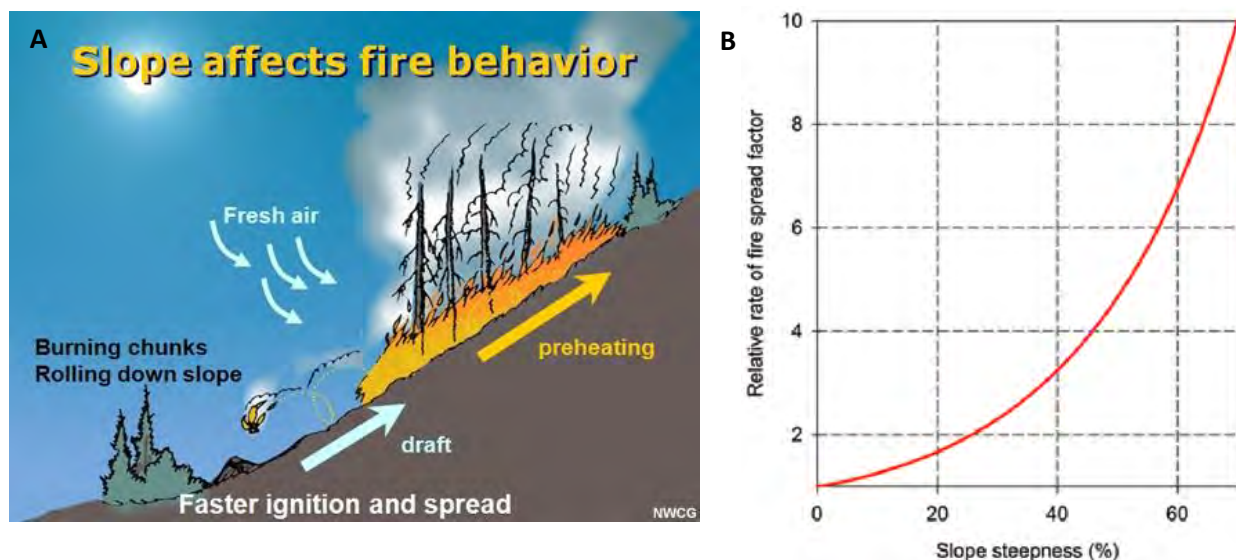


Εικόνα 1.4: Η ταχύτητα του ανέμου επηρεάζει την ταχύτητα εξάπλωσης της φωτιάς (A). Σύμφωνα με το γράφημα, ο ρυθμός εξάπλωσης μια πυρκαγιάς αυξάνεται όταν η ταχύτητα του ανέμου αυξηθεί. Επίσης, ο ρυθμός αυτός εξαρτάται και από το είδος του καυσίμου. Για τα ποολίβαδα ο ρυθμός εξάπλωσης είναι πιο υψηλός σε σχέση με τα δάση κωνοφόρων. Η διακεκομμένη γραμμή στην καμπύλη των κωνοφόρων εξηγεί την μετάβαση του τύπου της πυρκαγιάς από επιφανειακή σε πυρκαγιά κορώνας (Miguel G. Cruz and Martin E. Alexander 2014). **Η ταχύτητα του ανέμου επηρεάζει την απόσταση της διασποράς των πυρακτωμένων σωμάτων (B).** Ο άνεμος μπορεί να μεταφέρει πυρακτωμένα υλικά από μια πυρκαγιά σε άλλα σημεία, και να δημιουργηθούν νέες εστίες. Όταν η ταχύτητα του ανέμου είναι υψηλή τότε ο κίνδυνος νέων εστιών αυξάνετε με αποτέλεσμα η πυρκαγιά να εξαπλώνετε γρήγορα (Koo, Pagni et al. 2010b).

Υγρασία: Η υγρασία τόσο του εδάφους, του αέρα και της βλάστησης επηρεάζεται από τους τρεις πιο πάνω παράγοντες. Γενικά, η αυξημένη υγρασία μπορεί να μειώσει την ένταση της φωτιάς αυξάνοντας την ενέργεια που απαιτείται για την καύση (Masinda, Li et al. 2021). Επίσης, σε συνθήκες υψηλής ατμοσφαιρικής υγρασίας, το στοιχειακό οξυγόνο μειώνεται.

Τοπογραφικοί παράγοντες:

Κλίση εδάφους: Η κλίση του εδάφους μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στη συμπεριφορά της φωτιάς. Γενικά, οι πιο απότομες πλαγιές τείνουν να αυξάνουν την ένταση και την εξάπλωση των πυρκαγιών, καθιστώντας πιο δύσκολο τον έλεγχό τους (Lecina-Diaz, Alvarez et al. 2014). Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για τους οποίους οι πλαγιές μπορούν να επηρεάσουν τη συμπεριφορά των πυρκαγιών. Ένας σημαντικός παράγοντας είναι ο τρόπος με τον οποίο οι κλίσεις επηρεάζουν την κίνηση του αέρα και την κατανομή της θερμότητας. Σε μια απότομη πλαγιά, ο ζεστός αέρας και τα αέρια μπορούν να ανέβουν πιο γρήγορα, αντλώντας περισσότερο οξυγόνο (Cruz, Alexander 2014).

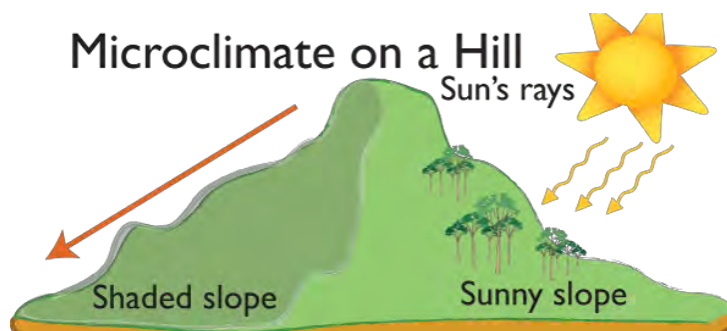


Εικόνα 1.5: Η κλίση του εδάφους επηρεάζει την εξάπλωση της πυρκαγιάς (A). Το διάγραμμα απεικονίζει την συμπεριφορά της φωτιάς όταν το έδαφος έχει κλίση. Η θερμότητα που απελευθερώνεται από την καύση των κατώτερων στρωμάτων βλάστησης προκαλεί την προθέρμανση της καύσιμης ύλης άνωθεν. Επίσης, τα κατακερματισμένα από την φωτιά πυρακτωμένα σώματα των δέντρων ενδέχεται λόγω βαρύτητας να κατακυλήσουν εκατέρωθεν (National Wildfire Coordinating Group - NWCG). **Διάγραμμα ρυθμού εξάπλωσης της πυρκαγιάς σε κλίσεις εδάφους (B).** Καθώς η κλίση του εδάφους αυξάνεται, αυξάνονται και οι φλόγες που έρχονται σε επαφή με την άνωθεν βλάστηση με αποτέλεσμα την εξάπλωση της φωτιάς. Μια πυρκαγιά που καίει σε κλίση εδάφους 35%, έχει 2.5 φορές πιο γρήγορη εξάπλωση από

μία πυρκαγιά σε επίπεδη επιφάνεια. Το γράφημα απεικονίζει μόνο τον παράγοντα της κλίσης του εδάφους στις ίδιες καιρικές συνθήκες και τύπο καυσίμου (Miguel G. Cruz and Martin E. Alexander 2014).

Προσανατολισμός εδάφους: ο προσανατολισμός μιας πλαγιάς μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στη συμπεριφορά μιας πυρκαγιάς, καθώς μπορεί να επηρεάσει παράγοντες όπως τη διαθεσιμότητα καυσίμου, την γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας και την έκθεση στον άνεμο (Setiawan, Mahmud et al. 2004). Στο βόρειο ημισφαίριο, οι πλαγιές με νότιο προσανατολισμό, τείνουν να είναι πιο ξηρές και πιο εκτεθειμένες στο ηλιακό φως, με αποτέλεσμα η ξηρότερη βλάστηση να είναι πιθανότερο να αναφλεγεί και να καεί πιο γρήγορα. Οι βόρειες πλαγιές, από την άλλη πλευρά, τείνουν να είναι πιο ψυχρές και σκιερές, με αποτέλεσμα τη παρουσία λιγότερης ξηρής βλάστησης (Marque, Mora 1992).

Επιπλέον, ο προσανατολισμός μιας πλαγιάς προς στην κατεύθυνση του ανέμου μπορεί να αυξήσει την ένταση και την εξάπλωση μιας πυρκαγιάς για τους λόγους που αναφέραμε πιο πάνω.



Εικόνα 1.6: Απεικόνιση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Στο βόρειο ημισφαίριο, οι νότιες πλαγιές δέχονται την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία. Αυτό μπορεί να επιφέρει μεγαλύτερη ανάπτυξη των φυτών, αλλά και γρηγορότερη ξήρανσή τους κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. **Πηγή εικόνας:** (Edward Gilson 2020)

Υψόμετρο: Το υψόμετρο μπορεί να επηρεάσει την ένταση της φωτιάς αφού επηρεάζει μια πληθώρα παραγόντων. Καθώς αυξάνεται το υψόμετρο, η θερμοκρασία μειώνεται και η υγρασία αυξάνεται, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει την εκδήλωση και τη συμπεριφορά των πυρκαγιών. Η αυξημένη υγρασία μπορεί να κάνει τα καύσιμα λιγότερο ξηρά μειώνοντας τον κίνδυνο να αναφλεγούν ή να διατηρήσουν μια φωτιά. Επίσης, σε υψηλότερα υψόμετρα, η βλάστηση μπορεί να είναι λιγότερο πυκνή και με περισσότερα διάκενα μειώνοντας αισθητά την ποσότητα της καύσιμης ύλης (González, Palahí et al. 2006, Broncano, Retana 2004)

Επιπλέον, η πίεση του αέρα μειώνεται όσο ανεβαίνει το υψόμετρο με αποτέλεσμα την μείωση του διαθέσιμου οξυγόνου που είναι βασικός παράγοντας για την υποστήριξη της καύσης. Αυτό μπορεί να κάνει πιο δύσκολη την ανάφλεξη αλλά και να επιβραδύνει την εξάπλωσή της φωτιάς (An, Wang et al. 2014).

Μεσογειακά τοπία και πυρκαγιές

Η Μεσογειακή λεκάνη χαρακτηρίζεται ως μια από της πιο σημαντικές περιοχές του πλανήτη για την βιοποικιλότητα της. Στην περιοχή απαντά μια πληθώρα οικοσυστημάτων με μοναδικές προσαρμογές τόσο στις ξηροθερμικές συνθήκες και στη βόσκηση όσο και στις πυρκαγιές οι οποίες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση του τοπίου (Ramírez-Valiente, Santos del Blanco et al. 2022, Perevolotsky, Seligman 1998).

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι από αρχαιοτάτων χρόνων, οι αυτόχθονες της περιοχής ήξεραν να χρησιμοποιήσουν την φωτιά ως εργαλείο και σύμμαχο τους για την ρύθμιση της διαδοχής της βλάστησης. Επίσης, ασκούσαν “ακούσια” το διαχειριστικό σχέδιο πρόληψης των πυρκαγιών μέσω της ενασχόληση τους με τον δάσο-γεωργοκτηνοτροφικό τομέα.

Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή εναλλάσσονται από τους ήπιους υγρούς χειμώνες, στα πολύ ξηρά με υψηλές θερμοκρασίες καλοκαίρια. Οι συνθήκες αυτές καθορίζουν τον τύπο της βλάστησης και την φαινολογία της κατά τις περιόδους και εποχές. Έτσι, κατά την υγρή περίοδο ευνοείτε η ανάπτυξη των φυτών με αποτέλεσμα την συσσώρευση εύφλεκτης βιομάζας κατά την καλοκαιρινή (Cowling, Rundel et al. 1996).

Το Μεσογειακό τοπίο στη θερμο-μεσογειακή ζώνη κυριαρχείται από αειθαλείς σκληρόφυλλους θαμνώνες και φρυγανολίβαδα, με χαρακτηριστική ανθεκτικότητα στη ξηρασία. Τα μεσογειακά δάση υψηλής βλάστησης έχουν επίσης εξελίξει μηχανισμούς αντιμετώπισης των κλιματικών συνθηκών και αποτελούνται κυρίως από πεύκα, κυπαρίσσια και δρυ (Dorado-Liñán, Piovesan et al. 2019).

Πολλά είδη έχουν αναπτύξει βαθιά ριζικά συστήματα διασφαλίζοντας την πρόσβαση σε νερό από τα κατώτερα στρώματα του εδάφους. Κάποια άλλα ρίχνουν τα φύλλα τους κατά τους ξηρούς καλοκαιρινούς μήνες (Keeley 1986). Επιπλέον, πολλά είδη φυτών εμφανίζουν πυροπροστατευτικούς μηχανισμούς όπως παχύ φλοιό, φύλλα ανθεκτικά στη φωτιά αλλά και ικανότητα αναγέννησης μετά από πυρκαγιά (Dorado-Liñán, Piovesan et al. 2019, Ne'eman, Arrianoutsou 2021).

Σήμερα, μέσα από την έρευνα πολλών ετών, γνωρίζουμε ότι ο χρόνος πλήρους ανάκαμψης από μια δασική πυρκαγιά σε Μεσογειακό πευκοδάσος είναι τα 30 χρόνια. Ο χρόνος αυτός απαιτείται ώστε το αναγεννημένο δάσος να ωριμάσει και να εμπλουτίσει την εδαφική τράπεζα σπερμάτων με νέο γενετικό υλικό το οποίο θα ενεργοποιηθεί στην περίπτωση πυρκαγιάς (Βώκου Δέσποινα 2009).

Η διάδοση της πυρκαγιάς στις περιοχές της Μεσογείου είναι ένα περίπλοκο ζήτημα με πολλές συνιστώσες, όπως το κλίμα, η βλάστηση, η τοπογραφία και η ανθρώπινη δραστηριότητα. Το απόκρημνο έδαφος, οι απότομες πλαγιές και τα φαράγγια στα μεσογειακά τοπία μπορούν να δημιουργήσουν συνθήκες που διευκολύνουν την ταχεία εξάπλωση των πυρκαγιών. Οι αλλαγές στη χρήση γης, η αστικοποίηση και οι γεωργικές πρακτικές έχουν αλλάξει το τοπίο και έχουν αυξήσει τη διαθεσιμότητα καυσίμων που μπορούν να συμβάλουν στην ένταση και την εξάπλωση των πυρκαγιών. Επιπλέον, οι πυρκαγιές που προκαλούνται από τον άνθρωπο, όπως αυτές που προκύπτουν από εμπρησμό μπορούν να αυξήσουν σημαντικά τον κίνδυνο και τη σοβαρότητα των δασικών πυρκαγιών σε περιοχές της Μεσογείου (Leone, Lovreglio et al. 2009).

Συνολικά, τα μεσογειακά δάση έχουν εξελίξει μια σειρά προσαρμογών για να αντιμετωπίσουν το μοναδικό κλίμα της περιοχής, αλλά αυτές οι προσαρμογές μπορεί να μην είναι αρκετές για να αντιμετωπίσουν τις επιταχυνόμενες αλλαγές που συμβαίνουν αυτήν τη στιγμή (Moreno, Morales-Molino et al. 2021).

Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να αυξήσει τη συχνότητα και τη σοβαρότητα των ξηρασιών και των δασικών πυρκαγιών, και ενδεχομένως θα μπορούσε να έχει σημαντικές επιπτώσεις στα μεσογειακά δασικά οικοσυστήματα (Moriondo, Good et al. 2006).

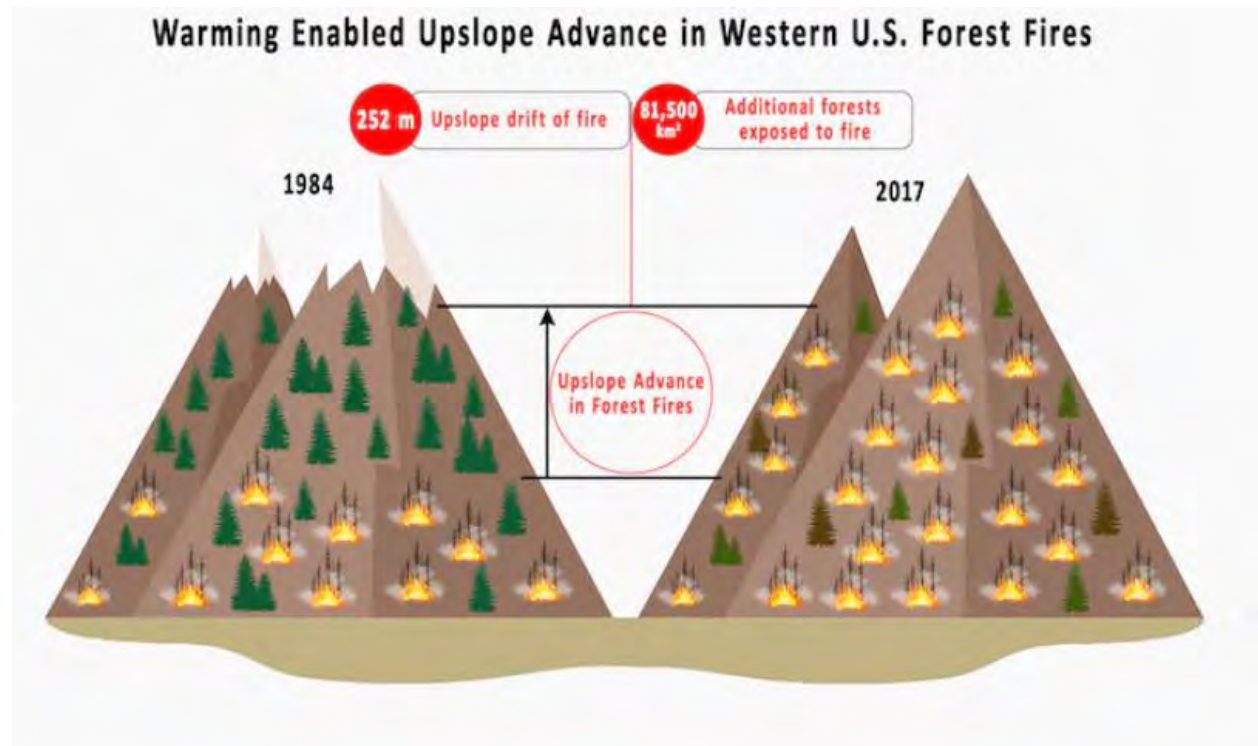
Κλιματική αλλαγή

Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί που περιγράφουν το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. Συχνά ταυτίζεται με την παγκόσμια αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης, όμως αυτό αποτελεί ένα στοιχείο στον συνολικό κατάλογο των παρατηρούμενων αλλαγών. Ο πιο επίσημος όρος είναι αυτός που έχει δοθεί από τη σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών και είναι ο εξής: «Κλιματική αλλαγή ορίζεται ως την αλλαγή που παρατηρείται στο κλίμα, ως συνέπεια έμμεσων ή άμεσων ανθρωπίνων δραστηριοτήτων που επιφέρουν μεταβολές στη παγκόσμια ατμοσφαιρική σύσταση και αυτό, σε συνδυασμό με τη φυσική μεταβολή του κλίματος, παρατηρείται σε συγκρίσιμες χρονικές περιόδους».

Οι επιπτώσεις των μεταβολών της κλιματικής αλλαγής είναι πολυάριθμες και απειλητικές για τη μελλοντική πρόοδο της ανθρωπότητας. Έρευνες ανά το παγκόσμιο επισημαίνουν πως εάν δεν μετριαστεί το φαινόμενο αυτό θα δημιουργήσει μια πληθώρα σοβαρών κοινωνικών επιπτώσεων αλλά και πλήγμα στην παγκόσμια οικονομία (Clapp, Newell et al. 2018). Το 2007 η IPCC (Διακυβερνητική Επιτροπή για την κλιματική αλλαγή) επεσήμανε πως η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη κατά 1,1 °C (μέσο όρο) τα τελευταία 50 χρόνια, οφείλεται κυρίως σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες (Tollefson et al. 2021). Η αλλαγή της θερμοκρασίας συσχετίστηκε με διάφορα άλλα φαινόμενα όπως το λιώσιμο μεγάλων παγετώνων στους δύο πόλους της γης, την άνοδο της στάθμης του νερού, καύσωνες και παρατεταμένες περιόδους ξηρασίας. Επιπλέον, στη περιοχή της Μεσογείου παρατηρήθηκε αυξημένος αριθμός καταστρεπτικών δασικών πυρκαγιών (Moreno et al. 2021).

Στην δυτική Αμερική, οι ερευνητές παρατήρησαν ότι οι δασικές πυρκαγιές κατά την περίοδο 1984-2017 απέκτησαν πρόσβαση σε υψηλότερα υψόμετρα. Συγκεκριμένα, μελετώντας τα δεδομένα των δασικών πυρκαγιών, συμπέραναν ότι η κλιματική αλλαγή προκάλεσε ευνοϊκές συνθήκες για έναρξη και μετάδοση της πυρκαγιάς 252 μέτρων άνωθεν. Αυτό μεταφράζεται σε 81500km²

δασικής έκτασης που μέχρι πριν 3 δεκαετίες ήταν εκτός κινδύνου πυρκαγιάς (Sadegh, Abatzoglou et al. 2021).



Εικόνα 1.6: Η αλλαγή των κλιματικών συνθηκών προκάλεσε πρόσβαση της φωτιάς σε ανώτερα υψόμετρα στην δυτική Αμερική (Sadegh et al. 2021).

Τα ανθρωπογενή αίτια που προκάλεσαν και εντείνουν τα παραπάνω φαινόμενα οφείλονται στη χρήση των ορυκτών καυσίμων όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Η καύση τους εκλύει τεράστιες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα και οξειδίων του αζώτου που αποτελούν και τους κύριους παράγοντες του φαινομένου του θερμοκηπίου (Mikhaylov et al. 2020).

Κλιματική αλλαγή και Μεσογειακές πυρκαγιές

Σύμφωνα με έρευνες, η περιοχή της Μεσογείου πλήττεται περισσότερο από το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής σε σχέση με άλλες περιοχές του πλανήτη. Η αλλαγή της θερμοκρασίας στη Μεσογειακή λεκάνη είναι υψηλότερη από το μέσο όρο (1,1 °C), αμβλύνοντας τα προβλήματα που επιφέρει. Η άνοδος της θερμοκρασίας, οι αλλαγές στα πρότυπα βροχοπτώσεων και οι παρατεταμένες ξηρασίες που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή μπορούν να δημιουργήσουν συνθήκες που κάνουν τα δασικά οικοσυστήματα πιο ευάλωτα στις πυρκαγιές.

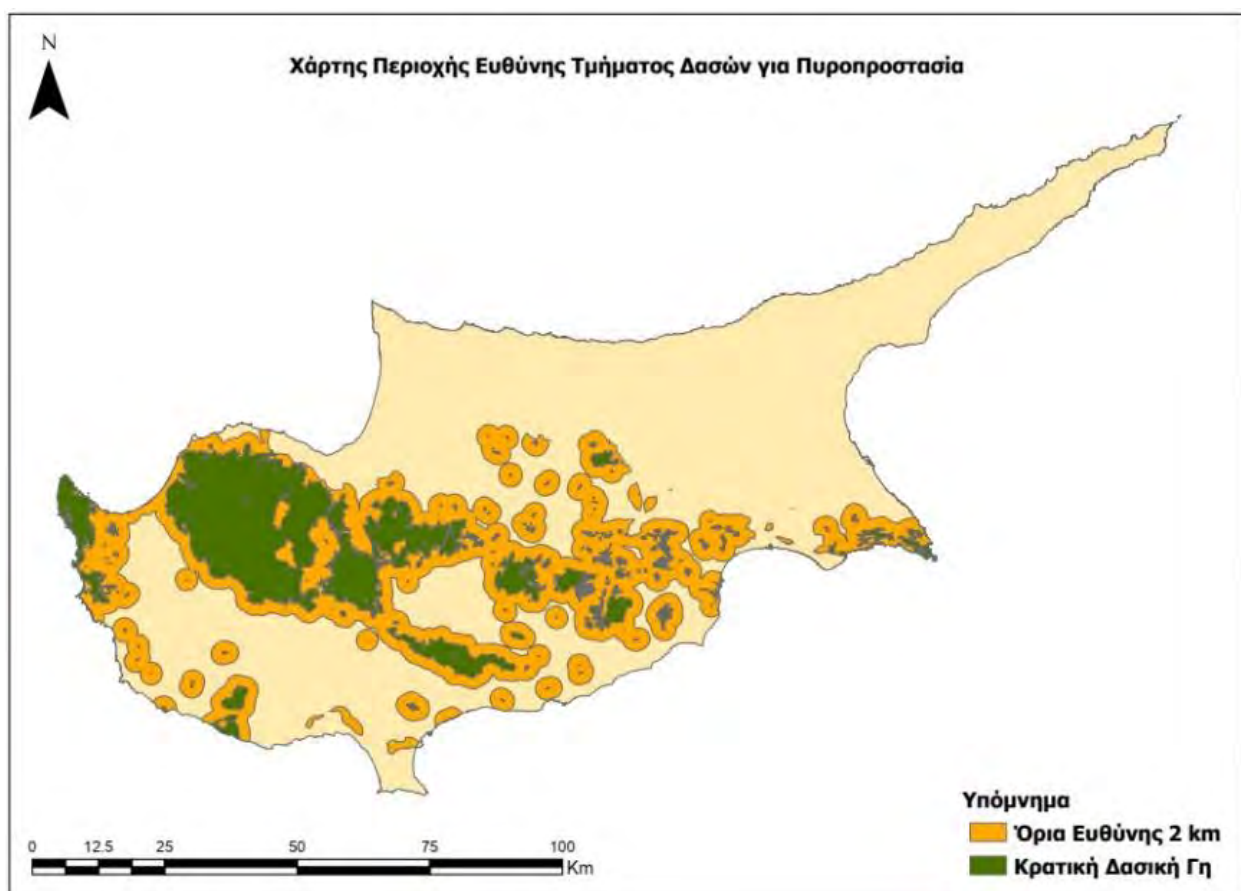
Η αύξηση της συχνότητας υψηλών θερμοκρασιών καθώς και της έντασης των ξηρασιών με την ταυτόχρονη αύξηση ισχυρών ανέμων, μπορούν να προκαλέσουν ευνοϊκές συνθήκες για προέλαση πυρκαγιών (Moriondo, Good et al. 2006). Η αλλαγή στο κλίμα είναι πιθανό να οδηγήσει σε αλλαγή του τύπου, της δομής και της σύστασης της εύφλεκτης βιομάζας, η οποία με τη σειρά της επηρεάζει την συμπεριφορά και την ταχύτητα της καύσης (Keeley, Syphard 2016). Η φαινολογία της βλάστησης η οποία επηρεάζεται από τις αλλαγές της θερμοκρασίας καθορίζει την ευφλεκτότητα στην συγκεκριμένη περίοδο αλλά και την ικανότητα διάδοσης της φωτιάς (Cleland, Chuine et al. 2007).

Ως αποτέλεσμα αυτών των παραγόντων, οι πυρκαγιές έχουν γίνει πιο συχνές και πιο καταστροφικές σε πολλά μέρη του κόσμου. Ακραία γεγονότα όπως αυτά του πρόσφατου παρελθόντος στο Πεντρογκάο Γκράντε της Πορτογαλίας και στο Μάτι της Ελλάδας, έχουν προκαλέσει μεγάλη περιβαλλοντική καταστροφή καθώς και απώλεια ανθρώπινων ζωών (Efthimiou, Psomiadis et al. 2020, Ribeiro, Rodrigues et al. 2020).

Επιπλέον, οι πυρκαγιές απελευθερώνουν μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, συμβάλλοντας στην περαιτέρω κλιματική αλλαγή (Lasslop, Coppola et al. 2019).

Δασικές πυρκαγιές στην Κύπρο

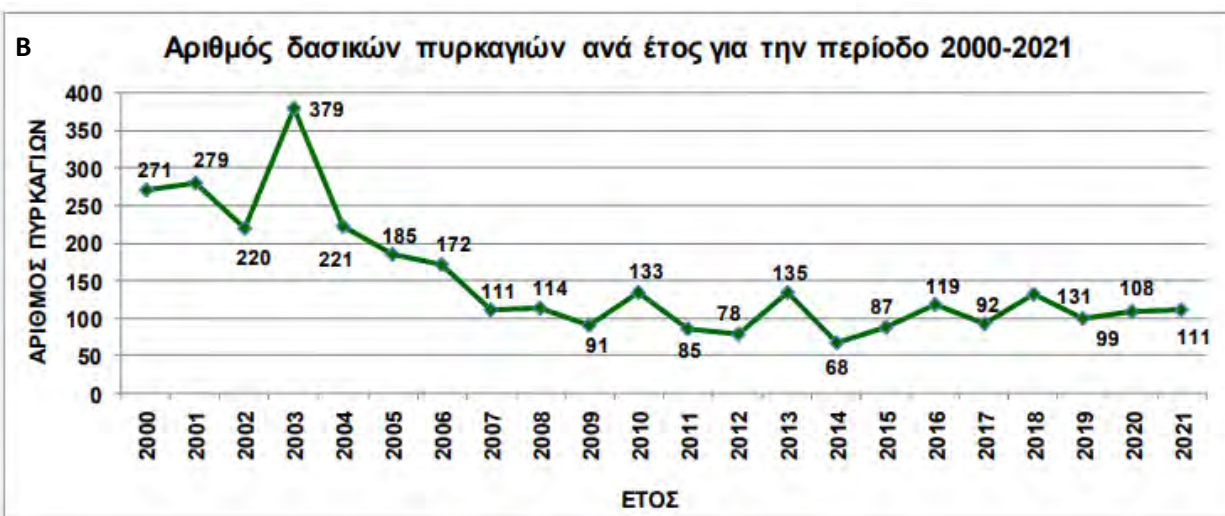
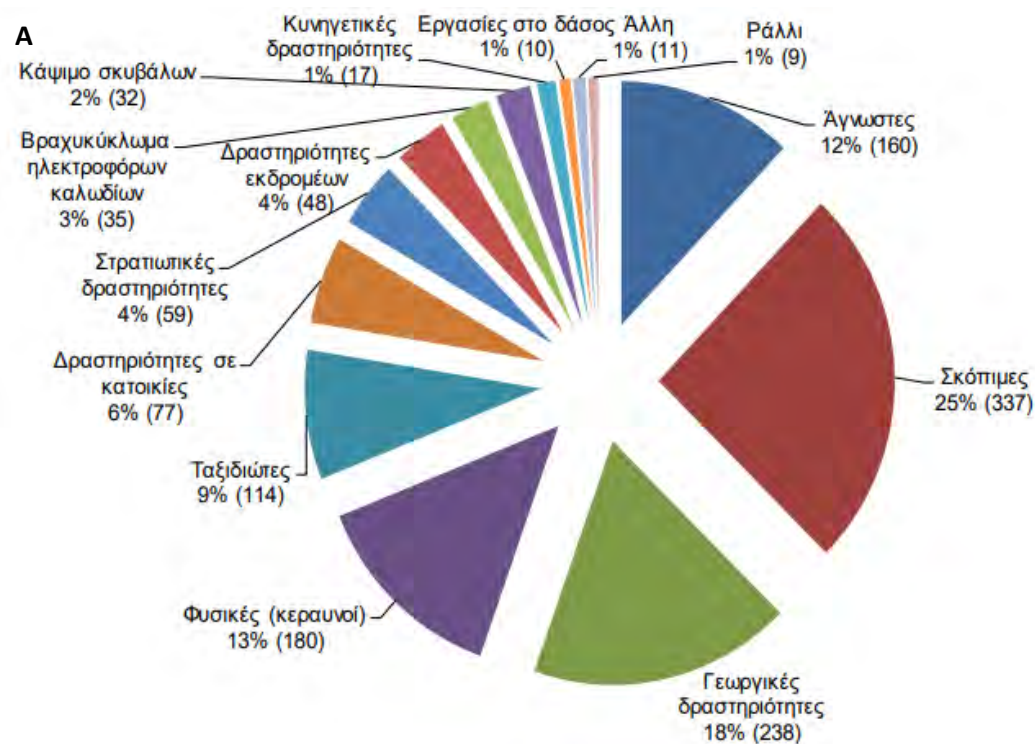
Οι Δασικές πυρκαγιές στην Κύπρο αποτελούν συχνό φαινόμενο το οποίο επιδεινώνεται κατά την διάρκεια των ξηρών και θερμών κλιματικών περιόδων του νησιού. Το αρμόδιο τμήμα διαχείρισης, πρόληψης και κατάσβεσης δασικών πυρκαγιών είναι το τμήμα Δασών του Υπουργείου Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος. Το τμήμα είναι υπεύθυνο, μέσα από το θεσμικό πλαίσιο να ενεργεί καθοριστικά στις διατάξεις του Περί Δασών Νόμου (Ν. 25(I)/2012) και του σχεδίου δράσης για αντιμετώπιση των πυρκαγιών. Βάση της Παρ136(I), Αρ.4325 του 2011 δασική πυρκαγιά σημαίνει: «κάθε πυρκαγιά που εκδηλώνεται ή εξαπλώνεται μέσα σε κρατικό δάσος ή σε απόσταση δύο (2) χιλιομέτρων από την οροθετική γραμμή του κρατικού δάσους ή κάθε άλλη πυρκαγιά που κατά την κρίση του Διευθυντή μπορεί να θέσει σε κίνδυνο οποιοδήποτε κρατικό δάσος».



Εικόνα 1.7: Χάρτης Περιοχής Ευθύνης Τμήματος Δασών για Πυροπροστασία. Σύμφωνα με τον περί Δασών Νόμο (Ν.25(I)/2012) το όριο ευθύνης του Τμήματος Δασών ορίζεται στα 2 km από την κρατική

δασική γη. Για την κατάσβεση της πυρκαγιάς εντός των ορίων αυτών, αρμόδιο είναι το Τμήμα Δασών.
Πηγή: Τμήμα Δασών

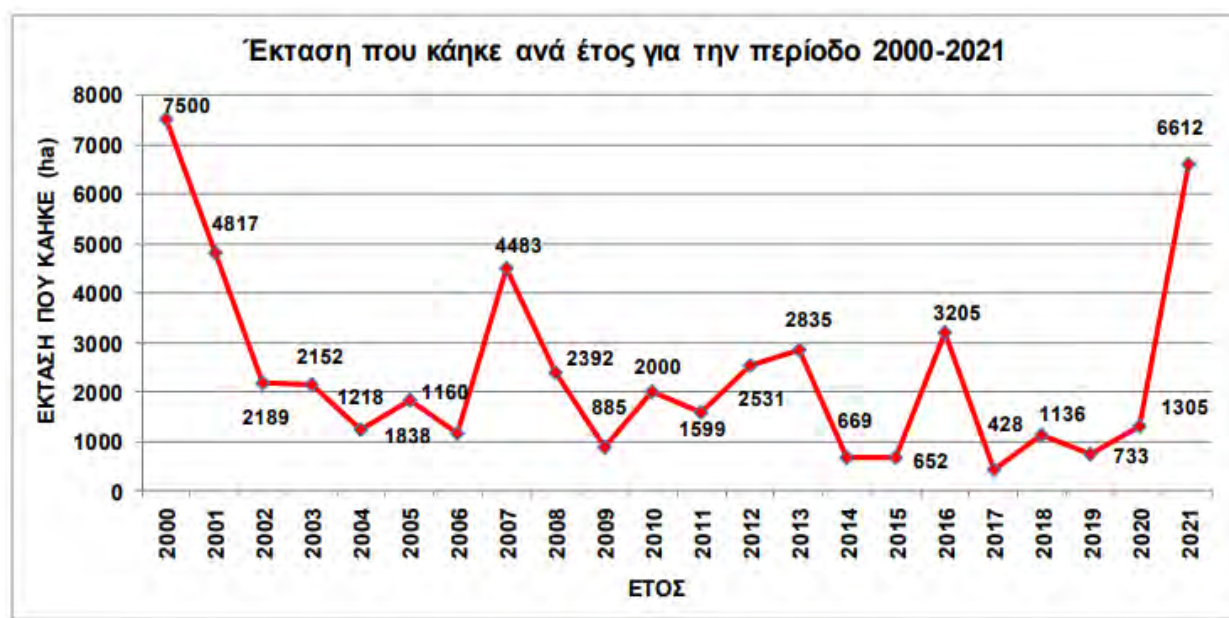
Σύμφωνα με τα στατιστικά δεδομένα του Τμήματος Δασών για τα έτη 2000-2021 (Department of Forest 2021), το 88% των δασικών πυρκαγιών έχει γνωστά αίτια και διακρίνονται σε ανθρωπογενή (85%) και σε φυσικά (15%). Οι κύριες ανθρωπογενείς αιτίες πρόκλησης πυρκαγιάς οφείλονται σε σκόπιμες/κακόβουλες ενέργειες (25%), και ακολουθούν οι πυρκαγιές από γεωργικές δραστηριότητες (18%), από ταξιδιώτες και εκδρομείς (13%), από δραστηριότητες σε κατοικίες (6%), από στρατιωτικές δραστηριότητες (4%) και από βραχυκύκλωμα ηλεκτροφόρων καλωδίων υψηλής τάσης (3%). Στα δύο πιο κάτω γραφήματα παρουσιάζονται όλες οι αιτίες των πυρκαγιών κατά τα πιο πάνω έτη τόσο σε ποσοστό όσο και σε αριθμό.



Εικόνα 1.8: Διάγραμμα αιτιών των δασικών πυρκαγιών κατά τα έτη 2000-2021 (Α). Η κύρια αιτία δασικών πυρκαγιών είναι οι κακόβουλες ενέργειες με ποσοστό 25%. Ακολουθούν οι γεωργικές δραστηριότητες 18%, οι κεραυνοί 13%, οι δραστηριότητες εκδρομικών και ταξιδιωτών 13%, οι στρατιωτικές δραστηριότητες 4%, βραχυκύκλωμα ηλεκτροφόρων καλωδίων 3%, το κάψιμο σκυβάλων 2%, οι κυνηγετικές δραστηριότητες 1%, οι εργασίες σε δάσος 1% και ατυχήματα από ράλλι 1%. Ένα

ποσοστό 12% έχει άγνωστες αιτίες. **Αριθμός δασικών πυρκαγιών ανά έτος (Β).** Το γράφημα παρουσιάζει τον αριθμό των δασικών πυρκαγιών κατά τα έτη 2000-2021. Ενδεικτικά κατά το 2000 οι δασικές πυρκαγιές ανήλθαν στις 271 ενώ το 2021 στις 111 (Department of Forest 2021).

Η προστασία των κυπριακών δασών από τις πυρκαγιές αποτελεί ετήσια πρόκληση του αρμόδιου τμήματος. Οι δασικές εκτάσεις καταλαμβάνουν το 42% της ολικής έκτασης του νησιού, εντείνοντας το ενδιαφέρον τόσο για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος όσο και για την αντιμετώπιση και μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Για το σκοπό αυτό το Τμήμα Δασών καθόρισε ένα δείκτη μέσης ετήσιας καμένης έκτασης ανά δασική πυρκαγιά, τα 5 εκτάρια (αναθεωρημένο το 2021) ως επίτευξη του στόχου του για την προστασία των δασών. Πιο κάτω παρατίθενται στοιχεία για την συνολική έκταση των καμένων εκτάσεων κατά τα έτη 2000-2021.



Εικόνα 1.9: Διάγραμμα καμένων εκτάσεων κατά τα έτη 2000-2021. Παρόλο που οι πυρκαγιές το 2021 ανήλθαν στις 111 σε σύγκριση με 271 το 2000, εντούτοις η έκταση που κατέκαψαν είναι 6612 και 7500 εκτάρια (ha) αντίστοιχα (Department of Forest 2021).

Τύποι Οικοτόπων της Κύπρου

Σύμφωνα με το Παράρτημα Ι της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ, στην Κύπρο έχουν χαρακτηριστεί 48 τύποι οικοτόπων. Οι 42 εξ αυτών είναι χερσαίοι και 13 χαρακτηρίζονται ως οικότοποι προτεραιότητας (*), δηλαδή οικότοποι για τους οποίους πρέπει να ληφθούν μέτρα διατήρησης τους.

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τους τύπους οικοτόπων που έχουν χαρακτηριστεί.

Παράκτιοι και Αλοφυτικοί Οικότοποι	
1110	Αμμοσύρτες που καλύπτονται διαρκώς από θαλάσσιο νερό μικρού βάθους
1120 *	Εκτάσεις θαλάσσιας βλάστησης με <i>Posidonia</i> (<i>Posidonion oceanicae</i>)
1140	Λασπώδεις και αμμώδεις επίπεδες εκτάσεις που αποκαλύπτονται κατά την άμπωτη
1150 *	Παράκτιες λιμνοθάλασσες
1170	Ύφαλοι
1210	Μονοετής βλάστηση μεταξύ των ορίων πλημμυρίδας και άμπωτης
1240	Απόκρημνες βραχώδεις ακτές με βλάστηση στη Μεσόγειο με ενδημικά <i>Limonium</i> spp.
1310	Πρωτογενής βλάστηση με <i>Salicornia</i> και άλλα μονοετήειδη των λασπωδών και αμμοδών ζωνών
1410	Μεσογειακά αλίπεδα (<i>Juncetalia maritimi</i>)
1420	Μεσογειακές και θερμοατλαντικές αλόφιλες λόχμες (<i>Sarcocornetea fruticosi</i>)
1430	Αλο-νιτρόφιλες λόχμες (<i>Pegano-Salsoletea</i>)
1520 *	Γυψούχες ιβηρικές στέπες (<i>Gypsophiletalia</i>)
Παράκτιες και Ενδοχωρικές Θίνες	
2110	Υποτυπώδεις κινούμενες θίνες
2190	Υγρές κοιλότητες μεταξύ των θινών
2220	Θίνες με <i>Euphorbia terracina</i>
2230	Θίνες με λειμώνες με <i>Malcolmietalia</i>
2240	Θίνες με λειμώνες με <i>Brachypodietalia</i> και μονοετή φυτά
2250 *	Θίνες των παραλίων με <i>Juniperus</i> spp.
2260	Θίνες με βλάστηση σκληρόφυλλων θάμνων <i>Cisto-Lavenduletalia</i>
Οικότοποι Γλυκών Υδάτων	

3140	Σκληρά oligo-μεσοτροφικά ύδατα με βενθική βλάστηση χαροειδών σχηματισμών με <i>Chara</i> spp.
3150	Ευτροφικές φυσικές λίμνες με βλάστηση τύπου <i>Magnopotamion</i> ή <i>Hydrocharition</i>
3170 *	Μεσογειακά εποχικά τέλματα
3290	Ποταμοί της Μεσογείου με περιοδική ροή από <i>Paspalo-Agrostidion</i>
Λόχμες με Σκληρόφυλλη Βλάστηση (Matorrals)	
5210	Δενδροειδή matorrals με <i>Juniperus</i> spp.
5220 *	Δενδροειδή matorrals με <i>Zyziphus</i>
5230 *	Δενδροειδή matorrals με <i>Laurus nobilis</i>
5330	Θερμομεσογειακές και προεξημικές λόχμες
5420	Φρύγανα με <i>Sarcopoterium spinosum</i>
Φυσικές και Ημιφυσικές Χλωώδεις Διαπλάσεις	
6220 *	Ψευδοστέπα με αγροστώδη και μονοετή φυτά από <i>Thero-Brachypodietea</i>
62B0 *	Σερπεντινόφιλα λειβάδια της Κύπρου
6420	Υγροί μεσογειακοί λειμώνες με υψηλές πόες από <i>Molinio Holoschoenion</i>
6460	Τυρφώνες του Τροόδους
Βραχώδεις Οικότοποι και Σπήλαια	
8140	Λιθώνες της Ανατολικής Μεσογείου
8210	Ασβεστολιθικά βραχώδη πρανή με χασμοφυτική βλάστηση
8220	Πυριτικά βραχώδη πρανή με χασμοφυτική βλάστηση
8310	Σπήλαια των οποίων δεν γίνεται τουριστική εκμετάλλευση
8330	Θαλάσσια σπήλαια εξ ολοκλήρου ή κατά το ήμισυ κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας
Δάση	
9290	Δάση με <i>Cupressus</i> (<i>Acero-Cupression</i>)
92A0	Δάση-στοές με <i>Salix alba</i> και <i>Populus alba</i>
92C0	Δάση <i>Platanus orientalis</i> και <i>Liquidambar orientalis</i> (<i>Platanion orientalis</i>)
92D0	Νότια παρόχθια δάση-στοές και λόχμες (<i>Nerio-Tamaricetea</i> και <i>Securinegion tinctoriae</i>)
9320	Δάση με <i>Olea</i> και <i>Ceratonia</i>
9390 *	Θαμνώνες και δασικές συστάσεις της <i>Quercus alnifolia</i>
93A0	Δασικές συστάδες της <i>Quercus infectoria</i>
9530 *	(Υπο)μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα
9540	Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά είδη πεύκων της Μεσογείου

9560 * Ενδημικά δάση με *Juniperus* spp.

9590 * Δάση με *Cedrus brevifolia* (*Cedrosetum brevifoliae*)

Οικότοποι ξυλώδους δασικής κάλυψης της Κύπρου

9540 Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά είδη πεύκων της Μεσογείου

Ο οικότοπος 9540 είναι ο πιο εκτεταμένος δασικός οικότοπος της Κύπρου με κυρίαρχο είδος την τραχεία Πεύκη - *Pinus brutia*. Εκτείνεται από τη Θερμο-Μεσογειακή ως τη Μεσο-Μεσογειακή ζώνη σε υψόμετρο 0-1400μ. Η οροσειρά του Τροόδους και του Πενταδακτύλου φιλοξενούν τα μεγαλύτερα και εκτενή πευκοδάση. Στα χαμηλά υψόμετρα ο υπόροφος της δασικής κάλυψης αποτελείται κυρίως από θάμνους της Θερμο-Μεσογειακής ζώνης (*Juniperus phoenicea*, *Pistacia lentiscus*, *Ceratonia siliqua*, *Olea europaea*, *Pistacia terebinthus*, *Rhamnus oleoides* subsp. *graecus*, *Genista fasselata* subsp. *fasselata*, *Calicotome villosa*, *Quercus coccifera*) καθώς και από φρύγανα με κυρίαρχα είδη του γένους *Cistus* spp. Σε μεγαλύτερα υψόμετρα ο υπόροφος αποτελείται από θάμνους της Μεσο-Μεσογειακής ζώνης (*Quercus alnifolia*, *Arbutus andrachne*, *Pistacia terebinthus*, *Styrax officinalis*, *Quercus coccifera*).

9560* Ενδημικά δάση με *Juniperus* spp.

Ο οικότοπος 9560* περιλαμβάνεται στο παράρτημα I της Ευρωπαϊκής οδηγίας των Οικοτόπων (92/43/ΕΟΚ), και χαρακτηρίζεται ως οικότοπος προτεραιότητας. Στην Κύπρο, ο οικότοπος 9560* συναντάται στο εθνικό δασικό πάρκο Τροόδους, στη Χερσόνησο του Ακάμα, στη Βορεία ακτογραμμή της Καρπασίας και στη Μαδαρή/Παπούτσα. Τον οικότοπο συνθέτουν 4 είδη Αρκεύθου (*Juniperus*): *J. oxycedrus*, *J. phoenicea*, *J. foetidissima* και *J. excelsa*.

Το είδος *Juniperus phoenicea* σχηματίζει πυκνές συστάδες στο βόρειο τμήμα της κατεχόμενης Κύπρου, σε υψόμετρο 0–300μ. Οι πιο εκτενείς σχηματισμοί βρίσκονται στη Καρπασία μέχρι την περιοχή του Αποστόλου Ανδρέα. Στο νότιο τμήμα υπάρχουν κατατμηματισμένες συστάδες στην

περιοχή του Ακάμα. Ο υπόροφος χαρακτηρίζεται από θάμνους της Θερμο-Μεσογειακής ζώνης (*Pistacia lentiscus*, *Ceratonia siliqua*, *Olea europaea*, *Rhamnus oleoides* subsp. *graecus*).

Στο εθνικό δασικό πάρκο Τροόδους, απαντούν τα είδη *J. oxycedrus*, και *J. foetidissima* σε υψόμετρο 1400-1950μ ενώ στη Μαδαρή/Παπούτσα το είδος *J. excelsa*.

9530* Δάση μαύρης πεύκης (*Pinus nigra* subsp. *palassiana*)

Ο οικότοπος 9530* Δάση μαύρης πεύκης περιλαμβάνεται στο παράρτημα I της Ευρωπαϊκής οδηγίας των Οικοτόπων (92/43/ΕΟΚ), και χαρακτηρίζεται ως οικότοπος προτεραιότητας. Στην Κύπρο, ο οικότοπος αυτός περιορίζεται στην Υπερ-Μεσογειακή ζώνη σε υψόμετρο 1200-1950μ. Το 99,8% των δασικών συστάδων του είδους *Pinus nigra* subsp. *palassiana*, βρίσκονται εντός του Εθνικού Δασικού Πάρκου Τροόδους. Σε υψόμετρο 1200-1400μ το είδος *P. nigra* δέχεται ανταγωνιστικές πιέσεις από την τραχεία πεύκη *P. brutia*. Η συνεχόμενη αλλαγή των κλιματικών συνθηκών ενδέχεται να εντείνουν το φαινόμενο αυτό με την σταδιακή αύξηση του δασοορίου εξάπλωσης του είδους *P. brutia*.

9590* Δάση με *Cedrus brevifolia* (*Cedrosetum brevifoliae*)

Ο οικότοπος 9590* Δάση με *Cedrus brevifolia* είναι ενδημικός τύπος οικοτόπου που απαντά μόνο στην Κύπρο σε υψόμετρο 900-1362μ. Περιλαμβάνεται στο παράρτημα I της Ευρωπαϊκής οδηγίας των Οικοτόπων (92/43/ΕΟΚ), και χαρακτηρίζεται ως οικότοπος προτεραιότητας. Το είδος χαρακτηρισμού του, ο Κυπριακός κέδρος – *C. brevifolia* εξαπλώνεται αποκλειστικά εντός της περιοχής "Κοιλάδα Κέδρων-Κάμπος" η οποία συμπεριλαμβάνεται στις περιοχές του Δικτύου Natura 2000 με κωδικό (CY2000008). Το είδος αποτελεί ένα από τα τέσσερα είδη κέδρου που υπάρχουν σήμερα σε ολόκληρο το κόσμο. Βάσει των κριτηρίων της Διεθνής Ένωσης Προστασίας της Φύσης (IUCN) έχει χαρακτηριστεί ως "Εύτρωτο" είδος και συμπεριλαμβάνεται στο Κόκκινο Βιβλίο της Χλωρίδας της Κύπρου. Ο οικότοπος 9590* έχει ασυνεχή κατανομή στο Δάσος Πάφου και καταλαμβάνει συνολικά 290 ha, αποτελώντας το 0.2% της υψηλής δασικής βλάστησης του νησιού. Έχουν χαρτογραφηθεί περιοχές με μικτές συστάδες του είδους *C. brevifolia* με *P. brutia*

και άλλοτε με την ενδημική δρυ *Q. alnifolia*. Στις περιπτώσεις αυτές ο οικότοπος ονομάζεται (9590* + 9540) και (9590* + 9390*) αντίστοιχα.

9390* Θαμνώνες και δασικές συστάδες της *Quercus alnifolia*

Ο οικότοπος 9390* Θαμνώνες και δασικές συστάδες της *Q. alnifolia* είναι ενδημικός τύπος οικοτόπου που απαντά μόνο στην Κύπρο. Περιλαμβάνεται στο παράρτημα I της Ευρωπαϊκής οδηγίας των Οικοτόπων (92/43/ΕΟΚ), και χαρακτηρίζεται ως οικότοπος προτεραιότητας. Το είδος χαρακτηρισμού του, η Λατζία είναι αειθαλής θάμνος που μπορεί να φτάσει τα 10μ ύψος. Έχει εύρος εξάπλωσης τα 400-1700μ και περιορίζεται στην οροσειρά του Τροόδους. Οι αμιγής συστάδες του είδους απαντούν πολλές φορές σε βραχώδεις και απόκρημνες περιοχές περιορίζοντας τη περεταίρω διάβρωση του εδάφους. Σχηματίζει μικτά δάση με *P. brutia*, *C. brevifolia*, και *P. nigra* subsp. *palassiana*,

9290 Δάση με *Cupressus* (*Acero-Cupression*)

Οι δασικές συστάδες του Κυπαρισσιού *Cupressus sempervirens* απαντούν κυρίως σε ασβεστολιθικά πετρώματα σχηματίζοντας τον οικότοπο 9290. Ως εκ τούτου, τα πιο εκτεταμένα δάση του είδους βρίσκονται στην οροσειρά του Πενταδακτύλου. Το είδος έχει ευρεία εξάπλωση στο Νησί, άλλοτε από αναδασώσεις και δασώσεις γης, παρόλα αυτά οι δασικές συστάδες περιορίζονται σε λίγες περιοχές. Εκτός από τα εκτενή δάση στο Βόρειο τμήμα του νησιού, συστάδες βρέθηκαν επίσης στον Ακάμα, στο δάσος Λεμεσού, στην περιοχή Σαράντι και Αγίου Νεοφύτου. Η κύρια απειλή του οικοτόπου είναι η πυρκαγιά, αφού οι θέσεις εξάπλωσής του είναι σε απόκρημνες και μη-προσβάσιμες περιοχές. Σχηματίζει μικτά δάση με *P. brutia* (9290 + 9540).

9320 Δάση με *Olea* και *Ceratonia*

Ο οικότοπος 9320 εκτείνεται κυρίως σε άγονα ασβεστολιθικά εδάφη της Θερμο-Μεσογειακής ζώνης και χαρακτηρίζεται ως η κλιμάκωση της μακκίας βλάστησης. Αποτελείται από θαμνώδη

βλάστηση με κάλυψη πέραν του 75%. Τα χαρακτηριστικά είδη είναι η ελιά - *Olea europea*, η χαρουπιά - *Ceratonia siliqua* και ο σχοίνος - *Pistacia terebinthus*. Τα είδη αυτά απαντούν συνήθως και στον υπόροφο των οικοτόπων 9540 και 9290 μέχρι τα 800μ όμως δεν συνθέτουν τον αντιπροσωπευτικό σχηματισμό του οικοτόπου 9320.

Οι αναπτυγμένοι σχηματισμοί του οικοτόπου 9320 απαντούν σε όλη την Κύπρο από 0-800μ με εξαίρεση την περιοχή της κεντρικής Μεσαορίας. Πολλές φορές, λόγω εγγύτητας των κοινοτήτων, παρουσιάζεται ως τύπος οικοτόπου με συνανθρωπική βλάστηση (9320+synanthropic).

92C0 Δάση *Platanus orientalis* και *Liquidambar orientalis* (*Platanion orientalis*)

Ο οικοτόπος 92C0 αποτελεί τον συχνότερο παρόχθιο δάσος υψηλής βλάστησης με ευρεία εξάπλωση στην οροσειρά του Τροόδους, κατά μήκος των μεγάλων ποταμίων του νησιού και σε φαράγγια. Απαιτεί την παρουσία νερού, γι' αυτό απαντά σε περιοχές που κατακλύζονται τον χειμώνα και διατηρούν υγρασία μέχρι το καλοκαίρι. Κυρίαρχο είδος είναι ο Πλάτανος - *Platanus orientalis*, με χαρακτηριστική παρουσία των ειδών *Alnus orientalis*, *Salix alba* και *Ulmus canescens*. Τα αντιπροσωπευτικά δάση του οικοτόπου 92C0 βρίσκονται στο Δάσος Πάφου και χαρακτηρίζονται από υψηλή δασοκάλυψη, μεγαλύτερη από 50%, με το ύψος των δέντρων να ξεπερνούν τα 20μ.

92D0 Νότια παρόχθια δάση-στοές και λόχμες (*Nerio-Tamaricetea* και *Securinegion tinctoriae*)

Ο οικοτόπος 92D0 εξαπλώνεται κατά μήκος των ποταμών με περιστασιακή ροή νερού, σε όχθες ταμιευτήρων, σε παράκτιους υγρότοπους και όχθες καναλιών. Αποτελεί το πιο συχνό τύπο οικοτόπου παρόχθιας θαμνώδους βλάστησης και απαντά σε όλο το νησί. Τα είδη χαρακτηρισμού του είναι η πικροδάφνη - *Nerium oleander*, η αγνιά - *Vitex castus* και είδη του γένους *Tamarix*. Συχνά, η κάλυψη των θάμνων ξεπερνά το 80% της επιφάνειας. Οι πιο χαρακτηριστικοί σχηματισμοί βρίσκονται στους υγροτόπους του Ακρωτηρίου σε υφάλμυρα και αλμυρά νερά. Στην

περιοχή του Ακάμα, εντοπίζεται κυρίως σε άγονες περιοχές, αλλά και σε σημεία με συνανθρωπική βλάστηση.

Η Κυπριακή χλωρίδα

Η Κύπρος είναι το τρίτο μεγαλύτερο νησί της Μεσογείου και βρίσκεται στην ανατολική Μεσόγειο, στο σταυροδρόμι της Μέσης Ανατολής, της Βόρειας Αφρικής και της Ευρώπης. Η μοναδική γεωγραφία, οι κλιματολογικές συνθήκες και ο νησιωτικός χαρακτήρας σε συνδυασμό με τις οροσειρές, τις παράκτιες περιοχές και τις εύφορες κοιλάδες, συνέβαλε στην ανάπτυξη μιας ποικιλόμορφης χλωρίδας. Μέχρι σήμερα έχουν καταγραφεί 1649 ιθαγενή είδη και υποείδη φυτών (Hand et al. 2011). Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει με λεπτομέρεια τους συνολικούς αριθμούς των φυτών που υπάρχουν στο νησί, συμπεριλαμβανομένου του αριθμού των ξενικών ειδών και των υβριδίων.

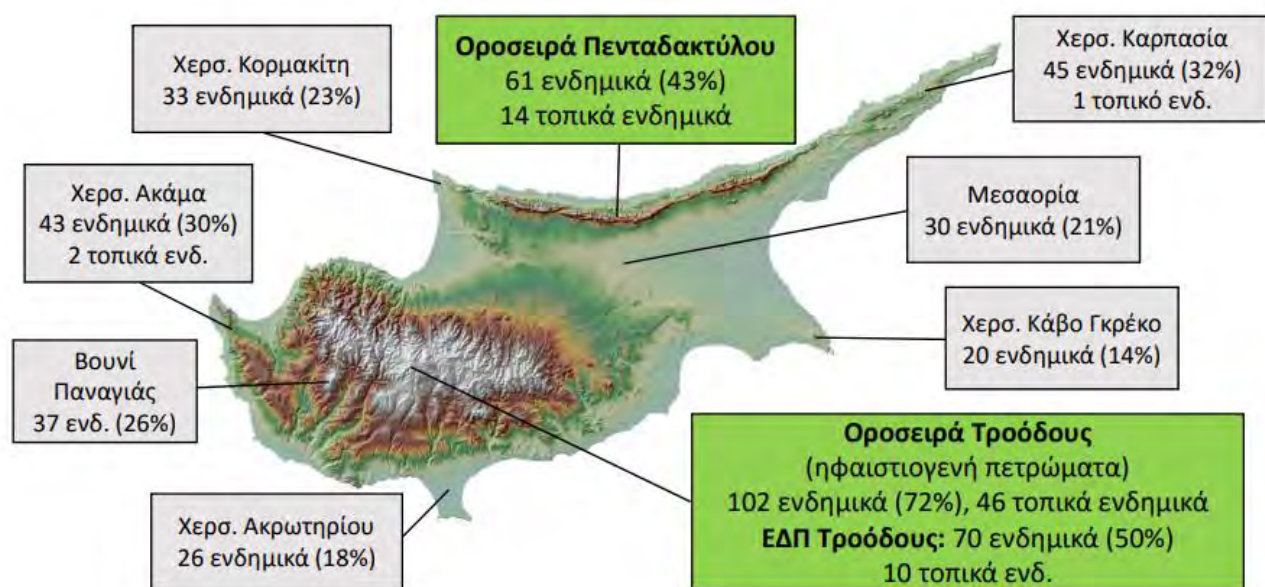
Σύμφωνα με τα τελευταία δεδομένα του Φεβρουαρίου 2023, στην Κύπρο υπάρχουν 146 είδη και υποείδη φυτών τα οποία είναι ενδημικά, δηλαδή περιορίζονται αποκλειστικά στο νησί. Το ποσοστό ενδημισμού ανέρχεται στο 8.85% με το 7.40% να αναφέρεται στο επίπεδο είδους (Hand et al. 2011).

Κατηγορία	Αριθμός	% της χλωρίδας
Ιθαγενή είδη και υποείδη	1649	83.66%
Εγκλιματισμένα ξενικά	276	14%
Υβρίδια	46	2.33%
Σύνολο	1971	100%

Πίνακας 1.1: Συνολικό αριθμός φυτών στην Κύπρο (Φεβ. 2023). Με βάση την τελευταία ανανέωση της χλωριδικής βάσης δεδομένων της Κύπρου, ο συνολικός αριθμός φυτών ανέρχεται στα 1971. Τα 1649 αποτελούν ιθαγενή είδη και υποείδη, 276 εγκλιματισμένα ξενικά και 46 Υβρίδια (Hand et al. 2011).

Στην πιο κάτω εικόνα παρουσιάζονται οι σημαντικότερες περιοχές εξάπλωσης των ενδημικών φυτών. Ως θερμά σημεία (hot-spot) ενδημισμού αποτελούν οι δύο οροσειρές που απαντούν στο

νησί, Τροόδους και Πενταδακτύλου. Συγκεκριμένα στην οροσειρά του Τροόδους, απαντούν 102 ενδημικά είδη και υποείδη της χλωρίδας με τα 42 να είναι τοπικά ενδημικά, δηλαδή φύονται μόνο σε αυτή την περιοχή.

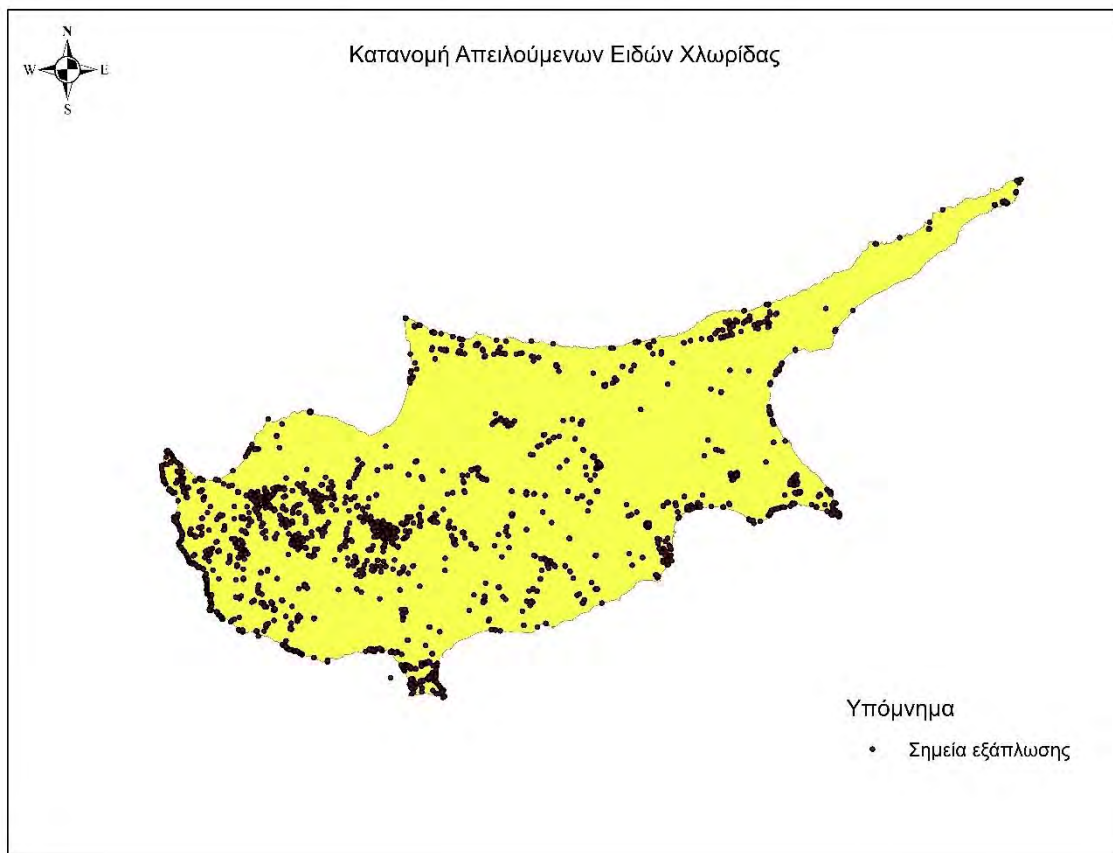


Εικόνα 1.10: Χάρτης σημαντικότερων περιοχών ενδημισμού. Τα ενδημικά είδη βρίσκονται διάσπαρτα στο νησί. Εντούτοις κάποια χαρακτηρίζονται ως τοπικά ενδημικά, δηλαδή φύονται σε μικρό εύρος εξάπλωσης. Οι δύο οροσειρές της Κύπρου αποτελούν θερμά σημεία ενδημισμού. Στον Πενταδάκτυλο φύονται 61 ενδημικά ενώ στο Τροόδους 102, ποσοστό 43% και 72% των ενδημικών αντίστοιχα (Department of Forest, 2021).

Το Εθνικό Δασικό Πάρκο Τροόδους, μια περιοχή με έκταση 93km² συγκαταλέγεται στις 13 περιοχές με μεγάλο ποσοστό βιοποικιλότητας στη Μεσόγειο (hot-spot), φιλοξενώντας 740 ιθαγενή είδη και υποείδη δηλαδή σχεδόν το 45% της ιθαγενούς χλωρίδας του νησιού. Επιπλέον, στην περιοχή απαντούν 70 ενδημικά φυτά, 10 εκ των οποίων χαρακτηρίζονται ως τοπικά ενδημικά.

Απειλούμενα είδη χλωρίδας

Σύμφωνα με το Κόκκινο Βιβλίο της Χλωρίδας της Κύπρου καθώς και με νέα δεδομένα, 256 είδη έχουν χαρακτηριστεί ως απειλούμενα (Tsintides et al. 2007). Ο πίνακας και ο χάρτης που ακολουθούν παρουσιάζουν την κατάσταση διατήρησης των απειλούμενων ειδών σύμφωνα με τα κριτήρια της Διεθνούς Ένωσης για τη Διατήρηση της Φύσης (IUCN) και την κατανομή τους. Επιπλέον, στο Παράρτημα Ι υπάρχει αναλυτικός πίνακας των απειλούμενων ειδών χλωρίδας κατά αλφαβητική σειρά και κατηγοριοποιημένα στην κατάσταση διατήρησης τους σύμφωνα με την IUCN.



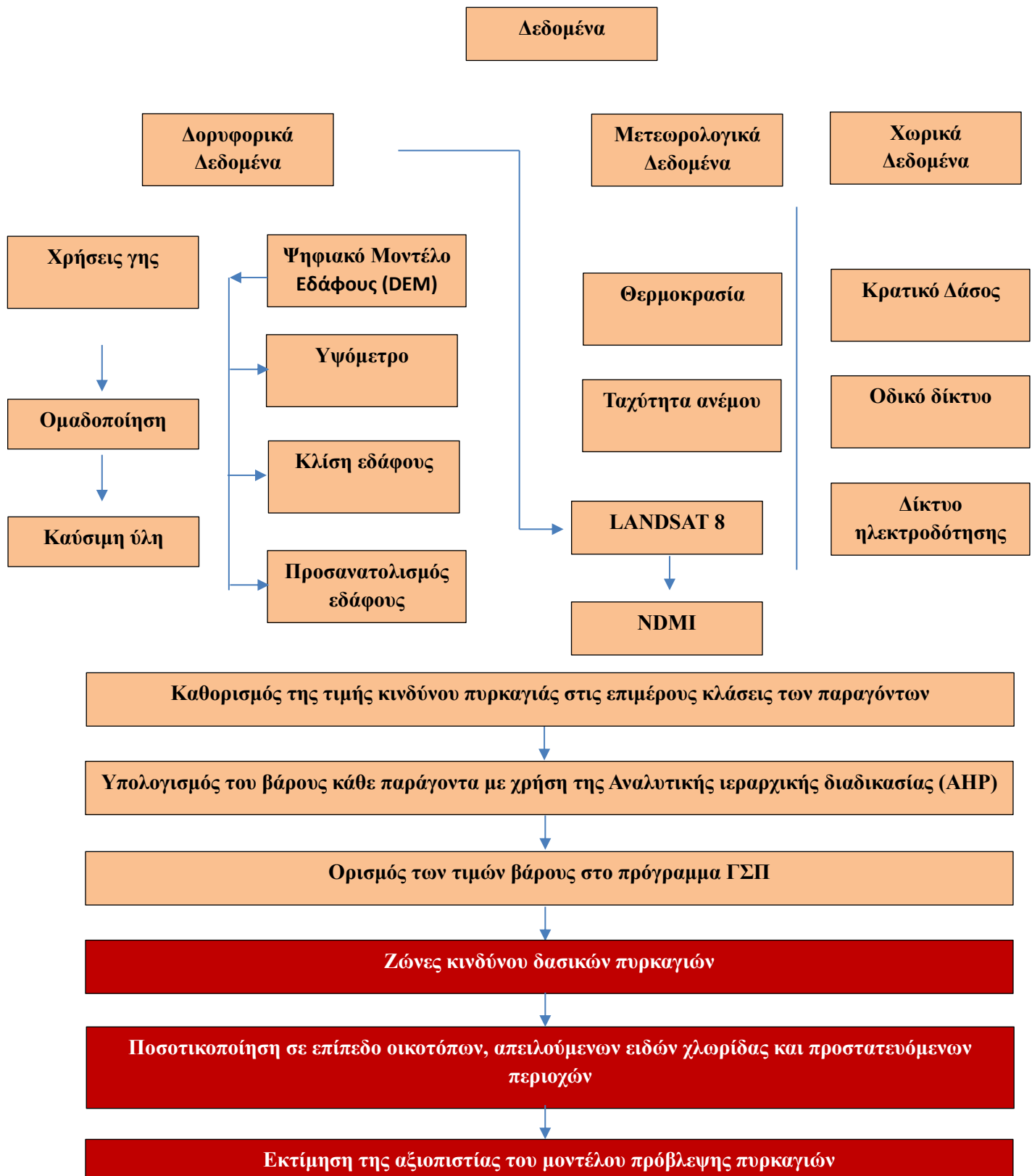
Εικόνα 1.11: Χάρτης κατανομής των απειλούμενων ειδών χλωρίδας της Κύπρου. (Τμήμα Περιβάλλοντος 2022)

Κατηγορία Κινδύνου IUCN	Αριθμός Φυτών
Κρισίμως Κινδυνεύοντα (CR)	45
Εγγύς Απειλούμενα (NT)	12
LC	6
DD	3
Κινδυνεύοντα (EN)	62
Εύτρωτα (VU)	128
Σύνολο	256

Πίνακας 1.2: Κατάσταση διατήρησης των απειλούμενων ειδών σύμφωνα με τα κριτήρια της Διεθνούς Ένωσης για τη Διατήρηση της Φύσης (IUCN) (Tsintides, et al. 2007).

Μεθοδολογία

Διάγραμμα μεθοδολογίας



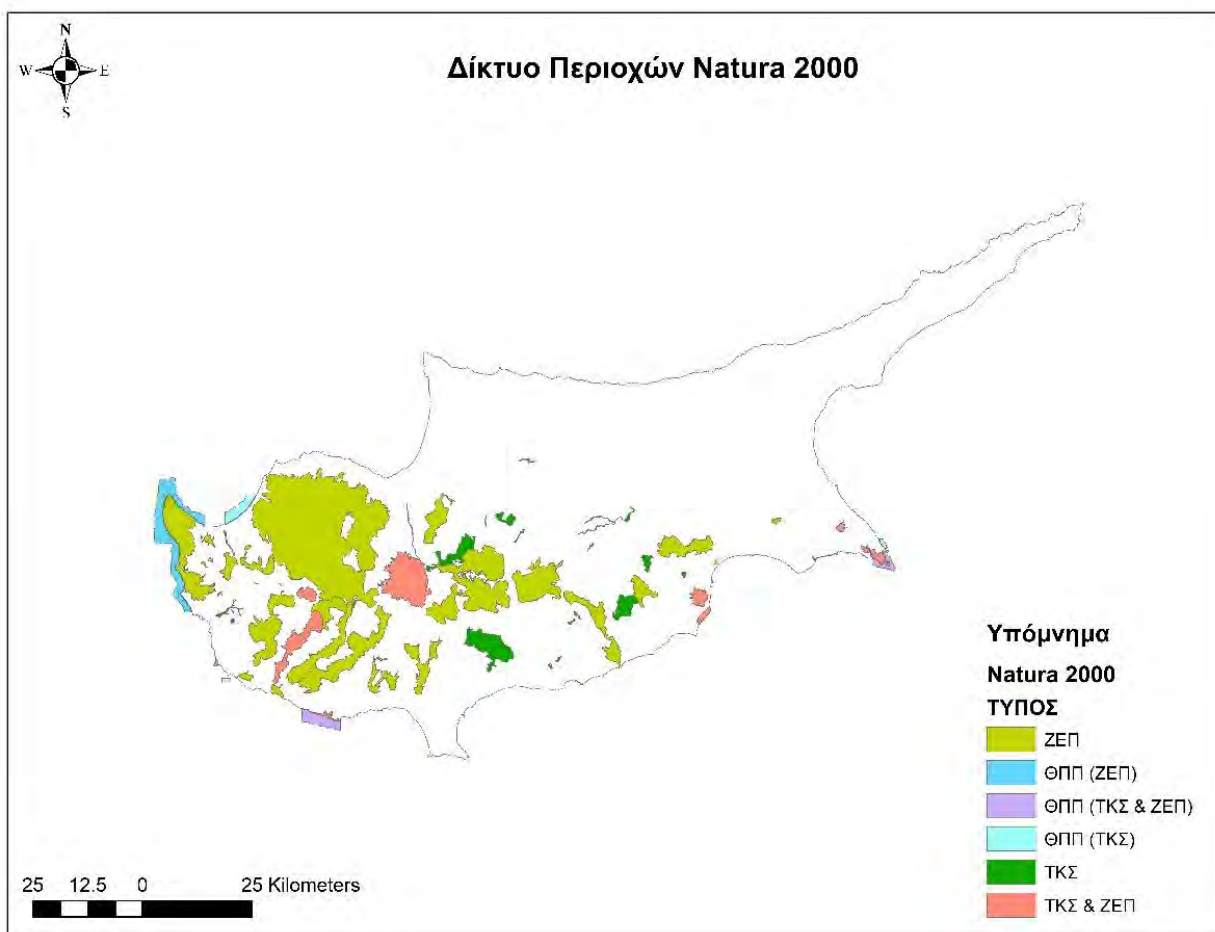
Περιοχή Μελέτης

Ως περιοχή μελέτης της παρούσας έρευνας επιλέχθηκε η Κύπρος, νησί στην ανατολική Μεσόγειο - θάλασσα της Λεβαντίνης. Το νησί έχει έκταση 9251 km^2 και με βάση την τελευταία απογραφή του πληθυσμού (2021) οι κάτοικοι του ανέρχονται στους 918.100 (Ministry 2022).

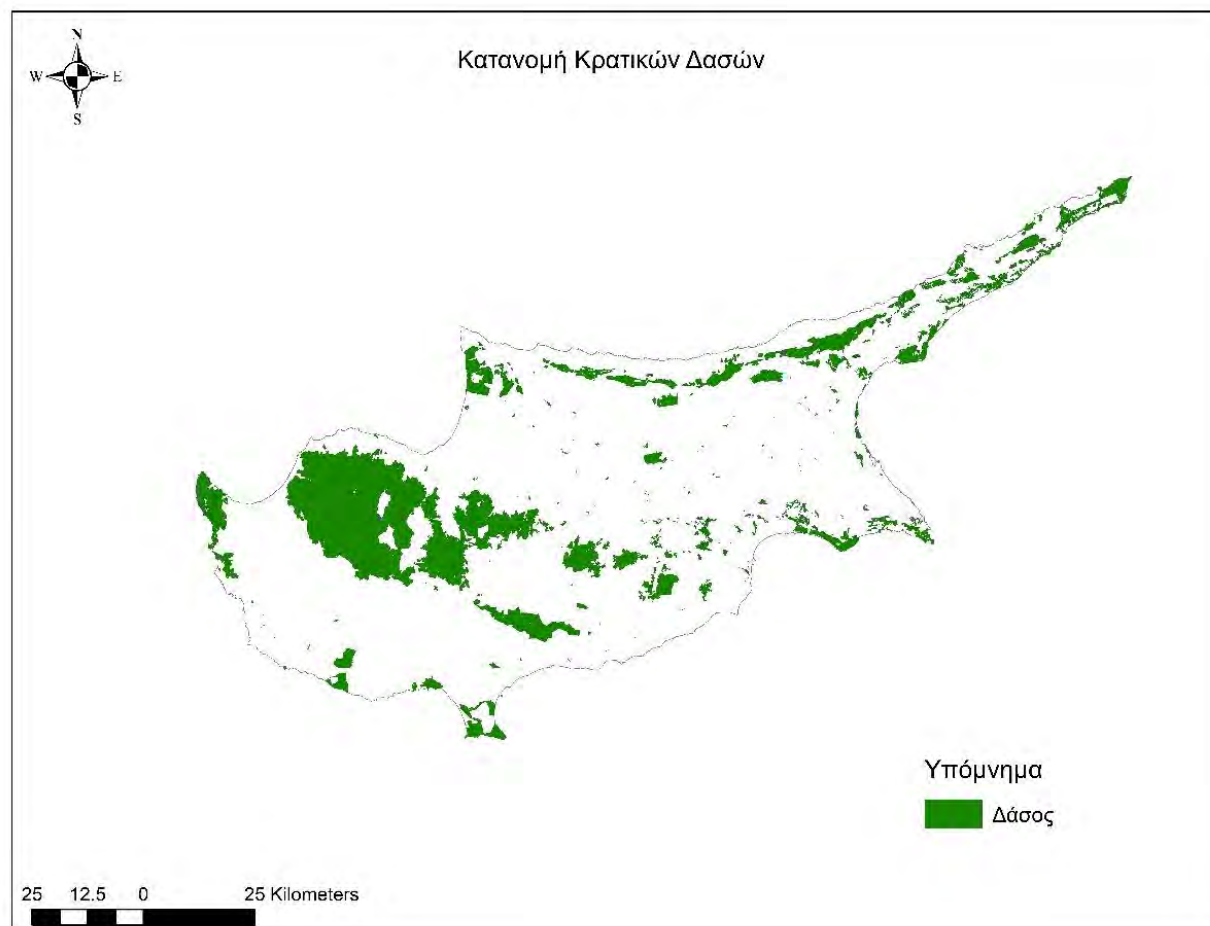
Το νησί εντάχθηκε στην Ευρωπαϊκή ένωση το 2004 και ως εκ τούτου εφαρμόζει την Πανευρωπαϊκή πολιτική της προστασίας του περιβάλλοντος, μέσω του καθορισμού περιοχών στο Δίκτυο Natura 2000. Το δίκτυο αυτό μέσω των οδηγιών για τους οικοτόπους (92/43/ΕΟΚ) και τα Πουλιά (2009/147/ΕΕ), έχει στόχο την διατήρηση, προστασία και βελτίωση των οικοτόπων και των ενδιαιτημάτων για την διατήρηση της Βιοποικιλότητας. Σύμφωνα με τις πιο πάνω οδηγίες, το δίκτυο Natura 2000 στην Κύπρο απαριθμεί 40 περιοχές για είδη και οικοτόπους και 30 περιοχές για τα πουλιά. Στο δίκτυο έχουν ενταχθεί τόσο χερσαίες περιοχές όσο και θαλάσσιες. Η μεγαλύτερη όμως έκταση των περιοχών αυτών βρίσκεται εντός των ορίων του κρατικού δάσους.

Στο χάρτη της εικόνας 2.1, απεικονίζονται οι περιοχές του δικτύου Natura 2000. Τα δεδομένα λήφθηκαν από την Εθνική Διαδικτυακή Πύλη Ανοικτών Δεδομένων (2014), του Υπουργείου Γεωργίας Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος της Κύπρου. Εφαρμόστηκε χρωματική διαβάθμιση ώστε να ομαδοποιηθούν τα διανυσματικά πολυγωνικά δεδομένα σε 6 κατηγορίες ως εξής: Τόπος Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ), Ζώνη Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ), Τόπος Κοινοτικής Σημασίας & Ζώνη Ειδικής Προστασίας (ΤΚΣ & ΖΕΠ), και Θαλάσσιες Προστατευόμενες Περιοχές (ΘΠΠ ΖΕΠ, ΤΚΣ, ΤΚΣ & ΖΕΠ). Με την ίδια μεθοδολογία και πηγή, δημιουργήθηκε και ο χάρτης των κρατικών δασών (Εικόνα 2.2)

Επιπλέον υπολογίστηκε η έκταση των πιο πάνω κατηγοριών, και δημιουργήθηκε ο πίνακας 2.1.



Εικόνα 2.1: Χάρτης Δικτύου Περιοχών Natura 2000. Οι προστατευόμενες περιοχές του δικτύου Natura 2000 βρίσκονται στις περιοχές ευθύνης της Κυπριακής Δημοκρατίας στο νότιο τμήμα του νησιού. Χωρίζονται σε χερσαίες και θαλάσσιες περιοχές. Κάποιες χαρακτηρίζονται ως Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) σύμφωνα με την ευρωπαϊκή οδηγία για τα πουλιά (2009/147/ΕΕ), άλλες ως Τόποι Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ) σύμφωνα με την οδηγία των οικοτόπων (92/43/ΕΟΚ) και κάποιες άλλες ως ΖΕΠ και ΤΚΣ ταυτόχρονα.



Εικόνα 2.2: Χάρτης Κρατικού Δάσους. Τα κρατικά δάση του νησιού καλύπτουν 163447.5 ha της χερσαίας επιφάνειας.

Δίκτυο Natura 2000		
Είδος	Κατηγορία	Εκτάρια (ha)
Χερσαία	ZEP	135,996.57
Χερσαία	TKΣ	57,946.05
Χερσαία	TKΣ & ZEP	17,283.40
Θαλάσσια	ZEP	7,900.68
Θαλάσσια	TKΣ	3,068.09
Θαλάσσια	TKΣ & ZEP	15.43

Πίνακας 2.1: Έκταση περιοχών Δικτύου Natura 2000 στην Κύπρο.

Παράγοντες κινδύνου πυρκαγιάς

Χάρτης απεικόνισης της καύσιμης ύλης μέσω του χάρτη χρήσεων γης Corine (Corine Land Use Land Cover)

Η χρήση γης αποτυπώνει την ύλη που καλύπτει το έδαφος. Στη συγκεκριμένη μελέτη ο χάρτης χρήσεων γης Corine, χρησιμοποιήθηκε ώστε να βρεθούν οι περιοχές με παρουσία βλάστησης και να ομαδοποιηθούν ανάλογα με την καύσιμη ύλη τους. Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, ο τύπος, η δομή και η σύσταση της βλάστησης είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τόσο την ανάφλεξη όσο και την συμπεριφορά μιας πυρκαγιάς.

Στο πιο κάτω πίνακα (Πίνακας 2.2) αναγράφονται λεπτομερώς όλες οι χρήσεις γης της Κύπρου για το έτος 2018, και η έκταση που καταλαμβάνουν σε εκτάρια (ha).

Οι χρήσεις ομαδοποιήθηκαν σύμφωνα με την βιβλιογραφία ώστε να αποδοθεί ο κίνδυνος της καύσιμης ύλης (Parente et al 2016). Ο Πίνακας 2.3 παρουσιάζει τις κλάσεις στις οποίες ομαδοποιήθηκαν οι πιο κάτω χρήσεις γης.

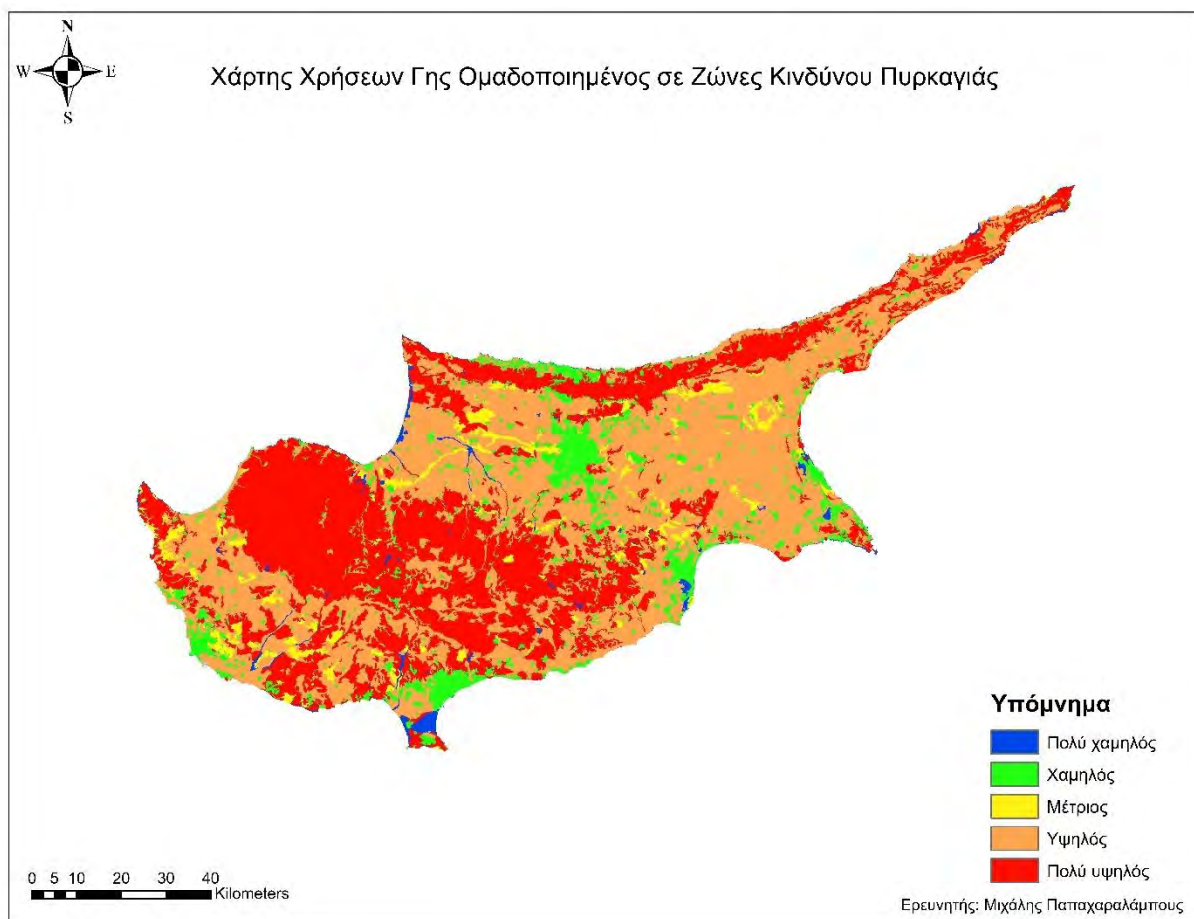
Δημιουργήθηκε ο χάρτης της Εικόνας 2.3, που αντιπροσωπεύει τις ομαδοποιημένες χρήσεις γης, στο πρόγραμμα *ArcMap 10.6*. Μετέπειτα μετατράπηκε σε αρχείο raster με το εργαλείο *polygon to raster* ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο εργαλείο *Weighted Overlay* για το τελικό αποτέλεσμα.

Ομάδα	Κωδικός	Περιγραφή	Έκταση
Τεχνητές επιφάνειες	111	Συνεχής αστική οικοδόμηση	568.85
	112	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	53081.63
	121	Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες	15594.64
	122	Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα και γειτνιάζουσα γη	775.46
	123	Ζώνες λιμένων	408.50
	124	Αεροδρόμια	2644.87
	131	Χώροι εξόρυξης ορυκτών	3490.42
	132	Χώροι απόρριψης απορριμμάτων	223.58
	133	Χώροι οικοδόμησης	1445.09
	141	Περιοχές αστικού πρασίνου	647.10
	142	Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής	6720.46
	Σύνολο		85600.59
Γεωργικές περιοχές	211	Μη αρδεύσιμη-αρόσιμη γη	227406.58
	212	Μόνιμα αρδεύσιμη γη	30004.58
	221	Αμπελώνες	14143.35
	222	Οπωροφόρα δέντρα και φυτείες μεσαρκώδεις καρπούς	19207.90
	223	Ελαιώνες	6738.33
	231	Λιβάδια	1106.06
	241	Ετήσιες καλλιέργειες που συνδέονται με μόνιμες καλλιέργειες	32856.28
	242	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	66352.38
	243	Γη που καλύπτεται κυρίως από γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	43628.50
	244	Γεωργο-δασικές περιοχές	162.87
	Σύνολο		441606.82
Δάση και ημιφυσικές περιοχές	311	Δάσος πλατύφυλλον	623.55
	312	Δάσος κωνοφόρων	145747.52
	313	Μικτό δάσος	562.77
	321	Φυσικοί βοσκότοποι	25391.73
	322	Θάμνοι και χερσότοποι	1057.61
	323	Σκληροφυλλική βλάστηση	157143.28
	324	Μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις	42296.90
	331	Παραλίες, αμμόλοφοι, αμμουδιές	4801.02
	332	Απογυμνωμένοι βράχοι	459.93
	333	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	12858.56
	334	Αποτεφρωμένες εκτάσεις	1982.07
	Σύνολο		392924.94
Υγρές Ζώνες	411	Βάλτοι στην ενδοχώρα	493.39
	421	Παραθαλάσσιοι βάλτοι	1966.14
	Σύνολο		615983.84
Υδάτινες επιφάνειες	511	Ροές υδάτων	30.26
	512	Συλλογές υδάτων	2252.93
	523	Θάλασσα και ωκεανός	1721759.05
	Σύνολο		2750251.17
Συνολική έκταση (ha)			2646634.12

Πίνακας 2.2: Χρήσεις γης με βάση το CLC 2018. Ο πίνακας παρουσιάζει αναλυτικά τις χρήσεις γης της Κύπρου σύμφωνα με το πρόγραμμα γεωλογικής παρατήρησης Copernicus το 2018. Συγκεκριμένα, το νησί αποτελείται από τεχνητές επιφάνειες με έκταση 85600.59 ha, Γεωργικές περιοχές (441606.82 ha), Δάση και ημιφυσικές περιοχές (392924.94 ha), Υγρές ζώνες (615983.84 ha) και Υδάτινες επιφάνειες συμπεριλαμβανομένου των χωρικών υδάτων (2750251.17 ha).

Παράγοντας	Μονάδα μέτρησης	Κλάσεις	Κωδικοί CLC	Επίπεδο Κινδύνου
Χρήσεις γης	Επίπεδο	Δάσος	311, 312, 313, 322, 323, 324	Πολύ Υψηλό
		Γεωργικές εκτάσεις	211, 212, 221, 222, 223, 231, 241, 242, 243, 244	Υψηλό
		Ανοικτές εκτάσεις	321, 333, 334	Μέτριο
		Τεχνητές επιφάνειες	111, 112, 121, 122, 123, 124, 131, 132, 133, 141, 142	Χαμηλό
		Υδάτινες και απογυμνωμένες επιφάνειες	331, 332, 411, 421, 511, 512, 523	Πολύ Χαμηλό

Πίνακας 2.3: Ομαδοποίηση χρήσεων γης ανάλογα με την καύσιμη ύλη.



Εικόνα 2.3: Χάρτης Χρήσεων Γης Κύπρου 2018 Ομαδοποιημένος σε Ζώνες Κινδύνου Πυρκαγιάς.

Απεικόνιση της υγρασίας που περιέχεται στην καύσιμη ύλη

Δείκτης υγρασίας NDMI

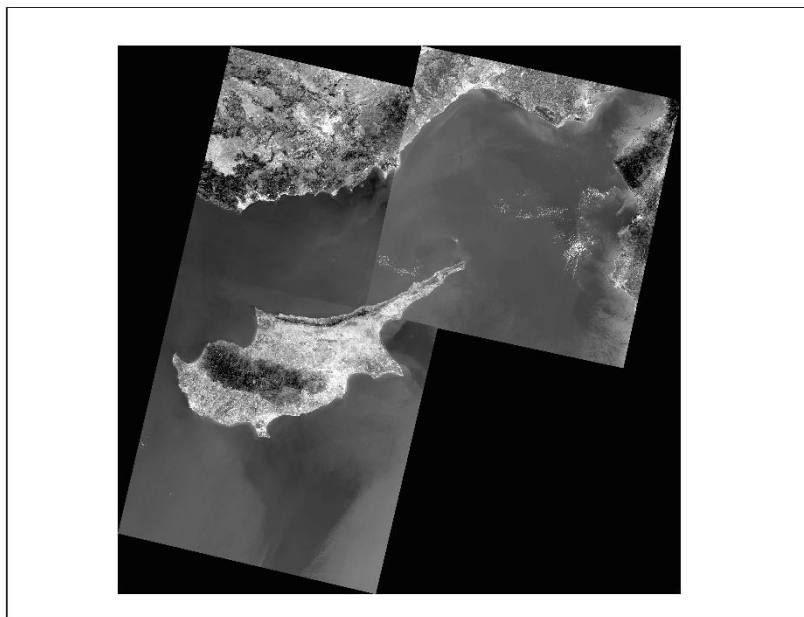
Ο δείκτης **Normalized Difference Moisture Index (NDMI)** βοηθά στην εκτίμηση της περιεκτικότητας της υγρασίας που εμπεριέχετε στη καύσιμη ύλη (Rabiei et al. 2022). Ο δείκτης αυτός υπολογίστηκε με ανάλυση των πολυφασματικών εικόνων του δορυφόρου Landsat 8. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τα φασματικά παράθυρα του κοντινού υπέρυθρου (NIR) με μήκος κύματος 850nm και του υπέρυθρου μικρού μήκους κύματος (SWIR) σύμφωνα με την πιο κάτω σχέση.

$$NDMI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

Τα φασματικά κανάλια NIR και SWIR του πολυφασματογράφου του δορυφόρου Landsat 8 αντιστοιχούν σε αυτά των Band 5 (B5) και Band 6 (B6). Στην περίπτωση αυτή ο πιο πάνω τύπος μετατράπηκε σε:

$$NDMI = \frac{Band\ 5 - Band\ 6}{Band\ 5 + Band\ 6}$$

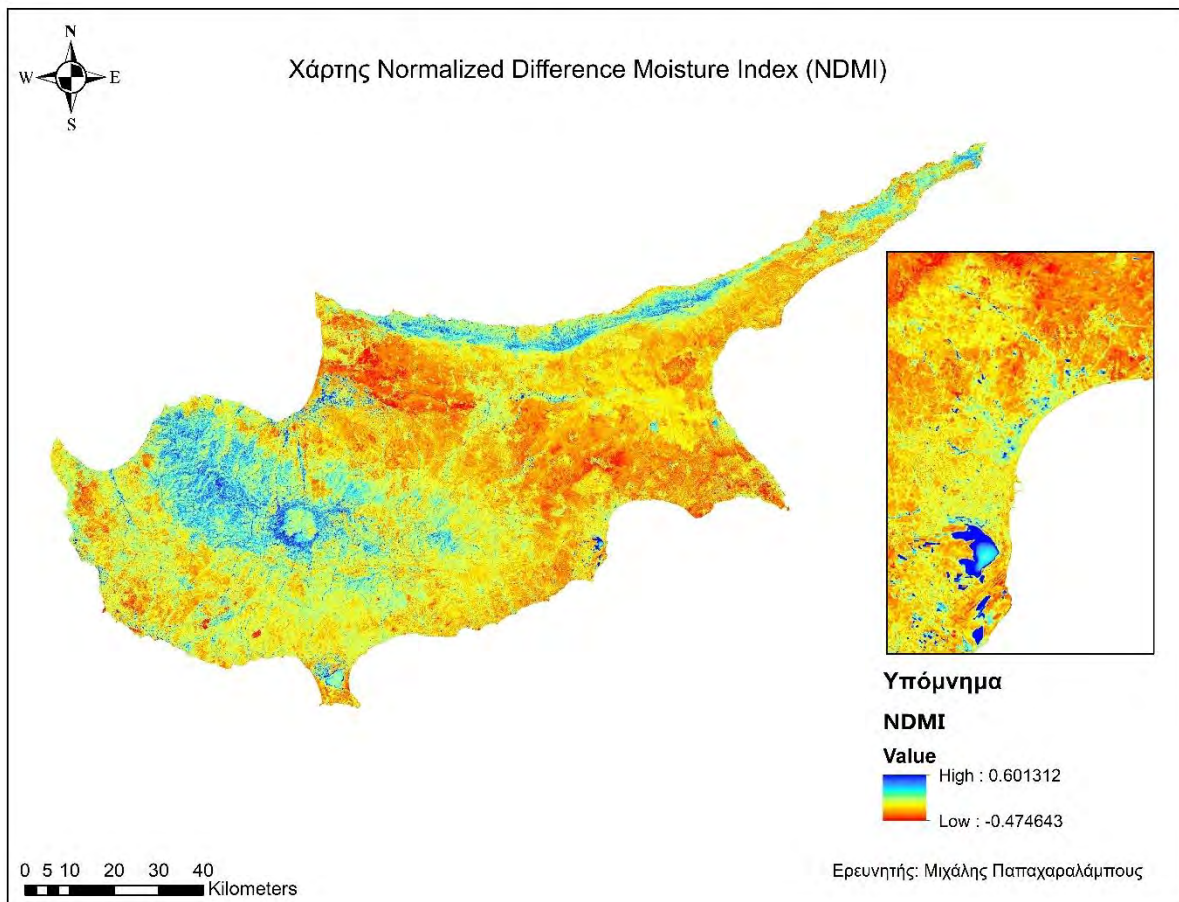
Η πρόσβαση στα δεδομένα έγινε μέσω της βάσης δεδομένων EarthExplorer της USGS (U.S. Geological Survey 2023). Επιλέχθηκαν συνολικά 3 δορυφορικές πολυφασματικές εικόνες, λόγω του ότι η περιοχή μελέτης δεν απεικονιζόταν σε μια. Η επιλογή των εικόνων βασίστηκε σε 2 παράγοντες, α) να εμπίπτει σε εποχή ξηρασίας και β) η νεφοκάλυψη να είναι μικρότερη του 1% (Εικόνα 2.4). Οι ημερομηνίες των εικόνων που επιλέχθηκαν ήταν: 05/09/2020, 18/09/2020 και 19/09/2020.



Εικόνα 2.4: Επιλεγμένες πολυφασματικές εικόνες του δορυφόρου Landsat 8 για ανασυγκρότηση της περιοχής μελέτης.

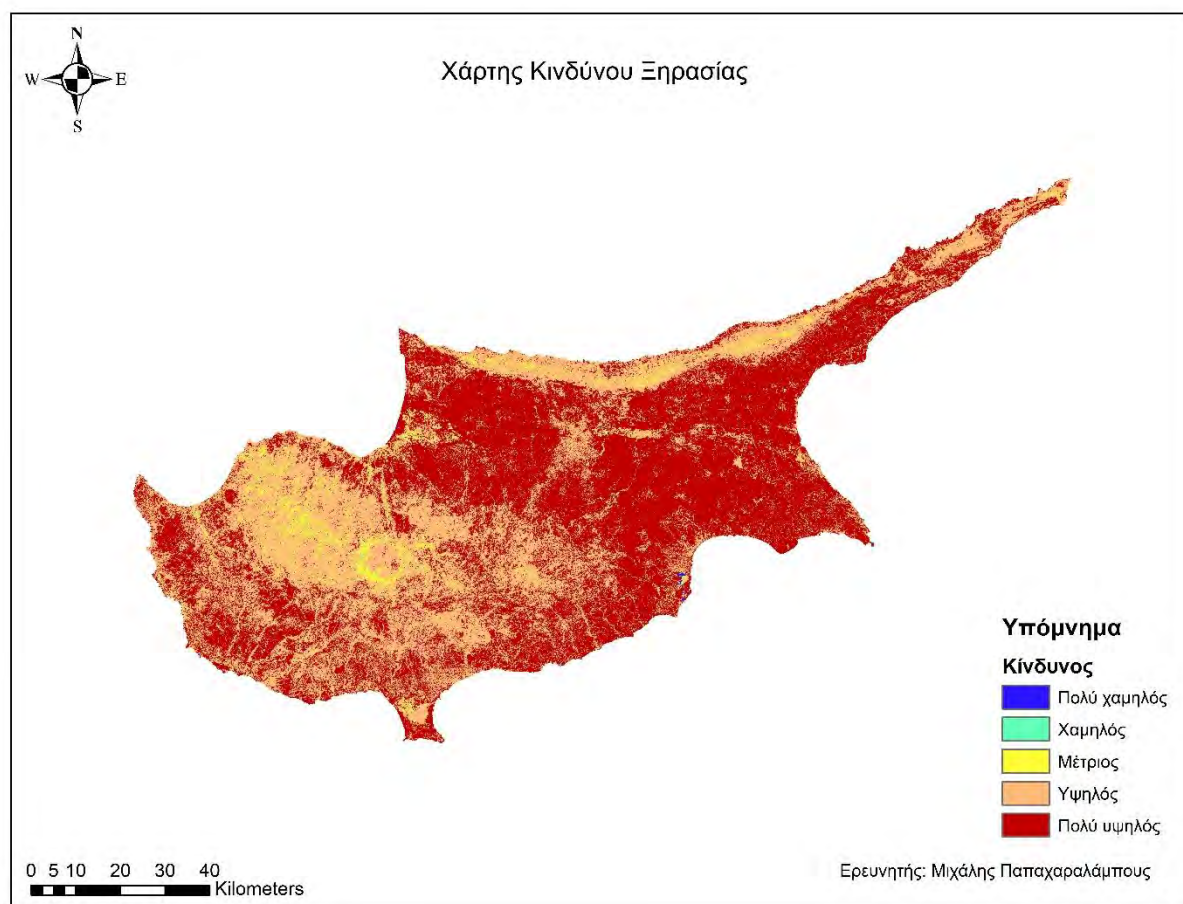
Οι εικόνες στην συνέχεια συνενώθηκαν μέσω του εργαλείου *Mosaic to raster* και απομονώθηκε το νησί της Κύπρου με το εργαλείο *Extract by mask* χρησιμοποιώντας ένα διανυσματικό αρχείο της ακτογραμμής του νησιού.

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με το εργαλείο *Raster calculator*, όπου εφαρμόστηκε ο τύπος που αναφέρθηκε πιο πάνω. Η εικόνα 2.5, αντιπροσωπεύει τον δείκτη NDMI ο οποίος παίρνει τιμές από -1 μέχρι 1. Όσο ο δείκτης προσεγγίζει την μεγαλύτερη του τιμή, υποδηλώνει υψηλή περιεκτικότητα σε νερό, ενώ όσο πιο κοντά στην ελάχιστη, το αντίθετο. Ο δείκτης αυτός βρίσκει ευρεία εφαρμογή, τόσο για απεικόνιση της κατάστασης της ξηρασίας αλλά και για την εκτίμηση της υγείας των φυτών και του κινδύνου πυρκαγιάς. Στην πιο κάτω εικόνα η χρωματική διαβάθμιση της ξηρασίας της βλάστησης απεικονίζεται από το κίτρινο μέχρι το έντονο κόκκινο. Οι περιοχές με γαλάζιο χρώμα αντιστοιχούν σε δασική υψηλή βλάστηση με σχετικά καλή περιεκτικότητα σε υγρασία και οι σκούρες μπλε περιοχές αυτές που οποίες καλύπτονται από νερό, όπως ταμιευτήρες και λίμνες. Χαρακτηριστική είναι η Αλυκή στο δυτικό τμήμα του κόλπου της Λάρνακας.



Εικόνα 2.5: Χάρτης Normalized Difference Moisture Index (NDMI). Απεικόνιση της πολυφασματική ανάλυσης των εικόνων του δορυφόρου Landsat 8. Στην δεξιά εικόνα παρουσιάζεται ο κόλπος της Λάρνακας ώστε να γίνει αντιληπτή η χρωματική διαβάθμιση με περισσότερη λεπτομέρεια. Οι έντονα μπλε περιοχές, αποτελούν κομμάτια της Αλυκής που βρίσκετε στη πόλη της Λάρνακας πλησίον του αεροδρομίου. Ορατές είναι επίσης οι επιφάνειες με ξηρικές καλλιέργειες έναντι αυτών που αρδεύονται. Χαρακτηριστική είναι επίσης η Βόρεια πλευρά της οροσειράς του Πενταδακτύλου, στην οποία η βλάστηση περιέχει περισσότερη υγρασία από ότι η Νότια (δες περισσότερα στην ενότητα του προσανατολισμού του εδάφους).

Οι τιμές του δείκτη NDMI, αναταξινομήθηκαν μέσω το εργαλείου Reclassify, ώστε να αποδοθεί ο κίνδυνος ξηρασίας της καύσιμης ύλης και κατ' επέκταση ο κίνδυνος πυρκαγιάς. Η αναταξινόμηση των τιμών βασίστηκε σε βιβλιογραφικά δεδομένα (Adab et al 2011) ως εξής: για τιμές <0 πολύ υψηλός κίνδυνος, από 0-0.16 υψηλός, από 0.16-0.26 μέτριος, από 0.26-0.36 χαμηλός και για τιμές > 0.36 πολύ χαμηλός. Ο χάρτης της εικόνας 2.6 που ακολουθεί αντιπροσωπεύει της περιοχές κινδύνου ξηρασίας. Με κόκκινο χρώμα είναι οι περιοχές με την πιο χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία βλάστηση, οι οποίες καταλαμβάνουν τις πεδινές και ημιορεινές περιοχές. Όσο το υψόμετρο ανεβαίνει, η περιεκτικότητα της βλάστησης σε νερό αυξάνει, όπως επίσης το ίδιο συμβαίνει και με τον προσανατολισμό του εδάφους ο οποίος θα αναλυθεί μετέπειτα με λεπτομέρεια.



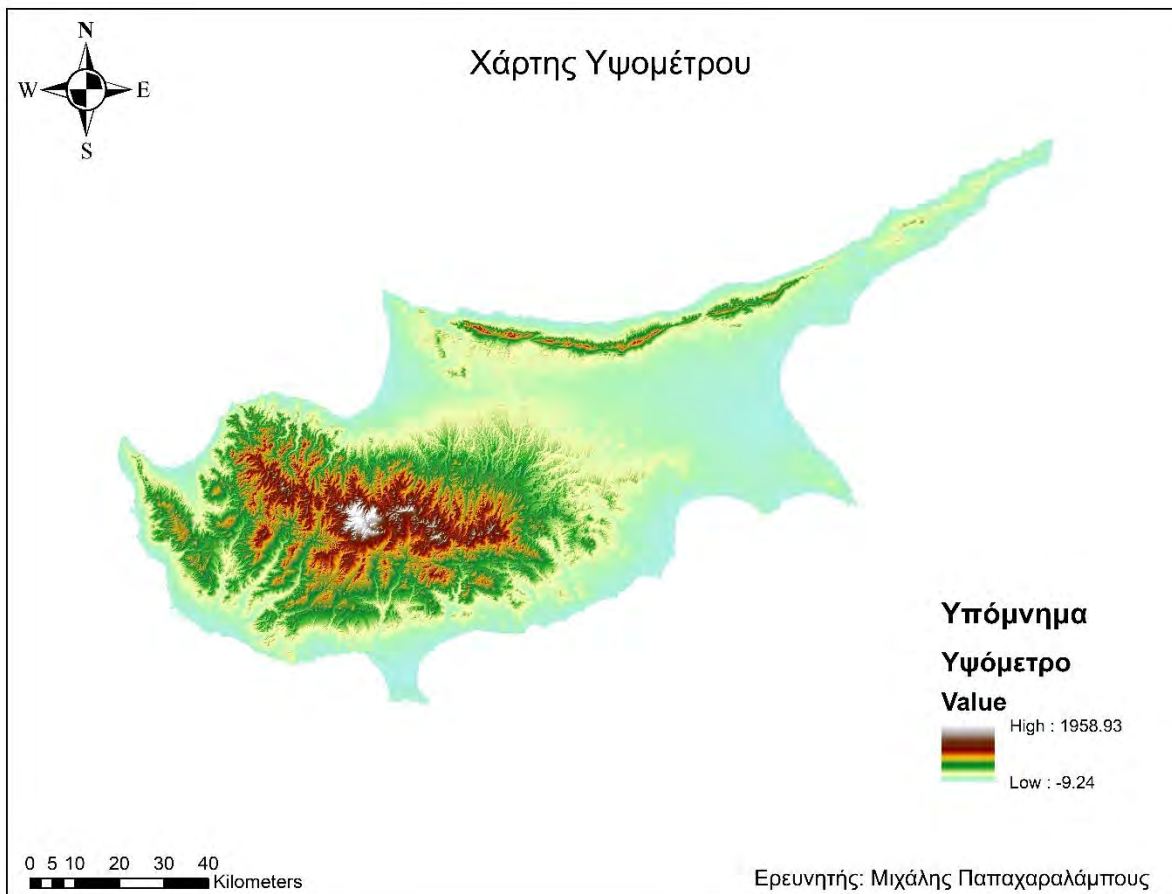
Εικόνα 2.6:Χάρτης Κινδύνου Ξηρασίας.

Απεικόνιση φυσικών τοπογραφικών παραμέτρων

Οι τοπογραφικοί παράγοντες μιας περιοχής επηρεάζουν σημαντικά τον κίνδυνο έναρξης και μετάδοσης μιας πυρκαγιάς. Οι παράγοντες αυτοί είναι: το υψόμετρο, η κλίση του εδάφους και ο προσανατολισμός του. Ο μηχανισμός δράσης τους έγκειται στο γεγονός ότι καθορίζουν μια πληθώρα κλιματικών παραγόντων όπως: α) την ποσότητα και τη γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολία, β) τη θερμοκρασία γ) την κατανομή των ανέμων, και δ) την κατακράτηση της υγρασίας. Έτσι, για παράδειγμα, στο βόρειο ημισφαίριο, οι περιοχές με βόρειο προσανατολισμό δέχονται λιγότερο ποσό ηλιακής ακτινοβολίας με αποτέλεσμα η καύσιμη ύλη να συγκρατεί περισσότερη υγρασία απ' ό τι οι περιοχές με νότιο προσανατολισμό. Ομοίως, μια περιοχή με μεγάλο υψόμετρο ενδέχεται να έχει χαμηλότερη θερμοκρασία απ' ό τι μια περιοχή με χαμηλότερο υψόμετρο. Γίνεται κατανοητό λοιπόν, πως όταν αυτοί οι 3 παράγοντες συνυπολογιστούν, η πληροφορία που εξάγουν είναι πολύ σημαντική για την ποσοτικοποίηση της επικινδυνότητας. Για την ανάλυση και αποτύπωση των τοπογραφικών παραμέτρων χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM) της Κύπρου.

Χάρτης υψομέτρου – ψηφιακού μοντέλου εδάφους (DEM)

Έγινε λήψη του ψηφιακού μοντέλου εδάφους της Κύπρου από την Εθνική Διαδικτυακή Πύλη Ανοικτών Δεδομένων (2014). Το DEM επεξεργάστηκε ώστε να αποκτήσει χρωματική διαβάθμιση. Στην εικόνα 2.7, οι περιοχές μεγάλου υψομέτρου παρουσιάζονται με εικονοστοιχεία άσπρου χρώματος, ενώ αυτές με χαμηλό υψόμετρο με γαλάζιο. Η χρωματική διαβάθμιση αποτυπώνετε στο υπόμνημα του χάρτη. Η μονάδα μέτρησης είναι σε μέτρα (m).



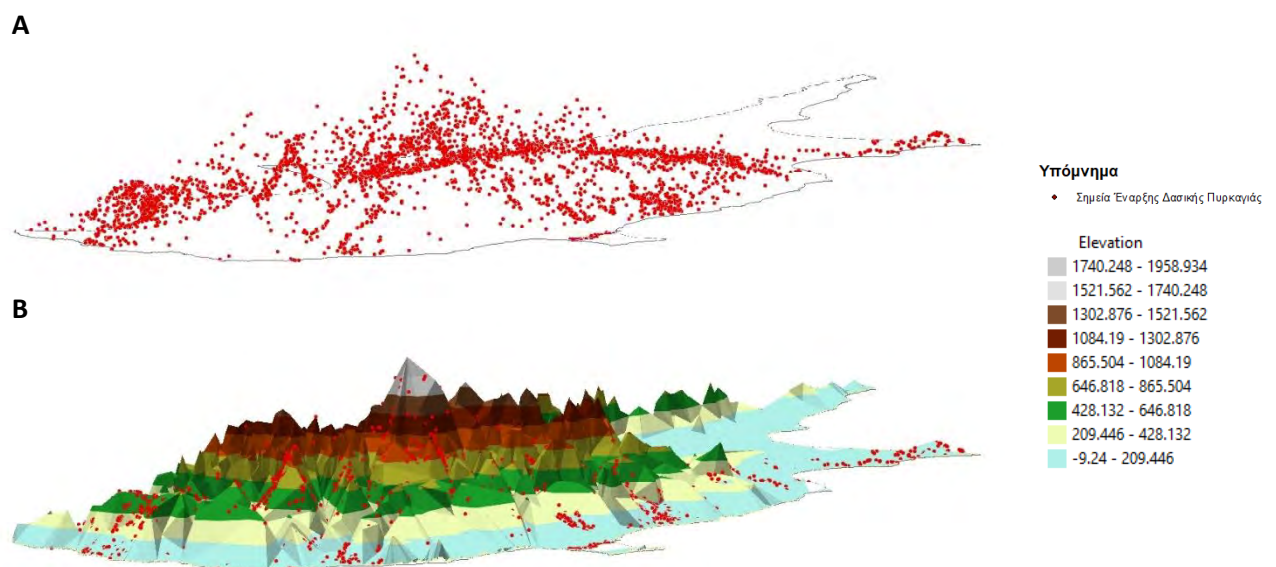
Εικόνα 2.7: Χάρτης Υψομέτρου. Η υψηλότερη κορυφή της Κύπρου, ο Όλυμπος, βρίσκεται στην οροσειρά του Τροόδους σε υψόμετρο 1959 μέτρων από την επιφάνεια της Θάλασσας. Στο χάρτη απεικονίζεται με άσπρο χρώμα. Το νησί έχει πλούσιο ανάγλυφο το οποίο εκτείνεται κυρίως στο νοτιοδυτικό του τμήμα και αποτελεί την οροσειρά που αναφέρθηκε πιο πάνω. Στο Βόρειο τμήμα, κατά μήκος των βόρειων ακτών, εκτείνεται η οροσειρά του Πενταδακτύλου.

Για τους σκοπούς μελέτης του κινδύνου πυρκαγιάς, παράχθηκε χάρτης υψομετρικής ομαδοποίησης μέσω του εργαλείου αναταξινόμησης (*Reclassify*). Η αναταξινόμηση έγινε σύμφωνα με την αξιολόγηση και ανάλυση των δεδομένων που λήφθηκαν από το Τμήμα Δασών. Για το σκοπό αυτό, ανασυντάχθηκε ένα τρισδιάστατο υψομετρικό μοντέλο εδάφους στο λογισμικό *Arc Scene*. Στην συνέχεια τα διανυσματικά σημεία έναρξης δασικών πυρκαγιών επεξεργάστηκαν ώστε να επιδοθούν σε αυτά η χωρική πληροφορία του άξονα Z με το εργαλείο *Add Surface*

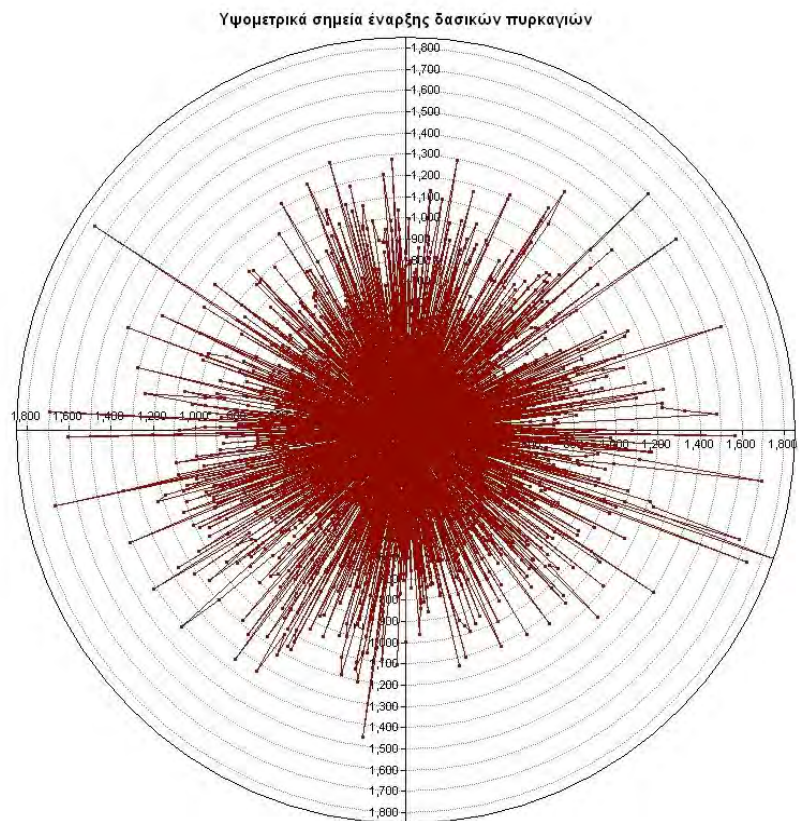
Information του 3D Analyst tool. Η εικόνα 2.7 αντιπροσωπεύει το τρισδιάστατο μοντέλο εδάφους με την χωροθέτηση των σημείων έναρξης δασικών πυρκαγιών κατά τα έτη 2000-2019.

Έγινε ομαδοποίηση των σημείων αυτών σε 5 κλάσεις και δημιουργήθηκε το ιστόγραμμα της εικόνας 2.8. Το αποτέλεσμα της ομαδοποίησης ήταν 1997 πυρκαγιές σε υψόμετρο < 369,177m, 1436 σε υψόμετρο από 369,177 – 739,581m, 432 σε υψόμετρο από 739,581 – 1109,985m, 79 σε υψόμετρο από 1109,985 – 1480,389m και 12 σε υψόμετρο < 1480,389m.

Τα ιστογράμματα βρίσκουν ευρεία εφαρμογή στην στατιστική ανάλυση δεδομένων για τον υπολογισμό συχνοτήτων κατανομής. Είναι χρήσιμα για την ανάλυση μεγάλου συνόλου δεδομένων. Το ύψος κάθε στήλης αντιπροσωπεύει την μέτρηση της συχνότητας του αριθμού των στοιχείων που βρίσκονται στην κάθε κλάση. Για την παρούσα έρευνα αναλύθηκαν συνολικά 3956 σημεία έναρξης πυρκαγιών.

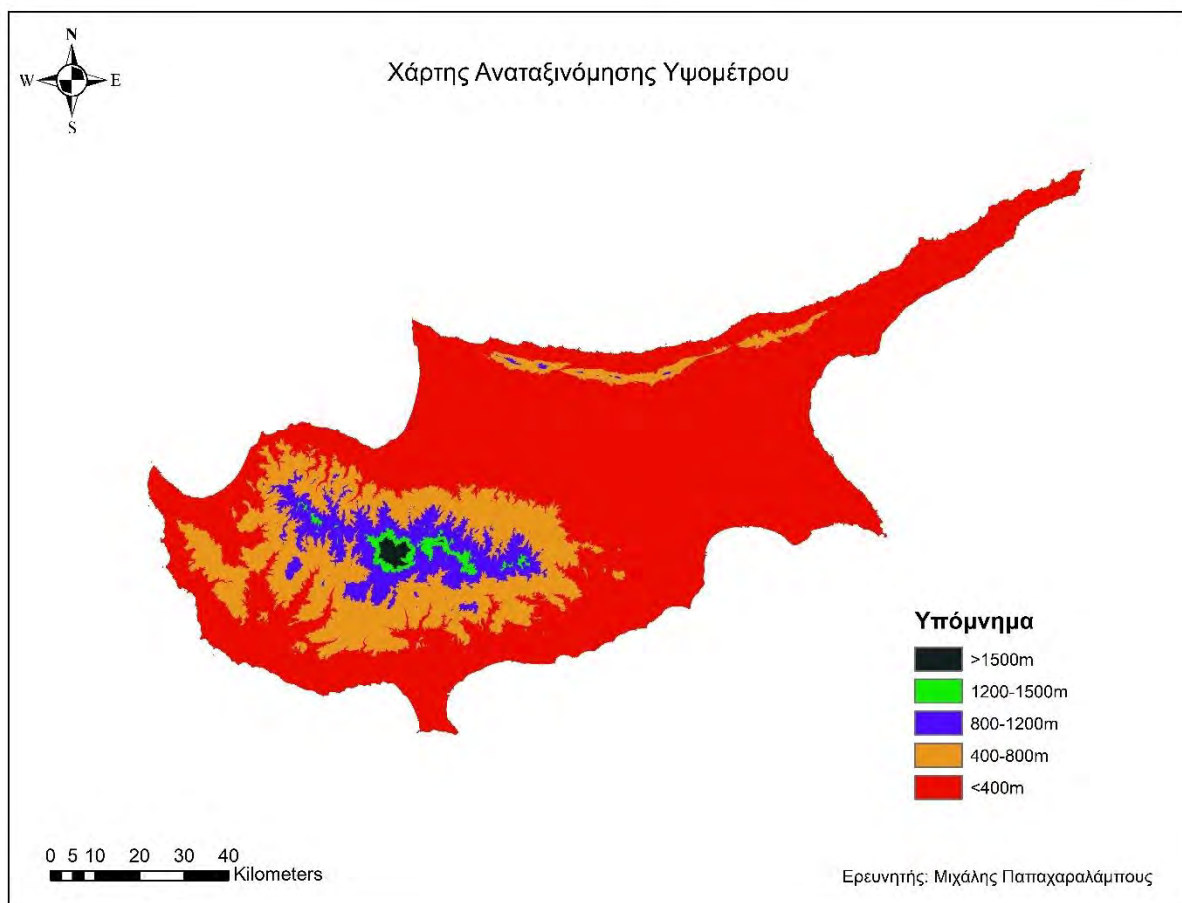


Εικόνα 2.7: Τρισδιάστατο μοντέλο εδάφους και σημείων έναρξης δασικών πυρκαγιών. Α) Τα κόκκινα σημεία αντιπροσωπεύουν τα 3956 σημεία έναρξης πυρκαγιών κατά τα έτη 2000-2019. Β) Το υψομετρικό μοντέλο εδάφους (DEM) σε τρισδιάστατη μορφή. Οι χρωματικές διαβαθμίσεις αντιπροσωπεύουν τις ζώνες υψομέτρου οι οποίες αναγράφονται στο υπόμνημα.



Εικόνα 2.8: Υψομετρική ομαδοποίηση πυρκαγιών. Αποτέλεσμα ομαδοποίησης: 1997 πυρκαγιές σε υψόμετρο < 369,177m, 1436 σε υψόμετρο από 369,177 – 739,581m, 432 σε υψόμετρο από 739,581 – 1109,985m, 79 σε υψόμετρο από 1109,985 – 1480,389m και 12 σε υψόμετρο < 1480,389m.

Σύμφωνα με την ανάλυση της κατανομής των σημείων έναρξης δασικών πυρκαγιών με βάση το υψόμετρο, καθορίστηκαν προσεγγιστικά οι υψομετρικές διαβαθμίσεις κινδύνου ως: <400m πολύ υψηλού κινδύνου, από 400-800m υψηλού, από 800-1200m μέτριου, από 1200-1500m χαμηλού και >1500m πολύ χαμηλού κινδύνου. Ο χάρτης της εικόνας 2.9 απεικονίζει τις ζώνες αυτές με χρωματική διαβάθμιση. Οι περιοχές με χαμηλό υψόμετρο και πολύ υψηλή επικινδυνότητα πυρκαγιών αναπαρίστανται με κόκκινο χρώμα, ενώ αυτές με πολύ χαμηλή επικινδυνότητα με μαύρο χρώμα.



Εικόνα 2.9: Χάρτης Αναταξινόμησης Υψομέτρου. Οι υψομετρικές διαβαθμίσεις κινδύνου πυρκαγιάς καθορίστηκαν προσεγγιστικά με βάση τα επίσημα στοιχεία των δασικών πυρκαγιών του νησιού κατά τα έτη 2000-2019 ως: <400m πολύ υψηλού κινδύνου, από 400-800m υψηλού, από 800-1200m μέτριου, από 1200-1500m χαμηλού και >1500m πολύ χαμηλού κινδύνου.

Χάρτης κλίσεων εδάφους (Slope)

Οι κλίσεις του εδάφους υπολογίστηκαν από το DEM μέσω του εργαλείου *Slope*. Το αρχείο επεξεργασίας των δεδομένων του DEM αποδόθηκε σε ποσοστό. Το εργαλείο *Slope*, υπολογίζει το μέγιστο ρυθμό μεταβολής της τιμής του ύψους προς τα γειτνιάζοντα εικονοστοιχεία. Η διαδικασία εκτελείται χρησιμοποιώντας ένα κινούμενο παράθυρο εικονοστοιχείων 3x3 και τον πιο κάτω αλγόριθμο:

$$\text{slope_radians} = \text{ATAN} (\sqrt{ [\text{dz}/\text{dx}]^2 + [\text{dz}/\text{dy}]^2 })$$

Ο ρυθμός μεταβολής στην κατεύθυνση x για το κεντρικό κελί υπολογίζεται με τον αλγόριθμο:

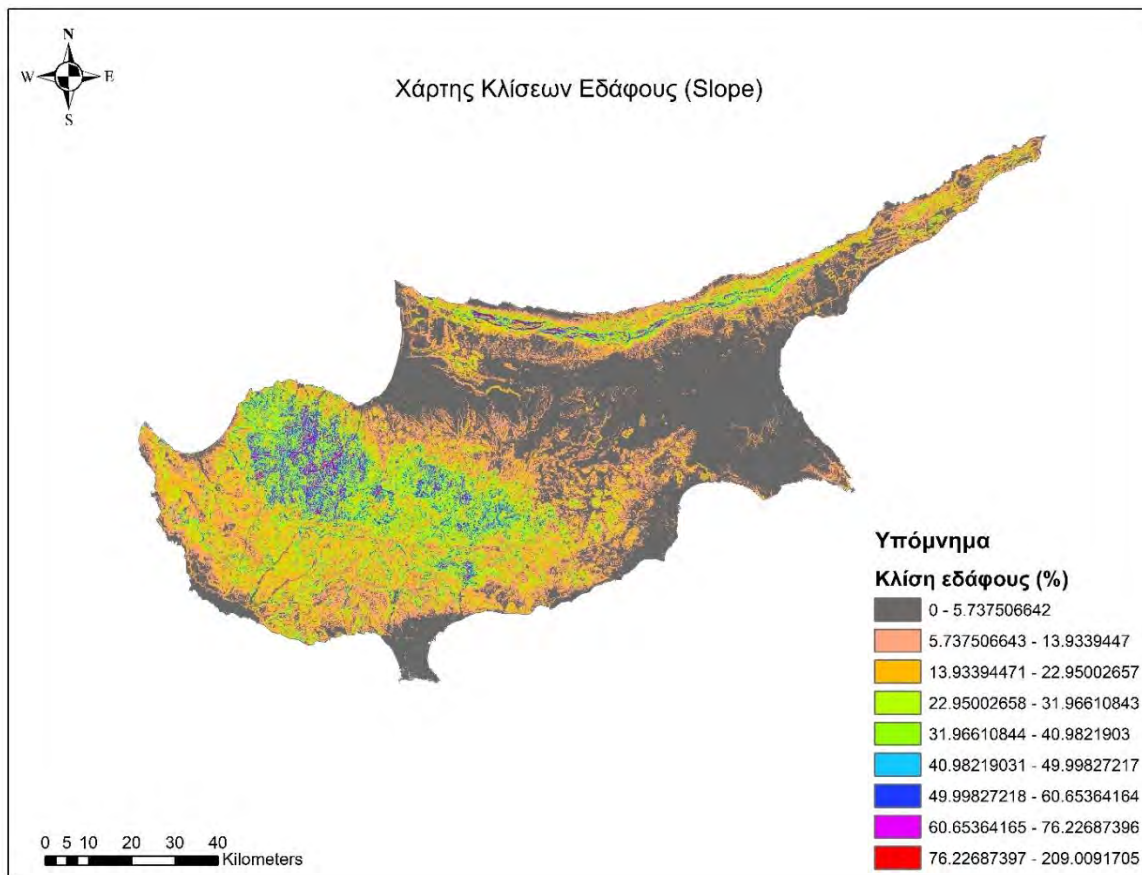
$$[\text{dz}/\text{dx}] = ((c + 2f + i) * \text{wght1} - (a + 2d + g) * \text{wght2}) / (8 * x_cellsize)$$

Ο ρυθμός μεταβολής στην κατεύθυνση y για το κεντρικό κελί υπολογίζεται με τον αλγόριθμο:

$$[\text{dz}/\text{dy}] = ((g + 2h + i) * \text{wght3} - (a + 2b + c) * \text{wght4}) / (8 * y_cellsize)$$

Όπου c, f, i, a, d και g αντικαθίστανται από τις τιμές του υψομέτρου των αντίστοιχων εικονοστοιχείων του DEM.

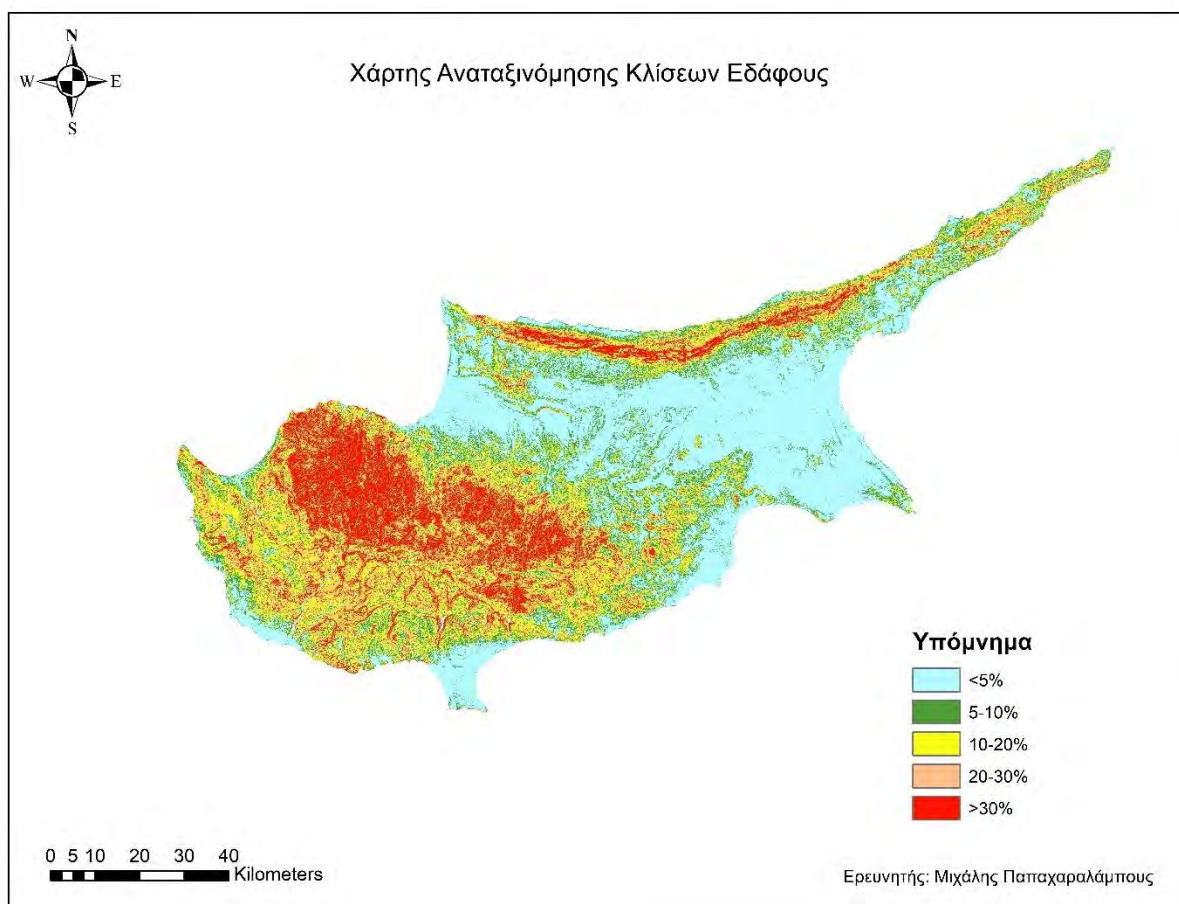
Στην εικόνα 2.9 παρουσιάζεται το μοντέλο κλίσεων εδάφους της Κύπρου, όπου τα εικονοστοιχεία με κόκκινο χρώμα αντιστοιχούν σε περιοχές με μεγάλες κλίσεις ενώ αυτά με σκούρο γκρι χρώμα οι περιοχές με μικρές κλίσεις εδάφους.



Εικόνα 2.9: Χάρτης Κλίσεων Εδάφους. Η κλίση του εδάφους εκφράζεται σε ποσοστό (%) και απεικονίζεται με χρωματική διαβάθμιση. Οι περιοχές με έντονες κλίσεις βρίσκονται στα ορεινά κυρίως στις απόκρημνες πλαγιές του δάσους Πάφου στην οροσειρά του Τροόδους.

Η κλίση του εδάφους επηρεάζει την συμπεριφορά της πυρκαγιάς. Η καύσιμη ύλη σε περιοχές με έντονη κλίση είναι πιο ευκολά προσβάσιμες στη φωτιά αλλά και στην θερμότητα που αυτή απελευθερώνει. Η θερμότητα που εκλύετε από την καύση των κατώτερων στρωμάτων βλάστησης προκαλεί την προθέρμανση της καύσιμης ύλης άνωθεν, με αποτέλεσμα την ξήρανση του υλικού και την αύξηση της ευλεκτικότητάς του. Για το σκοπό αυτό και με βάση την παγκόσμια βιβλιογραφία (Parajuli et al. 2020), εκτιμήθηκαν οι ζώνες επικινδυνότητας ως εξής: Για κλίσεις εδάφους >30% πολύ υψηλός κίνδυνος, από 20-30% υψηλός, από 10-20% μέτριος, από 5-10% χαμηλός και <5% πολύ χαμηλός κίνδυνος. Ο χάρτης της εικόνας 2.10 που ακολουθεί απεικονίζει

της ζώνες αυτές. Με κόκκινο χρώμα είναι οι περιοχές υψηλού κινδύνου οι οποίες καταλαμβάνουν τον ορεινό όγκο του νησιού.



Εικόνα 2.10: Χάρτης Αναταξινόμησης Κλίσεων Εδάφους σε Ζώνες Επικινδυνότητας. Για κλίσεις εδάφους >30% πολύ υψηλός κίνδυνος, από 20-30% υψηλός, από 10-20% μέτριος, από 5-10% χαμηλός και <5% πολύ χαμηλός κίνδυνος.

Χάρτης προσανατολισμού εδάφους (Aspect)

Ο προσανατολισμός του εδάφους (έκθεση) επηρεάζει την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε αυτό και κατ' επέκταση το ποσό θερμικής ενέργειας. Η θερμική ενέργεια, με τη σειρά της, επηρεάζει την υγρασία τόσο του εδάφους όσο και των φυτών με αποτέλεσμα να καθορίζει την ευφλεκτότητα τους. Η απεικόνιση των προσανατολισμών του εδάφους της Κύπρου παρουσιάζονται στην Εικόνα 2.12.

Ο υπολογισμός του προσανατολισμού έγινε με τη χρήση του ψηφιακού μοντέλου εδάφους (DEM) και του εργαλείου Aspect. Το εργαλείο αυτό υπολογίζει το μέγιστο ρυθμό μεταβολής της τιμής του ύψους προς τα γειτνιάζοντα εικονοστοιχεία. Η διαδικασία εκφράζεται από την πιο κάτω σχέση:

a	b	c
d	e	f
g	h	i

$$Aspect = \frac{180}{\pi} * \arctan \left(\frac{-\frac{dz}{dx}}{\frac{dz}{dy}} \right)$$

Όπου:

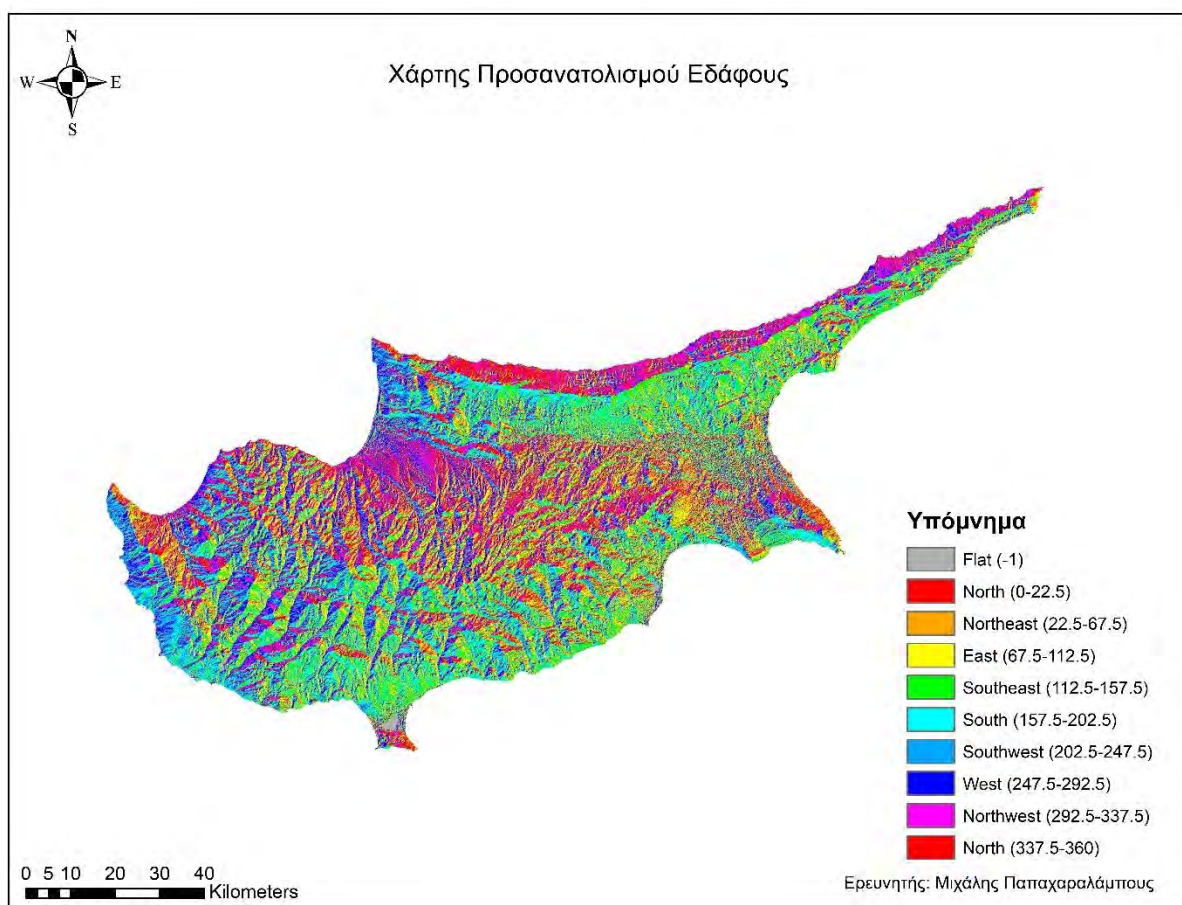
$$[dz/dx] = ((c + 2f + i)*4/wght1 - (a + 2d + g)*4/wght2) / 8$$

$$[dz/dy] = ((g + 2h + i)*4/wght3 - (a + 2b + c)*4/wght4) / 8$$

Οι τιμές κάθε εικονοστοιχείου στη συνέχεια, παίρνουν τιμές από 0-360 μοίρες σύμφωνα με την εικόνα 2.11:

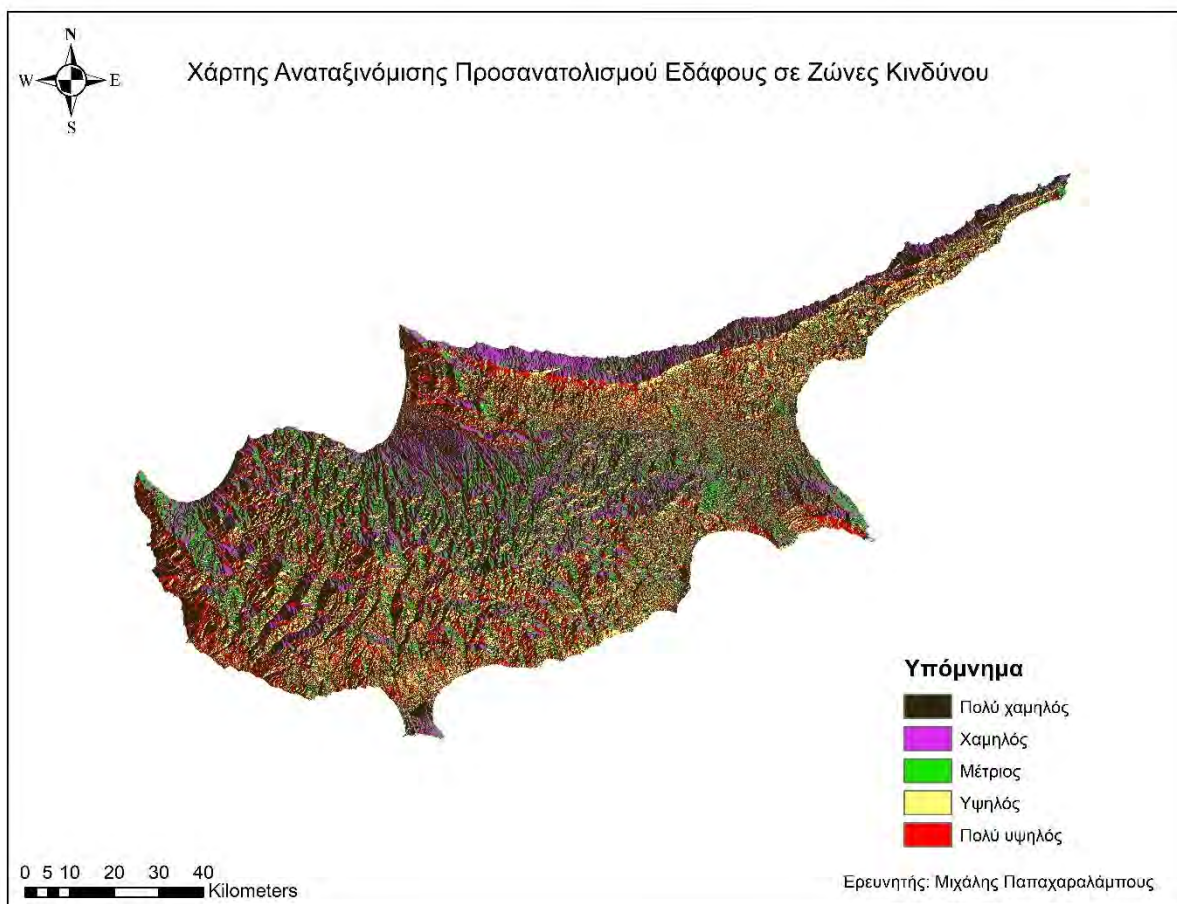


Εικόνα 2.11: Χρωματική διαβάθμιση τιμών προσανατολισμού εδάφους από 0 – 360 μοίρες. (πηγή: ESRI)



Εικόνα 2.12: Χάρτης προσανατολισμού (Aspect) εδάφους της Κύπρου. Ο προσανατολισμός του εδάφους εκφράζεται με μοίρες, για παράδειγμα οι βόρειες πλαγιές παίρνουν τιμές από 0-22.5 αλλά και από 337.5-360.

Η Κύπρος βρίσκεται στο βόρειο ημισφαίριο της γης και επομένως οι πλαγιές με νότιο προσανατολισμό δέχονται το μεγαλύτερο ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας. Για τον καθορισμό των κατηγοριών κινδύνου, οι προσανατολισμοί ομαδοποιήθηκαν σε 5 κατηγορίες ως εξής: πολύ υψηλός κίνδυνος περιλαμβάνει τον νότιο προσανατολισμό, ο υψηλός κίνδυνος τους νοτιοανατολικούς και ανατολικούς προσανατολισμούς, ο μέτριος κίνδυνος βορειοανατολικούς προσανατολισμούς, ο χαμηλός κίνδυνος τους βόρειους προσανατολισμούς και ο πολύ χαμηλός κίνδυνος όλους τους άλλους (Zhao et al. 2021).

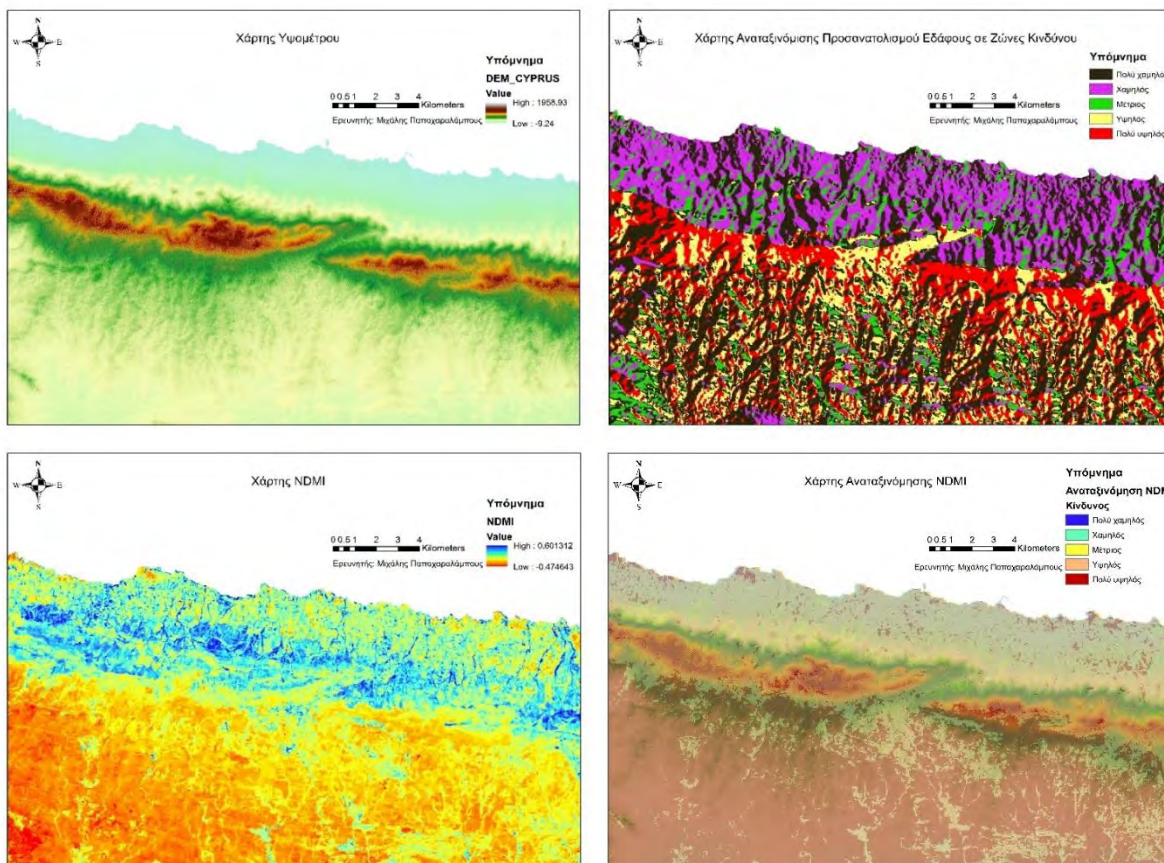


Εικόνα 2.13: Χάρτης Αναταξινόμησης προσανατολισμού (Aspect) εδάφους της Κύπρου.

Συσχέτιση του προσανατολισμού του εδάφους με τον δείκτη ξηρασίας NDMI

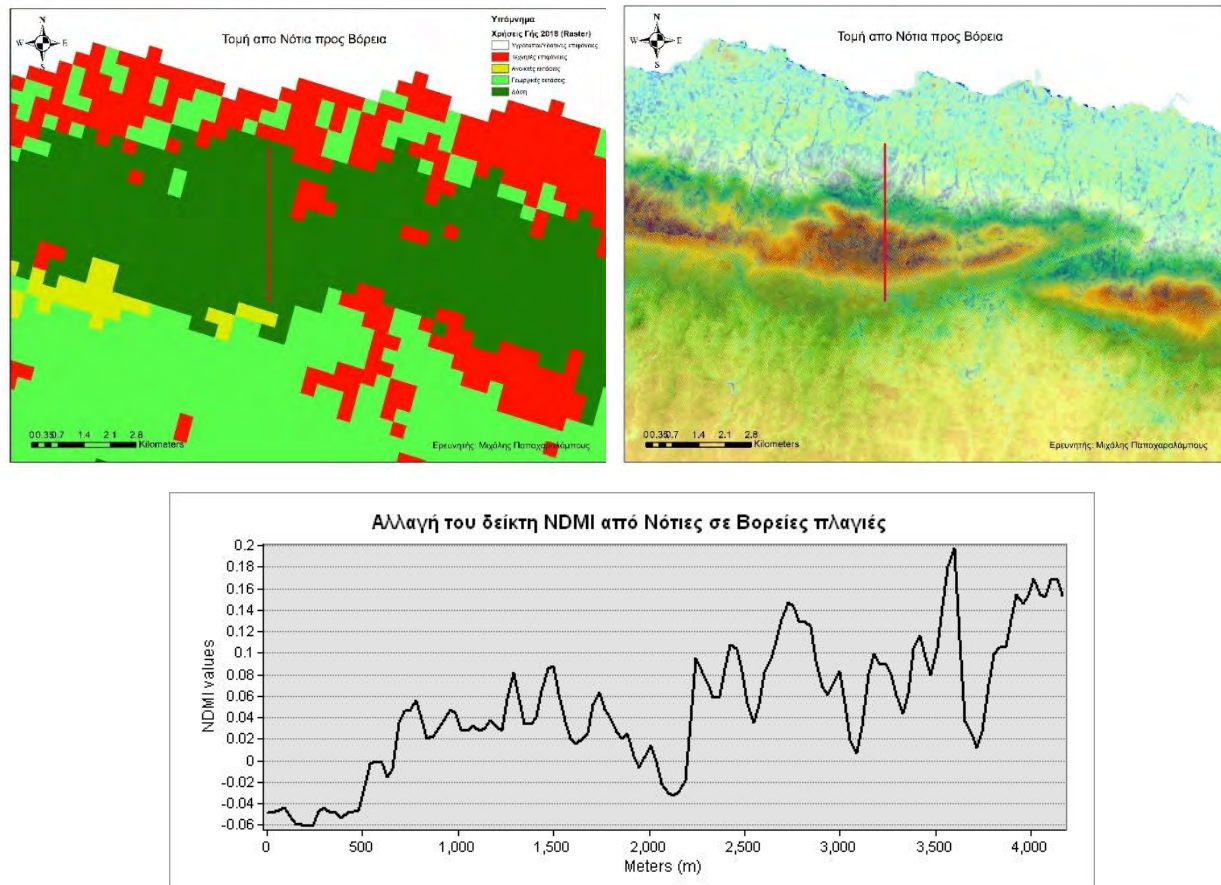
Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, ο προσανατολισμός του εδάφους καθορίζει το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που λαμβάνουν κατά την διάρκεια της μέρας. Τα φωτόνια που προσπίπτουν στην επιφάνεια της γης επηρεάζουν τόσο την υγρασία όσο και την θερμοκρασία μιας περιοχής. Χρησιμοποιώντας τον δείκτη περιεκτικότητας υγρασίας στην βλάστηση NDMI,

ποσοτικοποιήθηκε η αλλαγή της τιμής του ανάλογα με το υψόμετρο και τον προσανατολισμό του εδάφους. Για την μελέτη των παραγόντων αυτών επιλέχθηκε μια περιοχή στην οροσειρά του Πενταδακτύλου ως αναφορά, λόγω της απλής και ξεκάθαρης δομής της. Δημιουργήθηκε μια τομή κατά μήκος της περιοχής αυτής με κατεύθυνση από Νότια προς Βόρεια, εντός των ορίων της ίδιας χρήσης γης ώστε να υπάρχει συνέπεια (Εικόνα 2.15). Η τομή έγινε μέσω του εργαλείου *Interpolate Line* και χρησιμοποιήθηκε ώστε να αναφερθεί η τιμή του δείκτη NDMI κατά μήκος της. Οι τιμές χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία της γραφικής παράστασης της Εικόνας 2.15. Καθώς το υψόμετρο αύξανε στην νότια πλευρά παρατηρήθηκε αύξηση του NDMI, όμως όταν αυτό μειωνόταν στις βόρειες πλαγιές το NDMI συνέχιζε να αυξάνει.



Εικόνα 2.14: Χάρτες περιοχής αναφοράς. Α. Χάρτης υψομέτρου, Β. Χάρτης NDMI, Γ. Χάρτης ανατ. προσανατολισμού εδάφους, Δ. Χάρτης ανατ. NDMI. Με την χρήση του χάρτη υψομέτρου αντιλαμβανόμαστε την χωροθέτηση των κορυφογραμμών της οροσειράς αλλά και την κατεύθυνση των πλαγιών κατά μήκος της. Ο αναταξινομημένος προσανατολισμός του εδάφους αντιπροσωπεύει τις ζώνες

κινδύνου πυρκαγιάς με βάση τα όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω. Ο δείκτης NDMI δείχνει το ποσό της υγρασίας της βλάστησης και κατ'έκταση τον κίνδυνο πυρκαγιάς. Ακολουθώντας μια κατεύθυνση από νότια προς βόρεια, η τιμή του δείκτη NDMI αλλάζει σύμφωνα με την χρωματική διαβάθμιση.



Εικόνα 2.15: Τομή κατά μήκος της περιοχής αναφοράς. Η τομή έγινε εντός δασικής περιοχής με υψομετρικές διαφορές και διάφορους προσανατολισμούς εδάφους. Το γράφημα εξηγεί το ρόλο που έχει τόσο το υψόμετρο αλλά και ο προσανατολισμός του εδάφους στη ποσότητα υγρασίας στην βλάστηση. Όσο ανεβαίνει το υψόμετρο, η βλάστηση περιέχει περισσότερη υγρασία, και το ίδιο συμβαίνει όταν ο προσανατολισμός του εδάφους είναι τέτοιος ώστε να μην προσλαμβάνει μεγάλο ποσό ηλιακής ακτινοβολίας.

Απεικόνιση Κλιματικών Παραμέτρων

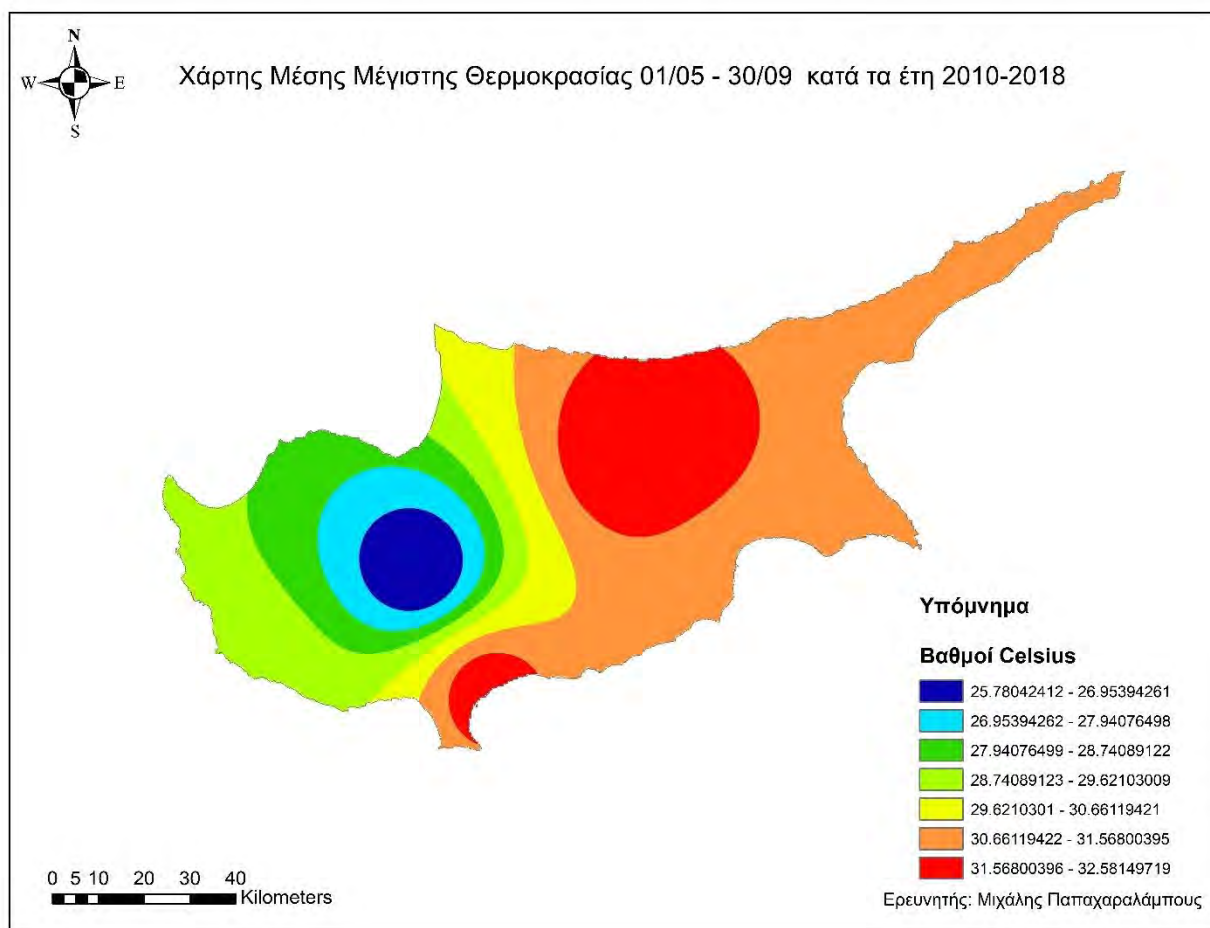
Χάρτης Μέσης Μέγιστης Θερμοκρασίας

Η θερμοκρασία αποτελεί βασικό παράγοντα για τον προσδιορισμό του κινδύνου πυρκαγιάς αφού επηρεάζει την ποσότητα της υγρασίας στα καύσιμα. Σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών, ο κίνδυνος έναρξης και εξάπλωσης μιας πυρκαγιάς αυξάνεται λόγω της παράλληλης αύξησης της ευφλεκτικότητας της καύσιμης ύλης.

Στην Κύπρο η καλοκαιρινή περίοδος έχει μεγάλη διάρκεια, με αρκετά κύματα καυσώνων. Ο χάρτης της Εικόνας 2.16 που ακολουθεί παρουσιάζει τις μέσες μέγιστες θερμοκρασίες που καταγράφηκαν στο νησί κατά την διάρκεια 2010-2018. Ο χάρτης παράχθηκε μετά από ανάλυση και απομόνωση των ημερήσιων κλιματικών δεδομένων της περιόδου 01 Μαΐου -30 Σεπτεμβρίου κάθε έτους, από 5 μετεωρολογικούς σταθμούς. Η πηγή των δεδομένων ήταν το επίσημο Τμήμα Μετεωρολογίας της Κύπρου. Τα δεδομένα που αναλύθηκαν ήταν αυτά της μέγιστης θερμοκρασίας καταγραφής από 5 σταθμούς σε ολόκληρη την Κύπρο. Ο χάρτης συντάχθηκε μέσω παρεμβολής των δεδομένων με το εργαλείο *IDW*. Συγκεκριμένα, αναλύθηκαν 6430 τιμές θερμοκρασιών και συντάχθηκε ο ακόλουθος πίνακας στον οποίο παρουσιάζονται οι μετεωρολογικοί σταθμοί και οι μέσες μέγιστες θερμοκρασίες τους που καταγράφηκαν κατά την ώρα 12:00 το μεσημέρι.

Σταθμός	Μέση Θερμοκρασία (°C), ώρα 12:00
Αθαλάσσα	32.58171206
Λάρνακα Αεροδρόμιο	31.15808765
Λεμεσός (Δημ. Κήπος)	32.20427406
Πάφος Αεροδρόμιο	29.21856574
Πρόδρομος Δασ. Κολ.	25.77964602

Πίνακας 2.3: Μέσες Μέγιστες Θερμοκρασίες Μετεωρολογικών Σταθμών σε Βαθμούς Κελσίου.

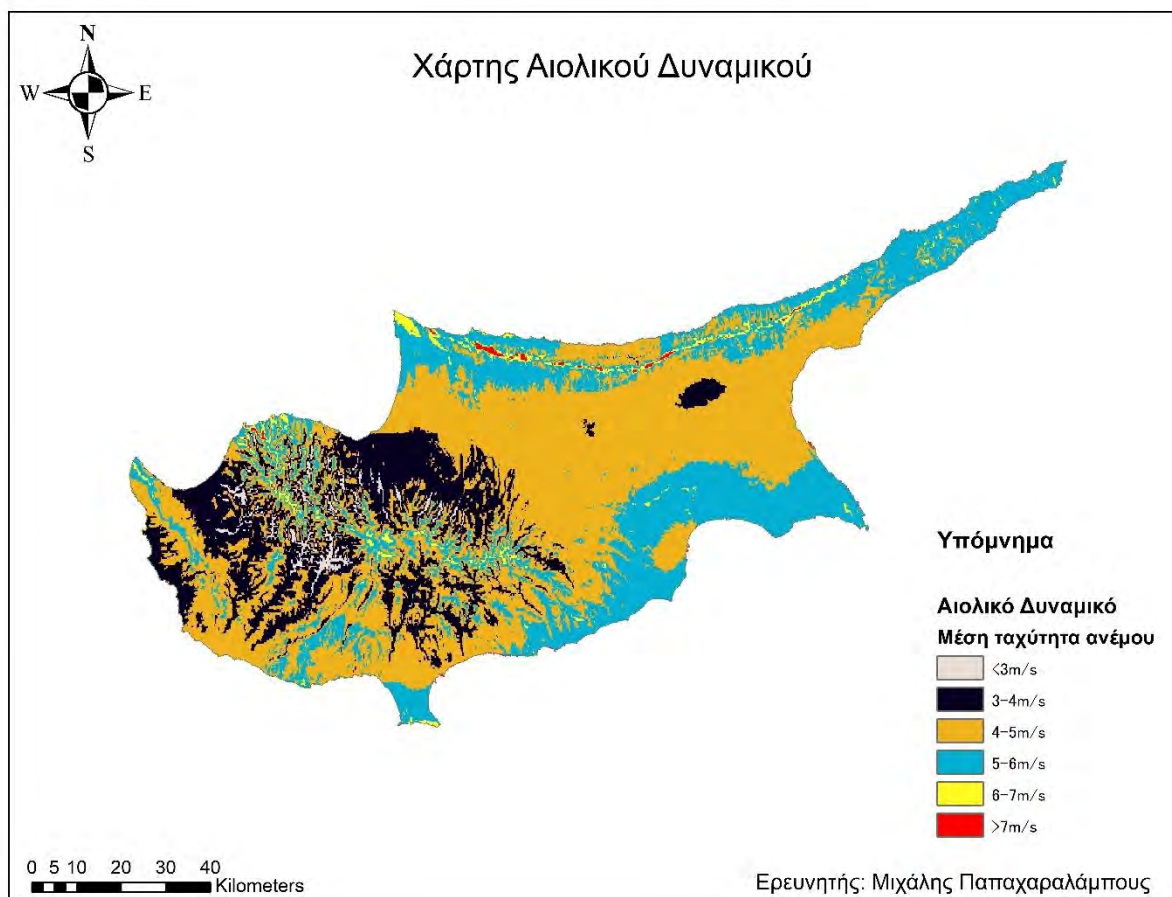


Εικόνα 2.16: Χάρτης Μέσης Μέγιστης Θερμοκρασίας Μαΐου – Σεπτεμβρίου 2010-2018. Τα αστικά κέντρα των πόλεων Λευκωσίας και Λεμεσού καταγράφουν τις πιο υψηλές μέσες μέγιστες θερμοκρασίες κατά την περίοδο Μαΐου – Σεπτεμβρίου με τιμές 31.57 – 32.58 °C ενώ τις χαμηλότερες τα ψηλότερα ορεινά στην οροσειρά του Τροόδους με τιμές 25.78 – 26.95 °C.

Χάρτης μέσου ετήσιου Αιολικού δυναμικού

Η γεωγραφική θέση της Κύπρου, ο νησιωτικός της χαρακτήρας και το ανάγλυφο παίζουν κρίσιμο ρόλο στη κατανομή και διεύθυνση των ανέμων. Η ανατολική μεσόγειος δέχεται κυρίως δυτικούς και νοτιοδυτικούς ανέμους τον χειμώνα και βορειοδυτικούς ανέμους το καλοκαίρι. Ωστόσο, η κατεύθυνση του ανέμου στο νησί είναι αρκετά μεταβλητή και επηρεάζεται τόσο από τα υψομετρικά στοιχεία όσο και από τα τοπικά θερμοκρασιακά χαρακτηριστικά. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες η διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ της χερσαίας επιφάνειας και του θαλασσινού όγκου αυξάνεται με αποτέλεσμα την δημιουργία ανέμων που διεισδύουν μέχρι το εσωτερικό μεταφέροντας υγρασία.

Ο χάρτης στην εικόνα 2.17, αποτυπώνει την μέση ταχύτητα ανέμου στις επιμέρους περιοχές. Η μεγαλύτερη περιοχή του νησιού που καλύπτει το εσωτερικό καθώς και τα κέντρα των πόλεων δέχεται ανέμους με μέση ταχύτητα 4-5m/s. Τα νότια παράλια δέχονται ανέμους με μέση ταχύτητα 5-6m/s. Οι κορυφογραμμές τόσο της οροσειράς του Τροόδου όσο και αυτής του Πενταδακτύλου δέχονται τους πιο δυνατούς σε μέση ταχύτητα ανέμους που ξεπερνούν τα 6m/s. Τα δεδομένα πάρθηκαν από την ανοικτή βάση δεδομένων *Global Wind Atlas* (*Global Wind Atlas 2023*).



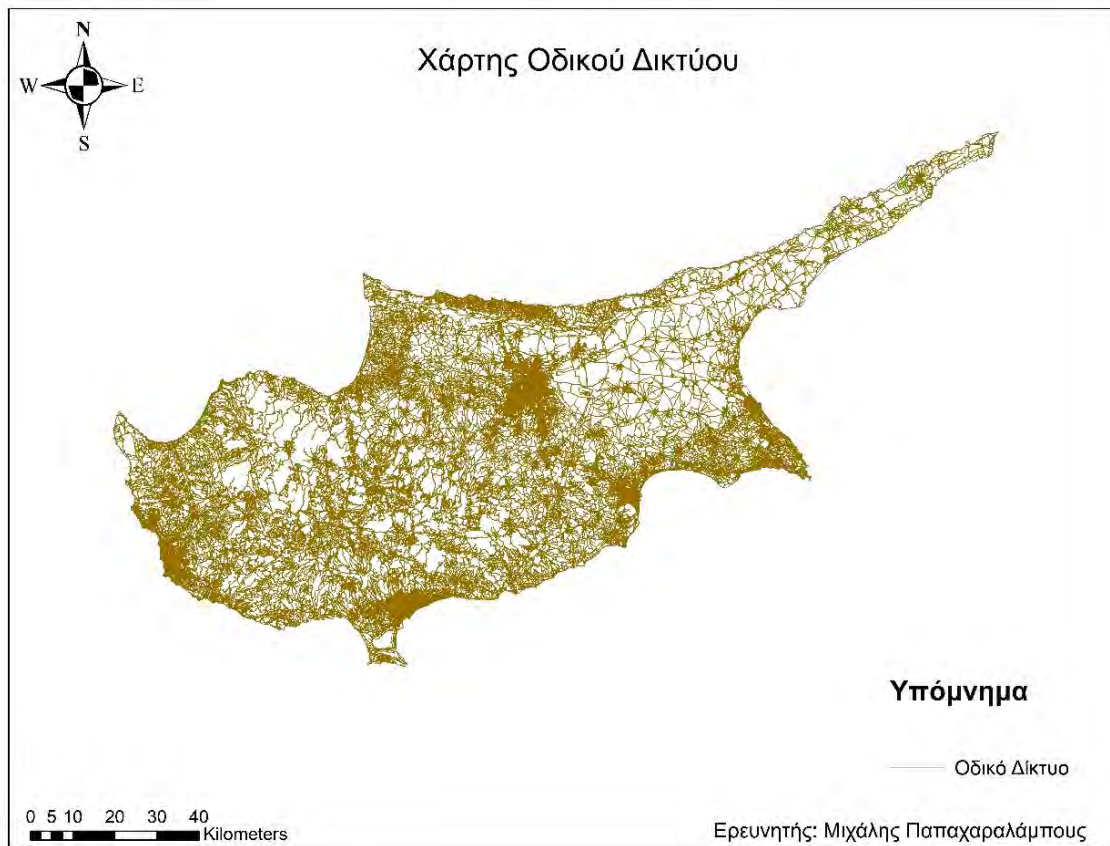
Εικόνα 2.17: Χάρτης Μέσου Αιολικού Δυναμικού.

Απεικόνιση άλλων παραμέτρων

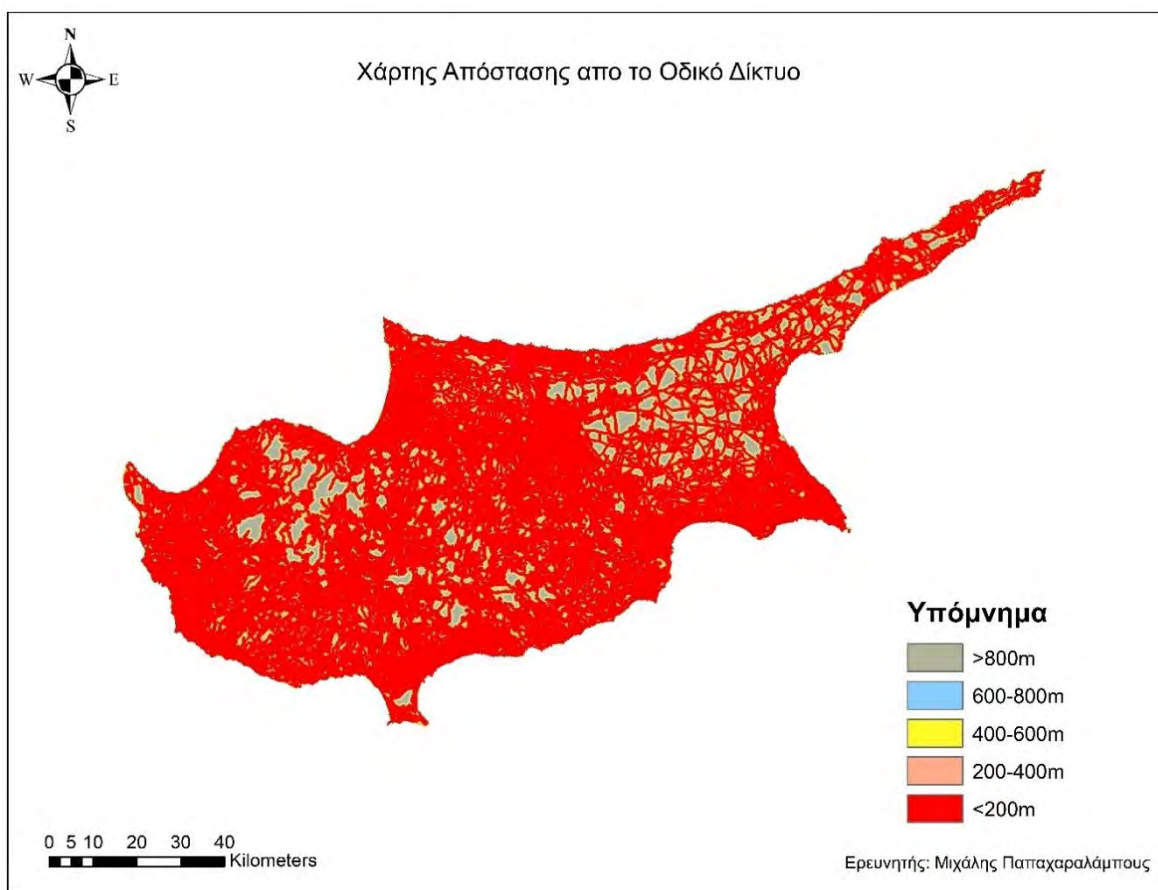
Χάρτης απόστασης από το Οδικό Δίκτυο

Οι δασικές περιοχές οι οποίες βρίσκονται κοντά στο οδικό δίκτυο ενδέχεται να παρουσιάζουν υψηλότερο κίνδυνο για έναρξη πυρκαγιών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός της ανθρώπινης παρουσίας και δραστηριότητας. Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, το 85% των δασικών πυρκαγιών στη Κύπρο οφείλονται σε ανθρωπογενή αίτια. Επιπλέον, οι περιοχές κοντά στο οδικό δίκτυο είναι πιο εύκολα προσβάσιμες για κακόβουλες ενέργειες από τους δυνητικούς εμπρηστές.

Για την παραγωγή του χάρτη αποστάσεων από το οδικό δίκτυο της Εικόνας 2.18, χρησιμοποιήθηκαν τα γραμμικά διανυσματικά επίσημα δεδομένα του Υπουργείου Μεταφορών Επικοινωνιών και Έργων (Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας 2020). Τα δεδομένα αυτά χωρίστηκαν σε 5 κατηγορίες επικινδυνότητας ως εξής: οι περιοχές πολύ υψηλού κίνδυνου εμπίπτουν στα πρώτα 200m από το οδικό δίκτυο, υψηλού από τα 200-400m, μέτριου από 400-600m, χαμηλού από 600-800m και πολύ χαμηλού μεγαλύτερη από 800m (Adaktylou, Stratoulis et al. 2020).



Εικόνα 2.18: Χάρτης Οδικού Δικτύου.

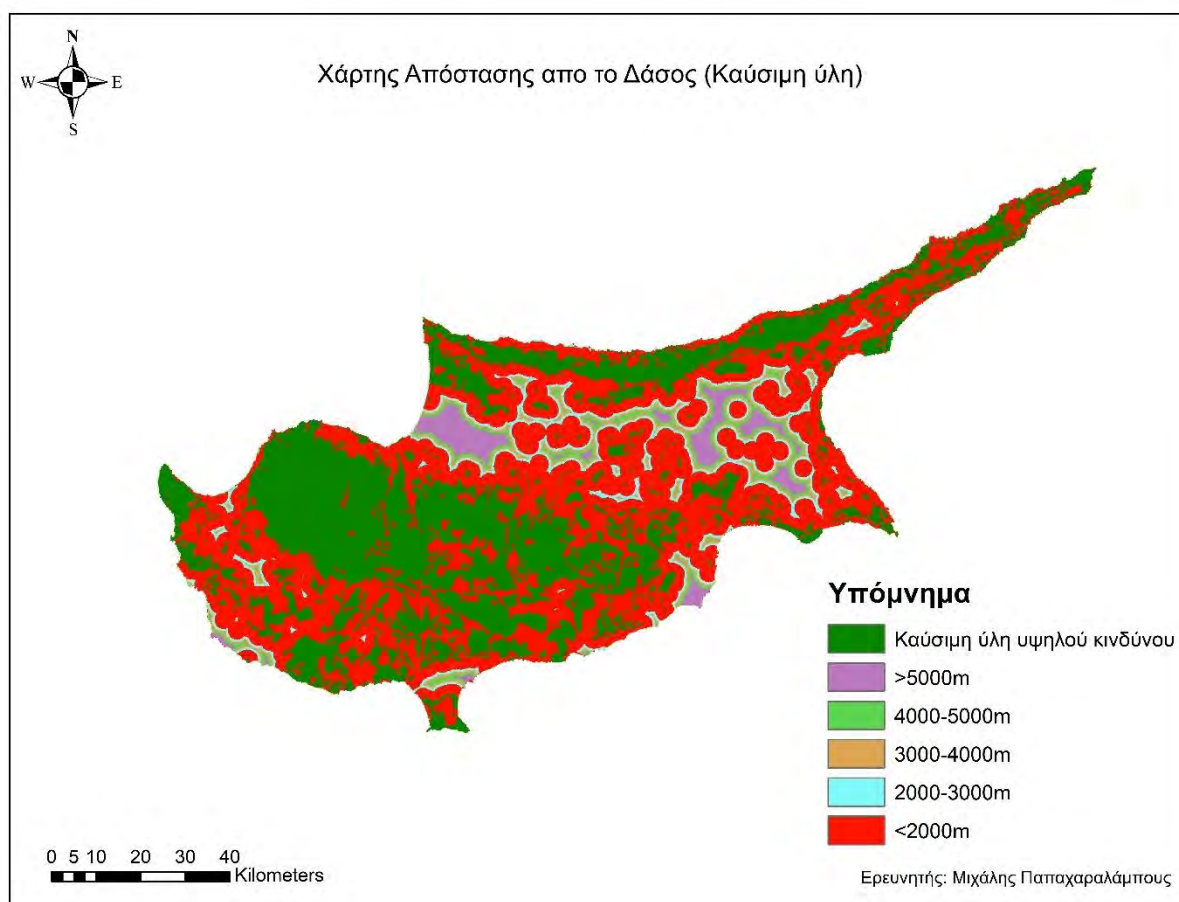


Εικόνα 2.19: Χάρτης Απόστασης από το Οδικό Δίκτυο. Ο κίνδυνος πυρκαγιών: Υψηλός κίνδυνος < 200m από το οδικό δίκτυο, υψηλός από τα 200-400m, μέτριου από 400-600m, χαμηλού από 600-800m και πολύ χαμηλού μεγαλύτερη από 800m.

Χάρτης απόστασης από το Δάσος

Η παραγωγή του χάρτη αποστάσεων από το Δάσος στηριζόταν στις διατάξεις του Περί Δασών Νόμου (Ν. 25(I)/2012) και συγκεκριμένα της παραγράφου Παρ136(I), Αρ.4325 του 2011. Η παράγραφος αυτή περιγράφει την σημασία που έχει η οριοθέτηση του σχεδίου δράσης για την αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών στην Κύπρο. Συγκεκριμένα αναφέρει ότι η απόσταση 2km από τα όρια του κρατικού δάσους αποτελεί την ζώνη επικινδυνότητας για μετάδοση της πυρκαγιάς εντός του δάσους. Η παραδοχή αυτή στηρίζεται κυρίως στους μηχανισμούς δράσης του αρμόδιου τμήματος για την κατάσβεση της πυρκαγιάς. Έτσι, η ζώνη 0-2000m από τα όρια του δάσους

θεωρήθηκε ως ζώνη υψηλού κινδύνου και υιοθετήθηκε για όλη την έκταση του νησιού, παρόλο που στα βόρεια κατεχόμενα εδάφη δεν ισχύει η πιο πάνω νομοθεσία. Επιπλέον για την δημιουργία του χάρτη απόστασης από το δάσος (Εικόνα 2.20), εντάχθηκαν και οι δασικές χρήσεις γης η οποίες δεν ανήκουν στο κράτος αλλά είναι ιδιωτικές. Για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, ο χάρτης που συντάχθηκε είχε ανάλυση 25x25m. Στην εισαγωγή (Δασικές πυρκαγιές στη Κύπρο) μπορείτε να δείτε το χάρτη αποστάσεων από τα κρατικά δάση (Εικόνα 1.7) όπως συντάχθηκε από το αρμόδιο τμήμα, το Τμήμα Δασών.

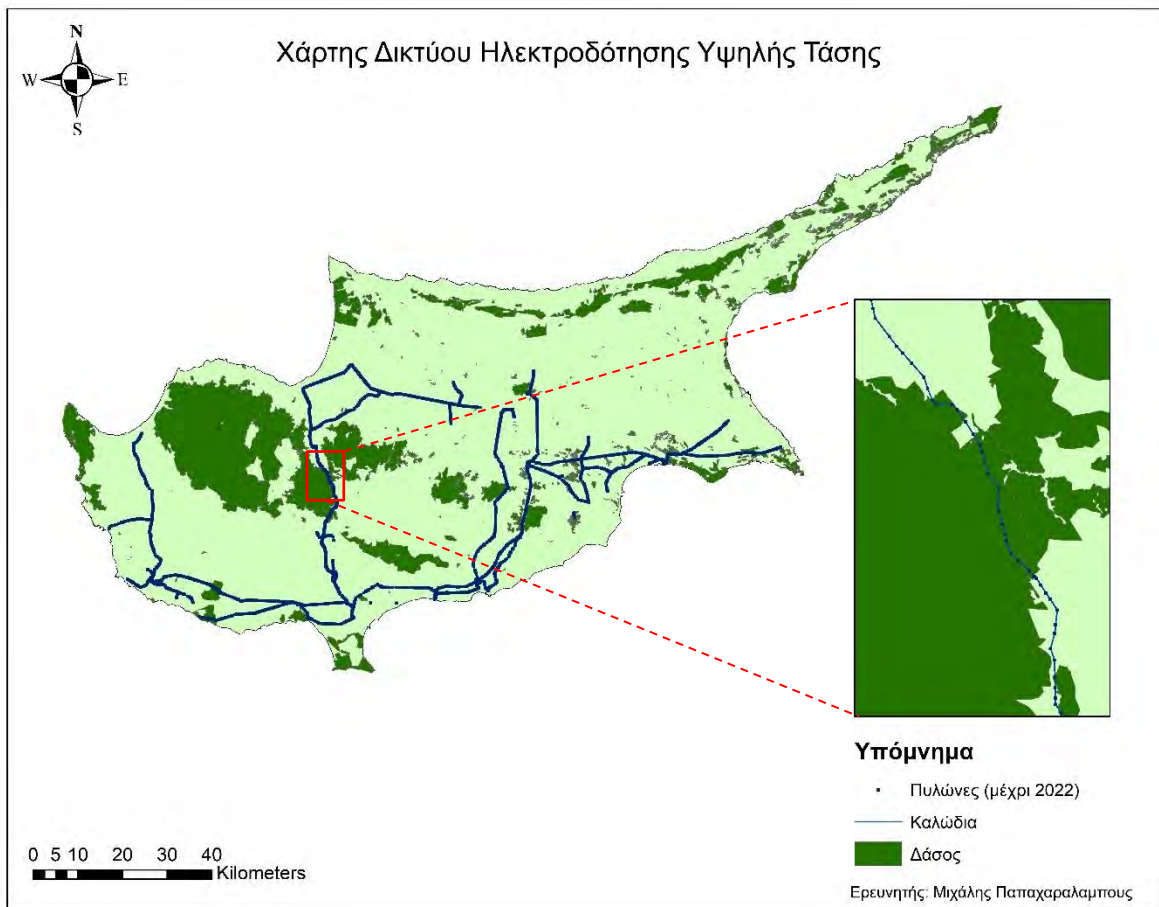


Εικόνα 2.20: Χάρτης Απόστασης από το δάσος. Οι ζώνες κινδύνου καθορίστηκαν με βάση την απόσταση από την καύσιμη ύλη ως: <2000m πολύ υψηλός κίνδυνος, από 2000-3000m υψηλός κίνδυνος, από 3000-4000m μέτριος, από 4000-5000m χαμηλός και μεγαλύτερη των 5000m πολύ χαμηλός κίνδυνος.

Χάρτης απόστασης από το δίκτυο ηλεκτροδότησης υψηλής τάσης

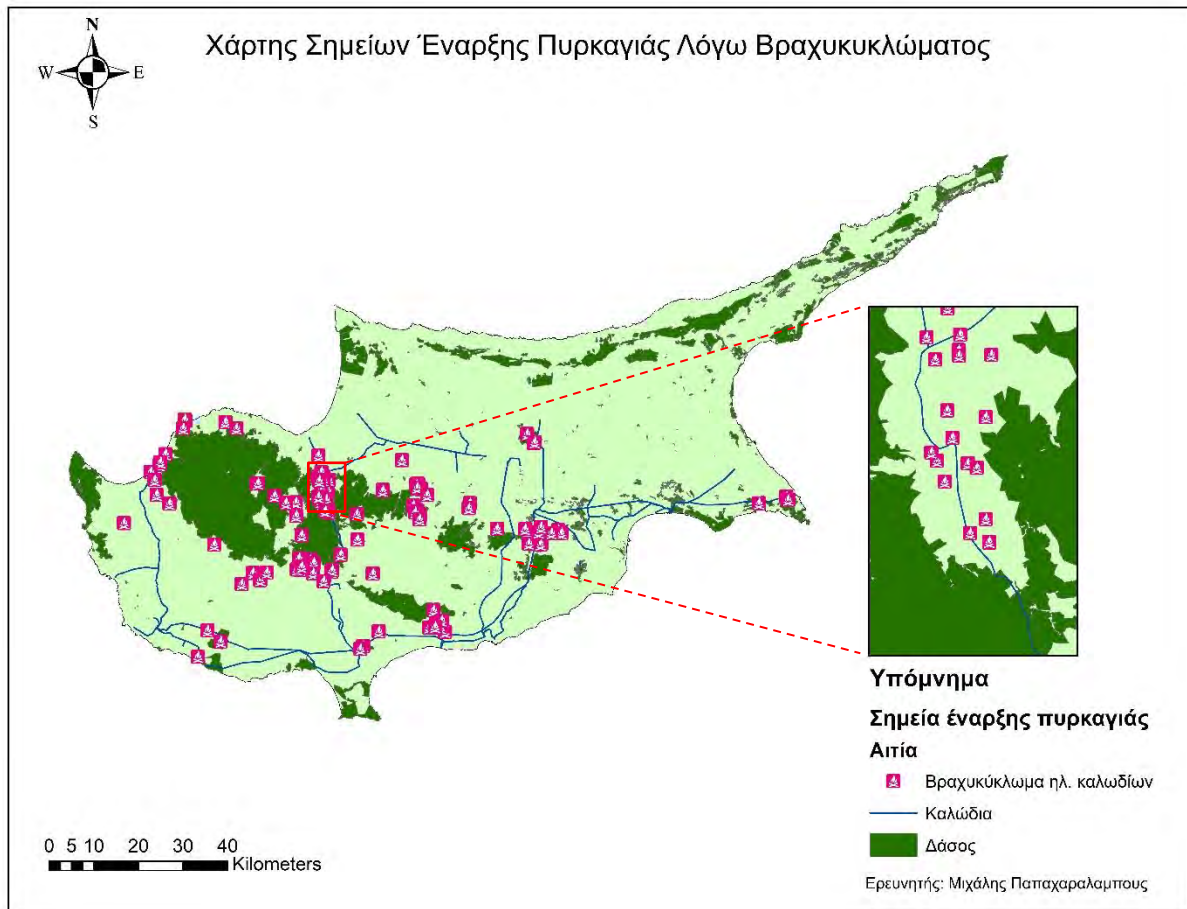
Όλοι οι ηλεκτροπαραγωγικοί σταθμοί του νησιού βρίσκονται στα νότια παράλια και συγκεκριμένα στις περιοχές Βασιλικού, Δεκέλειας και Μονής. Για την μεταφορά του ηλεκτρικού φορτίου σε όλη την επικράτεια, αναπόφευκτα, ένας αριθμός εναέριων γραμμών υψηλής τάσης διέρχονται μέσα από τα δάση και τα βουνά. Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος (Department of Forest 2021) κατά την διάρκεια των ετών 2000-2021, το 3% των πυρκαγιών, ποσό που αντιστοιχεί σε 35 πυρκαγιές ξέσπασαν λόγω βραχυκυκλώματος ηλεκτροφόρων καλωδίων υψηλής τάσης. Μία από αυτές κατέκαψε έκταση 1182 ha το 2007 απειλώντας τα χωριά Πελένδρι, Σαιτά, Τριμίκλινη, Κάτω Αμιάντο και Δύμες, τα οποία είχαν εκκενωθεί. Τα επεισόδια βραχυκυκλώματος συμβαίνουν κατά αποκλειστικότητα τις περιόδους υψηλής ζήτησης σε ηλεκτρικό ρεύμα. Οι περίοδοι αυτές είναι κατά την διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών αφού οι υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν αυξάνουν την ζήτηση ηλεκτρικού ρεύματος για την λειτουργία των κλιματιστικών χώρου.

Πιο κάτω στην Εικόνα 2.21 απεικονίζεται το εναέριο ηλεκτρικό δίκτυο υψηλής τάσης του νησιού. Τα γραμμικά και σημειακά διανυσματικά δεδομένα που αντιστοιχούν στις γραμμές και στους πυλώνες αντίστοιχα, ζητήθηκαν και λήφθηκαν από την αρμόδια αρχή, Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου (ΑΗΚ) μετά από προσωπική επικοινωνία. Όπως γίνεται αντιληπτό, υπάρχουν περιοχές όπου το δίκτυο διέρχεται διαμέσου των κρατικών δασών του νησιού.



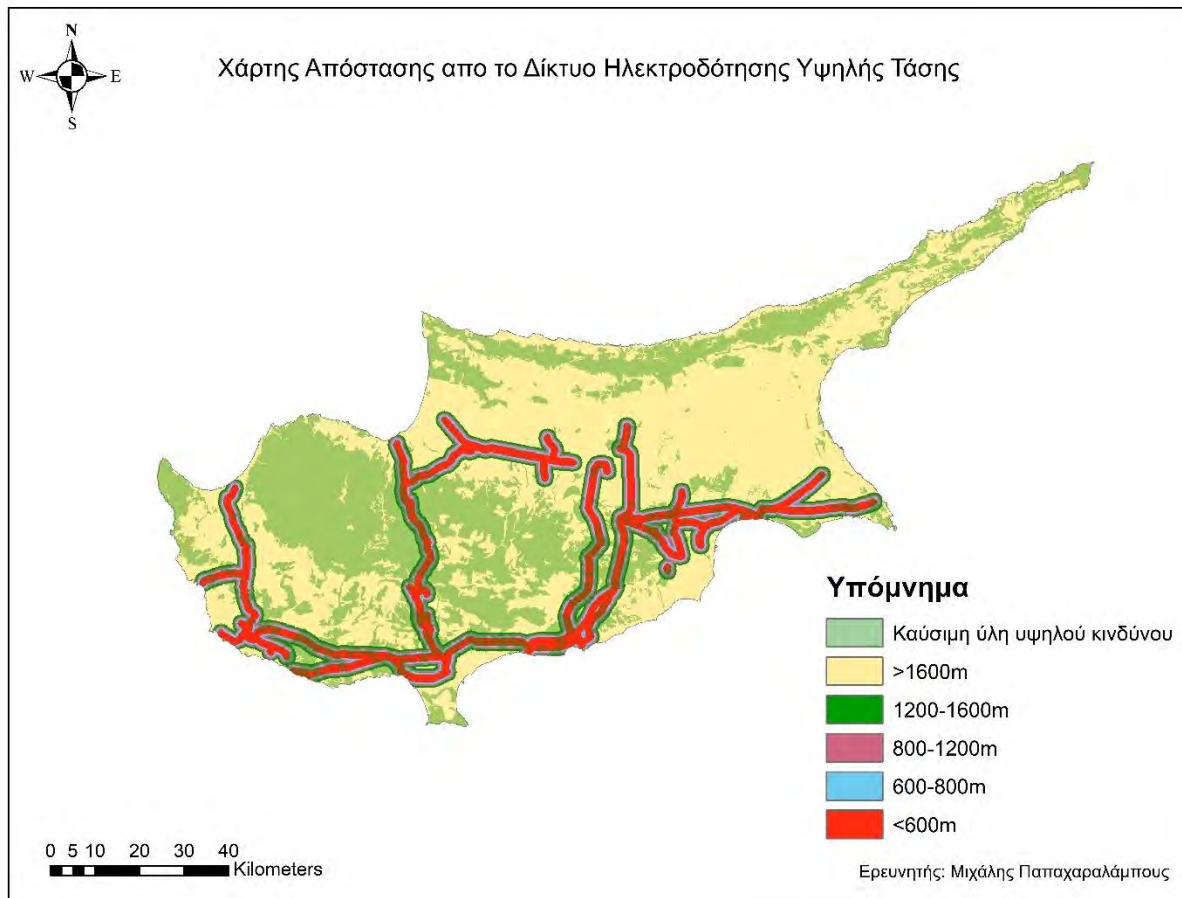
Εικόνα 2.21: Χάρτης Δικτύου Ηλεκτροδότησης Υψηλής Τάσης

Για την παραγωγή του χάρτη αποστάσεων από το ηλεκτρικό δίκτυο, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ευκλείδειας απόστασης και καθορίστηκαν οι ζώνες υψηλής επικινδυνότητας μέσω του εργαλείου *Reclassify*. Οι ζώνες αυτές καθορίστηκαν μετά από την ανάλυση των σημειακών δεδομένων έναρξης πυρκαγιάς που ζητήθηκαν και λήφθηκαν από την αρμόδια αρχή, Τμήμα Δασών του Υπουργείου Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος. Τα σημεία της έναρξης δασικών πυρκαγιών διαχωρίστηκαν βάση της αιτίας πρόκλησης τους. Πιο κάτω (Εικόνα 2.22) απεικονίζονται οι πυρκαγιές που προκλήθηκαν λόγω βραχυκυκλώματος ηλεκτροφόρων καλωδίων κατά την περίοδο 2000-2019.



Εικόνα 2.22: Χάρτης Σημείων Έναρξης Πυρκαγιάς Λόγω Βραχυκυκλώματος

Οι περιοχές υψηλής επικινδυνότητας υπολογίστηκαν εμπειρικά σύμφωνα με τα σημειακά δεδομένα έναρξης πυρκαγιάς με αιτία το βραχυκύκλωμα ηλεκτροφόρων καλωδίων. Χρησιμοποιήθηκαν τα εργαλεία *Euclidean Distance* και *Reclassify* για τον καθορισμό των ζωνών επικινδυνότητας με βάση την απόσταση από την γραμμή των ηλεκτροφόρων καλωδίων ως εξής: από 0-600m πολύ υψηλός κίνδυνος, από 600-800m υψηλός, από 800-1200m μέτριος, από 1200-1600m χαμηλός και για απόσταση μεγαλύτερη από 1600m πολύ χαμηλός κίνδυνος. Η εικόνα που ακολουθεί αντιπροσωπεύει τις πιο πάνω ζώνες.



Εικόνα 2.23: Χάρτης Απόστασης από το Δίκτυο Ηλεκτροδότησης Υψηλής Τάσης. Ζώνες κινδύνου: 0-600m πολύ υψηλός κίνδυνος, από 600-800m υψηλός, από 800-1200m μέτριος, από 1200-1600 χαμηλός και για απόσταση μεγαλύτερη από 1600m πολύ χαμηλός κίνδυνος.

Κριτήρια/Παράγοντες Πυρκαγιάς για την Αξιολόγηση του Κινδύνου					
Παράγοντες	Μονάδα μέτρησης	Κλάσεις	Επίπεδα Κινδύνου	Τιμές Κινδύνου	Βάρος (%)
Χρήσεις γης (CORINE 2018)	Επίπεδο	Δάσος	Πολύ Υψηλός	5	25
		Γεωργικές εκτάσεις	Υψηλός	4	
		Ανοικτές εκτάσεις	Μέτριος	3	
		Τεχνητές επιφάνειες	Χαμηλός	2	
		Υδάτινες επιφάνειες	Πολύ Χαμηλός	1	
Υψόμετρο	Μέτρα (m)	<400m	Πολύ Υψηλός	5	10
		400-800m	Υψηλός	4	
		800-1200m	Μέτριος	3	
		1200-1500m	Χαμηλός	2	
		>1500m	Πολύ Χαμηλός	1	
Κλίση εδάφους	Ποσοστό (%)	>30%	Πολύ Υψηλός	5	6
		20-30%	Υψηλός	4	
		10-20%	Μέτριος	3	
		5-10%	Χαμηλός	2	
		<10%	Πολύ Χαμηλός	1	
Απόσταση από ηλεκτρικό δίκτυο	Μέτρα (m)	<600m	Πολύ Υψηλός	5	2
		600-800m	Υψηλός	4	
		800-1200m	Μέτριος	3	
		1200-1600m	Χαμηλός	2	
		>1600m	Πολύ Χαμηλός	1	
Ταχύτητα ανέμου	Μέτρα/δευτερ. (m/s)	>4 m/s	Πολύ Υψηλός	5	6
		3-4 m/s	Υψηλός	4	
		2.5-3 m/s	Μέτριος	3	
		2-2.5 m/s	Χαμηλός	2	
		<2 m/s	Πολύ Χαμηλός	1	
Απόσταση από δρόμους	Μέτρα (m)	<200m	Πολύ Υψηλός	5	23
		200-400m	Υψηλός	4	
		400-600m	Μέτριος	3	
		600-800m	Χαμηλός	2	
		>800m	Πολύ Χαμηλός	1	
Απόσταση από Δάσος (Καύσιμη ύλη)	Μέτρα (m)	<2000m	Πολύ Υψηλός	5	13
		2000-3000m	Υψηλός	4	
		3000-4000m	Μέτριος	3	
		4000-5000	Χαμηλός	2	
		>5000m	Πολύ Χαμηλός	1	
NDMI	Επίπεδο	<0	Πολύ Υψηλός	5	15
		0-0.16	Υψηλός	4	
		0.16-0.26	Μέτριος	3	
		0.26-0.36	Χαμηλός	2	
		>0.36	Πολύ Χαμηλός	1	
Σύνολο					100%

Πίνακας 2.4: Κατηγοριοποίηση των παραγόντων του μοντέλου κινδύνου πυρκαγιάς στη κλίμακα κινδύνου από 1 μέχρι 5

Υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας του κάθε παράγοντα

Ο καθορισμός της σχετικής βαρύτητα κάθε παράγοντα είναι προ απαιτούμενη ενέργεια ώστε να υπολογιστούν οι συντελεστές βαρύτητας. Για το σκοπό αυτό, εφαρμόστηκε η μεθοδολογία της αναλυτικής ιεράρχησης με πρώτο στάδιο την σύγκριση των παραγόντων μέσω της συγκρότηση του Πίνακα 2.5 ο οποίος βασίζεται στην σύγκριση ζευγών (pair-wise). Στην παρούσα μελέτη οι παράγοντες που επιλέχθηκαν ήταν συνολικά 8 και συγκρίθηκαν μεταξύ τους ανά ζεύγη με την κλίμακα του Saaty (Saaty's 1-9 scale), η οποία παίρνει τιμές από 1-9 για τον προσδιορισμό των τιμών σχετικής σημασίας. Η εκτίμηση των τιμών του πίνακα έγινε με βάση την βιβλιογραφική ανασκόπηση αλλά και των παραδοχών που τέθηκαν (Nuthammachot et al. 2021). Οι ακόλουθες εξισώσεις υιοθετήθηκαν για να προκύψει το βάρος του κάθε παράγοντα και η συνέπεια της σύγκρισης:

1. Άθροισμα των τιμών σε κάθε στήλη του πίνακα σύγκρισης χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$L_{ij} = \sum_{n=1}^n C_{ij}$$

Όπου L_{ij} είναι η συνολική τιμή της στήλης του ζεύγους σύγκρισης και C_{ij} είναι τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση

2. Κανονικοποίηση των τιμών με διαίρεση του κάθε στοιχείου του πίνακα με το άθροισμα της γραμμής:

$$X_{ij} = \frac{C_{ij}}{L_j}$$

Όπου X_{ij} είναι η κανονικοποιημένη τιμή

3. Τυπικό βάρος:

$$W_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{N}$$

4. Υπολογισμός διανύσματος συνέπειας (consistency vector):

$$\lambda = \frac{\sum_j^n X_{ij} * W_j}{W_i}$$

5. Υπολογισμός δείκτη συνέπειας - Consistency Index (CI):

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

6. Υπολογισμός αναλογίας συνέπειας - Consistency ratio (Cr):

$$Cr = \frac{CI}{RI}$$

Όπου RI είναι ο δείκτης αναλογίας ο οποίος δίνεται βιβλιογραφικά και εξαρτάται από τον αριθμό των παραγόντων που συγκρίνονται.

Ο σημαντικότερος παράγοντας κινδύνου για τις δασικές πυρκαγιές ήταν το είδος της καύσιμης ύλης η οποία αποτυπώνεται στο χάρτη χρήσεων γης. Σύμφωνα με την παγκόσμια βιβλιογραφία αλλά και τα στατιστικά δεδομένα της τοπικής αρχής, η ανθρώπινη παρουσία ευθύνεται για το μεγαλύτερο ποσοστό των δασικών πυρκαγιών. Για το λόγο αυτό, η απόσταση από τους δρόμους κρίθηκε αναγκαίο να καταταχθεί αμέσως μετά από τις χρήσεις γης. Ο τρίτος πιο σημαντικός παράγοντας ήταν η ξηρασία η οποία στην παρούσα μελέτη παρουσιάζεται με τον δείκτη NDMI. Ακολούθησε η απόσταση από το δάσος, το υψόμετρο, η ταχύτητα του ανέμου, η κλίση του εδάφους και η απόσταση από το ηλεκτρικό δίκτυο υψηλής τάσης. Πιο κάτω στον Πίνακα 2.7 παρουσιάζεται ο συντελεστής βαρύτητας του κάθε παράγοντα, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του τελικού χάρτη επικινδυνότητας στο λογισμικό *Arc map 10.6*.

	Χρήσεις Γης	Απόσταση από Δρόμους	NDMI	Υψόμετρο	Απόσταση από Δάσος	Κλίση Εδάφους	Απόσταση από Ηλ. Δίκτυο	Ταχύτητα Ανέμου
Χρήσεις Γης	1.00	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00	7.00	3.00
Απόσταση από Δρόμους	1.00	1.00	3.00	4.00	1.00	3.00	5.00	3.00
NDMI	0.33	0.33	1.00	2.00	2.00	2.00	6.00	4.00
Υψόμετρο	0.33	0.25	0.50	1.00	1.00	3.00	5.00	3.00
Απόσταση από Δάσος	0.33	1.00	0.50	1.00	1.00	4.00	6.00	3.00
Κλίση Εδάφους	0.33	0.33	0.50	0.33	0.25	1.00	5.00	0.50
Απόσταση από Ηλ. Δίκτυο	0.14	0.20	0.17	0.20	0.17	0.20	1.00	0.20
Ταχύτητα Ανέμου	0.33	0.33	0.25	0.33	0.33	2.00	5.00	1.00
Σύνολο	3.81	4.45	8.92	11.87	8.75	18.20	40.00	17.70

Πίνακας 2.5: Ο Πίνακας Βαρύτητας των Παραγόντων Κινδύνου κατά Saaty.

Το άθροισμα της κάθε στήλης του πίνακα 2.5 χρησιμοποιήθηκε στη σχέση (2) ώστε να κατασκευαστεί ο πίνακας 2.6 που αντιστοιχεί στις κανονικοποιημένες τιμές.

	Χρήσεις Γης	Απόσταση από Δρόμους	NDMI	Υψόμετρο	Απόσταση από Δάσος	Κλίση Εδάφους	Απόσταση από Ηλ. Δίκτυο	Ταχύτητα Ανέμου
Χρήσεις Γης	0.26	0.22	0.34	0.25	0.34	0.16	0.18	0.17
Απόσταση από Δρόμους	0.26	0.22	0.34	0.34	0.11	0.16	0.13	0.17
NDMI	0.09	0.07	0.11	0.17	0.23	0.11	0.15	0.23
Υψόμετρο	0.09	0.06	0.06	0.08	0.11	0.16	0.13	0.17
Απόσταση από Δάσος	0.09	0.22	0.06	0.08	0.11	0.22	0.15	0.17
Κλίση Εδάφους	0.09	0.07	0.06	0.03	0.03	0.05	0.13	0.03
Απόσταση από Ηλ. Δίκτυο	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	0.01
Ταχύτητα Ανέμου	0.09	0.07	0.03	0.03	0.04	0.11	0.13	0.06

Πίνακας 2.6: Κανονικοποιημένος Πίνακας Συγκρίσεων

Με την σχέση (3), υπολογίστηκαν τα τυπικά βάρη των παραγόντων.

$$w_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{N}$$

Για παράδειγμα, ο συντελεστής βαρύτητας για τον δείκτη NDMI είναι:

$$W_{\text{NDMI}} = \frac{0.09+0.07+0.11+0.17+0.23+0.11+0.15+0.23}{8} = 0,145$$

Με τον ίδιο τρόπο υπολογίστηκαν όλοι οι υπόλοιποι συντελεστές βαρύτητας οι οποίοι παρουσιάζονται στο πιο κάτω πίνακα:

Παράγοντας Κινδύνου	Συντελεστής Βαρύτητας
Χρήσεις γης	25%
Απόσταση από δρόμους	23%
NDMI	15%
Απόσταση από Δάσος (Καύσιμη ύλη)	13%
Υψόμετρο	10%
Ταχύτητα ανέμου	6%
Κλίση εδάφους	6%
Απόσταση από ηλεκτρικό δίκτυο	2%
Σύνολο	100%

Πίνακας 2.7: Συντελεστές Βαρύτητας Παραγόντων Κινδύνου Πυρκαγιάς

Για τον έλεγχο της συνέπειας των αποτελεσμάτων σύγκρισης, υπολογίστηκε ο δείκτης αναλογίας συνέπειας (CR). Για τον υπολογισμό του χρησιμοποιήθηκαν οι σχέσεις 4,5 και 6 που αναλύονται πιο πάνω. Με βάση τα αποτελέσματα των πράξεων, ο δείκτης CR είναι:

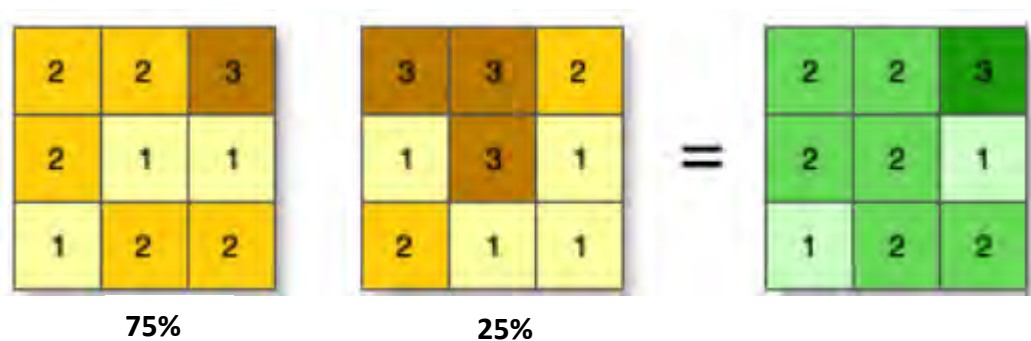
$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{8.743 - 8}{8 - 1} = 0.106$$

$$Cr = \frac{CI}{RI} = \frac{0.106}{1.41} = 0.08$$

Η συνέπεια των συγκρίσεων πληρείται αφού το αποτέλεσμα ήταν CR=0.08 (συνθήκη CR < 0.1) και έτσι οι υποθέσεις των συγκρίσεων των παραγόντων είναι συνεπείς.

Μοντέλο Κινδύνου Πυρκαγιάς

Οι συντελεστές βαρύτητας που υπολογίστηκαν με την πιο πάνω μεθοδολογία, χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία του χάρτη επικινδυνότητας πυρκαγιών. Συγκεκριμένα, ο κάθε παράγοντας του πίνακα 2.4 επεξεργάστηκε με το εργαλείο σταθμισμένης επικάλυψης *Weighted Overlay* το οποίο χρησιμεύει για την επίλυση πολυκριτηριακών αναλύσεων. Η πιο κάτω εικόνα εξηγεί τον τρόπο με το οποίο το συγκεκριμένο εργαλείο υπολογίζει το τελικό αρχείο.



Εικόνα 2.23: Μέθοδος Σταθμισμένης Επικάλυψης - *Weighted Overlay*

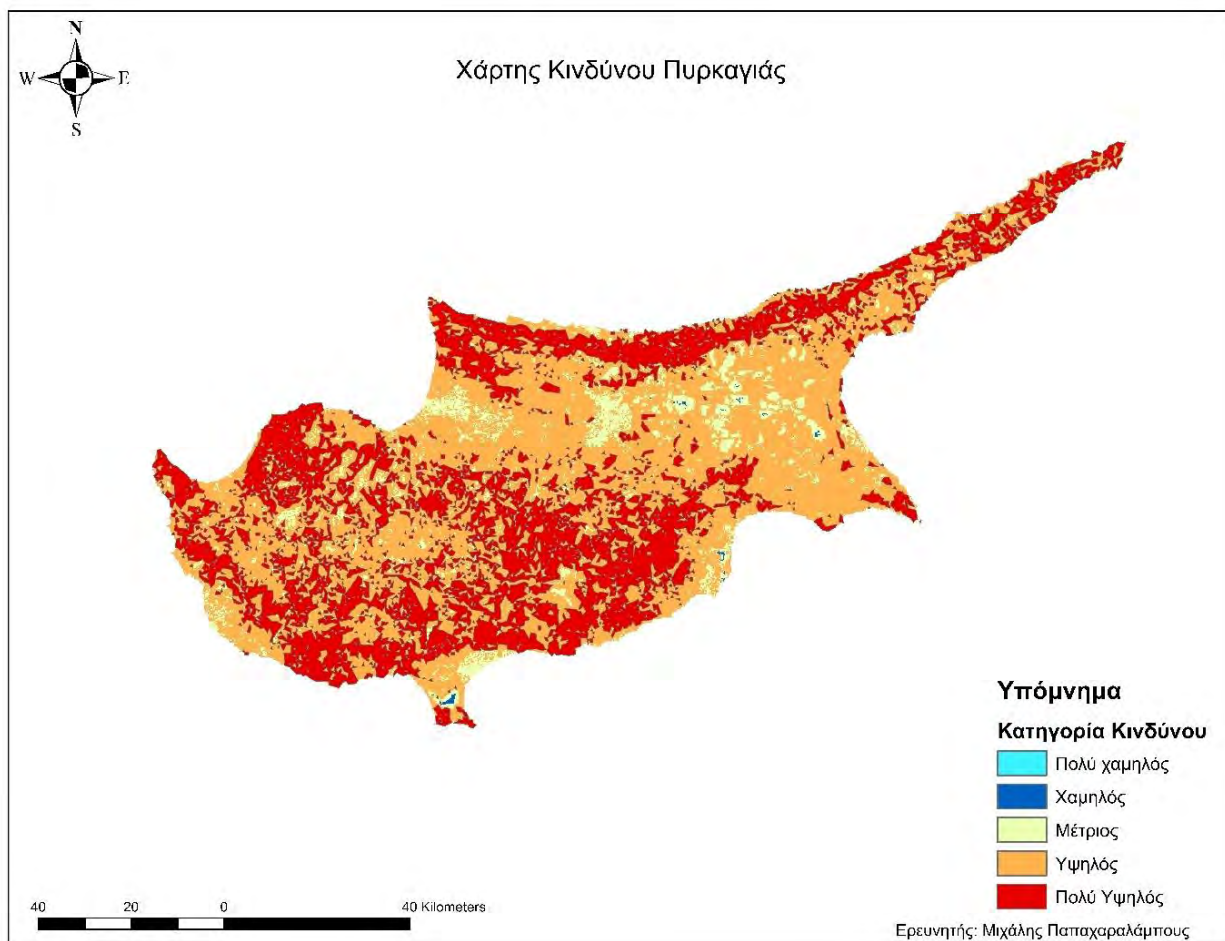
Τα δύο αρχεία εισόδου είναι αναταξινομημένα σε μια κοινή κλίμακα μέτρησης με τιμές από 1 μέχρι 3. Οι τιμές των κελιών πολλαπλασιάζονται με την ποσοστιαία επιρροή τους, δηλαδή με τους συντελεστές βαρύτητας τους οποίους υπολογίστηκαν με την πιο πάνω μέθοδο. Εάν για παράδειγμα εξετάσουμε το κεντρικό κελί τότε οι τιμές εισόδου γίνονται οι εξής: $(1 \cdot 0,75) + (3 \cdot 0,25) = 1,5$. Επειδή η τελική τιμή πρέπει να είναι ακέραιος αριθμός, το 1,5 στρογγυλοποιείται σε 2.

Αποτελέσματα

Χάρτης Κινδύνου Πυρκαγιάς

Με βάση την πιο πάνω μεθοδολογία, πραγματοποιήθηκε η σύνθεση του χάρτη επικινδυνότητας πυρκαγιάς. Ο χάρτης κινδύνου πυρκαγιάς σύμφωνα με τους παράγοντες του Πίνακα 2.4 της προηγούμενης ενότητας παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.1. Η χρωματική διαβάθμιση αντιστοιχεί σε 5 κατηγορίες κινδύνου, από τον πολύ χαμηλό στον πολύ υψηλό. Το μεγαλύτερο τμήμα της οροσειράς του Πενταδακτύλου, αλλά και τα ημιορεινά της οροσειράς του Τροόδους χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς. Η ασυνεχής κατανομή των περιοχών αυτών στην οροσειρά του Τροόδους σε σύγκριση με αυτήν του Πενταδακτύλου, οφείλετε τόσο στην υψομετρική διαφορά αλλά και στο πλουσιότερο ανάγλυφο του εδάφους που επηρεάζει τα ποσοστά υγρασίας στα καύσιμα.

Οι περιοχές πολύ υψηλού κινδύνου καλύπτουν 357356,20 ha, ποσοστό 38.63% της συνολικής έκτασης του νησιού. Σε μετέπειτα στάδιο θα αναλυθούν με λεπτομέρεια οι περιοχές αυτές σε επίπεδο οικοτόπων, προστατευόμενων περιοχών αλλά και περιοχών εξάπλωσης κινδυνευόντων ειδών χλωρίδας που συμπεριλαμβάνονται στο κόκκινο βιβλίο της χλωρίδας της Κύπρου.



Εικόνα 3.1: Χάρτης Κινδύνου Πυρκαγιάς. Η κατηγοριοποίηση των ζωνών κινδύνου παρουσιάζεται με χρωματική διαβάθμιση. Οι περιοχές πολύ υψηλού κινδύνου απεικονίζονται με κόκκινο χρώμα και καταλαμβάνουν έκταση 357356,20 ha. Οι περιοχές με μπλέ και γαλάζιο χρώμα, αντιπροσωπεύουν φράγματα, υδατοσυλλογές, σταθμούς επεξεργασίας λυμάτων, Αλυκές και υγρότοπους.

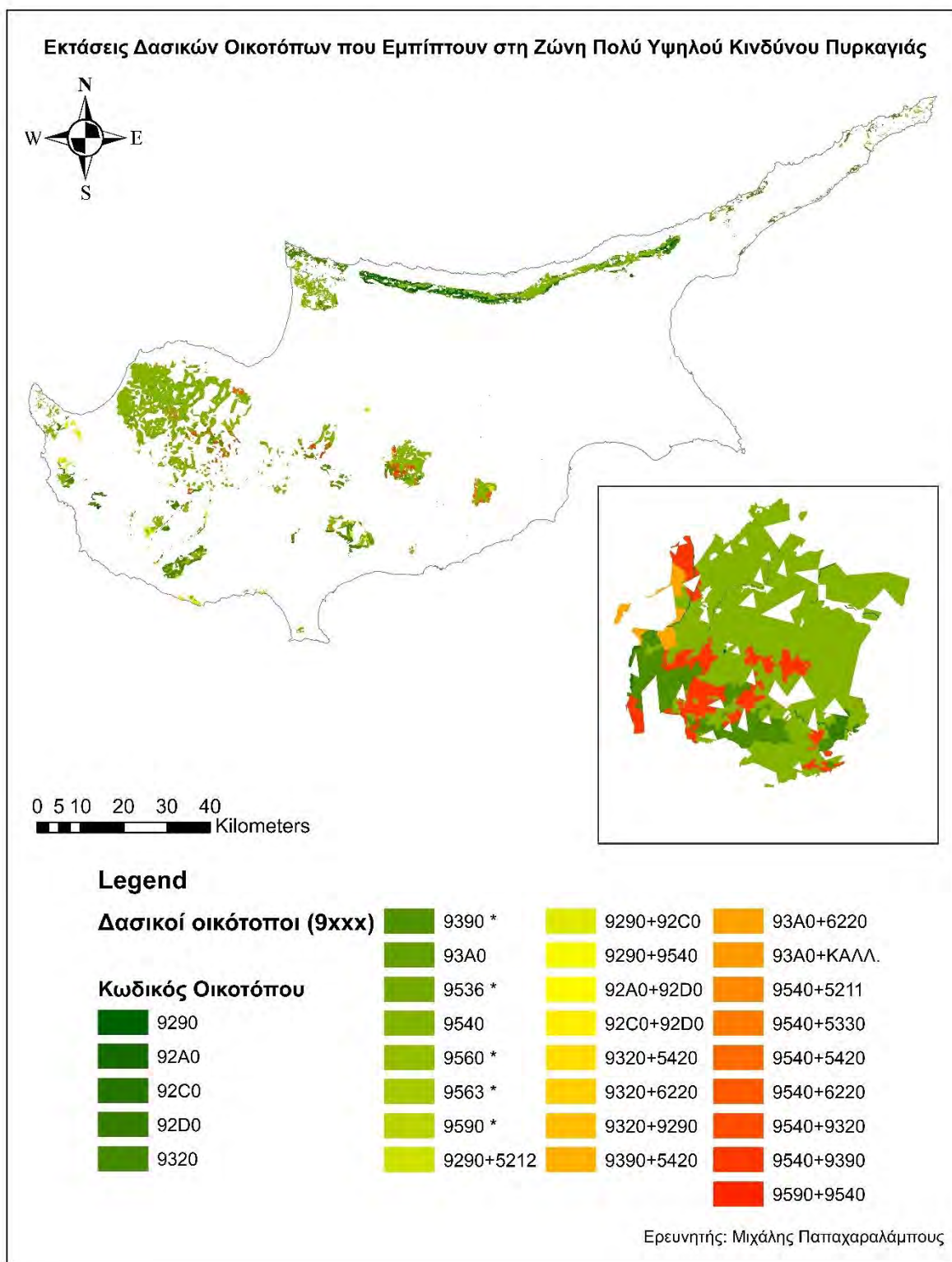
Ποσοτικοποίηση των περιοχών πολύ υψηλού κινδύνου σε επίπεδο δασικών οικοτόπων

Σύμφωνα με το Παράρτημα Ι της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ, στην Κύπρο έχουν χαρακτηριστεί 48 τύποι οικοτόπων. Οι 42 εξ αυτών είναι χερσαίοι και 13 χαρακτηρίζονται ως οικοτόποι προτεραιότητας. Επιπλέον κάποιοι εξ αυτών σχηματίζουν μικτούς οικοτόπους, δηλαδή τα είδη που τους χαρακτηρίζουν συνυπάρχουν στην περιοχή εξάπλωσης. Στην περίπτωση αυτή, ο κωδικός του οικοτόπου περιλαμβάνει δύο κωδικούς με το σύμβολο + μεταξύ τους. Για παράδειγμα ο οικοτόπος 9540 (Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά είδη πεύκων της Μεσογείου) όταν συνυπάρχει με τον οικοτόπο 9320 (Δάση με *Olea* και *Ceratonia*) δημιουργούν τον μικτό τύπο οικοτόπου με κωδικό 9540 + 9320.

Πιο κάτω στην Εικόνα 3.2 απεικονίζονται οι περιοχές των δασικών οικοτόπων με κωδικό 9xxx που εμπίπτουν στην ζώνη πολύ υψηλής επικινδυνότητας πυρκαγιάς. Η μεγαλύτερη έκταση κινδύνου που αντιστοιχεί σε ποσοστό 60,4% της συνολικής έκτασης του οικοτόπου εμπίπτει στον οικοτόπο 9540 (Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά είδη πεύκων της Μεσογείου). Στην Κύπρο ο οικοτόπος αυτός χαρακτηρίζεται από το είδος *Pinus brutia* και καταλαμβάνει έκταση 84877.78 ha. Ο οικοτόπος 9290 Δάση με *Cupressus* αποτελεί τον οικοτόπο με τον μεγαλύτερο κίνδυνο πυρκαγιάς αφού το 85,48% της συνολικής του έκτασης βρίσκεται στην ζώνη πολύ υψηλού κινδύνου. Από τους οικοτόπους προτεραιότητας, ο οικοτόπος 9560 * (Ενδημικά δάση με *Juniperus* spp.) δέχεται το μεγαλύτερο ποσοστό κινδύνου αφού το 71,44% της συνολικής του έκτασης βρίσκεται σε πολύ υψηλό κίνδυνο. Εκτάσεις των ενδημικών οικοτόπων προτεραιότητας 9390 * Θαμνώνες και δασικές συστάσεις της *Quercus alnifolia* και 9590 * Δάση με *Cedrus brevifolia*, εμπίπτουν στην ζώνη πολύ υψηλής επικινδυνότητας με ποσοστά 55,40% και 26,32% αντίστοιχα. Ποσοστό 46.15% της συνολικής έκτασης του παρόχθιου οικοτόπου 92C0 Δάση με *Platanus orientalis* βρέθηκε να διατρέχει υψηλό κίνδυνο από πυρκαγιές.

Οι οικοτόποι 93A0 Δασικές συστάδες της *Quercus infectoria* και 9536 * Δάση μαύρης πεύκης αποτελούν τους οικοτόπους με το χαμηλότερο ποσοστό πολύ υψηλού κινδύνου αφού μόνο το 0.48% και 4.53% αντίστοιχα εμπίπτει στην ζώνη αυτή.

Ο πίνακας 3.1 παρουσιάζει λεπτομερώς όλες τις εκτάσεις και τα ποσοστά των δασικών οικοτόπων που εμπίπτουν στην ζώνη πολύ υψηλής επικινδυνότητας πυρκαγιάς



Εικόνα 3.2: Χάρτης Εκτάσεων Δασικών Οικοτόπων που Εμπίπτουν στη Ζώνη Πολύ Υψηλού Κινδύνου Πυρκαγιάς

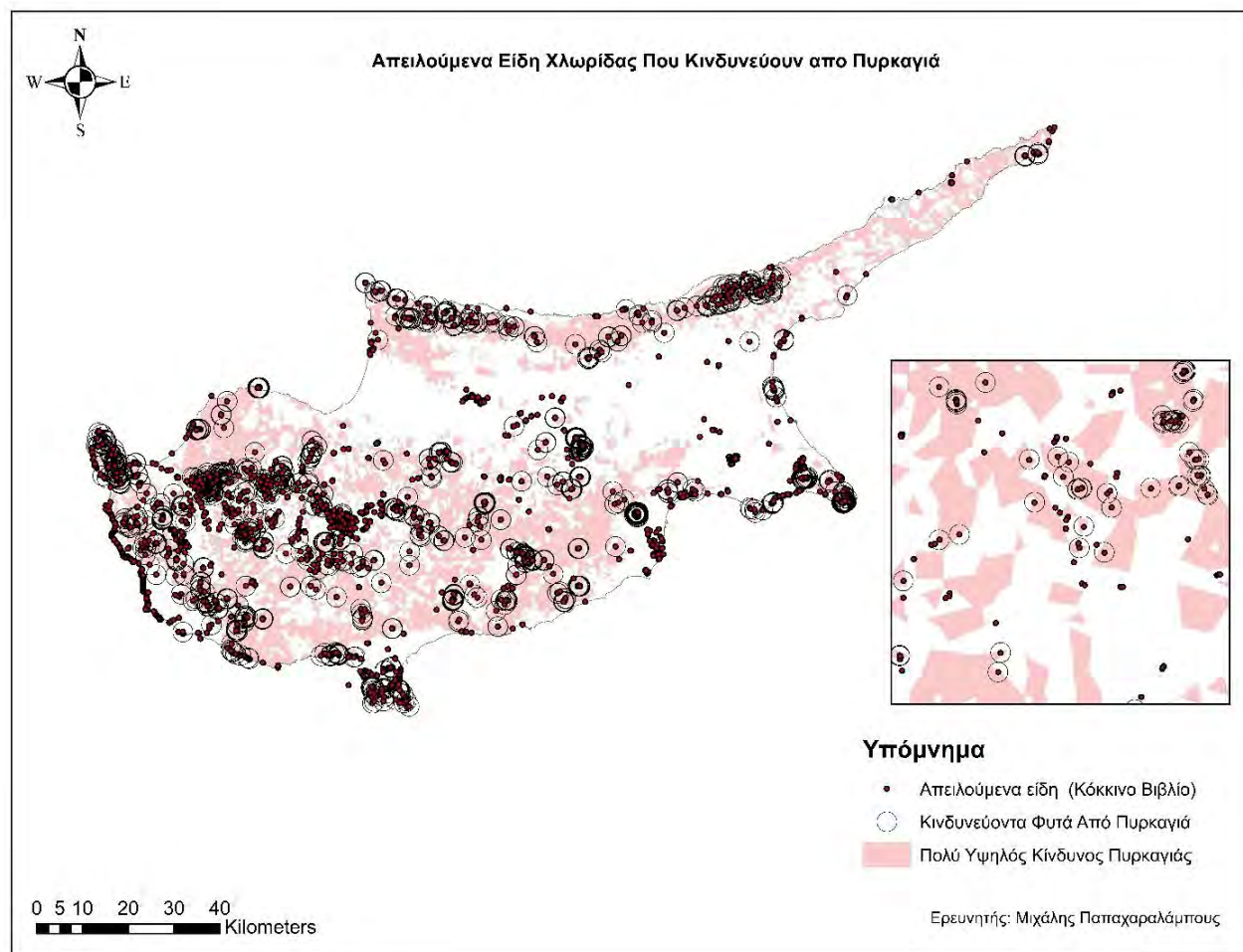
Δασικοί οικοτόποι (9xxx) σε κίνδυνο πυρκαγιάς			
Κωδικός Οικοτόπου	Έκταση (ha)	Έκταση σε κίνδυνο (ha)	Ποσοστό %
9290	4186.63	3578.56	85.48
92A0	22.20	3.68	16.59
92C0	1706.27	787.53	46.15
92D0	812.41	199.49	24.56
9320	16921.22	12894.86	76.21
9390 *	3843.74	2129.61	55.40
93A0	135.54	0.65	0.48
9536 *	4468.85	202.47	4.53
9540	84877.78	51267.25	60.40
9560 *	798.28	570.28	71.44
9563 *	87.34	11.65	13.34
9590 *	132.63	34.91	26.32
9290+5212	51.84	51.80	99.93
9290+92C0	12.68	8.26	65.13
9290+9540	45.66	45.61	99.90
92A0+92D0	30.55	12.11	39.64
92C0+92D0	30.37	26.71	87.95
9320+5420	3246.94	1923.49	59.24
9320+6220	92.69	92.62	99.93
9320+9290	45.71	43.83	95.90
9390+5420	531.58	209.44	39.40
93A0+6220	28.24	13.88	49.15
93A0+ΚΑΛΛ.	295.25	75.40	25.54
9540+5211	35.59	19.78	55.57
9540+5330	341.48	165.31	48.41
9540+5420	815.84	463.63	56.83
9540+6220	299.32	265.82	88.81
9540+9320	778.75	469.94	60.34
9540+9390	6168.78	2300.47	37.29
9590+9540	157.81	67.00	42.45

Πίνακας 3.1: Αναλυτικός Πίνακας Εκτάσεων Επικινδυνότητας.

Ποσοτικοποίηση απειλούμενων ειδών χλωρίδας του κόκκινου βιβλίου που κινδυνεύουν από πυρκαγιά

Η Κύπρος φιλοξενεί έναν σημαντικό αριθμό απειλούμενων και ενδημικών ειδών χλωρίδας. Μέχρι σήμερα έχουν καταγραφεί 1649 ιθαγενή είδη και υποείδη φυτών στο νησί. Τα 256 από αυτά, δηλαδή το 15,5% έχουν χαρακτηριστεί ως απειλούμενα. Ο χάρτης της Εικόνας 3.3 παρουσιάζει την κατανομή των απειλούμενων ειδών και ποια από αυτά κινδυνεύουν περισσότερο από πυρκαγιά. Από τα 256 απειλούμενα είδη χλωρίδας, τα 165 εμπίπτουν στην ζώνη πολύ υψηλής επικινδυνότητας (Εικόνα 3.3) και παρουσιάζονται αναλυτικά στο πιο κάτω Πίνακα 3.2.

Εικόνα 3.3: Χάρτης απειλούμενων ειδών χλωρίδας που κινδυνεύουν από πυρκαγιά



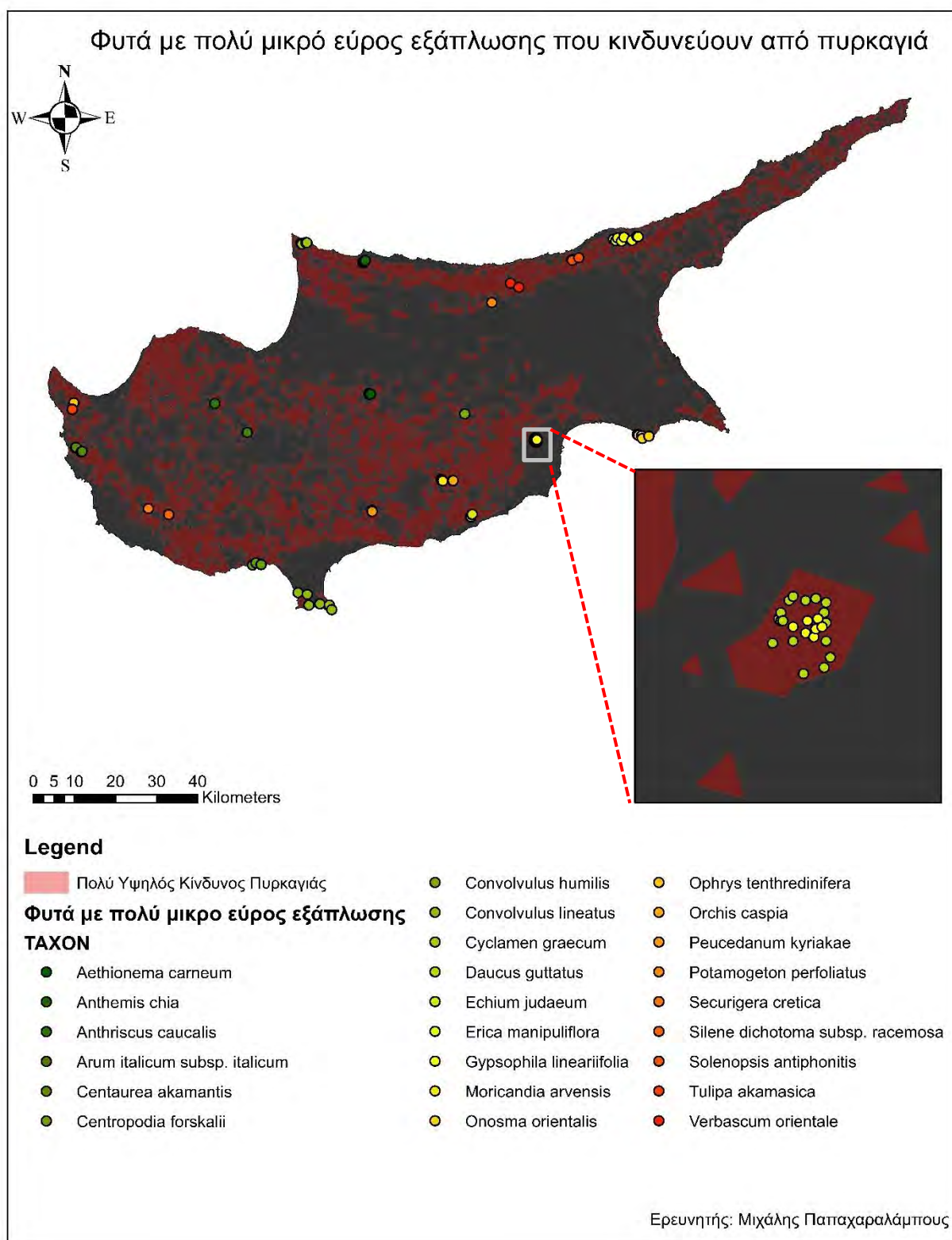
<i>Achillea cretica</i>	<i>Crocus hartmannianus</i>	<i>Lathyrus setifolius</i>	<i>Rumex vesicarius</i>
<i>Acinos troodi</i> subsp. <i>troodi</i>	<i>Crypsis factorovskyi</i>	<i>Linaria pelisseriana</i>	<i>Saccharum spontaneum</i>
<i>Aegilops bicornis</i>	<i>Cyclamen graecum</i>	<i>Linum maritimum</i>	<i>Salsola soda</i>
<i>Aethionema arabicum</i>	<i>Cynoglossum troodi</i>	<i>Lomelosia argentea</i>	<i>Saponaria mesogitana</i>
<i>Aethionema carneum</i>	<i>Datisca cannabina</i>	<i>Lotus angustissimus</i>	<i>Satureja thymbra</i>
<i>Aizoon hispanicum</i>	<i>Daucus guttatus</i>	<i>Lotus conimbricensis</i>	<i>Scandix stellata</i>
<i>Allium exaltatum</i>	<i>Delphinium caseyi</i>	<i>Lotus cytisoides</i>	<i>Sclerochloa dura</i>
<i>Allium roseum</i> var. <i>bulbiferum</i>	<i>Echium judaeum</i>	<i>Maillea crypsoides</i>	<i>Securigera cretica</i>
<i>Alopecurus myosuroides</i>	<i>Enarthrocarpus arcuatus</i>	<i>Mentha aquatica</i>	<i>Sedum microstachyum</i>
<i>Alopecurus utriculatus</i>	<i>Ephedra nebrodensis</i>	<i>Micromeria cristata</i> subsp. <i>cristata</i>	<i>Serapias aphroditae</i>
<i>Alyssum akamasicum</i>	<i>Epilobium tetragonum</i>	<i>Moricandia arvensis</i>	<i>Sideritis cypria</i>
<i>Alyssum minutum</i>	<i>Epipactis microphylla</i>	<i>Najas marina</i> subsp. <i>armata</i>	<i>Silene dichotoma</i> subsp. <i>racemosa</i>
<i>Alyssum umbellatum</i>	<i>Erica manipuliflora</i>	<i>Nigella unguicularis</i>	<i>Silene gemmata</i>
<i>Anthemis chia</i>	<i>Erodium botrys</i>	<i>Notholaena marantae</i>	<i>Sisymbrium polyceratum</i>
<i>Anthemis parvifolia</i>	<i>Erodium crassifolium</i>	<i>Occhodium aegyptiacum</i>	<i>Solenopsis antiphonitis</i>
<i>Anthriscus caucalis</i>	<i>Euphorbia hierosolymitana</i>	<i>Ononis diffusa</i>	<i>Stipagrostis lanata</i>
<i>Arbutus unedo</i>	<i>Euphorbia paralias</i>	<i>Onosma caespitosa</i>	<i>Taraxacum aphrogenes</i>
<i>Arctium lappa</i>	<i>Euphorbia thompsonii</i>	<i>Onosma gigantea</i> var. <i>hispida</i>	<i>Teesdalia coronopifolia</i>
<i>Arum italicum</i> subsp. <i>italicum</i>	<i>Ferula cypria</i>	<i>Onosma orientalis</i>	<i>Teucrium cyprium</i> subsp. <i>kyreniae</i>
<i>Arum rupicola</i>	<i>Ferulago syriaca</i>	<i>Onosma troodi</i>	<i>Tordylium apulum</i>
<i>Asphodeline brevicaulis</i>	<i>Fimbristylis ferruginea</i>	<i>Ophrys kotschy</i>	<i>Trifolium campestre</i> subsp. <i>paphium</i>
<i>Asphodeline lutea</i>	<i>Fumaria capreolata</i>	<i>Ophrys tenthredinifera</i>	<i>Triplachne nitens</i>
<i>Asphodelus tenuifolius</i>	<i>Galium parisiense</i>	<i>Orchis caspia</i>	<i>Tulipa cypria</i>
<i>Astragalus macrocarpus</i> subsp. <i>lefkarensis</i>	<i>Galium pisiferum</i>	<i>Origanum cordifolium</i>	<i>Tulipa akamasica</i>
<i>Brassica hilarionis</i>	<i>Galium tenuissimum</i>	<i>Ornithogalum neurostegium</i>	<i>Tussilago farfara</i>
<i>Bupleurum nodiflorum</i>	<i>Gaudiniopsis macra</i>	<i>Ornithogalum trichophyllum</i>	<i>Umbilicus horizontalis</i>
<i>Cachrys scabra</i>	<i>Geum urbanum</i>	<i>Osyris alba</i>	<i>Valerianella tricerias</i>
<i>Calepina irregularis</i>	<i>Glinus lotoides</i>	<i>Pancratium maritimum</i>	<i>Verbascum blattaria</i>
<i>Carex illegitima</i>	<i>Gundelia tournefortii</i>	<i>Peucedanum kyriakae</i>	<i>Verbascum orientale</i>
<i>Cedrus brevifolia</i>	<i>Gypsophila lineariifolia</i>	<i>Phalaris aquatica</i>	<i>Verbena supina</i>
<i>Celtis tournefortii</i>	<i>Hedera helix</i> subsp. <i>poetarum</i>	<i>Phillyrea latifolia</i>	<i>Viburnum tinus</i> subsp. <i>tinus</i>
<i>Centaurea akamantis</i>	<i>Hedysarum cyprium</i>	<i>Phleum subulatum</i>	<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>amphicarpa</i>
<i>Centaurium maritimum</i>	<i>Helianthemum ledifolium</i> subsp. <i>lasiocarpum</i>	<i>Phlomis brevibracteata</i>	<i>Vincetoxicum canescens</i>
<i>Centropodia forskalii</i>	<i>Heliotropium supinum</i>	<i>Phlomis cypria</i> subsp. <i>cypria</i>	<i>Vulpia brevis</i>
<i>Convolvulus humilis</i>	<i>Herniaria hemistemon</i>	<i>Phlomis cypria</i> subsp. <i>occidentalis</i>	<i>Vulpia muralis</i>
<i>Convolvulus lineatus</i>	<i>Hyacinthus orientalis</i>	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	

<i>Coronilla emerus subsp. emeroides</i>	<i>Hypericum hircinum</i>	<i>Potentilla recta</i>	
<i>Coronilla repanda subsp. repanda</i>	<i>Hypericum lanuginosum var. lanuginosum</i>	<i>Pteris vittata</i>	
<i>Crambe hispanica</i>	<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Ranunculus creticus</i>	
<i>Crassula vaillantii</i>	<i>Ipomoea imperati</i>	<i>Ranunculus isthmicus</i>	
<i>Crepis pusilla</i>	<i>Isolepis cernua</i>	<i>Ranunculus kykkoensis</i>	
<i>Crepis zacintha</i>	<i>Juncus maritimus</i>	<i>Ranunculus millefolius subsp. millefolius</i>	
<i>Crithopsis delileana</i>	<i>Kickxia spuria</i>	<i>Ranunculus rumelicus</i>	
<i>Crocus cyprius</i>	<i>Lathyrus cassius</i>	<i>Reichardia picroides</i>	

Πίνακας 3.2: Απειλούμενα φυτά της χλωρίδας της Κύπρου που ένα μέρος ή όλος ο πληθυσμός τους φύεται σε περιοχές πολύ υψηλού κινδύνου πυρκαγιάς.

Απειλούμενα είδη χλωρίδας με μικρό εύρος εξάπλωσης που εμπίπτουν σε περιοχές με πολύ υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς

Για την περαιτέρω μελέτη των απειλούμενων ειδών χλωρίδας του νησιού, διερευνήθηκε ο αριθμός των ειδών με πολύ μικρό εύρος εξάπλωσης. Σύμφωνα με τα δεδομένα του Τμήματος Περιβάλλοντος και τον χάρτη κινδύνου πυρκαγιάς της παρούσας μελέτης, 24 από τα 165 απειλούμενα φυτά, οι πληθυσμοί τους βρίσκονται εξ' ολοκλήρου εντός της ζώνης πολύ υψηλής επικινδυνότητας. Τα 4 από αυτά είναι τοπικά ενδημικά με τα δύο από αυτά να εντοπίζονται εντός του εθνικού δασικού πάρκου Ακάμα. Πιο κάτω στην Εικόνα 3.4, απεικονίζονται οι περιοχές εξάπλωσης των ειδών αυτών, οι οποίες εμπίπτουν στην ζώνη πολύ υψηλής επικινδυνότητας.



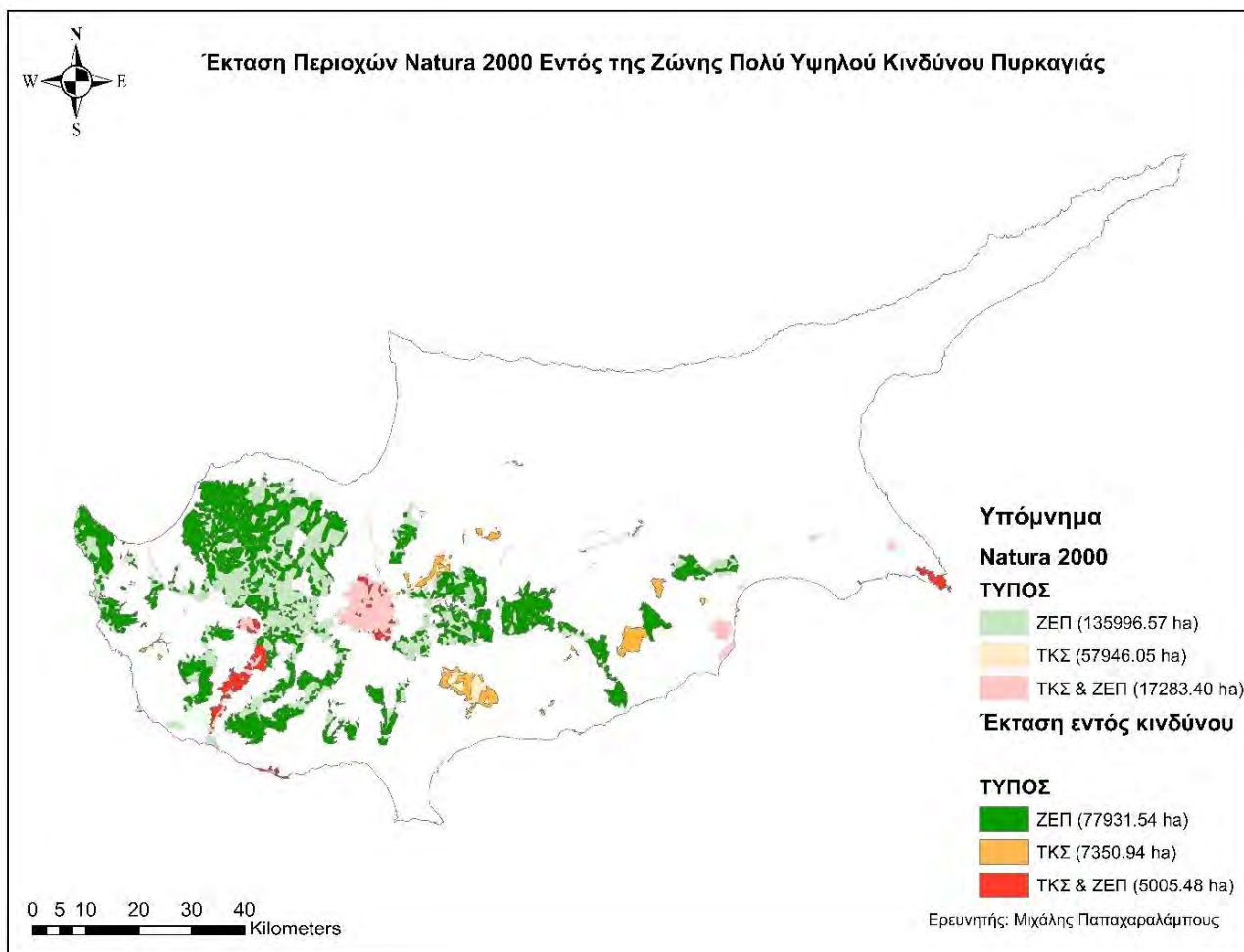
Εικόνα 3.3: Χάρτης απειλούμενων ειδών χλωρίδας με μικρό εύρος εξάπλωσης που κινδυνεύουν από πυρκαγιά

Ποσοτικοποίηση των περιοχών πολύ υψηλού κινδύνου σε επίπεδο προστατευόμενων περιοχών Natura 2000

Το Δίκτυο Natura 2000 στην Κύπρο απαριθμεί 40 περιοχές για είδη και οικοτόπους και 30 περιοχές για τα Πουλιά. Συγκεκριμένα, οι περιοχές αυτές κατηγοριοποιούνται σε 3 κλάσεις: Τόπος Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ), Ζώνη Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ), Τόπος Κοινοτικής Σημασίας & Ζώνη Ειδικής Προστασίας (ΤΚΣ & ΖΕΠ). Η συνολική έκταση των χερσαίων προστατευόμενων περιοχών ανέρχεται στα 211226,02 ha, με το μεγαλύτερο ποσοστό να εμπίπτει εντός των ορίων του κρατικού δάσους. Σύμφωνα με τον χάρτη δασικής επικινδυνότητας πυρκαγιάς (Εικόνα 3.1), υπολογίστηκαν οι εκτάσεις των προστατευόμενων περιοχών που εμπίπτουν στη ζώνη πολύ υψηλής επικινδυνότητας. Η μεγαλύτερη σε κίνδυνο έκταση καταλαμβάνει 77931,54 ha, δηλαδή ποσοστό 57,30% της συνολικής έκτασης των προστατευόμενων περιοχών Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ). Αντίστοιχα, το 12,69% των περιοχών ΤΚΣ και 28,96% των ΤΚΣ & ΖΕΠ εμπίπτει στην ζώνη αυτή. Συνολικά, το 42,74% των χερσαίων προστατευόμενων περιοχών βρίσκονται εντός της ζώνης υψηλού κινδύνου πυρκαγιάς.

Δίκτυο Natura 2000				
Είδος	Κατηγορία	Έκταση (ha)	Έκταση σε κίνδυνο (ha)	Ποσοστό %
Χερσαία	ΖΕΠ	135996.57	77931.54	57.30
Χερσαία	ΤΚΣ	57946.05	7350.94	12.69
Χερσαία	ΤΚΣ & ΖΕΠ	17283.40	5005.48	28.96
Σύνολο		211226.02	90287.96	42.74

Πίνακας 3.3: Εκτάσεις χερσαίων προστατευόμενων περιοχών Natura 2000 που κινδυνεύουν από πυρκαγιά



Εικόνα 3.4: Χάρτης χερσαίων περιοχών Natura 2000 που εμπίπτουν στην ζώνη πολύ υψηλού κινδύνου πυρκαγιάς

Εκτίμηση της αξιοπιστίας του χάρτη πρόβλεψης δασικών πυρκαγιών

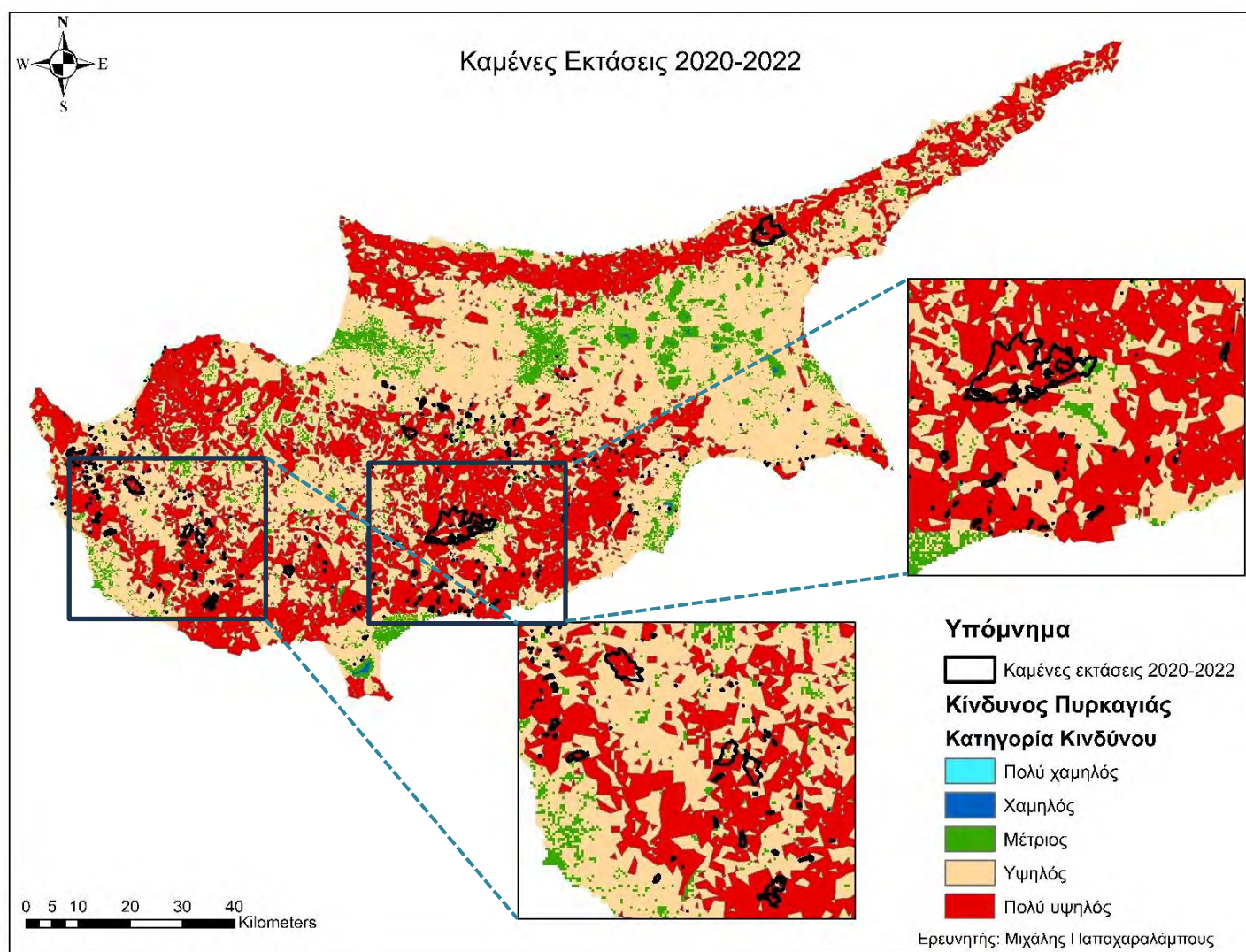
Ο χάρτης κινδύνου πυρκαγιάς που κατασκευάστηκε στην παρούσα μελέτη, αποτελεί αποτέλεσμα της ανάλυσης πολλών παραμέτρων. Κάποιοι από αυτούς είναι σταθεροί, όπως για παράδειγμα το υψόμετρο και οι κλίσεις εδάφους, ενώ κάποιοι άλλοι μεταβάλλονται κατά την διάρκεια του χρόνου. Για το σκοπό αυτό η εκτίμηση της αξιοπιστίας του χάρτη θα έπρεπε να γίνει μέσω της ποσοτικοποίησης της ικανότητας πρόβλεψης των δασικών πυρκαγιών στα επόμενα έτη.

Έχοντας υπόψη ότι οι χρήσεις γης αλλά και οι δορυφορικές φωτογραφίες για την ποσοτικοποίηση της ξηρασίας της βλάστησης αποτελούν δεδομένα του 2018 και 2020 αντίστοιχα, θα έπρεπε η εκτίμηση της ικανότητας πρόβλεψης των πυρκαγιών να εξεταστεί από το έτος 2020 μέχρι σήμερα.

Για το σκοπό αυτό, ζητήθηκαν τα δεδομένα των καμένων περιοχών για τα έτη 2020-2022 από το αρμόδιο τμήμα του Υπουργείου Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος. Έγινε ποσοτικοποίηση των καμένων περιοχών που άφησαν πίσω τους οι 280 πυρκαγιές κατά τα πιο πάνω έτη, σε σχέση με τον χάρτη κινδύνου πυρκαγιάς. Το αποτέλεσμα ανέδειξε ότι 6642,61 ha από τα 9965.83 ha καμένης γης, δηλαδή ποσοστό περίπου 66,7% εμπίπτει στην ζώνη πολύ υψηλής επικινδυνότητας. Στον πιο κάτω Πίνακα 3.4, αναφέρονται αναλυτικά όλα τα ποσοστά των εκτάσεων που κάηκαν σε σχέση με τις ζώνες επικινδυνότητας του χάρτη κινδύνου της παρούσας μελέτης.

Εκτίμηση της πρόβλεψης δασικών πυρκαγιών		
Κίνδυνος	Καμένη έκταση (ha)	Ποσοστό (%)
Πολύ υψηλός	6642,61	66,7
Υψηλός	3186,60	32,0
Μέτριος	136,62	1,3
Χαμηλός	0,00	0,0
Πολύ χαμηλός	0,00	0,0
Σύνολο	9965.83	100

Πίνακας 3.3: Καμένες εκτάσεις 2020-2022, ταξινομημένες στις ζώνες κινδύνου πυρκαγιάς



Εικόνα 3.4: Χάρτης καμένων εκτάσεων επί του χάρτη κινδύνου πυρκαγιάς.

Συζήτηση

Η Κύπρος συμπεριλαμβάνεται στις χώρες με ιδιαίτερα αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιών, για τον οποίο ευθύνεται το πολύ ξηρό κλίμα που επικρατεί την καλοκαιρινή περίοδο. Γίνεται αντιληπτό, από την πρώτη ενότητα, ότι οι πυρκαγιές επηρεάζονται από μια πληθώρα παραγόντων. Η παρούσα μελέτη αποτέλεσε μια προσπάθεια συλλογής και ερμηνείας των παραγόντων αυτών. Αποτελεί την πρώτη έρευνα για τα Κυπριακά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν 8 παράγοντες για την πρόβλεψη των περιοχών επικινδυνότητας και την πρώτη έρευνα στην παγκόσμια βιβλιογραφία στην οποία γίνεται ποσοτικοποίηση των περιοχών αυτών τόσο σε επίπεδο οικοτόπων όσο και σε επίπεδο απειλούμενων ειδών χλωρίδας. Μέσω της έρευνας αυτής, επισημαίνεται ο κρίσιμος ρόλος που έχουν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π) στην ανάλυση των δεδομένων και στην οπτικοποίηση και ποσοτικοποίηση του κινδύνου.

Τα Γ.Σ.Π προσφέρουν τα κατάλληλα εργαλεία για την επεξεργασία γεωχωρικών και δορυφορικών δεδομένων είτε μέσω απλών είτε πιο σύνθετων μαθηματικών πράξεων. Αποτελούν την ιδανική πλατφόρμα επίλυσης πολυκριτηριακών προβλημάτων και βοηθούν στον ακριβή υπολογισμό των χωρικών δεδομένων. Οι παράγοντες που αναλύθηκαν και που συνθέτουν τον κίνδυνο πυρκαγιάς ήταν συνολικά 10. Οι παράγοντες αυτοί μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο κατηγορίες, αυτούς που επηρεάζουν την έναρξη μιας πυρκαγιάς και αυτούς που επηρεάζουν την συμπεριφορά της.

Από τους 10 παράγοντες επιλέγηκαν οι 8 για την περαιτέρω επεξεργασία και ανάλυση, ώστε να συντεθεί ο χάρτης επικινδυνότητας. Οι 2 εναπομείναντες παράγοντες ήταν αυτοί της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας και του προσανατολισμού του εδάφους. Και οι 2 λειτουργούν έμμεσα με τον ίδιο τρόπο, αφού παίζουν καθοριστικό ρόλο στην περιεκτικότητα του καυσίμου σε υγρασία. Ο σημαντικότερος λόγος που δεν εντάχθηκαν στην τελική ανάλυση είναι γιατί υπερκαλύπτονται από το δείκτη ξηρασίας της βλάστησης NDMI. Επίσης, όσον αφορά την μέση μέγιστη θερμοκρασία, το τελικό αποτέλεσμα της σύνθεσης του χάρτη δεν είναι πολύ αξιόπιστο λόγω της μικρής πυκνότητας μετεωρολογικών σταθμών και της απουσίας συσχέτισης με το υψόμετρο και το ανάγλυφο της περιοχής. Αξιοσημείωτο επίσης είναι το γεγονός ότι για το βόρειο κατεχόμενο τμήμα του νησιού δεν υπάρχει πρόσβαση σε δεδομένα.

Η κατηγοριοποίηση του κινδύνου του υψομέτρου υπολογίσθηκε μέσω της κατανομής των σημείων έναρξης πυρκαγιών από τα επίσημα δεδομένα του κράτους. Αυτό αποτέλεσε μια πιο ειδική για την Κύπρο προσέγγιση, αξιολογώντας τα τοπικά δεδομένα και όχι την παγκόσμια βιβλιογραφία. Η κατηγοριοποίηση υιοθετήθηκε για όλη την έκταση του νησιού, παρόλο που τα δεδομένα αφορούσαν την εδαφική κυριαρχία της Κυπριακής Δημοκρατίας. Αυτό έγινε αποδεκτό αφού η οροσειρά του Πενταδακτύλου υπερκαλύπτεται σε ύψος από αυτή του Τροόδους.

Η απόσταση από το ηλεκτρικό δίκτυο υψηλής τάσης κρίθηκε αναγκαίο να ενταχθεί στον υπολογισμό της επικινδυνότητας για πυρκαγιά, αφού μια μεγάλη περιοχή του δικτύου περνά διαμέσου δασικών εκτάσεων. Επίσης λόγω της αυξημένης ζήτησης ηλεκτρικού ρεύματος κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, αυξάνεται ο κίνδυνος βραχυκυκλώματος. Αξίζει να σημειωθεί επίσης, πως ο παράγοντας αυτός δεν χρησιμοποιήθηκε ποτέ ξανά στην παγκόσμια βιβλιογραφία για την εκτίμηση του κινδύνου πυρκαγιάς, πάρα μόνο στα στατιστικά δεδομένα αρχείου.

Τα αποτελέσματα του χάρτη κινδύνου ανέδειξαν τις περιοχές υψηλής επικινδυνότητας οι οποίες καταλαμβάνουν το 38.63% της συνολικής έκτασης του νησιού. Η οροσειρά του Πενταδακτύλου στο βόρειο τμήμα του νησιού αποτελεί την πιο εκτενή περιοχή κινδύνου ενώ αυτή του Τροόδους παρουσιάζεται με ασυνεχή κατανομή η οποία οφείλετε τόσο στην υψομετρική διαφορά αλλά και στο πλουσιότερο ανάγλυφο του εδάφους. Το μεγαλύτερο υψόμετρο σε συνδυασμό με τον προσανατολισμό του εδάφους επηρεάζει τα ποσοστά υγρασίας στα καύσιμα, μειώνοντας τον κίνδυνο για πυρκαγιά. Αυτό έγινε αντιληπτό και από την ανάλυση και επεξεργασία των επίσημων δεδομένων έναρξης πυρκαγιών, τα οποία πάρθηκαν από το αρμόδιο τμήμα, Τμήμα Δασών. Επιπλέον μέσα από τον χάρτη κινδύνου, δευτερογενώς, γίνεται αντιληπτή η ανθρώπινη επέμβαση στο περιβάλλον. Η χερσόνησος του Ακάμα στο δυτικότερο τμήμα του νησιού, το ακρωτήριο Κάβο Γκρέκο, οι γκρεμοί της Επισκοπής αλλά και μια περιοχή στην κατεχόμενη Καρπασία είναι τα τελευταία απομεινάρια παράκτιας γης τα οποία έχουν γλιτώσει από την ανεξέλεγκτη ανθρώπινη ανάπτυξη. Οι περιοχές αυτές, είναι οι μόνες οι οποίες φιλοξενούν τα περισσότερα παράκτια οικοσυστήματα, και κατ' επέκταση οικοτόπους. Τουλάχιστο αυτές που ανήκουν στην κυριαρχία της Κυπριακής Δημοκρατίας, προστατεύονται μέσω της ένταξής τους στο δίκτυο προστατευόμενων περιοχών Natura 2000.

Η εκτίμηση του κινδύνου πυρκαγιάς αναλύθηκε σε επίπεδο οικοτόπων, προστατευόμενων περιοχών και απειλούμενων ειδών χλωρίδας, αναδεικνύοντας για άλλη μια φορά την σημασία των

ΣΓΠ στην έρευνα, διαχείριση και παρακολούθηση των οικοσυστημάτων. Όπως ήταν αναμενόμενο, η μεγαλύτερη έκταση υψηλού κινδύνου πυρκαγιάς εντοπίστηκε εντός του οικοτόπου 9540 Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά είδη πεύκων της Μεσογείου. Στην Κύπρο ο οικοτόπος αυτός χαρακτηρίζεται από το είδος *Pinus brutia* – Τραχεία Πεύκη, η οποία έχει το μεγαλύτερο υψομετρικό εύρος εξάπλωσης στο νησί, αφού φύετε από τα 0 – 1400 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας. Το είδος αυτό έχει μελετηθεί εκτενώς στην παγκόσμια βιβλιογραφία και συγκαταλέγεται μεταξύ των ειδών που επηρεάζονται περισσότερο από τις δασικές πυρκαγιές στην περιοχή της μεσογειακής λεκάνης.

Αναφορικά με το ποιος οικοτόπος δέχεται την μεγαλύτερη πίεση κινδύνου πυρκαγιάς, αυτός αναδείχθηκε ο οικοτόπος 9290 Δάση με *Cupressus*. Συνολικά, το 85,48% της έκτασης του βρίσκεται στην ζώνη πολύ υψηλού κινδύνου, με την μεγαλύτερη να εκτίνεται στο βόρειο τμήμα του νησιού. Θα μπορούσε να σχολιαστεί ότι ο οικοτόπος 9290 δεδομένου της μικρής του έκτασης δεν λαμβάνει αξιόλογη διαχείριση, αφού οι αμιγείς και πιο εκτεταμένες του συστάδες βρίσκονται στην οροσειρά του Πενταδακτύλου στο βόρειο κατεχόμενο τμήμα της Κύπρου. Όπως είναι γνωστό, οι κατεχόμενες περιοχές δεν μπορούν να υιοθετήσουν τις Ευρωπαϊκές οδηγίες προστασίας της φύσης, και σ' αυτόν τον λόγο οφείλεται και το γεγονός ότι δεν υπάρχουν περιοχές Natura 2000 στο τμήμα αυτό.

Μελετώντας τα αποτελέσματα κινδύνου πυρκαγιάς για τους δασικούς οικοτόπους προτεραιότητας 9560 * Ενδημικά δάση με *Juniperus* spp., 9390 * Θαμνώνες και δασικές συστάσεις της *Quercus alnifolia*, 9590 * Δάση με *Cedrus brevifolia* και 9536 * Δάση μαύρης πεύκης τα αντίστοιχα ποσοστά ήταν 71.44%, 55.40%, 26.32% και 4.53%. Δεδομένου ότι οι περιοχές του οικοτόπου 9560 * που βρίσκονται εντός υψηλού κινδύνου βρίσκονται παραλιακά και σε χαμηλά υψόμετρα, τα πιο πάνω ποσοστά αποτυπώνουν την σημασία που έχει το υψόμετρο στον καθορισμό της επικινδυνότητας. Δηλαδή, η πτώση του ποσοστού κινδύνου στους πιο πάνω οικοτόπους αντιστοιχεί με την αύξηση του υψόμετρου στο οποίο συναντάται ο καθένας.

Αναφορικά με το μεγάλο ποσοστό επικινδυνότητας της τάξης των 46.15% της συνολικής έκτασης του παρόχθιου οικοτόπου 92C0 Δάση με *Platanus orientalis*, ερμηνεύεται με το γεγονός της μειωμένης σε πλάτος κοίτης των ορεινών ποταμών του νησιού. Η Κύπρος αποτελεί την 1^η χώρα σε αριθμό φραγμάτων στην Ευρώπη σε σχέση με το μέγεθος και τον πληθυσμό της. Ο αριθμός των φραγμάτων ανέρχεται στα 108 στις περιοχές επικράτειας της Κυπριακής Δημοκρατίας. Οι

μεγάλοι περίοδοι ανομβρίας και ξηρασίας, οδήγησαν το κράτος στην κατασκευή όλων αυτών των ταμιευτήρων νερού, ώστε να υπάρχουν διαθέσιμες ποσότητες νερού τόσο για άρδευση αλλά και για ύδρευση. Έτσι με την συλλογή του νερού, εμποδίστηκε η ροή του στις κατώτερες πεδινές περιοχές με αποτέλεσμα την εξάλειψη της παραποτάμιας βλάστησης κάτωθεν των φραγμάτων. Η παραποτάμια βλάστηση άνωθεν των φραγμάτων χαρακτηρίζεται από το μικρό της πλάτος λόγω του ανάγλυφου των λεκανών απορροής αλλά και της μη μόνιμης συνήθως ροής του νερού. Οι λόγοι αυτοί καθιστούν τους παραποτάμιους οικοτόπους ευάλωτους και μη ικανούς στην μείωση της επέκτασης των πυρκαγιών. Εξ άλλου δεν είναι λίγες οι φορές που τέτοιοι οικοτόποι έχουν καεί στο παρελθόν.

Στα πλαίσια του Δικτύου Natura 2000 και της Ευρωπαϊκής οδηγίας για τα πτηνά (2009/147/ΕΕ), έχουν κηρυχθεί Ζώνες Ειδικής Προστασίας για την προστασία και διατήρηση πολλών σπάνιων ειδών πουλιών. Το μωσαϊκό του τοπίου, που περιλαμβάνει φαράγγια, βραχώδεις και αμμώδεις ακτές, γεωργικές εκτάσεις χαμηλής έντασης, και δάση δημιουργεί φιλόξενα ενδιαιτήματα για μια μεγάλη ποικιλία ειδών πουλιών. Άλλωστε η Κύπρος αποτελεί και βασικό σταθμό των μεταναστευτικών πουλιών κατά τα μακρινά τους ταξίδια. Τα αποτελέσματα της ποσοτικοποίησης του κινδύνου σε επίπεδο προστατευόμενων περιοχών, είναι μια ακόμη ένδειξη της σημασίας που έχει η προστασία και διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος. Το μεγάλο ποσοστό κινδύνου θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη ώστε να ασκηθεί μια ορθολογική διαχείριση των οικοσυστημάτων.

Η χλωριδική κληρονομία του νησιού είναι πλούσια καθιστώντας την Κύπρο ως περιοχή με μεγάλη βιοποικιλότητα. Το ποσοστό ενδημισμού είναι υψηλό ακολουθώντας τα πρότυπα των υπόλοιπων μεσογειακών νησιών με ποσοστό 5-10%. Σύμφωνα με το Κόκκινο Βιβλίο της Χλωρίδας της Κύπρου το οποίο συντάχθηκε το 2007, καθώς και με νέα δεδομένα, 256 είδη φυτών έχουν χαρακτηριστεί ως απειλούμενα. Μερικά από αυτά έχουν πολύ μικρό εύρος εξάπλωσης με μικρούς πληθυσμούς, καθιστώντας τα ευάλωτα σε κινδύνους όπως η πυρκαγιά. Αναλύοντας τα χωρικά δεδομένα εξάπλωσης των ειδών αυτών σε σχέση με τις περιοχές πολύ υψηλού κινδύνου, τα αποτελέσματα ανέδειξαν το μεγάλο ποσοστό κινδύνου που διατρέχουν τα περισσότερα από αυτά. Συγκεκριμένα, 165 από τα 256 είδη, δηλαδή ποσοστό 64,45% απειλούνται από πυρκαγιά. Το ενδεχόμενο εξαφάνισης κάποιου είδους, επηρεάζεται και από επιμέρους παράγοντες. Για παράδειγμα, μια πυρκαγιά και οι δευτερογενείς επιπτώσεις της θα μπορούσαν να εξαφανίσουν

κάποιο είδος εάν η περιοχή εξάπλωσης του πληγεί ανεπανόρθωτα. Με την σειρά τους οι δευτερογενείς επιπτώσεις θα μπορούσαν να ήταν η διάβρωση του εδάφους που οδηγεί στην απομάκρυνση της εδαφική τράπεζας σπερμάτων, ο ρυθμός διαδοχής της βλάστησης ειδικά όταν στην περιοχή υπάρχουν χωροκατακτητικά είδη αλλά και η διατάραξη του μικροκλίματος. Για το πιο πάνω ενδεχόμενο, στην παρούσα μελέτη εξετάστηκαν περαιτέρω τα είδη με πολύ μικρό εύρος εξάπλωσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι 24 από τα 165 απειλούμενα φυτά, οι πληθυσμοί τους βρίσκονται εξ ολοκλήρου εντός της ζώνης πολύ υψηλής επικινδυνότητας. Τα 4 από αυτά είναι τοπικά ενδημικά.

Η ανάδειξη των περιοχών υψηλής επικινδυνότητας θα μπορούσε να παρέχει την απαραίτητη πληροφορία για την αξιολόγηση της σοβαρότητας του ενδεχόμενου κινδύνου σε πολλά επίπεδα. Σε αυτή την μελέτη αναδείχθηκαν κάποια από αυτά τα οποία έχουν περισσότερη σχέση με περιβαλλοντικά ζητήματα, όπως η διατήρηση των οικοσυστημάτων. Εντοπίζοντας τις περιοχές με υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς, μπορούν να ληφθούν κατάλληλα προληπτικά και διαχειριστικά μέτρα, με στόχο την προστασία των οικολογικά ευαίσθητων περιοχών, για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και των οικοτόπων. Αναλύοντας τον δείκτη κινδύνου πυρκαγιάς, οι εκάστοτε αρχές μπορούν να δώσουν προτεραιότητα στην κατανομή των πόρων πυρασφάλειας ώστε να διασφαλίσουν την γρήγορη και αποτελεσματική ανταπόκριση. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω της θέσπισης σχεδίων δράσης και ετοιμότητας. Η κατανόηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ του κλίματος, της βλάστησης, της τοπογραφίας και της ανθρώπινης δραστηριότητας είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών. Συμπερασματικά, η τεχνολογία των Γ.Σ.Π προσφέρει πολύτιμες γνώσεις και εργαλεία που βοηθούν σε όλα τα στάδια διαχείρισης πυρκαγιών, από την πρόληψη, την ετοιμότητα μέχρι και την ανταπόκριση.

Η μελέτη αυτή προσφέρει τις προοπτικές για περαιτέρω έρευνα στο θέμα των δασικών πυρκαγιών. Μελλοντικά θα μπορούσε να δημιουργηθεί ένα μοντέλο παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο, συνδυάζοντας δορυφορικές εικόνες και μετεωρολογικά δεδομένα. Επίσης, η χρήση των Γ.Σ.Π θα μπορούσε να βοηθήσει στην επιλογή των κατάλληλων τοποθεσιών για κατασκευή προληπτικών έργων όπως για παράδειγμα σημεία παρατήρησης αλλά και κατασταλτικών έργων όπως σημεία ανεφοδιασμού των μηχανοκίνητων πυροσβεστικών οχημάτων. Επιπλέον, πολύ σημαντικό θα ήταν να δημιουργηθεί ένα μοντέλο δυνητικής διάβρωσης του εδάφους, ώστε να αναγνωριστούν οι ευάλωτες περιοχές, για την κατασκευή αντιδιαβρωτικών έργων.

Παράρτημα:

TAXON	IUCN_CAT
<i>Phlomis brevibracteata</i>	VU
<i>Crocus hartmannianus</i>	VU
<i>Vulpia muralis</i>	VU
<i>Vulpia brevis</i>	CR
<i>Viola parvula</i>	CR
<i>Vincetoxicum canescens</i>	EN
<i>Vicia lutea</i>	VU
<i>Viburnum tinus subsp. tinus</i>	VU
<i>Verbena supina</i>	VU
<i>Verbascum orientale</i>	CR
<i>Verbascum blattaria</i>	CR
<i>Valerianella tricerias</i>	VU
<i>Valantia muralis</i>	EN
<i>Urtica membranacea</i>	VU
<i>Umbilicus horizontalis</i>	VU
<i>Tussilago farfara</i>	VU
<i>Tulipa akamasica</i>	CR
<i>Tulipa cypria</i>	EN
<i>Tulipa agenensis</i>	EN
<i>Triplachne nitens</i>	VU
<i>Trifolium globosum</i>	VU
<i>Trifolium campestre subsp. paphium</i>	NT
<i>Tordylium apulum</i>	VU
<i>Teucrium cyprium subsp. kyreniae</i>	LC
<i>Teesdalia coronopifolia</i>	VU
<i>Taraxacum holmboei</i>	VU
<i>Taraxacum aphrogenes</i>	VU
<i>Tamarix hampeana</i>	EN
<i>Suaeda aegyptiaca</i>	EN

<i>Stipagrostis lanata</i>	CR
<i>Solenopsis antiphonitis</i>	EN
<i>Sisymbrium polyceratium</i>	EN
<i>Silene kotschyi</i> var. <i>maritima</i>	EN
<i>Silene gemmata</i>	VU
<i>Silene fuscata</i>	CR
<i>Silene dichotoma</i> subsp. <i>racemosa</i>	EN
<i>Sideritis cypria</i>	EN
<i>Serapias parviflora</i>	CR
<i>Serapias aphroditae</i>	VU
<i>Sedum microstachyum</i>	VU
<i>Securigera cretica</i>	EN
<i>Sclerochloa dura</i>	VU
<i>Scirpus lacustris</i> subsp. <i>tabernaemontani</i>	EN
<i>Scandix stellata</i>	VU
<i>Scandix grandiflora</i>	EN
<i>Satureja thymbra</i>	EN
<i>Saponaria orientalis</i>	VU
<i>Saponaria mesogitana</i>	EN
<i>Salvia sclarea</i>	CR
<i>Salvia hierosolymitana</i>	CR
<i>Salvia dominica</i>	VU
<i>Salsola soda</i>	VU
<i>Saccharum strictum</i>	DD
<i>Rumex vesicarius</i>	VU
<i>Rhodalsine geniculata</i>	VU
<i>Reichardia picroides</i>	VU
<i>Ranunculus rumelicus</i>	VU
<i>Ranunculus repens</i>	VU
<i>Ranunculus millefolius</i> subsp. <i>millefolius</i>	EN
<i>Ranunculus kykkoensis</i>	VU
<i>Ranunculus isthmicus</i>	VU
<i>Ranunculus creticus</i>	VU

<i>Ranunculus constantinopolitanus</i>	EN
<i>Pteris vittata</i>	EN
<i>Primula vulgaris</i>	CR
<i>Potentilla recta</i>	EN
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	EN
<i>Poa pratensis</i>	VU
<i>Poa compressa</i>	VU
<i>Pinguicula crystallina</i>	VU
<i>Phyla nodiflora</i>	VU
<i>Phlomis cypria</i> subsp. <i>cypria</i>	VU
<i>Phlomis cypria</i> subsp. <i>occidentalis</i>	VU
<i>Phleum subulatum</i>	VU
<i>Phillyrea latifolia</i>	VU
<i>Phalaris aquatica</i>	LC
<i>Peucedanum kyriakae</i>	EN
<i>Peganum harmala</i>	CR
<i>Paronychia echinulata</i>	CR
<i>Papaver rhoeas</i> subsp. <i>cyprium</i>	VU
<i>Pancratium maritimum</i>	NT
<i>Osyris alba</i>	VU
<i>Orthurus heterocarpus</i>	VU
<i>Ornithogalum trichophyllum</i>	VU
<i>Ornithogalum neurostegium</i>	VU
<i>Origanum cordifolium</i>	VU
<i>Orchis palustris</i>	CR
<i>Orchis caspia</i>	CR
<i>Ophrys tenthredinifera</i>	DD
<i>Ophrys kotschyi</i>	VU
<i>Onosma troodi</i>	VU
<i>Onosma orientalis</i>	VU
<i>Onosma gigantea</i> var. <i>hispida</i>	CR
<i>Onosma caespitosa</i>	VU
<i>Ononis diffusa</i>	EN

<i>Oethodium aegyptiacum</i>	VU
<i>Notholaena marantae</i>	VU
<i>Nigella unguicularis</i>	LC
<i>Neurada procumbens</i>	EN
<i>Najas marina</i> subsp. <i>armata</i>	VU
<i>Myosotis minutiflora</i>	VU
<i>Moricandia arvensis</i>	VU
<i>Monotropa hypopithys</i>	CR
<i>Micromeria cristata</i> subsp. <i>cristata</i>	EN
<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>	VU
<i>Mentha aquatica</i>	CR
<i>Matricaria perforata</i>	CR
<i>Mantisalca salmantica</i>	CR
<i>Malvella sherardiana</i>	EN
<i>Malcolmia nana</i> var. <i>glabra</i>	CR
<i>Maileia crypsoides</i>	NT
<i>Lotus cytisoides</i>	EN
<i>Lotus conimbricensis</i>	VU
<i>Lotus angustissimus</i>	CR
<i>Lomelosia argentea</i>	VU
<i>Linum maritimum</i>	VU
<i>Linaria pelisseriana</i>	VU
<i>Limonium mucronulatum</i>	CR
<i>Limonium aucheri</i>	EN
<i>Lathyrus setifolius</i>	EN
<i>Lathyrus cassius</i>	EN
<i>Scariola tetrantha</i>	VU
<i>Kickxia spuria</i>	LC
<i>Juncus maritimus</i>	VU
<i>Juncus littoralis</i>	VU
<i>Isolepis cernua</i>	EN
<i>Ipomoea sagittata</i>	CR
<i>Ipomoea imperati</i>	EN

<i>Ifloga spicata</i>	EN
<i>Hypericum perfoliatum</i>	EN
<i>Hypericum lanuginosum</i> var. <i>lanuginosum</i>	VU
<i>Hypericum hircinum</i>	VU
<i>Hypecoum pendulum</i>	CR
<i>Hyacinthus orientalis</i>	VU
<i>Herniaria hemistemon</i>	VU
<i>Heliotropium supinum</i>	NT
<i>Helianthemum ledifolium</i> subsp. <i>lasiocarpum</i>	EN
<i>Hedysarum cyprium</i>	VU
<i>Hedera helix</i> subsp. <i>poetarum</i>	EN
<i>Haplophyllum buxbaumii</i>	CR
<i>Gypsophila lineariifolia</i>	CR
<i>Gundelia tournefortii</i>	EN
<i>Glinus lotoides</i>	NT
<i>Geum urbanum</i>	VU
<i>Gaudiniopsis macra</i>	LC
<i>Galium tenuissimum</i>	NT
<i>Galium pisiferum</i>	VU
<i>Galium parisiense</i>	LC
<i>Galium humifusum</i> var. <i>lasiocarpum</i>	EN
<i>Galium divaricatum</i>	VU
<i>Fumaria capreolata</i>	DD
<i>Fritillaria persica</i>	EN
<i>Fimbristylis ferruginea</i>	VU
<i>Filago mareotica</i>	VU
<i>Ferulago syriaca</i>	VU
<i>Ferula cypria</i>	VU
<i>Euphorbia thompsonii</i>	VU
<i>Euphorbia paralias</i>	EN
<i>Euphorbia hierosolymitana</i>	VU
<i>Euphorbia aleppica</i>	EN
<i>Erysimum kykkoticum</i>	VU

<i>Eryngium campestre</i>	VU
<i>Erodium crassifolium</i>	VU
<i>Erodium botrys</i>	NT
<i>Erica manipuliflora</i>	VU
<i>Epipactis microphylla</i>	CR
<i>Epipactis condensata</i>	CR
<i>Epilobium tetragonum</i>	NT
<i>Ephedra nebrodensis</i>	VU
<i>Enarthrocarpus arcuatus</i>	VU
<i>Echium judaeum</i>	EN
<i>Echium glomeratum</i>	CR
<i>Delphinium caseyi</i>	CR
<i>Daucus guttatus</i>	VU
<i>Datisca cannabina</i>	VU
<i>Dactylorhiza iberica</i>	EN
<i>Cyperus cyprius</i>	VU
<i>Cynoglossum troodi</i>	VU
<i>Cynara cyrenaica</i>	VU
<i>Cynanchum acutum</i>	EN
<i>Cymbalaria longipes</i>	CR
<i>Cyclamen graecum</i>	CR
<i>Crypsis factorovskyi</i>	VU
<i>Crypsis hadjikyriakou</i>	CR
<i>Crypsis aculeata</i>	VU
<i>Crocus hartmannianus</i>	VU
<i>Crocus cyprius</i>	VU
<i>Crithopsis delileana</i>	VU
<i>Crepis zacintha</i>	NT
<i>Crepis pusilla</i>	VU
<i>Crassula vaillantii</i>	VU
<i>Crambe hispanica</i>	EN
<i>Coronilla repanda subsp. repanda</i>	VU
<i>Coronilla emerus subsp. emeroides</i>	CR

<i>Convolvulus lineatus</i>	VU
<i>Convolvulus humilis</i>	CR
<i>Cladium mariscus</i>	VU
<i>Cistanche phelypaea</i>	CR
<i>Chaenorhinum rubrifolium</i>	EN
<i>Ceratocapnos palaestina</i>	EN
<i>Cephalanthera rubra</i>	VU
<i>Centropodia forskalii</i>	EN
<i>Centaurium maritimum</i>	EN
<i>Centaurea akamantis</i>	EN
<i>Celtis tournefortii</i>	EN
<i>Cedrus brevifolia</i>	VU
<i>Carduncellus caeruleus</i>	CR
<i>Carex illegitima</i>	VU
<i>Campanula delicatula</i>	CR
<i>Calepina irregularis</i>	NT
<i>Calamagrostis epigejos</i>	VU
<i>Cachrys scabra</i>	EN
<i>Bupleurum nodiflorum</i>	EN
<i>Brassica hilarionis</i>	EN
<i>Brachypodium firmifolium</i>	VU
<i>Bellium minutum</i>	EN
<i>Atlanthemum sanguineum</i>	EN
<i>Astragalus suberosus</i>	EN
<i>Astragalus macrocarpus subsp. lefkarensis</i>	VU
<i>Astragalus echinus var. chionistrae</i>	VU
<i>Asphodelus tenuifolius</i>	VU
<i>Asphodeline lutea</i>	VU
<i>Asphodeline brevicaulis</i>	NT
<i>Arum sintenisii</i>	VU
<i>Arum rupicola</i>	VU
<i>Arum italicum subsp. italicum</i>	VU
<i>Argyrolobium uniflorum</i>	CR

<i>Arctium lappa</i>	VU
<i>Arbutus unedo</i>	CR
<i>Arabis kennedyae</i>	EN
<i>Apocynum venetum</i>	CR
<i>Anthriscus caucalis</i>	VU
<i>Anthemis tomentosa</i>	EN
<i>Anthemis parvifolia</i>	VU
<i>Anthemis chia</i>	VU
<i>Anacyclus clavatus</i>	VU
<i>Ammophila arenaria</i>	EN
<i>Ambrosia maritima</i>	CR
<i>Alyssum umbellatum</i>	VU
<i>Alyssum minutum</i>	NT
<i>Alyssum akamasicum</i>	VU
<i>Alyssum akamasicum</i>	VU
<i>Alopecurus myosuroides</i>	VU
<i>Allium marathasicum</i>	CR
<i>Allium exaltatum</i>	VU
<i>Allium roseum</i> var. <i>bulbiferum</i>	VU
<i>Aizoon hispanicum</i>	EN
<i>Aethionema arabicum</i>	VU
<i>Aethionema carneum</i>	EN
<i>Aethionema arabicum</i>	VU
<i>Aegilops bicornis</i>	VU
<i>Acinos troodi</i> subsp. <i>troodi</i>	VU
<i>Achillea santolinoides</i> subsp. <i>wilhelmsii</i>	CR
<i>Achillea maritima</i>	VU
<i>Achillea cretica</i>	VU
<i>Alopecurus utriculatus</i>	VU

Βιβλιογραφία

- ADAKTYLOU, N., STRATOULIAS, D. and LANDENBERGER, R., 2020. Wildfire risk assessment based on geospatial open data: Application on Chios, Greece. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, **9**(9), pp. 516.
- Adab, H., Kanniah, D., & Solaimani, K. (2011, September). GIS-based probability assessment of fire risk in grassland and forested landscapes of Golestan Province, Iran. In *International conference on environmental and computer science IPCBEE* (Vol. 19, p. 2011).
- AN, W., WANG, Z., XIAO, H., SUN, J. and LIEW, K., 2014. Thermal and fire risk analysis of typical insulation material in a high elevation area: Influence of sidewalls, dimension and pressure. *Energy conversion and management*, **88**, pp. 516-524.
- ATTRI, V., DHIMAN, R. and SARVADE, S., 2020. A review on status, implications and recent trends of forest fire management. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, **5**(4), pp. 592-602.
- BEER, T., 1991. The interaction of wind and fire. *Boundary-Layer Meteorology*, **54**(3), pp. 287-308.
- BRADSHAW, S.D., DIXON, K.W., HOPPER, S.D., LAMBERS, H. and TURNER, S.R., 2011. Little evidence for fire-adapted plant traits in Mediterranean climate regions. *Trends in plant science*, **16**(2), pp. 69-76.
- BRONCANO, M.J. and RETANA, J., 2004. Topography and forest composition affecting the variability in fire severity and post-fire regeneration occurring after a large fire in the Mediterranean basin. *International Journal of Wildland Fire*, **13**(2), pp. 209-216.
- BYRAM, G.M., 1943. SOLAR RADIATION AND FOREST FUEL MOISTURE¹. *Journal of Agricultural Research*, **67**, pp. 149.
- CARY, G.J., KEANE, R.E., GARDNER, R.H., LAVOREL, S., FLANNIGAN, M.D., DAVIES, I.D., LI, C., LENIHAN, J.M., RUPP, T.S. and MOUILLOT, F., 2006. Comparison of the sensitivity of landscape-fire-succession models to variation in terrain, fuel pattern, climate and weather. *Landscape Ecology*, **21**, pp. 121-137.
- CHUVIECO, E., AGUADO, I., YEBRA, M., NIETO, H., SALAS, J., MARTÍN, M.P., VILAR, L., MARTÍNEZ, J., MARTÍN, S. and IBARRA, P., 2010. Development of a framework for fire risk assessment using remote sensing and geographic information system technologies. *Ecological Modelling*, **221**(1), pp. 46-58.
- CLAPP, J., NEWELL, P. and BRENT, Z.W., 2018. The global political economy of climate change, agriculture and food systems. **45**(1), pp. 80-88.
- CLELAND, E.E., CHUINE, I., MENZEL, A., MOONEY, H.A. and SCHWARTZ, M.D., 2007. Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in ecology & evolution*, **22**(7), pp. 357-365.
- COWLING, R.M., RUNDEL, P.W., LAMONT, B.B., ARROYO, M.K. and ARIANOUTSOU, M., 1996. Plant diversity in Mediterranean-climate regions. *Trends in Ecology & Evolution*, **11**(9), pp. 362-366.

CRUZ, M. and ALEXANDER, M., 2014. The start, propagation and spread rate of crown fires. *Fire Management Today*, **73**, pp. 17-23.

DEPARTMENT OF FOREST, C., 2021-last update, FOREST FIRE STATISTICS FOR THE PERIOD 2000-2021 [Homepage of Department of Forest], [Online]. Available: [http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/F430338BA7D4AC57C2257E5000330A18/\\$file/%CE%A3%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%B9%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%B1%20%CE%B4%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8E%CE%BD%20%CF%80%CF%85%CF%81%CE%BA%CE%B1%CE%B3%CE%B9%CF%8E%CE%BD%20%CE%B3%CE%B9%CE%B1%20%CF%84%CE%B7%CE%BD%20%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%AF%CE%BF%CE%B4%CE%BF%202000-2021.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/F430338BA7D4AC57C2257E5000330A18/$file/%CE%A3%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%B9%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%B1%20%CE%B4%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8E%CE%BD%20%CF%80%CF%85%CF%81%CE%BA%CE%B1%CE%B3%CE%B9%CF%8E%CE%BD%20%CE%B3%CE%B9%CE%B1%20%CF%84%CE%B7%CE%BD%20%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%AF%CE%BF%CE%B4%CE%BF%202000-2021.pdf).

DORADO-LIÑÁN, I., PIOVESAN, G., MARTÍNEZ-SANCHO, E., GEA-IZQUIERDO, G., ZANG, C., CAÑELLAS, I., CASTAGNERI, D., DI FILIPPO, A., GUTIÉRREZ, E. and EWALD, J., 2019. Geographical adaptation prevails over species-specific determinism in trees' vulnerability to climate change at Mediterranean rear-edge forests. *Global Change Biology*, **25**(4), pp. 1296-1314.

EDWARD GILSON, 2020-last update, **Features that may affect the Microclimate of a Place**. Available: <https://teleskola.mt/features-that-may-affect-microclimate-of-a-place/>.

EFTHIMIOU, N., PSOMIADIS, E. and PANAGOS, P., 2020. Fire severity and soil erosion susceptibility mapping using multi-temporal Earth Observation data: The case of Mati fatal wildfire in Eastern Attica, Greece. *Catena*, **187**, pp. 104320.

FOODY, G., 2008a. GIS: biodiversity applications. *Progress in Physical Geography*, **32**(2), pp. 223-235.

GIGOVIĆ, L., JAKOVljeVIĆ, G., SEKULOVIĆ, D. and REGODIĆ, M., 2018. GIS multi-criteria analysis for identifying and mapping forest fire hazard: Nevesinje, Bosnia and Herzegovina. *Tehnički vjesnik*, **25**(3), pp. 891-897.

GLAVOPOULOS, 1999-last update, Έρευνα Αρχικής Εστίας και Αιτίας πυρκαγιάς σε Δάσος. Available: <https://www.glavopoulos.com/arthra-forest-fire/>.

Global Wind Atlas 2023: <https://globalwindatlas.info/en/>

GONZÁLEZ, J.R., PALAHÍ, M., TRASOBARES, A. and PUKKALA, T., 2006. A fire probability model for forest stands in Catalonia (north-east Spain). *Annals of Forest Science*, **63**(2), pp. 169-176.

GUTIERREZ, A.A., HANTSON, S., LANGENBRUNNER, B., CHEN, B., JIN, Y., GOULDEN, M.L. and RANDERSON, J.T., 2021. Wildfire response to changing daily temperature extremes in California's Sierra Nevada. *Science advances*, **7**(47), pp. eabe6417.

Hand R., Hadjikyriakou G. N. & Christodoulou C. S. (ed.) 2011– (continuously updated): Flora of Cyprus – a dynamic checklist. Published at <http://www.flora-of-cyprus.eu/>; accessed [date]

IOANNIS, M. and MELIADIS, M., 2011. Multi-temporal Landsat image classification and change analysis of land cover/use in the Prefecture of Thessaloiniki, Greece. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, **1**(1), pp. 15.

JEAN-LOUIS, R., THIERRY, M., JOSEPH, C.F. and CORTE, F., Fuelbreaks: a part of wildfire prevention.

JOHNSON, R., 2000. GIS technology for disasters and emergency management.

KEELEY, J.E., 1986. Resilience of Mediterranean shrub communities to fires. *Resilience in Mediterranean-type ecosystems*, , pp. 95-112.

KEELEY, J.E. and SYPHARD, A.D., 2016. Climate change and future fire regimes: examples from California. *Geosciences*, **6**(3), pp. 37.

KOO, E., PAGNI, P.J., WEISE, D.R. and WOYCHEESE, J.P., 2010a. Firebrands and spotting ignition in large-scale fires. *International Journal of Wildland Fire*, **19**(7), pp. 818-843.

LASSLOP, G., COPPOLA, A.I., VOULGARAKIS, A., YUE, C. and VERAVERBEKE, S., 2019. Influence of fire on the carbon cycle and climate. *Current Climate Change Reports*, **5**, pp. 112-123.

LECINA-DIAZ, J., ALVAREZ, A. and RETANA, J., 2014. Extreme fire severity patterns in topographic, convective and wind-driven historical wildfires of Mediterranean pine forests. *PloS one*, **9**(1), pp. e85127.

LEONE, V., LOVREGGIO, R., MARTÍN, M.P., MARTÍNEZ, J. and VILAR, L., 2009. Human factors of fire occurrence in the Mediterranean. *Earth observation of wildland fires in Mediterranean ecosystems*, , pp. 149-170.

MARQUE, M. and MORA, E., 1992. The influence of aspect on runoff and soil loss in a Mediterranean burnt forest (Spain). *Catena*, **19**(3-4), pp. 333-344.

MASINDA, M.M., LI, F., QI, L., SUN, L. and HU, T., 2021. Forest fire risk estimation in a typical temperate forest in Northeastern China using the Canadian forest fire weather index: case study in autumn 2019 and 2020. *Natural Hazards*, , pp. 1-17.

MCMASTER, R.B., LEITNER, H. and SHEPPARD, E., 1997. GIS-based environmental equity and risk assessment: methodological problems and prospects. *Cartography and Geographic Information Systems*, **24**(3), pp. 172-189.

MIGUEL G. CRUZ AND MARTIN E. ALEXANDER, 2014. The Start, Propagation, and Spread Rate of Crown Fires.

MIKHAYLOV, A., MOISEEV, N., ALESHIN, K. and BURKHARDT, T., 2020. Global climate change and greenhouse effect. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, **7**(4), pp. 2897.

MINISTRY, O.I., 2022-last update, **Census of Population and Housing 2021: Preliminary Results**. Available: <https://www.pio.gov.cy/en/press-releases-article.html?id=27965#flat>.

MORENO, J.M., MORALES-MOLINO, C., TORRES, I. and ARIANOUTSOU, M., 2021. Fire in Mediterranean pine forests: past, present and future. *Pines and Their Mixed Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin*. Springer, pp. 421-456.

MORIONDO, M., GOOD, P., DURAO, R., BINDI, M., GIANNAKOPOULOS, C. and CORTE-REAL, J., 2006. Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area. *Climate research*, **31**(1), pp. 85-95.

NATIONAL WILDFIRE COORDINATING GROUP - NWCG, , Slope Effect on ROS. Available: <https://www.nwcg.gov/course/ffm/fire-behavior/87-slope-effect-on-ros>.

NE'EMAN, G. and ARIANOUTSOU, M., 2021. Mediterranean pines—adaptations to fire. *Pines and Their Mixed Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin*, , pp. 457-480.

Nuthammachot, N.; Stratoulis, D., 2021, Multi-Criteria Decision Analysis for Forest Fire Risk Assessment by Coupling AHP and GIS: Method and Case Study. *Environ Dev Sustain*, **23**, 17443–17458, doi:10.1007/s10668-021-01394-0.

Parajuli, A.; Gautam, A.P.; Sharma, S.P.; Bhujel, K.B.; Sharma, G.; Thapa, P.B.; Bist, B.S.; Poudel, S., 2020, Forest Fire Risk Mapping Using GIS and Remote Sensing in Two Major Landscapes of Nepal. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, **11**, 2569– 2586, doi:10.1080/19475705.2020.1853251.

PARENTE, J. and PEREIRA, M.G., 2016. Structural fire risk: The case of Portugal. *Science of the total environment*, **573**, pp. 883-893.

PAUSAS, J.G. and VALLEJO, V.R., 1999. The role of fire in European Mediterranean ecosystems. *Remote Sensing of Large Wildfires: in the European Mediterranean Basin*, , pp. 3-16.

PEREVOLOTSKY, A. and SELIGMAN, N.G., 1998. Role of grazing in Mediterranean rangeland ecosystems. *Bioscience*, **48**(12), pp. 1007-1017.

RABIEI, J., KHADEMI, M.S., BAGHERPOUR, S., EBADI, N., KARIMI, A. and OSTAD-ALI-ASKARI, K., 2022. Investigation of fire risk zones using heat–humidity time series data and vegetation. *Applied Water Science*, **12**(9), pp. 216.

RAMÍREZ-VALIENTE, J.A., SANTOS DEL BLANCO, L., ALÍA, R., ROBLEDO-ARNUNCIO, J.J. and CLIMENT, J., 2022. Adaptation of Mediterranean forest species to climate: Lessons from common garden experiments. *Journal of Ecology*, **110**(5), pp. 1022-1042.

RIBEIRO, L.M., RODRIGUES, A., LUCAS, D. and VIEGAS, D.X., 2020. The impact on structures of the Pedrógão Grande fire complex in June 2017 (Portugal). *Fire*, **3**(4), pp. 57.

SADEGH, M., ABATZOGLOU, J. and ALIZADEH, M.R., 2021. Western Fires are Burning Higher in the Mountains at Unprecedented Rates: It's a Clear Sign of Climate Change. *The Conversation*, .

SCOTT, A.C., CHALONER, W.G., BELCHER, C.M. and ROOS, C.I., 2016. The interaction of fire and mankind: Introduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **371**(1696), pp. 20150162.

SETIAWAN, I., MAHMUD, A., MANSOR, S., MOHAMED SHARIFF, A. and NURUDDIN, A., 2004. GIS-grid-based and multi-criteria analysis for identifying and mapping peat swamp forest fire hazard in Pahang, Malaysia. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, **13**(5), pp. 379-386.

SFETSOS, A., GIROUD, F., CLEMENCAU, A., VARELA, V., FREISSINET, C., LECROART, J., VLACHOGIANNIS, D., POLITI, N., KAROZIS, S. and GKOTSIS, I., 2021. Assessing the effects of forest fires on interconnected critical infrastructures under climate change. Evidence from South France. *Infrastructures*, **6**(2), pp. 16.

T TSINTIDES, CHARALAMBOS S, CHRISTODOULOU, PINELOPI DELIPETROU and KYRIACOS GEORGHIOU, 2007. *The Red Data Book of the Flora of Cyprus*.

TEREŞNEU, C.C., CLINCIU, I., VASILESCU, M.M. and BIALI, G., 2016. Using the GIS tools for a Sustainable Forest Management. *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)*, **15**(2),

TOLLEFSON, J., 2021. IPCC climate report: Earth is warmer than it's been in 125,000 years. *Nature*, **596**(7871), pp. 171-172.

VAN WESTEN, C.J., 2013. Remote sensing and GIS for natural hazards assessment and disaster risk management. *Treatise on geomorphology*, **3**(15), pp. 259-298.

WOKEKORO, E., 2020. The Impact of Forest Fires on Property Values and the Environment. *International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences*, **8**, pp. 51-62.

WULDER, M.A., HALL, R.J. and FRANKLIN, S.E., 2005. Remote sensing and GIS in forestry. *Remote sensing for GIS managers*. ESRI Press, Redlands, **351**, pp. 362.

Zhao, P.; Zhang, F.; Lin, H.; Xu, S., 2021, GIS-Based Forest Fire Risk Model: A Case Study in Laoshan National Forest Park, Nanjing. *Remote Sensing*, **13**, 3704, doi:10.3390/rs13183704.

ΒΙΚΙΠΑΪΔΕΙΑ, , Τρίγωνο της φωτιάς. Available:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%81%CE%AF%CE%B3%CF%89%CE%BD%CE%BF_%CF%84%CE%B7%CF%82_%CF%86%CF%89%CF%84%CE%B9%CE%AC%CF%82.

ΒΩΚΟΥ ΔΕΣΠΟΙΝΑ, ed, 2009. *Γενική Οικολογία*.

Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας Εθνική Διαδικτυακή: Πύλη Ανοικτών Δεδομένων (data.gov.cy)

