



«ΛΑΕΡΤΗΣ»

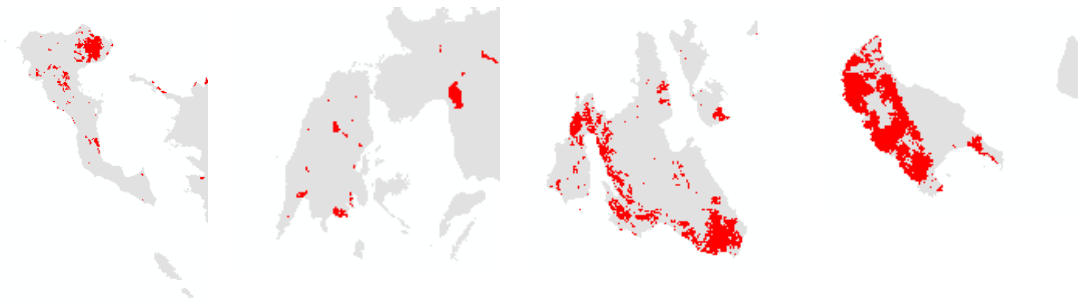
(Υποέργο 2)

«Καινοτόμο Επιχειρησιακό Σύστημα Διαχείρισης Φυσικών Κινδύνων στην Περιφέρεια Ιονίων Νήσων / Τρέχουσες Μετεωρολογικές Συνθήκες, Κλιματική Μεταβλητότητα και Εκτίμηση Κινδύνου Δασικής Πυρκαγιάς στα Επτάνησα, MIS 5010951»

Παραδοτέο 2.1.6

Σενάρια έναρξης και εξάπλωσης πυρκαγιών

Μελέτη/Τεχνική Αναφορά



Κέρκυρα, Σεπτέμβριος 2023

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

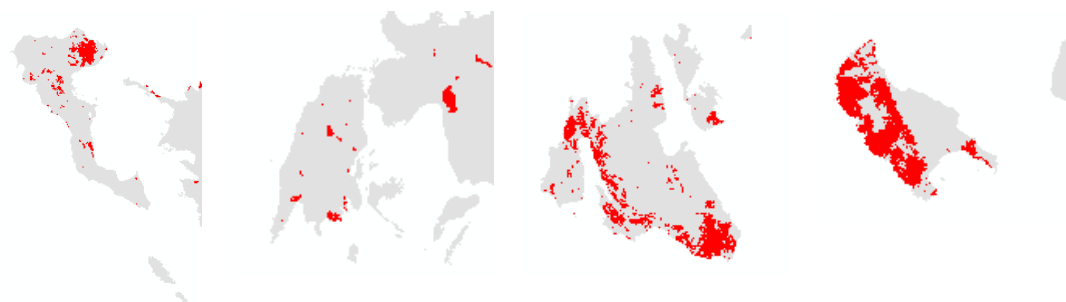
Μιλτιάδης Αθανασίου (Ph.D.): Ειδικός Επιστήμονας, Συνεργάτης Ιονίου Πανεπιστημίου
Γαβριήλ Ξανθόπουλος (Ph.D.): Διευθυντής Ερευνών, ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ (Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων)
Ευαγγελία Κορακάκη (Ph.D.): Εντεταλμένη Ερευνήτρια, ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ (Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων)
Αριστοτέλης Μαρτίνης (Ph.D.): Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Περιβάλλοντος

Βιβλιογραφική αναφορά

Αθανασίου, Μ., Ξανθόπουλος Γ., Κορακάκη Ε., Μαρτίνης Α. 2023. Σενάρια έναρξης και εξάπλωσης πυρκαγιών. Παραδοτέο 2.1.6 του έργου «Λαέρτης». Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Κέρκυρα. 120 σελ.

It can be cited as:

Athanasiou, M., Xanthopoulos G., Korakaki E., Martinis, A. 2023. Wildfires spread scenarios. Deliverable 2.1.6 of the project “Laertis”. Ionian University, Corfu. 120 p.



ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2023

Πίνακας περιεχομένων

1. Εισαγωγή.....	4
2. Μεθοδολογία & Αποτελέσματα	5
2.1. Στατιστικά δεδομένα των δασικών πυρκαγιών στα νησιά του Ιονίου	5
2.2. Πιθανά σημεία έναρξης αγροδασικών πυρκαγιών	10
2.3. Κλιματικά δεδομένα.....	15
2.3.1. Κέρκυρα & Παξοί	15
2.3.2. Λευκάδα	16
2.3.3. Κεφαλονιά & Ιθάκη.....	19
2.3.4. Ζάκυνθος.....	22
2.4. Σενάρια μετεωρολογικών συνθηκών.....	24
2.5. Περιγραφή της αγροδασικής καύσιμης ύλης	25
2.6. Τοπογραφία & δυναμική συμπεριφορά πυρκαγιών.....	28
2.7. Τοπογραφία και δασοπυρόσβεση.....	29
2.8. Συμπεριφορά δασικών πυρκαγιών	33
2.8.1. Καύτρες.....	39
2.9. Δυναμική εξάπλωση ενδεχόμενων δασικών πυρκαγιών.....	40
Σενάριο 2.9.1. (Κέρκυρα).....	41
Σενάριο 2.9.2. (Παξοί).....	45
Σενάριο 2.9.3. (Λευκάδα).....	46
Σενάριο 2.9.4. (Κεφαλονιά).....	47
Σενάριο 2.9.5. (Ιθάκη).....	49
Σενάριο 2.9.6. (Ζάκυνθος).....	50
2.10. Η φέρουσα ικανότητα των Πυροσβεστικών Υπηρεσιών στα νησιά του Ιονίου.....	52
2.10.1. Αρχική προσβολή.....	52
2.10.2. Κατασβεστική ικανότητα Πυροσβεστικών Οχημάτων (ΠΟ).....	55
3. Συμπεράσματα - Προτάσεις	57
Παράρτημα 1: Χάρτες των Μ.Κ.Υ.....	59
Παράρτημα 2: Προβλέψεις του ROS ανά Μ.Κ.Υ. (βλ. και Παράρτημα ΙΙ του Παραδοτέου 2.1.4).....	64
Παράρτημα 3: Μορφολογική κλίση	67
Παράρτημα 4: Χάρτες.....	68
Παράρτημα 5: Καμένες εκτάσεις από αγροδασικές πυρκαγιές στα νησιά του Ιονίου, από το 1984 έως το 2022 (πηγή: Diachronic Inventory of Forest Fires, http://ocean.space.noa.gr/diachronic_bsm/).....	86

Παράρτημα 6: Τμηματικό παραδοτέο πεδίου ανέμου το οποίο έχει συνταχθεί από τον Αναπληρωτή καθηγητή Αναστάσιο Καλημέρη (Δίκτυο Μετεωρολογικών Σταθμών Ιονίου https://ionian.weather.gr/stations/)	89
Βιβλιογραφία.....	117
<i>Ξενόγλωσση</i>	117
<i>Ελληνική</i>	119

1. Εισαγωγή

Οι δασικές (ή αγροδασικές) πυρκαγιές είναι ένας **σημαντικός φυσικός κίνδυνος για τα Επτάνησα**, όπως φαίνεται από τα σχετικά **ιστορικά, περιγραφικά και χωρικά δεδομένα** που παρουσιάζονται σε πίνακες και χάρτες του παρόντος. Κάποιες από τις πυρκαγιές του παρελθόντος θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν δυνητικά απειλητικές για τους κατοίκους, τους παραθεριστές αλλά και για υποδομές, δίκτυα και κατοικίες των νησιών, έχοντας επηρεάσει αρνητικά οικονομικές δραστηριότητες είτε τουριστικές είτε του πρωτογενούς τομέα.

Τα νησιά του Ιονίου πελάγους, όπως άλλωστε όλα τα νησιά, είναι σε κάποιον βαθμό, απομονωμένα και ενίοτε απομακρυσμένα από τα αεροδρόμια που σταθμεύουν τα περισσότερα από τα διαθέσιμα εναέρια δασοπυροσβεστικά μέσα, κατά την αντιτυρική περίοδο. Επίσης, οι τοπικές πυροσβεστικές δυνάμεις είναι πεπερασμένες και σε περίπτωση δασικής πυρκαγιάς που δεν μπορεί να ελεγχθεί, η άφιξη εξωτερικής βοήθειας μέσω των οχηματαγωγών πλοίων, συνήθως αργεί.

Στο παρόν παραδοτέο, παρουσιάζονται **προβλέψεις ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών ενδεχόμενων δασικών πυρκαγιών**, μεταξύ αυτών ο ρυθμός εξάπλωσης (ROS, m/min), η έντασή τους με μία πρακτικά χρήσιμη προσέγγιση και περιγράφεται η δυνητική συμπεριφορά και η χωρική εξάπλωσή τους, στα νησιά του Ιονίου πελάγους.

Η απειλή που προέρχεται από τις δασικές πυρκαγιές, αναλύεται:

- α) λαμβάνοντας υπόψη γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά και κλιματικά δεδομένα της περιοχής και
- β) αξιοποιώντας χάρτες βλάστησης και τη σχετική ανάλυση, του Παραδοτέου 2.1.4.

Στόχος είναι η διατύπωση προτάσεων για την μείωση της διακινδύνευσης των πολιτών (κατοίκων και παραθεριστών) και την αύξηση της αποτελεσματικότητας της δασοπυρόσβεσης.

Η δυνατότητα εκτίμησης ή πρόβλεψης της συμπεριφοράς ενδεχόμενων δασικών πυρκαγιών μπορεί να συμβάλει καθοριστικά α) στη λήψη ορθολογικών αποφάσεων για την επίτευξη ρεαλιστικών στρατηγικών στόχων, β) στην επιλογή ασφαλών και αποτελεσματικών τακτικών δασοπυρόσβεσης στο επιχειρησιακό θέατρο και φυσικά γ) στην προστασία των πολιτών.

Με άλλα λόγια, η μεθοδολογία που αξιοποιείται στο παρόν παραδοτέο καθώς και στο παραδοτέο 2.1.7, μπορεί να συμβάλει, όχι μόνο στην ανάδειξη των κατά περίπτωση προτιμώμενων και βέλτιστων τακτικών δασοφυτεύσεων αλλά και στην βελτίωση της ασφάλειας των δασοφυτεύσεων και του γενικού πληθυσμού.

2. Μεθοδολογία & Αποτελέσματα

Για την ποσοτικοποίηση της απειλής που προέρχεται από τις δασικές πυρκαγιές, αρχικά αναλύθηκαν τα στατιστικά δεδομένα των δασικών πυρκαγιών στα νησιά του Ιονίου ώστε να γίνουν κατανοητά η χωρική και χρονική εξέλιξη των πυρκαγιών, το μέγεθος, και άλλα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του φαινομένου. Στη συνέχεια **ορίστηκαν πιθανά σημεία έναρξης πυρκαγιών**, με βάση τη μελέτη πυρκαγιών του παρελθόντος. Μελετήθηκαν επίσης κλιματικά και ανεμολογικά δεδομένα και **ορίστηκαν σενάρια μετεωρολογικών συνθηκών και κατάστασης βλάστησης** (δασικών καυσίμων). Στη συνέχεια περιγράφεται η δυνητική **συμπεριφορά και χωρική εξάπλωση ενδεχόμενων αγροδασικών πυρκαγιών**, μετά από σύνθεση προβλέψεων και εκτιμήσεων για τα ποιοτικά και ποσοτικά τους χαρακτηριστικά. Από την ανάλυση, αναδεικνύονται α) περιοχές και συνδυασμοί συνθηκών που δίνουν ευκαιρίες αποτελεσματικής αντιμετώπισης και β) περιοχές στις οποίες οι πολίτες μπορούν να είναι ασφαλείς.

2.1. Στατιστικά δεδομένα των δασικών πυρκαγιών στα νησιά του Ιονίου

Για τη στατιστική τεκμηρίωση των δασικών πυρκαγιών στα νησιά του Ιονίου δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων από στοιχεία που συλλέχθηκαν από τα αρχεία του Πυροσβεστικού Σώματος (Π.Σ.) για την περίοδο 2000-2022. Ακόμη, έγιναν συγκρίσεις με παλαιότερες αναλύσεις με βάση τα αρχεία της Δασικής Υπηρεσίας (Δ.Υ.) (1983-1993) (Ξανθόπουλος και Βαρελά 1999) και, όπου απαιτείτο αξιοποιήθηκαν πληροφορίες από τα προσωπικά μας αρχεία. Δυστυχώς τα δεδομένα παρουσιάζουν αρκετές ανακρίβειες, κενά και λάθη κατά τα τελευταία έτη, όπως καταδείχθηκε από τους Goldammer et al. (2019). Έτσι, για να υπάρχει συνέπεια, και για να υπάρχουν δεδομένα μέχρι πρόσφατα (2022) επιλέχθηκε η ανάλυση να βασιστεί μόνο στα στοιχεία του Π.Σ., παρά τις όποιες αδυναμίες (π.χ. καταγραφή εκτιμήσεων καμένης έκτασης και όχι μετρήσεων πεδίου). Για την περίοδο 2000-2022 που εξετάστηκε, ο συνολικός αριθμός των πυρκαγιών που καταγράφηκαν από το Π.Σ. στα νησιά του Ιονίου και αναλύθηκαν στην παρούσα μελέτη $N = 11.482$.

Από τη βάση δεδομένων προέκυψε ότι στα νησιά του Ιονίου, κατά την περίοδο 2000-2022, καταγράφηκαν 11.482 πυρκαγιές που έκαψαν συνολικά 246.063 στρέμματα. Από αυτά, 206.170 στρέμματα ήταν δασική έκταση, ενώ τα υπόλοιπα 39.893 στρέμματα, δηλαδή το 16,2% ήταν αγροτική. Επισημαίνεται ότι δεν ελήφθησαν υπόψη οι πυρκαγιές που αφορούν

καύση υπολειμμάτων καλλιεργειών και σκουπιδότοπων. Ο Πίνακας 2.1.1. αποτυπώνει την χρονική εξέλιξη του αριθμού των πυρκαγιών και της καμένης έκτασης.

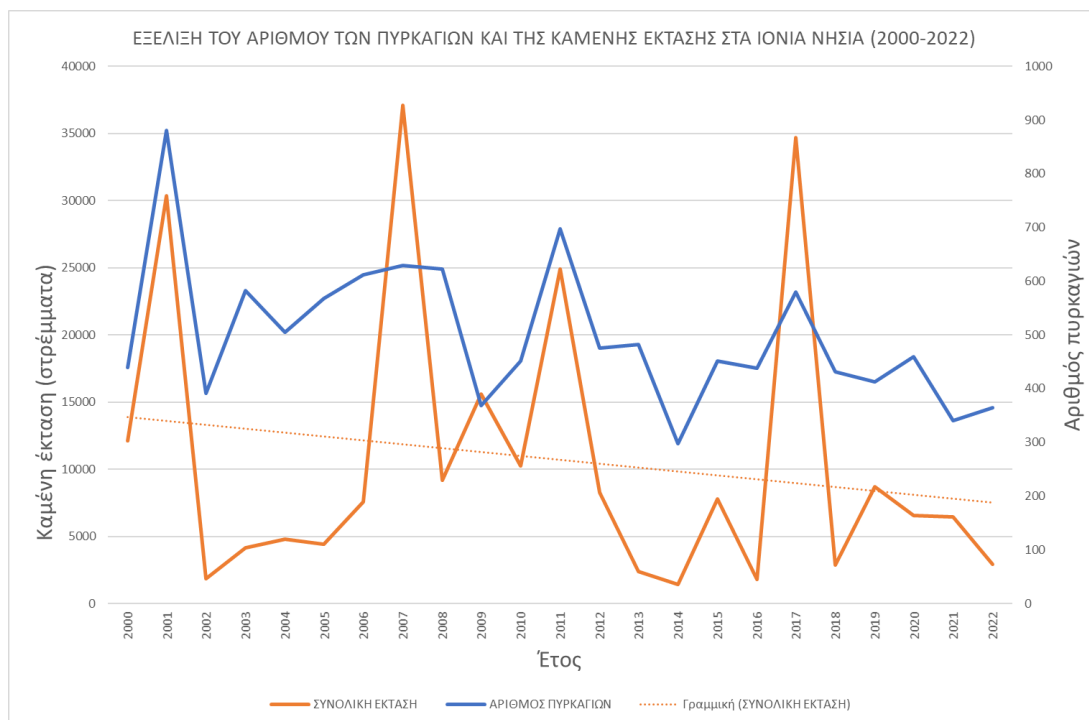
Πίνακας 2.1.1. Εξέλιξη του συνολικού ετήσιου αριθμού των πυρκαγιών και της καμένης έκτασης στα νησιά του Ιονίου κατά την περίοδο 2000-2023, με βάση τα στοιχεία του Πυροσβεστικού Σώματος.

ΕΤΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	ΔΑΣΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ (στρ.)	ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ
2000	440	9385	2727	12112
2001	881	28334	2019	30354
2002	391	1204	641	1846
2003	583	3485	644	4129
2004	505	3787	1027	4814
2005	568	3834	604	4438
2006	612	6802	776	7578
2007	629	29769	7329	37098
2008	623	7708	1451	9159
2009	368	13516	2059	15574
2010	451	7879	2387	10265
2011	698	19501	5407	24908
2012	476	6856	1389	8244
2013	482	1376	1016	2392
2014	298	1161	269	1430
2015	451	4183	3615	7798
2016	438	1617	160	1777
2017	580	33006	1678	34684
2018	432	2565	294	2859
2019	413	7403	1301	8704
2020	459	6185	346	6531
2021	340	4188	2261	6449
2022	364	2427	493	2920
ΣΥΝΟΛΟ	11482	206170	39893	246063

Στο σχήμα 2.1.1., που ακολουθεί παρουσιάζονται ταυτόχρονα ο ετήσιος αριθμός και η καμένη έκταση καθώς και η διαχρονική τάση αυτής που παρουσιάζει μείωση. Στο σχήμα 2.1.2., παρουσιάζεται χωριστά η εξέλιξη της ετήσιας καμένης δασικής και γεωργικής έκτασης. Οι παρατηρούμενες εξάρσεις σε ορισμένα έτη είναι αναμενόμενες. Όσο μικρότερη συνολική έκταση αφορούν τα στατιστικά στοιχεία, έστω και μία ή δύο πολύ μεγάλες, πιθανώς συμπτωματικές πυρκαγιές, δημιουργούν εύκολα τέτοιες εξάρσεις, όπως συνέβη το 2017 με δύο πυρκαγιές στη Ζάκυνθο: Την πυρκαγιά Κοιλωμένου-Αγαλά που ξεκίνησε στις 12/8/2017 και έκαψε 11.000 στρέμματα, και την πυρκαγιά Βολιμών-Στροφυλιάς, με έναρξη στις 26/8/2017, που έκαψε 14.000 στρέμματα.

Με βάση τα στοιχεία του Πίνακα 2.1.1., η μέση καμένη έκταση ανά πυρκαγιά ανήλθε στα 21,43 στρέμματα, αλλά παρουσίασε σημαντική αυξομείωση ανά έτος, κυμαινόμενη από 4,06

στρέμματα το 2016 έως 59,80 στρέμματα το 2017 (Σχήμα 2.1.3.). Επισημαίνεται ο συμπτωματικός χαρακτήρας (όπως προαναφέρθηκε λόγω της μικρής συνολικής έκτασης που αφορούν τα στατιστικά στοιχεία), καθώς δεν υπήρξε κάποια καθοριστική διαφορά από το ένα έτος στο άλλο όσον αφορά τις δυνατότητες του πυροσβεστικού μηχανισμού και το έτος 2017 δεν υπήρξε προβληματικό ως προς τις δασικές πυρκαγιές σε επίπεδο χώρας.



Σχήμα 2.1.1. Εξέλιξη του ετήσιου αριθμός και της καμένης έκτασης στα νησιά του Ιονίου κατά την περίοδο 2000-2022, καθώς και η διαχρονική της τελευταίας.



Σχήμα 2.1.2. Εξέλιξη της ετήσιας καμένης δασικής και γεωργικής έκτασης στα νησιά του Ιονίου κατά την περίοδο 2000-2022.

Οι τρεις χειρότερες από πλευράς καμένης έκτασης (στρέμματα) ανά πυρκαγιά χρονιές ήταν το 2017 (59,80), 2007 (58,98) και 2009 (42,32). Περιλαμβάνουν μεν την χειρότερη ιστορικά χρονιά για τη χώρα, το 2007, αλλά δεν περιλαμβάνουν τις εξαιρετικά δύσκολες πανελληνίως χρονιές του 2000 και 2021. Αυτό αποτελεί πιθανότατα ένδειξη των ιδιαίτερων συνθηκών που επικρατούν στα Επτάνησα ως προς τον κίνδυνο πυρκαγιάς, σε σχέση με την υπόλοιπη χώρα.



Σχήμα 2.1.3. Εξέλιξη της μέσης καμένης έκτασης ανά πυρκαγιά για κάθε έτος στα νησιά του Ιονίου κατά την περίοδο 2000-2022.

Στον Πίνακα 2.1.2. και στο Σχήμα 2.1.4. παρουσιάζεται η εξέλιξη του ετήσιου αριθμού των πυρκαγιών σε κάθε έναν από τους τέσσερις νομούς (περιφερειακές ενότητες) των Επτανήσων. Από παλαιότερη μελέτη (Ξανθόπουλος και Βαρελά 1999) ήταν γνωστό ότι τα νησιά του Ιονίου έχουν την μεγαλύτερη πυκνότητα πυρκαγιών μεταξύ των περιοχών της Ελλάδας (πρώτη η Κεφαλληνία, δεύτερη η Κέρκυρα, τρίτη Ζάκυνθος, και δέκατη έκτη η Λευκάδα). Ο πίνακας 2.1.2. επιβεβαιώνει ότι ο αριθμός των πυρκαγιών παραμένει πολύ υψηλός, αν και όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.1.4. παρουσιάζεται μικρή πτωτική τάση.

Στον πίνακα 2.1.3. γίνεται σύγκριση της παλαιότερης μελέτης (Ξανθόπουλος και Βαρελά 1999) που αφορά την περίοδο 1983-1993 (11 έτη), με τα αποτελέσματα της παρούσας ανάλυσης για την περίοδο 2000-2023 (24 έτη). Αρχικά, παρατηρείται ότι ο μέσος ετήσιος αριθμός για το σύνολο των Επτανήσων στην περίοδο 1983-1993 ήταν 132 πυρκαγιές, έναντι 478 πυρκαγιών κατά την περίοδο 2000-2023. Η πολύ μεγάλη διαφορά μπορεί να αποδοθεί στον διαφορετικό τρόπο με τον οποίο καταγράφονται οι πυρκαγιές από το Πυροσβεστικό Σώμα (ΠΣ) σε σχέση με την καταγραφή από τη Δασική Υπηρεσία (ΔΥ) που είχε την ευθύνη ως το 1997.

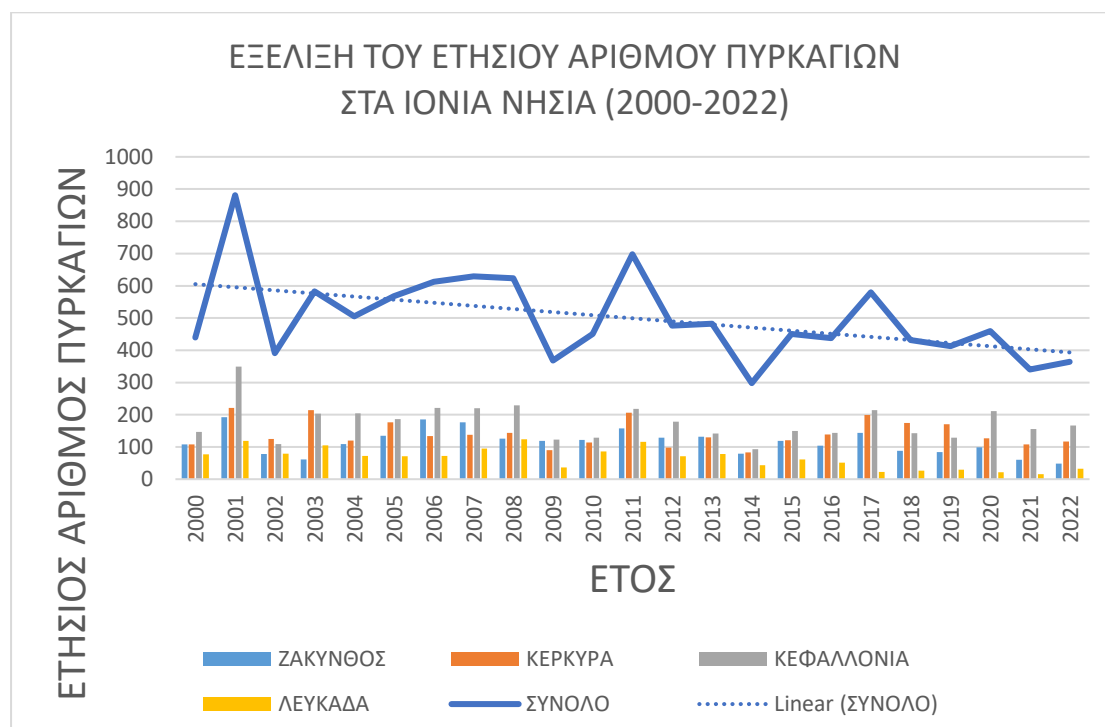
Η ΔΥ κατέγραφε μόνο τις πυρκαγιές που επηρέαζαν, έστω και μερικώς, δασική βλάστηση. Αντίθετα το ΠΣ καταγράφει όλες τις μη αστικές πυρκαγιές ως πυρκαγιές υπαίθρου, και τέτοιες μπορεί να είναι και πυρκαγιές που έχουν κάψει μόνο αγροτική έκταση. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο υπολογισμός του δείκτη εμφάνισης πυρκαγιών της μελέτης των Ξανθόπουλου και Βαρελά (1999) που υπολογίζει τον αριθμό των πυρκαγιών ανά 1000 ha ανά δεκαετία, για την υπό εξέταση στην παρούσα μελέτη περίοδο (2000-2022). Τα στοιχεία που μπορούν να επισημανθούν είναι ότι η Ζάκυνθος παρουσιάζει πολύ μεγάλη αύξηση και καταλαμβάνει πλέον την πρώτη θέση, ενώ η Κεφαλληνία που είχε την πρώτη θέση σε όλη την Ελλάδα είναι τρίτη στην πρόσφατη περίοδο.

Πίνακας 2.1.2. Εξέλιξη του συνολικού ετήσιου αριθμού των πυρκαγιών και της καμένης έκταση σε κάθε ένα από τους τέσσερις νομούς (περιφερειακές ενότητες) του Ιονίου κατά την περίοδο 2000-2023, με βάση τα στοιχεία του Πυροσβεστικού Σώματος.

ΕΤΟΣ	ΖΑΚΥΝΘΟΣ	ΚΕΡΚΥΡΑ	ΚΕΦΑΛΛΟΝΙΑ	ΛΕΥΚΑΔΑ	ΣΥΝΟΛΟ
2000	108	108	147	77	440
2001	192	221	349	119	881
2002	78	125	109	79	391
2003	61	214	203	105	583
2004	109	120	204	72	505
2005	135	176	186	71	568
2006	185	134	221	72	612
2007	176	138	220	95	629
2008	126	144	229	124	623
2009	119	90	123	36	368
2010	122	114	129	86	451
2011	158	206	218	116	698
2012	129	98	178	71	476
2013	132	130	142	78	482
2014	79	83	93	43	298
2015	119	121	150	61	451
2016	104	139	144	51	438
2017	144	199	214	23	580
2018	88	174	143	27	432
2019	84	171	129	29	413
2020	99	127	211	22	459
2021	60	108	156	16	340
2022	48	117	167	32	364
Σύνολο	2655	3257	4065	1505	11482

Επίσης, παρατηρείται πολύ σημαντική άνοδος της πυκνότητας των πυρκαγιών στην Λευκάδα όπου ο μέσος ετήσιος αριθμός ανήλθε από 7,64 στο παρελθόν πυρκαγιές σε 62,71 πυρκαγιές στην περίοδο 2000-2022. Οι παραπάνω επισημάνσεις οδηγούν στο συμπέρασμα ότι απαιτείται μεγάλη και καλά σχεδιασμένη προσπάθεια στην πρόληψη των πυρκαγιών σε Ζάκυνθο και Λευκάδα, ενώ παράλληλα απαιτείται και ενίσχυση του δασοπυροσβεστικού μηχανισμού. Μια

τόσο μεγάλη πυκνότητα κάνει αρκετά πιθανή την εκδήλωση παράλληλων πυρκαγιών που μπορούν να οδηγήσουν σε εξάντληση της φέρουσας ικανότητάς του.



Σχήμα 2.1.4. Εξέλιξη του ετήσιου αριθμού των πυρκαγιών σε κάθε έναν από τους τέσσερεις νομούς των Επτανήσων.

Πίνακας 2.1.3. Σύγκριση της πυκνότητας εμφάνισης πυρκαγιών (δείκτης «αριθμός πυρκαγιών ανά 1000 ha ανά 10 έτη») στους νομούς του Ιονίου κατά τις περιόδους 1983-1993 και 2000-2023.

Νομός / Διεύθυνση Δασών (ΔΔ)	Πυρκαγιές περιόδου 1983-1993				Πυρκαγιές περιόδου 2000-2022		
	Συνολ. Έκταση ΔΔ (ha)	Σύνολο Πυρκαγιών	Έτη	Πυρκαγιές /1000 ha /10 έτη	Σύνολο Πυρκαγιών	Έτη	Πυρκαγιές /1000 ha /10 έτη
ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑ	90440	737	11	7,41	4065	24	18,73
ΚΕΡΚΥΡΑ	64110	408	11	5,79	3257	24	21,17
ΖΑΚΥΝΘΟΣ	40560	223	11	5,00	2655	24	27,27
ΛΕΥΚΑΔΑ	35590	84	11	2,15	1505	24	17,62

2.2. Πιθανά σημεία έναρξης αγροδασικών πυρκαγιών

Στα σχήματα Π.4.1. έως και Π.4.9. (βλ. Παράρτημα 4) παρουσιάζονται πιθανά σημεία έναρξης αγροδασικών πυρκαγιών που προέκυψαν από την ανάλυση δεδομένων για δασικές πυρκαγιές του παρελθόντος, με διαφορετικές προελεύσεις, συγκεκριμένα:

α) του Πυροσβεστικού Σώματος (Π.Σ.) (https://www.fireservice.gr/el_GR/synola-dedomenon) (βλ. Κεφάλαιο 2.1.),

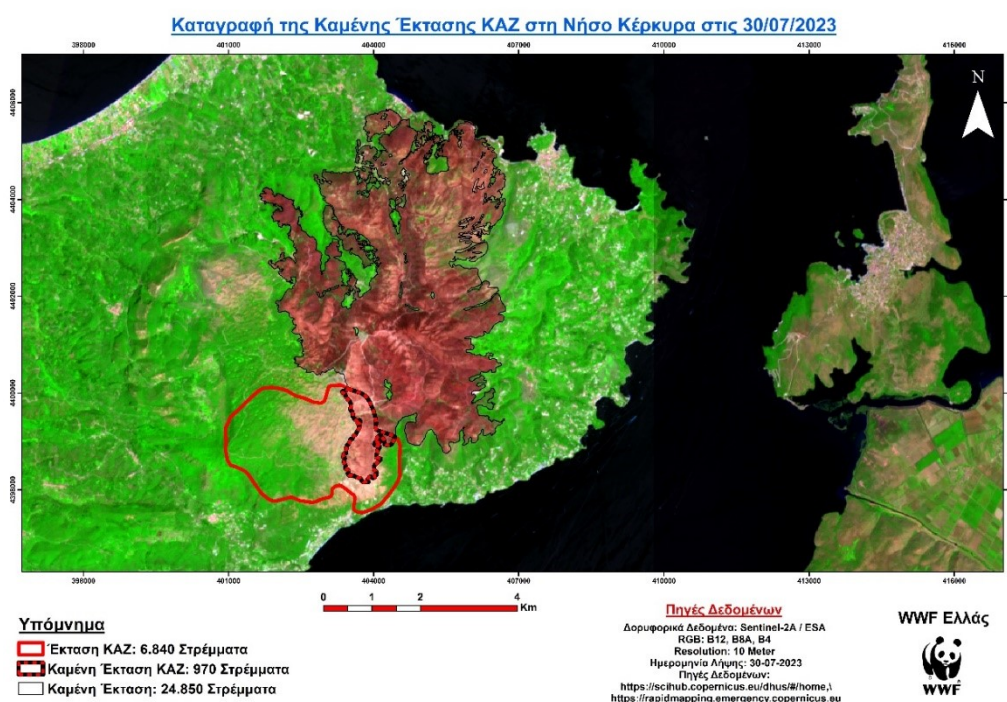
β) από το Diachronic Inventory of Forest Fires, http://ocean.space.noa.gr/diachronic_bsm/ (βλ. Παράρτημα 5),

γ) από το European Forest Fire Information System (EFFIS) [European Commission, Joint Research Centre (JRC) 2018],

δ) από το έργο NAT-PRO, στο πλαίσιο του Διασυνοριακού Προγράμματος Ευρωπαϊκής Εδαφικής Συνεργασίας «Ελλάδα - Ιταλία 2007-2013, με την C(2008)1132/ 28/03/2008 απόφαση έγκρισης από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Αθανασίου 2013),

ε) από το Υποέργο 1 της Πράξης «Επιχορήγηση του Φορέα Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Αίνου για δράσεις διαχείρισης προστατευόμενων περιοχών, ειδών και οικοτόπων» με Κωδικό ΟΠΣ (MIS) 5033022 στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Υποδομές Μεταφορών, Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη 2014-2020» και κωδικό ΣΑΕ 2020ΣΕ27510043 (Αθανασίου 2023) και

στ) από το ότι η πιθανότητα έναρξης δασικών πυρκαγιών είναι υψηλή κατά μήκος του δικτύου μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας μέσης τάσης, κάτι που δεν ισχύει μόνο για τα νησιά του Ιονίου.



Σχήμα 2.2.1. Η καμένη έκταση της πυρκαγιάς που ξέσπασε στις 23 Ιουλίου 2023, στη βόρεια Κέρκυρα (πηγή: Γεωργιάδης κ.α. 2023).

Η χωρική κατανομή των αγροδασικών πυρκαγιών, διαχρονικά στα νησιά του Ιονίου, παρουσιάζεται στα σχήματα Π.5.1., Π.5.2. και Π.5.3 (βλ. Παράρτημα 5), ενώ μερικές από τις σχετικά πρόσφατες πυρκαγιές που εξαπλώθηκαν στην Κέρκυρα το 2023, στη Ζάκυνθο το 2019 και στην Κεφαλονιά το 2021, παρουσιάζονται στα σχήματα 2.2.1., 2.2.4. και 2.2.5, αντίστοιχα. Ο αριθμός περιστατικών από νησί σε νησί εμφανίζει σημαντική διακύμανση και δείχνει ότι στη Λευκάδα, την Ιθάκη και την Κέρκυρα, το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλο. Βέβαια, η αντιπυρική περίοδος του 2023 αποτέλεσε εξαίρεση για την

Κέρκυρα (Σχήμα 2.2.1.). Από την άλλη μεριά, στη Ζάκυνθο και την Κεφαλονιά, φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικά διαστήματα χωρίς την εκδήλωση δασικών πυρκαγιών, που όμως ακολουθούνται από αντιπυρικές περιόδους (ή χρονικά διαστήματα εντός κάποιων αντιπυρικών περιόδων) κατά τη διάρκεια των οποίων ο αριθμός των πυρκαγιών είναι μεγάλος. Κάποιες από τις πυρκαγιές εξαπλώνονται σημαντικά προκαλώντας καταστροφές σε μεγάλες εκτάσεις (Σχήματα 2.2.2. & 2.2.3.).



Σχήμα 2.2.2. Εξάπλωση αγροδασικής πυρκαγιάς, κοντά στο χωριό Κοιλιωμένος στις 26 Αυγούστου 2011. Η πυρκαγιά έφτασε σε τμήμα των απόκρημνων δυτικών ακτών του νησιού της Ζακύνθου (βλ. Σχήμα 2.2.3.).



Σχήμα 2.2.3. Τμήμα των απόκρημνων δυτικών ακτών του νησιού της Ζακύνθου στο οποίο έφτασε η πυρκαγιά του Κοιλιωμένου στις 26^{ης} Αυγούστου 2011.

Ένα από τα χαρακτηριστικά έτη, για το νησί της Ζακύνθου, με μεγάλο αριθμό πυρκαγιών, είναι το 2017 (Σχήμα Π.5.3.), ενώ υπάρχουν και περιπτώσεις ετών όπως το 2019 επίσης για τη Ζάκυνθο (Σχήμα 2.2.4.) ή το 2021 για τη Κεφαλονιά (Σχήμα 2.2.5.) όπου μία και μόνο πυρκαγιά (στην κάθε μία από αυτές τις δύο περιπτώσεις) έκαψε μεγάλη έκταση και εξαπλώθηκε σε περιοχές όπου πολίτες, οι οποίοι δεν είχαν βασικές γνώσεις για τις δασικές πυρκαγιές, θα μπορούσαν να έχουν απειληθεί.



Σχήμα 2.2.4. Η καμένη έκταση της πυρκαγιάς που ξέσπασε στις 15 Σεπτεμβρίου 2019, κοντά στο Κερί Ζακύνθου (πηγή: Diachronic Inventory of Forest Fires, http://ocean.space.noa.gr/diachronic_bsm/).

Στην Κεφαλονιά, σημαντικός είναι ο αριθμός των πυρκαγιών που έχουν εξαπλωθεί κυρίως νοτιοανατολικά αλλά και νότια, νοτιοδυτικά και κατάντη του Αίνου (Σχήμα Π.5.2.). Η περιοχή «Αίνος, Αγία Δυνατή και Καλό Όρος» είναι Ειδική Ζώνη Προστασίας (ΕΖΠ ή SPA: Special Protected Area) με κωδικό GR2220006 του δικτύου Natura 2000). Το δάσος της Κεφαλληνιακής ελάτης έχει απειληθεί στο παρελθόν, από αγροδασικές πυρκαγιές που ξέσπασαν και εξαπλώθηκαν περίξ και κατάντη αυτού (Σχήματα 2.2.5., 2.2.6. & 2.2.7.) (Αθανασίου 2022, 2023).



Σχήμα 2.2.5. Η καμένη έκταση της πυρκαγιάς που ξέσπασε στις 3 Ιουλίου 2021, ανατολικά, νοτιοανατολικά του Αίνου (πηγή: Diachronic Inventory of Forest Fires, http://ocean.space.noa.gr/diachronic_bsm/)



Σχήμα 2.2.6. Εξάπλωση αγροδοασικής πυρκαγιάς στην περιοχή μεταξύ των χωριών Μαυράτα και Κατελειός στην Κεφαλονιά, στις 29 Σεπτεμβρίου 2011.

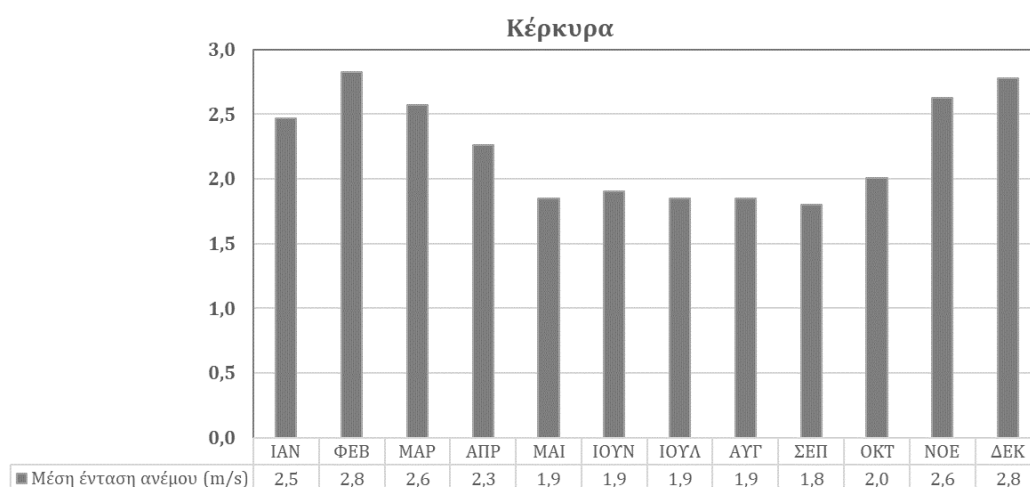


Σχήμα 2.2.7. Εξάπλωση αγροδοασικής πυρκαγιάς δυτικά του χωριού Βλαγάτα κοντά στην Καρούζα στην Κεφαλονιά, και στον Καραβάδο, στις 22 Αυγούστου 2013.

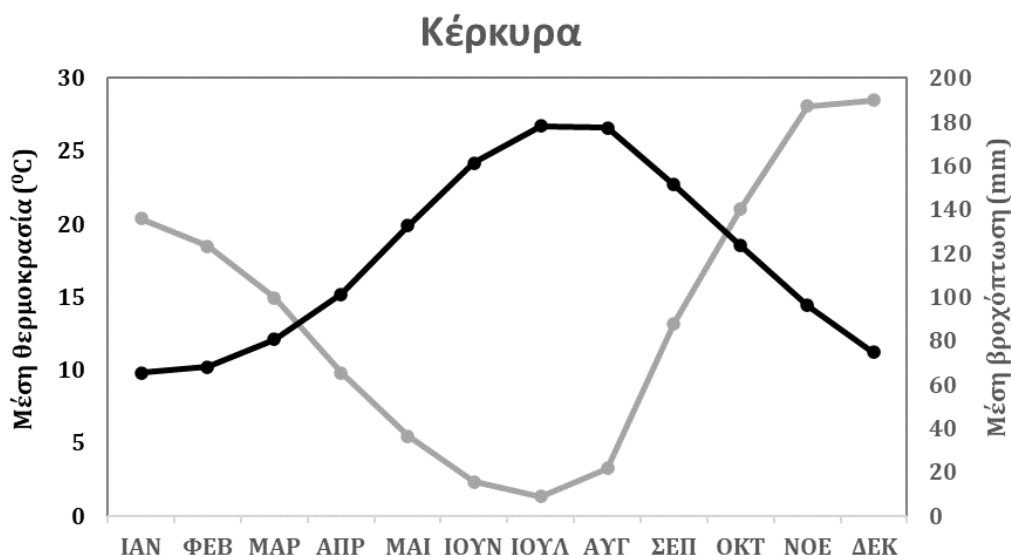
2.3. Κλιματικά δεδομένα

2.3.1. Κέρκυρα & Παζοί

Δεδομένα για τις ταχύτητες (εντάσεις) των ανέμων στην Κέρκυρα και τους Παζούς, παρουσιάζονται στο σχήμα 2.3.1.1. και προστίθενται επίσης, το ομβροθερμικό διάγραμμα (Σχήμα 2.3.1.2.) από στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ) για τα έτη 1955 – 2010 (Πίνακας 2.3.1.1.). Σχετικά με τις επικρατούσες διευθύνσεις των ανέμων, από το Παράρτημα 6, προκύπτει ότι από τον Ιούνιο έως τον Σεπτέμβριο επικρατούν οι βορειοδυτικές και δυτικές, στην περιοχή της Κέρκυρας. Λιγότερο συχνά καταγράφονται δυτικές, νοτιοδυτικές διευθύνσεις.



Σχήμα 2.3.1.1. Κλιματικά δεδομένα ταχύτητας του ανέμου στην Κέρκυρα. Η ένταση του ανέμου δίδεται σε μέτρα ανά δευτερόλεπτα (m/s).



Σχήμα 2.3.1.2. Ομβροθερμικό διάγραμμα της Κέρκυρας από δεδομένα της ΕΜΥ.

Σχετικά με τις μέσες τιμές της θερμοκρασίας, η πιο υψηλή μέση θερμοκρασία παρατηρείται τον Ιούλιο και είναι $26,7^{\circ}\text{C}$. Η απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία είναι $42,4^{\circ}\text{C}$ και έχει επίσης

καταγραφεί Ιούλιο που είναι και ο πιο ξηρός μήνας. Το ετήσιο άθροισμα των ημερών με βροχόπτωση είναι 122 ημέρες και η συνολική μέση βροχόπτωση είναι 1111 mm (Πίνακας 2.3.1.1.).

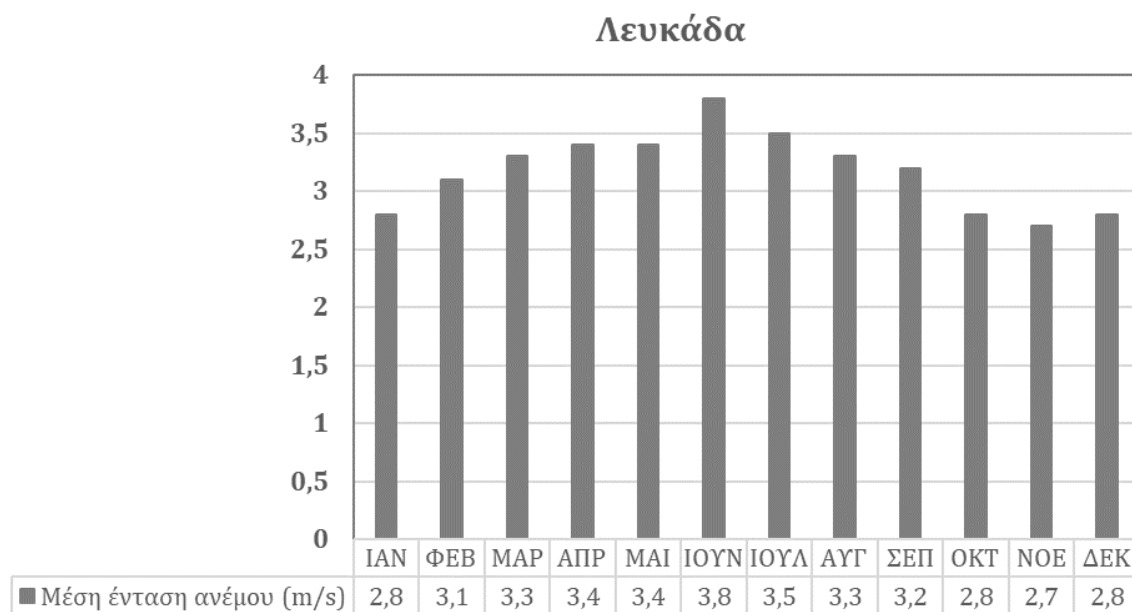
Πίνακας 2.3.1.1. Κλιματικά δεδομένα της Κέρκυρας (πηγή: http://www.emy.gr/emyl/el/climatology/climatology_city?perifereia=Ionian%20Islands&poli=Kerkyra και Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών/meteo.gr - <https://www.meteo.gr/ClimaticData.cfm>)

ΚΕΡΚΥΡΑ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΟΣ	
Μέση θερμοκρασία (°C)	9,8	10,2	12,1	15,2	19,9	24,2	26,7	26,6	22,7	18,5	14,4	11,2	17,63	Περίοδος δεδομένων Ε.Μ.Υ.: 1955-2010
Μέση μέγιστη θερμοκρασία (°C)	13,9	14,1	16	19,1	24	28,2	31,2	31,5	27,5	23,2	18,7	15,2	21,88	
Μέση ελάχιστη θερμοκρασία (°C)	5,3	5,7	7,1	9,6	13,3	16,9	18,9	19,3	16,8	13,7	10,2	7	11,98	
Μέση σχετική υγρασία (%)	75,6	74,1	73,1	72,5	69,2	63,2	61,7	61,7	70,3	74,9	77,5	77,1	70,91	
Μέση βροχόπτωση (mm)	135,8	123,1	99,6	65,2	36,5	15,5	8,7	21,7	87,8	140,4	187,1	189,9	1111	
Μέσος αριθμός ημερών με βροχή	14,8	13,4	12,9	12,2	7,7	4,8	3,3	3,3	7,4	11,4	14,7	16,5	122	
Μέση ένταση ανέμου (m/s)	2,5	2,8	2,6	2,3	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	2,0	2,6	2,8	2,234	
Επικρατούσα Διεύθυνση Ανέμου	N	N	N	N	N	Δ	Δ	Δ	N	N	N	NA		
Ατμοσφαιρική πίεση (hPa)	1016	1015	1014	1013	1014	1013	1013	1013	1015	1017	1017	1016	1015	Περίοδος Δεδομένων www.meteo.gr : 2009-2022 (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών/meteo.gr)
Απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία (°C)	20,5	22,4	26	28	33,8	35,6	42,4	40	37,4	31	25	22		
Απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία (°C)	-4,5	-4,2	-4,4	0	4,6	8,7	10	11,3	7,2	2,8	-2,2	-2		

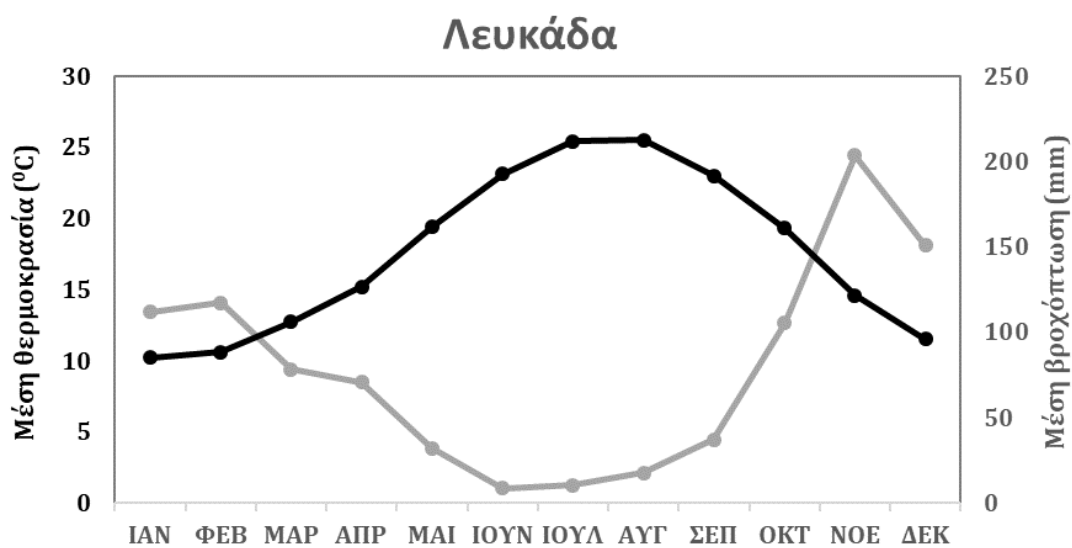
2.3.2. Λευκάδα

Δεδομένα για τις ταχύτητες των ανέμων στην Λευκάδα, παρουσιάζονται στο σχήμα 2.3.2.1. και προστίθενται επίσης, το ομβροθερμικό διάγραμμα (Σχήμα 2.3.2.2.) από στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ) (Αργυρίου κ.σ. 2010 ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ - Τεχνική Οδηγία του ΤΕΕ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) 20701-3/2010) για τα έτη 1975 - 1997. Στο Παράρτημα 6 παρουσιάζεται το πεδίο του ανέμου στην

περιοχή της Λευκάδας. Σχετικά με τις επικρατούσες διευθύνσεις τους, προκύπτει ότι από τον Ιούνιο έως τον Σεπτέμβριο επικρατούν οι βορειοδυτικές και δυτικές.



Σχήμα 2.3.2.1. Κλιματικά δεδομένα ταχύτητας του ανέμου στην Λευκάδα. Η ένταση του ανέμου δίδεται σε m/s.



Σχήμα 2.3.2.2. Ομβροθερμικό διάγραμμα της Λευκάδας από δεδομένα της ΕΜΥ (Αργυρίου κ.σ. 2010).

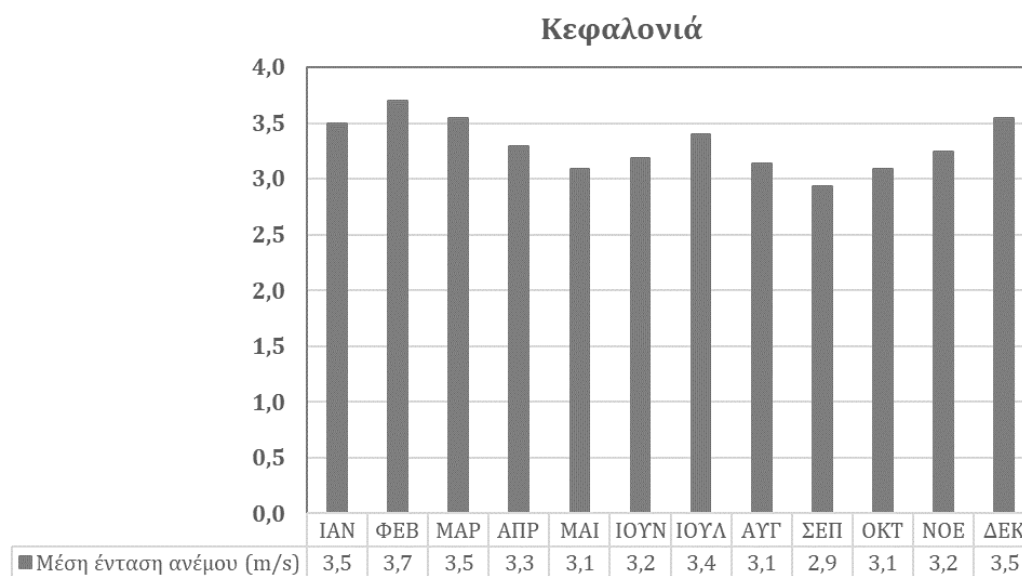
Σχετικά με τις μέσες τιμές της θερμοκρασίας, η πιο υψηλή μέση θερμοκρασία παρατηρείται τον Αύγουστο και είναι 25,5°C. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία είναι 29°C και παρατηρείται επίσης τον Αύγουστο που είναι και ο πιο ξηρός μήνας. Για την ίδια περίοδο, το συνολικό ύψος βροχής είναι περίπου 942 mm (Πίνακας 2.3.2.1.).

Πίνακας 2.3.2.1. Κλιματικά δεδομένα της Λευκάδας (Αργυρίου κ.σ. 2010))

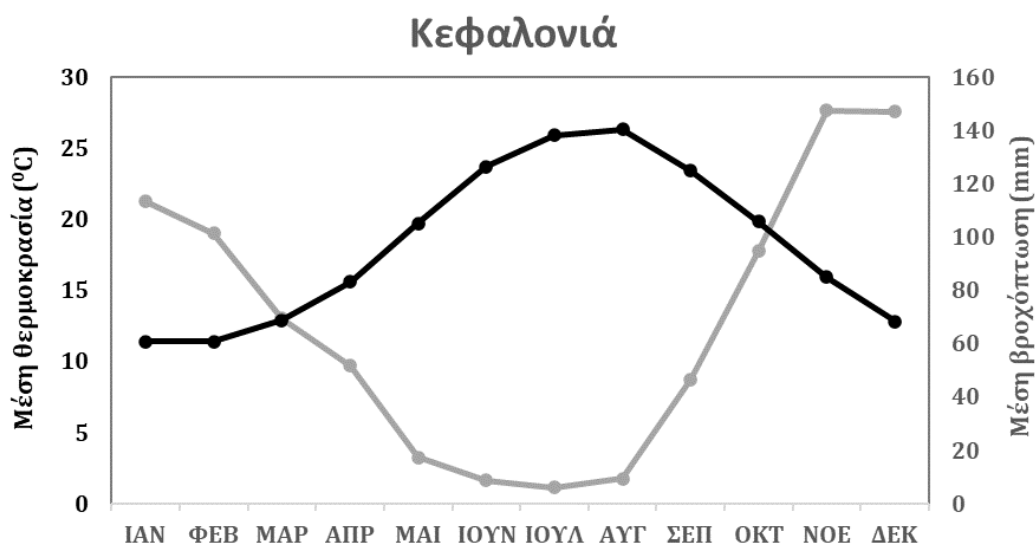
ΛΕΥΚΑΔΑ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΟΣ
Μέση μηνιαία θερμοκρασία 24ώρου [°C]	10,2	10,6	12,7	15,2	19,4	23,1	25,4	25,5	23	19,3	14,6	11,5	17,5
Μέση μέγιστη	13,4	13,8	15,8	18,3	22,7	26,5	29	29	26,4	22,8	17,8	14,6	20,8
Μέση ελάχιστη	6,8	6,8	8,4	10,6	14,7	18,2	20,2	20,7	18,3	15,2	11,1	8	13,3
Μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά την διάρκεια της ημέρας [°C], (μέση θερμοκρασία για την περίοδο ηλιοφάνειας της ημέρας).	11,2	11,6	13,6	16,1	20,4	24,1	26,5	26,6	24	20,4	15,6	12,4	18,5
Μέση μηνιαία σχετική υγρασία [%]	71,9	70,6	68	69	70,8	69,3	69,4	74,4	73,4	72,2	73,4	73,5	71,3
Μέση μηνιαία ειδική υγρασία [gr/kg]	5,5	5,6	6,1	7,3	9,8	12,1	13,9	15	12,8	10	7,5	6,1	9,3
Μέση ταχύτητα του ανέμου [m/s]	2,8	3,1	3,3	3,4	3,4	3,8	3,5	3,3	3,2	2,8	2,7	2,8	3,2
Υετός (mm)	111,8	117,2	78,2	70,5	31,9	8,5	10,5	17,6	36,9	105,1	203,6	150,6	942,4

2.3.3. Κεφαλονιά & Ιθάκη

Δεδομένα για τις ταχύτητες των ανέμων στην Κεφαλονιά, παρουσιάζονται στο σχήμα 2.3.3.1. και προστίθενται επίσης, το ομβροθερμικό διάγραμμα (Σχήμα 2.3.3.2.) από στοιχεία της ΕΜΥ για τα έτη 1970 - 2010. Στο Παράρτημα 6 παρουσιάζεται το πεδίο του ανέμου στην περιοχή της Κεφαλονιάς και της Ιθάκης. Προκύπτει ότι στα βόρεια τμήματα των νησιών, οι επικρατούσες διευθύνσεις των ανέμων τον Ιούνιο και τον Ιούλιο, είναι κυρίως νοτιοδυτικές και δυτικές.



Σχήμα 2.3.3.1. Κλιματικά δεδομένα ταχύτητας του ανέμου στην Κεφαλονιά. Η ένταση του ανέμου δίδεται σε m/s.



Σχήμα 2.3.3.2. Ομβροθερμικό διάγραμμα της Κεφαλονιάς από δεδομένα της ΕΜΥ.

Τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβριο οι διευθύνσεις των ανέμων είναι κυρίως δυτικές, νοτιοδυτικές και λιγότερο συχνά βορειοδυτικές. Η πιθανότητα εμφάνισης νοτιοανατολικών ανέμων, κυρίως στο βόρειο και στο νοτιοανατολικό τμήμα της Κεφαλονιάς καθώς και στην

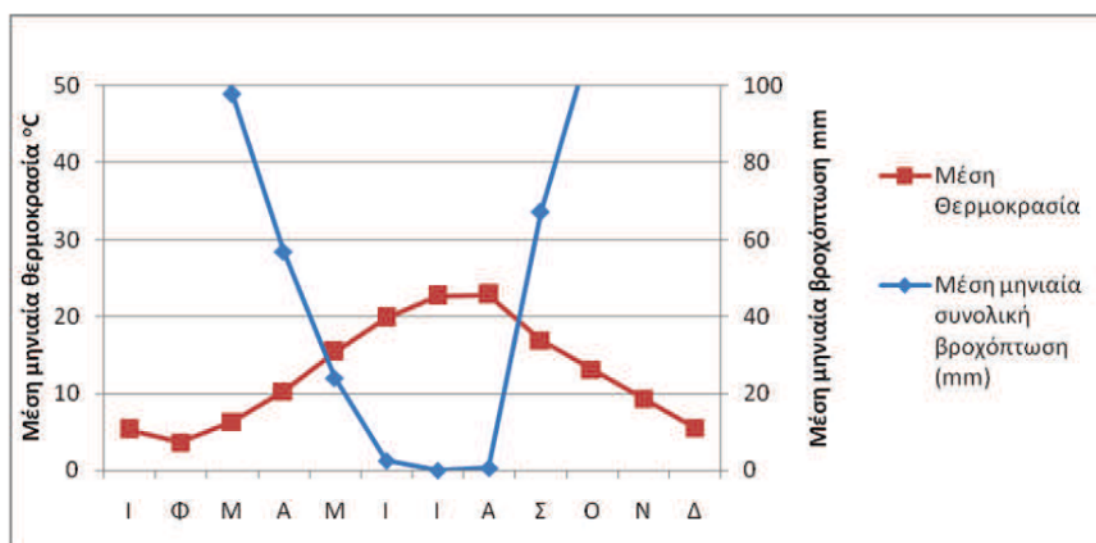
Ιθάκη, τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβριο, είναι υπαρκτή. Στα υπόλοιπα τμήματα της Κεφαλονιάς, οι άνεμοι είναι κυρίως βόρειοι και βορειοδυτικοί τον Ιούνιο και τον Ιούλιο και βορειοδυτικοί, βόρειοι τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβριο. Σχετικά με τις μέσες τιμές της θερμοκρασίας, η υψηλότερη παρατηρείται τον Αύγουστο και είναι 26,3° C. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία είναι 29,9°C και παρατηρείται επίσης τον Αύγουστο. Ο Ιούλιος είναι ο πιο ξηρός μήνας. Για την ίδια περίοδο, το ετήσιο άθροισμα των ημερών με βροχόπτωση είναι 100 ημέρες και το συνολικό ύψος βροχής είναι περίπου 812 mm (Πίνακας 2.3.3.1.).

Πίνακας 2.3.3.1. Κλιματικά δεδομένα της Κεφαλονιάς (πηγή: EMY)

Κεφαλονιά	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΟΣ
Μέση θερμοκρασία (°C)	11,4	11,4	12,9	15,6	19,7	23,7	25,9	26,3	23,4	19,8	15,9	12,8	18,2
Μέση μέγιστη θερμοκρασία (°C)	14,5	14,3	16	18,6	23	26,9	29,3	29,9	26,9	23,2	19	15,7	21,4
Μέση ελάχιστη θερμοκρασία (°C)	8,5	8,3	9,3	11,3	14,6	18,3	20,8	21,4	19	16,1	12,7	9,8	14,2
Μέση σχετική υγρασία (%)	72,8	71,7	71,3	70,8	70,1	66,2	63,9	65,5	69,2	71	74,6	74,1	70,1
Δνση ανέμου	Β	ΝΑ	ΝΑ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΝΑ	ΝΑ	ΝΑ	
Μέση ένταση ανέμου (Κt)	6,8	7,2	6,9	6,4	6	6,2	6,6	6,1	5,7	6	6,3	6,9	6,4
Μέση ένταση ανέμου (m/s)	3,5	3,7	3,5	3,3	3,1	3,2	3,4	3,1	2,9	3,1	3,2	3,5	3,3
Ύψος Υετού (mm)	113,3	101,3	69,4	51,6	17,2	8,6	6	9,4	46,5	94,7	147,3	147	812,3
Ημέρες Υετού	14,1	13,4	10,7	9	4,7	1,8	0,8	1,6	5,4	10	12,9	15,4	99,8
Ηλιαφάνεια (WMS)	142,69	152,11	200,62	226,13	289,57	351,52	379,86	355,06	275	230,33	154,47	113,23	275,0

Στα δεδομένα της EMY, προστίθενται και δεδομένα από σταθμό που βρίσκεται εγκατεστημένος σε υψόμετρο 1.100 m, στη βάση του Εθνικού Κέντρου Αστρονομίας «Εύδοξος» του Κεφαλληνιακού Ιδρύματος Ερευνών (Κ.Ι.Ε.), στον Αίνο (Σχήμα 2.3.3.3.). Από τα κλιματικά δεδομένα προκύπτει ότι στην περιοχή γύρω από τον Αίνο επικρατούν γενικά μέτριοι άνεμοι, κατά τους θερινούς μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο. Σχετικά με την επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου, από τον Απρίλιο έως τον Σεπτέμβριο επικρατεί η

βορειοδυτική. Πυρκαγιές που είναι πιθανό να ξεκινήσουν βόρεια, βορειοδυτικά και κατάντη του πυρήνα, μπορεί να απειλήσουν σοβαρά το Ρούδι και τον Αίνο. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το ότι η επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου από τον Οκτώβριο έως τον Μάρτιο είναι νοτιοανατολική (με εξαίρεση τον Ιανουάριο που η διεύθυνση του ανέμου είναι κυρίως βόρεια). Πυρκαγιές που μπορεί να ξεκινήσουν νότια, νοτιοανατολικά και κατάντη του Αίνου αυτήν την περίοδο, είναι επίσης πιθανό να τον απειλήσουν, ακόμη και εκτός αντιπυρικής περιόδου. Στις περισσότερες περιπτώσεις πυρκαγιών που ξεσπούν και εξαπλώνονται στα νότια και νοτιοανατολικά του Αίνου, ο άνεμος είναι βόρειος, βορειοδυτικός.

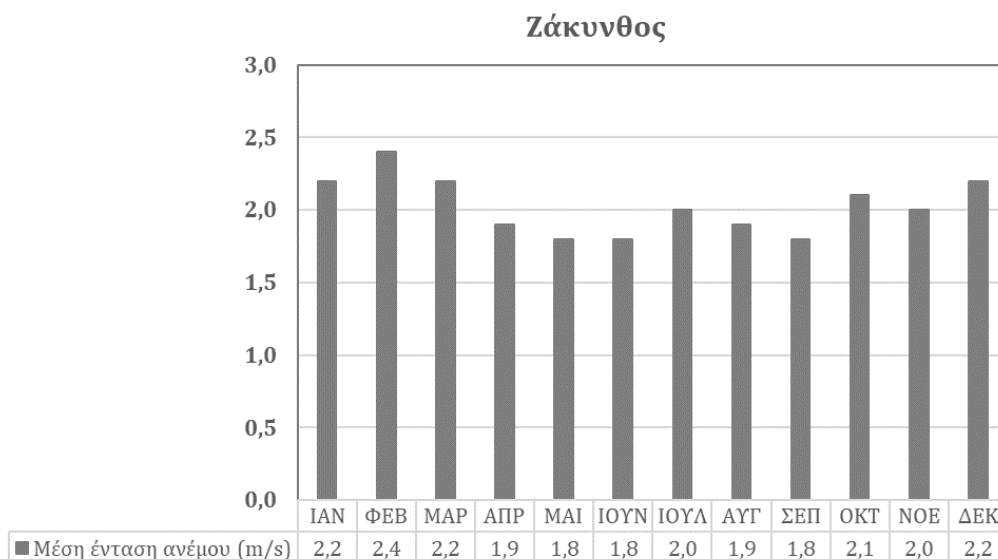


Σχήμα 2.3.3.3. Ομβροθερμικό διάγραμμα του Αίνου από δεδομένα του σταθμού «Εύδοξος».

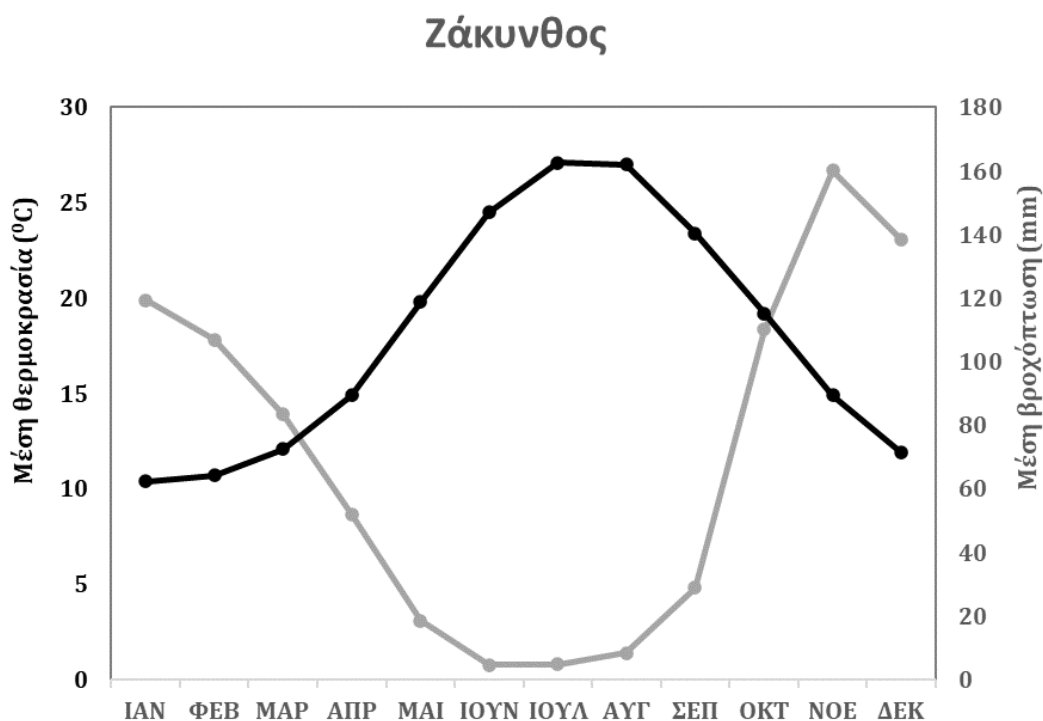
Για παράδειγμα, κατά την εξάπλωση αγροδοασικής πυρκαγιάς, στην περιοχή μεταξύ των χωριών Μαυράτα και Κατελειός στις 29 Σεπτεμβρίου 2011 (Σχήμα 2.2.6.), όπως επίσης και της πυρκαγιάς δυτικά του χωριού Βλαχάτα, κοντά στην Καρούζα, και στον Καραβάδο, στις 22 Αυγούστου 2013 (Σχήμα 2.2.7.), ο άνεμος ήταν κυρίως βορειοδυτικής και βόρειας διεύθυνσης. Σχετικά με τις μέσες τιμές της θερμοκρασίας της περιόδου 1970 – 2001 (Μ.Σ. Αργοστολίου), η πιο υψηλή μέση θερμοκρασία παρατηρείται τον Αύγουστο και είναι 29,5°C. Η απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία είναι 40,6°C και έχει καταγραφεί Ιούλιο που είναι και ο πιο ξηρός μήνας. Για την ίδια περίοδο, το ετήσιο άθροισμα των ημερών με βροχόπτωση είναι 95 ημέρες και το συνολικό ύψος βροχής περίπου 900 mm.

2.3.4. Ζάκυνθος

Δεδομένα για τις ταχύτητες των ανέμων στη Ζάκυνθο, παρουσιάζονται στο σχήμα 2.3.4.1. από στοιχεία του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών/meteo.gr) για τα έτη 2010 – 2022 και προστίθενται επίσης, το ομβροθερμικό διάγραμμα (Σχήμα 2.3.4.2.) της ΕΜΥ για τα έτη 1971 – 2000, αντίστοιχα (Πίνακας 2.3.4.1.). Στο Παράρτημα 6 παρουσιάζεται το πεδίο του ανέμου στην περιοχή της Ζακύνθου.



Σχήμα 2.3.4.1. Κλιματικά δεδομένα ταχύτητας του ανέμου στη Ζάκυνθο. Η ένταση του ανέμου δίδεται σε m/s.



Σχήμα 2.3.4.2. Ομβροθερμικό διάγραμμα της Ζακύνθου από δεδομένα της ΕΜΥ.

Σχετικά με τις μέσες τιμές της θερμοκρασίας, η πιο υψηλή μέση θερμοκρασία παρατηρείται τον Ιούλιο και είναι 27,1⁰C. Η απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία είναι 42,2⁰C και έχει καταγραφεί Ιούλιο που είναι και ο πιο ξηρός μήνας. Για την ίδια περίοδο, το ετήσιο άθροισμα των ημερών με βροχόπτωση είναι 79 ημέρες και η συνολική μέση βροχόπτωση είναι 943 mm (Πίνακας 2.3.4.1.).

Πίνακας 2.3.4.1. Κλιματικά δεδομένα της Ζακύνθου (πηγή: <http://climatlas.hnms.gr/sdi/> και Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών/meteo.gr - <https://www.meteo.gr/ClimaticData.cfm>)

ΚΕΡΚΥΡΑ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΟΣ	
Μέση θερμοκρασία (°C)	10,4	10,7	12,1	14,9	19,8	24,5	27,1	27	23,4	19,2	14,9	11,9	18,0	Περίοδος δεδομένων Ε.Μ.Υ.: 1971-2000
Μέση μέγιστη θερμοκρασία (°C)	14,3	14,4	16	18,9	24	28,9	31,8	31,9	28,2	23,6	18,8	15,6	22,2	
Μέση ελάχιστη θερμοκρασία (°C)	6,5	6,5	7,4	9,3	12,9	16,4	18,6	19,2	16,9	14,1	10,8	8	12,2	
Μέση βροχόπτωση (mm)	119,3	106,9	83,5	52	18,5	4,6	4,8	8,4	29	110,1	160,2	138,4	835,7	
Μέση θερμοκρασία (°C)	11,3	11,5	12,9	15,5	19,8	24,1	26,7	26,6	23,8	19,6	15,8	12,8	18,4	Περίοδος Δεδομένων www.meteo.gr : 2010-2022 (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών/ meteo.gr)
Μέση μέγιστη θερμοκρασία (°C)	14,4	14,5	16,1	18,9	23,4	27,8	30,7	30,6	27,6	23	19	15,8	21,8	
Μέση ελάχιστη θερμοκρασία (°C)	8,1	8,2	9,2	11,1	14,4	18,2	20,4	20,9	18,8	15,7	12,5	9,6	13,9	
Μέση βροχόπτωση (mm)	150	113	90	51	17	7	5	9	25	147	159	170	943	
Ατμοσφαιρική πίεση (hPa)	1016,9	1015,1	1014,8	1013,5	1014	1013,5	1012,6	1012,8	1015,5	1017	1017,1	1016,5	1014,9	
Απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία (0C)	20,2	21,4	24,2	25,6	34,2	35,8	42,2	38,4	36,8	30,4	26,6	22,2		
Απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία (°C)	-2,6	-2	0	2,6	5	8,4	12	13,4	10,8	5,2	2,8	0,2		
Μέση σχετική υγρασία (%)	74	73	73	72	68	63	59	61	67	72	76	75	69	
Μέσος αριθμός ημερών με βροχή μεγαλύτερη από 1 mm	13	11	8	6	3	1	1	1	3	8	11	13	79	
Μέση ένταση ανέμου (m/s)	2,2	2,4	2,2	1,9	1,8	1,8	2,0	1,9	1,8	2,1	2,0	2,2	2,0	

Οι χωρικές και χρονικές διακυμάνσεις της ταχύτητας και διεύθυνσης (δηλαδή του πεδίου) του ανέμου στη Ζάκυνθο, υποχρεώνουν τον αναγνώστη και χρήστη του παρόντος να μελετήσει προσεκτικά το Παράρτημα 6 και να επιλέξει τα κατάλληλα δεδομένα ανάλογα με την περιοχή και τον μήνα ενδιαφέροντος. Οι διευθύνσεις των ανέμων ποικίλουν από νοτιοδυτικές, δυτικές έως και βορειοανατολικές, ανατολικές.

2.4. Σενάρια μετεωρολογικών συνθηκών

Έχοντας υπόψη τα κλιματικά δεδομένα του Κεφαλαίου 2.3., ορίστηκαν σενάρια μετεωρολογικών συνθηκών και κατάστασης της βλάστησης (Πίνακας 2.4.1.), με βάση τα οποία θα γίνουν προβλέψεις και εκτιμήσεις ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών ενδεχόμενων πυρκαγιών, δηλαδή της συμπεριφοράς και της εξάπλωσής τους (εκτός των προβλέψεων που παρουσιάζονται στο Παράρτημα 2).

Πίνακας 2.4.1. Σενάρια μετεωρολογικών (καιρικών) συνθηκών και κατάστασης βλάστησης για τα νησιά του Ιονίου, που χρησιμοποιήθηκαν για τις εκτιμήσεις συμπεριφοράς και εξάπλωσης ενδεχόμενων πυρκαγιών (κάποιες τιμές έχουν στρογγυλοποιηθεί προς τον πιο κοντινό ακέραιο αριθμό).

Παράμετρος	Τιμή
Διεύθυνση ανέμου	Βορειοδυτική ή Δυτική ή Βόρεια ή Νοτιοδυτική ή Νοτιοανατολική
Ένταση ανέμου (Beaufort)	4 ή 7
Ταχύτητα ανέμου στα 10 m από το έδαφος, (km/h)	25 ή 60
Περιεχόμενη υγρασία λεπτής νεκρής καύσιμης ύλης (1-hr, %) (FDFMC), σε χαμηλό υψόμετρο	5
Περιεχόμενη υγρασία νεκρής καύσιμης ύλης (10-hr, %), σε χαμηλό υψόμετρο	5
Περιεχόμενη υγρασία νεκρής καύσιμης ύλης (100-hr, %) στην περιφερειακή ζώνη, σε χαμηλό υψόμετρο	7
Περιεχόμενη υγρασία λεπτής ζωντανής ξυλώδους βιομάζας (%) (LW)	80
Περιεχόμενη υγρασία της νεκρής καύσιμης ύλης στον πυρήνα του ελατοδάσους	10 ή 15 ή 20
Πυκνότητα της διαθέσιμης προς καύση βιομάζας ανωρόφου ελατοδάσους (<i>Abies cephalonica</i>) ή πευκοδάσους (<i>Pinus halepensis</i>) (CBD, kg/m ³).	0,1 ή 0,15

Οι τιμές της περιεχόμενης υγρασίας της νεκρής και ζωντανής καύσιμης ύλης, θεωρούνται χαμηλές συγκρινόμενες με τις συνθήκες που συνήθως επικρατούν σε κάποιες περιοχές των Ιονίων νησιών, όπως ο Εθνικός Δρυμός του Αίνου στην Κεφαλονιά. Για τη συγκεκριμένη περίπτωση, εντός του πυρήνα, σε τμήματα της περιφερειακής ζώνης αλλά και στην ευρύτερη περιοχή γύρω από το Ρούδι και τον Αίνο, οι τιμές αυτές αναμένεται να είναι σημαντικά αυξημένες κατά το μεγαλύτερο μέρος του έτους. Για την περιγραφή, όμως, δυσμενών συνθηκών που μπορούν να επιτρέψουν εκδήλωση δασικής πυρκαγιάς υψηλής έντασης, κυρίως σε περιοχές μικρότερου υψομέτρου, χρησιμοποιούνται οι τιμές 5%, 7% και 80%, για τις προβλέψεις συμπεριφοράς ενδεχόμενων πυρκαγιών, στο παρόν αλλά και στο Παραδοτέο 2.1.4.

(βλ. Παράρτημα 2). Από συνδυασμούς πιθανών τιμών των παραμέτρων του πίνακα 2.4.1., προέκυψαν τα σενάρια του κεφαλαίου 2.9.

2.5. Περιγραφή της αγροδασικής καύσιμης ύλης

Για τις εκτιμήσεις και τις προβλέψεις της συμπεριφοράς των πυρκαγιών, χρησιμοποιήθηκαν τα πιθανά σημεία έναρξης πυρκαγιάς τα οποία παρουσιάζονται στα σχήματα Π.4.1. έως και Π.4.9. του παραρτήματος 4 καθώς και τα σχήματα 19 έως 23 του Παραδοτέου 2.1.4 (περιλαμβάνονται επίσης στο Παράρτημα 1 του παρόντος) όπου παρουσιάζονται τα Μοντέλα Καύσιμης Ύλης (Μ.Κ.Υ.) για τα νησιά του Ιονίου. Η επιφανειακή βλάστηση περιγράφεται από αντιπροσωπευτικά Μοντέλα Καύσιμης Ύλης (Μ.Κ.Υ.) που παρουσιάζονται στον πίνακα 2 του Παραδοτέου 2.1.4 κι έχουν αξιοποιηθεί για την πρόβλεψη του ROS στο ίδιο παραδοτέο (βλ. Παράρτημα 2 του παρόντος). Τα κριτήρια επιλογής των εκάστοτε αντιπροσωπευτικών Μ.Κ.Υ. έχουν περιγραφεί αναλυτικά στο Παραδοτέο 2.1.4.

Στον πίνακα 2.5.1., που είναι μια προσαρμοσμένη και εμπλουτισμένη εκδοχή του πίνακα 2 του Παραδοτέου 2.1.4, περιλαμβάνεται και το ύψος της βλάστησης, το οποίο αντιστοιχεί είτε στο ύψος των δένδρων όπου υπάρχει ανώροφος είτε στο μέγιστο ύψος της θαμνώδους ή ημιδενδρώδους βλάστησης (που είναι αείφυλλα πλατύφυλλα, κυρίως τα *Arbutus unedo*, *Arbutus adrachne*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus ilex*, *Quercus coccifera*, *Phillyrea latifolia*). Δηλαδή οι τιμές αυτού του πεδίου (στήλης) του πίνακα 2, δεν ταυτίζονται με το μέσο ύψος των Μ.Κ.Υ. που επιλέχθηκαν για να περιγράψουν την επιφανειακή βλάστηση στο Παραδοτέο 2.1.4. Από τεχνική άποψη, μπορεί να θεωρηθεί ότι πυρκαγιές που εξαπλώνονται σε πολύ υψηλούς θαμνώνες, με ύψος μεγαλύτερο των τριών (3) μέτρων καίγοντας το σύνολο της βλάστησης, είναι πυρκαγιές κόμης (Albini 1984). Ο πίνακας 2.5.1. μπορεί να υποστηρίξει προβλέψεις συμπεριφοράς ενδεχόμενων πυρκαγιών, στις περιπτώσεις που το ύψος της βλάστησης είναι μεγαλύτερο των 3 μέτρων (εναέρια καύσιμη ύλη), συγκεκριμένα τους υπολογισμούς που παρουσιάζονται στους πίνακες 2.7.1. και 2.7.2. οι οποίοι βασίζονται σε έμμεσες εκτιμήσεις του μήκους φλόγας και της έντασης της πυρκαγιάς.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί επίσης, ότι κατά την εκτίμηση του ρυθμού εξάπλωσης της πυρκαγιάς σε υψηλούς θαμνώνες, χρειάζεται να λαμβάνεται υπόψη ότι η ταχύτητα του ανέμου που καθοδηγεί τις φλόγες, είναι συχνά μειωμένη σε μεγάλο βαθμό, λόγω της αυξημένης τριβής. Επίσης, εάν οι υψηλοί θαμνώνες, λόγω και της όχι και τόσο ξηρής κατάστασής τους (όχι πολύ χαμηλά επίπεδα περιεχόμενης υγρασίας στα φύλλα και τα κλαδιά τους), δεν καούν στο σύνολό τους αλλά τμηματικά, τότε και οι προβλέψεις του ROS της πυρκαγιάς επιφανείας (Παράρτημα 2) και οι προβλέψεις της ΕΑΑ (Πίνακες 2.7.1. και 2.7.2.) μπορεί να υπερεκτιμούν τη συμπεριφορά της δασικής πυρκαγιάς, σε κάποιες περιπτώσεις.

Στόχος είναι να είναι εφικτό να εκτιμηθεί στο σύνολό της η συμπεριφορά ενδεχόμενων δασικών πυρκαγιών και αυτή η προσπάθεια γίνεται στα επόμενα κεφάλαια.

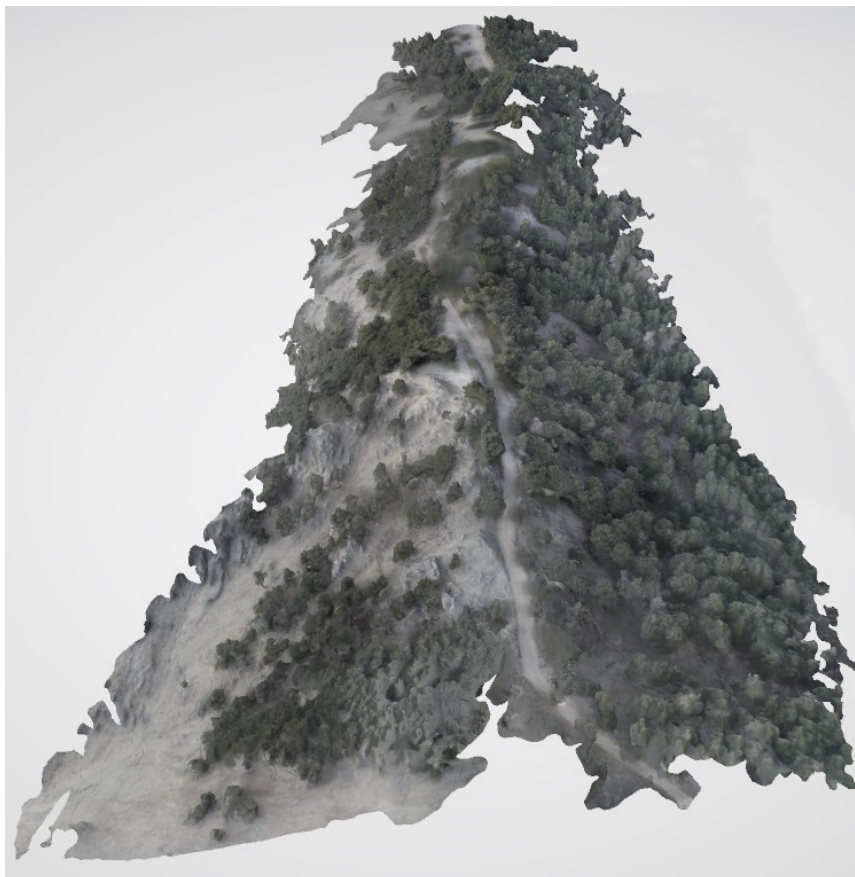
Πίνακας 2.5.1. Οι κλάσεις βλάστησης στα νησιά του Ιονίου, τα αντίστοιχα Μ.Κ.Υ. και το ύψος της επιφανειακής ή της εναέριας βλάστησης (στις περιπτώσεις ύπαρξης ανωρόφου).

Κλάση αγροδασικής βλάστησης και κάλυψης γης	Μ.Κ.Υ. (περιγράφει μόνο την επιφανειακή βλάστηση της περιοχής)	Ύψος βλάστησης (m)
Υψηλό δάσος (Πευκοδάσος, Ελατοδάσος, Δρυοδάσος)	Ξηροτάπητας Δασών Χαλεπίου και Τραχείας πεύκης ή Βαθύς Ξηροτάπητας σε δάση πεύκης ή Μεσογειακά χορτολίβαδα ή Θαμνώνες αείφυλλων πλατύφυλλων ("Ύψος έως 1,5 m) ή Θαμνώνες αείφυλλων πλατύφυλλων ("Ύψος 1,5 έως 3,0 m) ή Moderate Load Conifer Litter TL3 (183) ή Moderate Load Broadleaf Litter TL6 (186)	Πευκοδάσος: 15, Ελατοδάσος: 20, Δρυοδάσος: 10
Χαμηλοί θάμνοι (μακί), με μέσο ύψος 0,8 – 1,5 m	Θαμνώνες αείφυλλων πλατύφυλλων I ("Ύψος έως 1,5 m),	1,5
Φρύγανα	Αστοιβίδα ή Λαδανιά	0,5 0,1
Χορτολίβαδα	Μεσογειακά χορτολίβαδα	0,5
Βραχώδεις εκτάσεις με αραιή, κυρίως πόωδη βλάστηση	Μεσογειακά χορτολίβαδα ή Bare ground NB9 (99)	0,5 0
Ελαιώνες [που δεν έχουν καταληφθεί από μακκία βλάστηση ή φρύγανα	Μεσογειακά χορτολίβαδα ή Bare ground NB9 (99)	0,5 0
Αγροδασικά συστήματα	Θαμνώνες αείφυλλων πλατύφυλλων I ("Ύψος έως 1,5 m) ή Μεσογειακά χορτολίβαδα	1,5 0,5
Αμπελώνες	Agricultural NB3 (93) ή Μεσογειακά χορτολίβαδα	0 0,5
Αρόσιμες εκτάσεις	Bare ground NB9 (99) ή Μεσογειακά χορτολίβαδα	0 0,5
Καμένες εκτάσεις	Μεσογειακά χορτολίβαδα ή Λαδανιά ή Αστοιβίδα ή Moderate Load Activity Fuel or Low Load Blowdown SB2 (202)	0,5 0,1 0,5 0,3
Αλυκή	Open water NB8 (98) ή Bare ground NB9 (99)	0 0
Οικισμοί/τεχνητές επιφάνειες (π.χ. αεροδρόμιο)	Urban NB1 (91) ή Μεσογειακά χορτολίβαδα	0 0,5

Επισημαίνεται επίσης, η μεγάλη σημασία εντοπισμού περιοχών με πολύ αραιή ή χωρίς επιφανειακή βλάστηση, διότι σε τέτοιες περιοχές τα επιφανειακά δασικά καύσιμα ουσιαστικά απουσιάζουν οπότε είτε η διάδοση της φωτιάς σταματά είτε η πραγματική συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών εκεί, διαφέρει σημαντικά από τις προβλέψεις του παραρτήματος 2.



Σχήμα 2.5.1. Ασβεστολιθικές βραχώδεις πλαγιές και σάρες στον Αίνο



Σχήμα 2.5.2. Λεπτομερές ψηφιακό μοντέλο εδάφους (Digital Elevation Model: DEM) που αναπαριστά την βραχώδη πλαγιά του σχήματος 2.5.1. Δημιουργήθηκε από πτήση χαμηλού υψομέτρου και μειωμένης ταχύτητας, σε μορφή πλέγματος, του Συστήματος μη Επανδρωμένου Αεροσκάφους (ΣμηΕΑ) DJI Phantom 4 Pro που έφερε αισθητήρα 1" CMOS, 20Μρ, με FOV 84° 8,8 mm/24 mm (ισοδύναμο μορφής 35 mm), f/2,8 - f/11 αυτόματης εστίασης από 1 μ. - ∞ και μηχανική/ηλεκτρονική ταχύτητα κλείστρου 8 - 1/2000 δευτ. Οι εικόνες δημιουργήθηκαν σε μορφότυπο JPEG 3:2, με λόγο διαστάσεων 5472 × 3648. Η πτήση πλέγματος είχε προσχεδιαστεί στην εφαρμογή Pix4dCapture, λαμβάνοντας υπόψη το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (Digital Elevation Model: DEM) του Εθνικού Κτηματολογίου (2007-2009) και τα γειτονικά εμπόδια. Η επεξεργασία δεδομένων (δημιουργία μωσαϊκού και dsm/dtm) ολοκληρώθηκε στο λογισμικό Pix4d Mapper (Αθανασίου 2023).

Από την άλλη πλευρά, τέτοιες περιοχές δεν αποτελούν εμπόδιο στη χωρική εξάπλωση πυρκαγιών όταν, υπό δεδομένες συνθήκες, οι πυρκαγιές μπορούν να μεταδοθούν και με καύτρες (βλ. Κεφάλαιο 2.8.1.). Παράδειγμα τέτοιων βραχωδών περιοχών με διακοπές της οριζόντιας συνέχειας των επιφανειακών δασικών καυσίμων, είναι οι νοτιοδυτικές πλαγιές του Αίνου, που παρουσιάζονται στα σχήματα 2.5.1. & 2.5.2. Είναι ασβεστολιθικές πλαγιές, σάρες με χασμοφυτική βλάστηση και λιθώνες, που κατά κάποιον τρόπο «έχουν προστατέψει» στο παρελθόν, τον πυρήνα από αγροδασικές πυρκαγιές οι οποίες συνήθως ξεσπούν στα κατάντη και εξαπλώνονται σε πυκνούς θαμνώνες αείφυλλων πλατύφυλλων που γειτνιάζουν με το υψηλό δάσος Κεφαλληνιακής ελάτης.

2.6. Τοπογραφία & δυνητική συμπεριφορά πυρκαγιάς

Για την περιγραφή των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών των νησιών του Ιονίου, χρησιμοποιήθηκαν Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους (Digital Elevation Model: DEM, Creative Commons Attribution 3.0 License, www.ktimatologio.gr), με μέγεθος εικονοστοιχείου (pixel size) 5 μέτρα (m). Αξιοποιήθηκαν τόσο για τη δημιουργία μηκοτομών (βλ. Κεφάλαιο 2.9.) όσο και για τη δημιουργία πλεγματικών (raster) αρχείων της μορφολογικής κλίσης (Σχήμα 4.10.), στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ΓΣΠ) ArcMap 9.3 της ESRI (license Type: ArcView single use)

Μία περιοχή με τιμές μορφολογικών κλίσεων από 15° (27%) έως 40° (84%), θεωρείται σε γενικές γραμμές απότομη. Όταν οι κλίσεις είναι μεγαλύτερες των 40° (84%) με 45° (100%), η περιοχή μπορεί να χαρακτηριστεί ως απόκρημνη (βλ. Παράρτημα 3, Σχήμα Π.3.1.). Για κάποιες κρίσιμες τιμές μορφολογικών κλίσεων, ο ρυθμός εξάπλωσης των δασικών πυρκαγιών αυξάνεται κατά πολύ και είναι πιθανό να διαδοθούν με εκθετικά αυξανόμενο ρυθμό εξάπλωσης, προς τα ανάντη “απότομων” πλαγιών (δηλαδή σε μεγάλες μορφολογικές κλίσεις). Σε περιπτώσεις μορφολογικών κλίσεων μεγαλύτερων των 30° (58%), η εκδήλωση εκρηκτικής συμπεριφοράς της φωτιάς, μπορεί να παρατηρηθεί στα πρώτα μόλις λεπτά της εξάπλωσής της (Viegas 2006).

Το έντονο ανάγλυφο (στενές κοιλάδες, ρεματιές, φαράγγια, διάσελα, ράχες) δημιουργούν τοπικά φαινόμενα όπως επιτάχυνση και αλλαγή της διεύθυνσης του ανέμου με συνέπεια την πρόκληση άκρως επικίνδυνης συμπεριφοράς της φωτιάς. Υψηλές ταχύτητες εξάπλωσης και εκρηκτική συμπεριφορά της φωτιάς, παρατηρούνται συχνά σε ρεματιές, όταν υπάρχει αρκετή βλάστηση στις πλαγιές τους και η πυρκαγιά εισέλθει στη βάση τους. Οι ρεματιές συνήθως ενισχύουν την επαγωγή και λειτουργούν σαν καμινάδα δημιουργώντας ισχυρό ρεύμα αέρα προς τα ανάντη, “τραβώντας” έτσι την πυρκαγιά μέχρι την κορυφή τους με εντυπωσιακή ταχύτητα.

Ως εκδήλωση εκρηκτικής συμπεριφοράς της φωτιάς (eruptive fire behaviour) ορίζεται η αιφνίδια και δραματική αλλαγή της συμπεριφοράς της φωτιάς προς το χειρότερο, όταν η κίνηση των θερμών αερίων που παράγονται κατά την καύση (επαγωγή) είναι “επαρκής” (δηλαδή «όταν ξεπεράσει μια τιμή κατωφλίου»), προκαλώντας τη τροφοδότηση της καύσης με άφθονο οξυγόνο. Κατά την εκδήλωση εκρηκτικής συμπεριφοράς, η ταχύτητα εξάπλωσης της πυρκαγιάς προσεγγίζει τιμές που δεν παρατηρούνται συχνά στον ίδιο τύπο βλάστησης ενώ τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής και η δομή της βλάστησης, φαίνεται να επηρεάζουν τη χρονική στιγμή εκδήλωσης του φαινομένου, δηλαδή φαίνεται να καθορίζουν τη μικρή ή μεγάλη καθυστέρηση γι’ αυτήν την ξαφνική αλλαγή κατά την οποία ο ρυθμός εξάπλωσης της πυρκαγιάς αυξάνεται απότομα. Το ότι η μεγαλύτερη ταχύτητα εξάπλωσης της φωτιάς παρατηρείται συχνά κατά μήκος της κοίτης της ρεματιάς (ακόμη κι αν η τιμή της μορφολογικής της κλίσης είναι μικρότερη των τιμών της μορφολογικής κλίσης των πλαγιών εκατέρωθεν) εξηγείται από το φαινόμενο της επαγωγής.

Ο όρος “eruptive fire behaviour” θεωρείται ο πλέον δόκιμος για την περιγραφή του φαινομένου, διότι δεν αποπροσανατολίζει και δεν παραπέμπει στην προϋπόθεση της παρουσίας και της συμβολής κι άλλων παραγόντων (όπως ο άνεμος) για την εμφάνισή του. Ακόμη και σε περιπτώσεις πολύ ρηχών φαραγγίων, σχετικά πειράματα έχουν δείξει ότι η πυρκαγιά θα εκδηλώσει εκρηκτική συμπεριφορά ακόμα και αν δεν υπάρχει άνεμος ή ξαφνική ριπή του, «αρκεί να υπάρχουν διαθέσιμος χώρος και χρόνος» ώστε η πυρκαγιά να επιταχυνθεί και να δημιουργήσει τον δικό της άνεμο (Viegas and Pita 2004). Η εκάστοτε χρονική υστέρηση, που φαίνεται πως εξαρτάται από τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής και από τις ιδιότητες των δασικών καυσίμων, δεν έχει έως σήμερα καταστεί εφικτό να αποδοθεί ποσοτικά και η πρόβλεψη του φαινομένου δεν είναι καθόλου εύκολη (Viegas and Pita 2004, Viegas 2006).

Όταν εκδηλώνεται το φαινόμενο της καμινάδας, προκαλείται η σχεδόν εφραπτομενικά με το έδαφος διάδοση της φωτιάς (flame attachment, “οι φλόγες κολλούν στο έδαφος”), που συμβάλλει καθοριστικά στην έκρηξη της συμπεριφοράς της πυρκαγιάς (Sharples et al. 2010). Η σχεδόν εφραπτομενικά με το έδαφος διάδοση της φωτιάς (flame attachment) καλείται συχνά και “deep flaming” (Sharples et al. 2012).

2.7. Τοπογραφία και δασοπυρόσβεση

Οι τιμές της μορφολογικής κλίσης ταξινομήθηκαν σε τέσσερεις κλάσεις (Σχήμα 4.1.) έτσι ώστε να μπορεί να καθοριστεί, για κάθε κλάση, η ελάχιστη απόσταση ασφαλείας (EAA, m) των δασοπυροσβεστών από τις φλόγες, λαμβάνοντας επιπλέον υπόψη το ύψος της καίόμενης βλάστησης και την ταχύτητα του ανέμου (με βάση τις τιμές των πινάκων 2.5.1. και 2.4.1., αντίστοιχα). Αξιοποιώντας τα ευρήματα της επιστημονικής έρευνας των Butler and Cohen

(1998) και Butler (2014, 2015) για έναν συντελεστή 'μορφολογικής κλίσης-ανέμου', καθώς και τον σχετικό πίνακα των Campbell et al (2016), δημιουργήθηκαν οι πίνακες 2.7.1. και 2.7.2., που ακολουθούν. Δεδομένα των πινάκων 2.7.1. και 2.7.2., παρουσιάζονται επίσης στα σχήματα Π.4.11. έως και Π.4.18. μετά από επεξεργασία στο ΓΣΠ. Πιο αναλυτικά, ο χάρτης κλάσεων μορφολογικής κλίσης και το εκτιμώμενο ύψος της φλόγας, συνδυάστηκαν με τις τιμές της ταχύτητας του ανέμου του πίνακα 1, για τη δημιουργία αρχικά χαρτών κλάσεων του συντελεστή 'μορφολογικής κλίσης-ανέμου' και τελικά των χαρτών για την ελάχιστη απόσταση ασφαλείας (ΕΑΑ) μεταξύ των φλογών και του πυροσβέστη, στις συνθήκες των 4 και των 7 Beaufort, αντίστοιχα (Σχήματα Π.4.11. έως και Π.4.18.). Συγκεκριμένα, οι τιμές της ελάχιστης απόστασης ασφαλείας (ΕΑΑ) μεταξύ των φλογών και του πυροσβέστη, που υπολογίστηκαν και παρουσιάζονται στους πίνακες 2.7.1. και 2.7.2., αποδόθηκαν χαρτογραφικά σε έξι κλάσεις. Το ύψος της καιόμενης βλάστησης, ορίστηκε με βάση τα αποτελέσματα της ταξινόμησης δορυφορικών εικόνων Landsat 5TM και Landsat 8OLI μέσω αντικειμενοστραφούς ανάλυσης [βλ. Παραδοτέο 2.1.4. (Αθανασίου κ.α. 2021)] και τις εργασίες πεδίου, τμήμα των οποίων αξιοποιήθηκαν και στον Πίνακα 2.5.1. Επισημαίνεται ότι ανάλογα με την κλάση της ελάχιστης απόστασης ασφαλείας μεταξύ των φλογών και του πυροσβέστη, μεταβάλλεται η δυνατότητα των δασοπυροσβεστών να αντιμετωπίσουν μια πυρκαγιά με άμεση προσβολή του μετώπου. Στα σχήματα Π.4.11. έως και Π.4.18. για την ΕΑΑ, αναδεικνύονται περιοχές που μπορούν να αποτελέσουν παγίδα σε περίπτωση εφαρμογής υπερβολικά επιθετικών τακτικών δασοπυρόσβεσης. Από την άλλη πλευρά, η ανάδειξη αυτών των περιοχών μπορεί να αποδειχθεί πολύτιμο εργαλείο για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων, επιχειρησιακά και στρατηγικά. Ο υπολογισμός της ελάχιστης απόστασης ασφαλείας (ΕΑΑ) του δασοπυροσβέστη από τις φλόγες του μετώπου της πυρκαγιάς (Butler 2015, Campbell et al. 2016) είναι χρήσιμος όχι μόνο για την ασφάλεια των δασοπυροσβεστών αλλά και για τον εντοπισμό περιοχών στις οποίες χρειάζεται να υλοποιηθούν δράσεις διαχείρισης της καύσιμης ύλης. Οι πίνακες 2.7.1. και 2.7.2. και η οπτικοποιημένη, χωρική πληροφορία των σχημάτων Π.4.11. έως και Π.4.18., μπορούν να αξιοποιηθούν για αυτόν τον σκοπό. Ακόμη κι αν κάποιες από τις υψηλές τιμές της ΕΑΑ των δύο υψηλότερων κλάσεων θεωρηθούν υπερεκτιμημένες, είναι χρήσιμες διότι «μας θυμίζουν» ότι τα καυτά αέρια και ο καπνός προηγούνται των φλογών, προκαλώντας συχνά, τραγικά δυστυχήματα.

Πίνακας 2.7.1. Οι υπολογισμοί αφορούν τη διάδοση καθοδηγούμενης από τον άνεμο φλόγας η οποία εξαπλώνεται προς τα ανάντη. Οι εκτιμήσεις της ελάχιστης απόστασης ασφαλείας (ΕΑΑ) μεταξύ των φλογών και των δασοπυροσβεστών, αφορούν στα τμήματα της περιμέτρου της πυρκαγιάς τα οποία καθοδηγούνται ταυτόχρονα, από α) άνεμο ταχύτητας 4 Beaufort (25 km/h) έως 7 Beaufort (60 km/h) , καθώς και από την β) τοπογραφία της περιοχής, προς τα ανάντη των πλαγιών. Η ταχύτητα του ανέμου (km/h) αναφέρεται στο ύψος των 10 m από το έδαφος (Αθανασίου 2022). Σκιασμένα είναι τα κελιά όπου ΕΑΑ>100m.

Για τις περιοχές με μορφολογική κλίση	με την καθοδήγηση ανέμου έντασης (Beaufort)	όταν καίγεται βλάστηση ύψους (m),	η ελάχιστη απόσταση ασφαλείας (ΕΑΑ) μεταξύ των φλογών και του πυροσβέστη (m), εκτιμάται ίση με
έως 20% (11,5°) - πράσινο χρώμα στον χάρτη	4	0,9	11
	7	0,9	32
	4	1,5	18
	7	1,5	54
	4	5	60
	7	5	> 130
	4	6	72
	7	6	> 130
από 20% (11,5°) έως 30% (16,9°) - κίτρινο χρώμα στον χάρτη	4	0,9	14
	7	0,9	36
	4	1,5	24
	7	1,5	60
	4	5	80
	7	5	> 130
	4	6	96
	7	6	> 130
από 30% (16,9°) έως 50% (26,5°) - πορτοκαλί χρώμα στον χάρτη	4	0,9	29
	7	0,9	50
	4	1,5	48
	7	1,5	84
	4	5	> 130
	7	5	> 130
	4	6	> 130
	7	6	> 130
μεγαλύτερη από 50% (26,5°) - κόκκινο χρώμα στον χάρτη	4	0,9	43
	7	0,9	65
	4	1,5	72
	7	1,5	108
	4	5	> 130
	7	5	> 130
	4	6	> 130
	7	6	> 130

Για να είναι πρακτικά χρήσιμα τα συμπεράσματα του παρόντος, η ανάλυση δεν έγινε με αυτοματοποιημένο τρόπο (μέσω κάποιου συστήματος προσομοίωσης της χωρικής εξάπλωσης δασικών πυρκαγιών) καθώς η συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών χαρακτηρίζεται από

αυξημένη πολυπλοκότητα λόγω της διαρκούς χωροχρονικής αλληλεπίδρασης πολλών παραγόντων, κατά την εξάπλωσή τους. Η προσέγγιση που ακολουθήθηκε, επιτρέπει τη δυναμική πρακτική αξιοποίηση των πινάκων και των χαρτών του παρόντος, εξασφαλίζοντας την αποφυγή πιθανών χονδροειδών λαθών ή/και ανακριβών προβλέψεων από συστήματα χωρικής προσομοίωσης λόγω κάποιων γνωστών και επιβεβαιωμένων, σημαντικών αδυναμιών τους. Αυτό δεν σημαίνει ότι η χρήση τέτοιων συστημάτων απαξιώνεται από τους συγγραφείς. Όμως, οι προσεγγίσεις και οι σχετικές μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν στο παρόν, στοχεύουν στη διάχυση αποτελεσμάτων που είναι περισσότερο εύληπτα και άρα πιθανά πιο άμεσα αξιοποιήσιμα κατά τη δασοπυρόσβεση αλλά και κατά την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών και τον στρατηγικό σχεδιασμό.

Πίνακας 2.7.2. Συνέχεια του πίνακα 2.7.1., για τις περιπτώσεις ψηλού πευκοδάσους.

Για τις περιοχές με μορφολογική κλίση	με την καθοδήγηση ανέμου έντασης (Beaufort)	όταν καίγεται βλάστηση ύψους (m),	η ελάχιστη απόσταση ασφαλείας (ΕΑΑ) μεταξύ των φλογών και του πυροσβέστη (m), εκτιμάται ίση με
έως 20% (11,5°) - πράσινο χρώμα στον χάρτη	4	15	> 130
	7	15	> 130
από 20% (11,5°) έως 30% (16,9°) - κίτρινο χρώμα στον χάρτη	4	15	> 130
	7	15	> 130
από 30% (16,9°) έως 50% (26,5°) - πορτοκαλί χρώμα στον χάρτη	4	15	> 130
	7	15	> 130
μεγαλύτερη από 50% (26,5°) - κόκκινο χρώμα στον χάρτη	4	15	> 130
	7	15	> 130

Επίσης, οι τιμές της τελευταίας στήλης των πινάκων 2.7.1. και 2.7.2., δεν μπορούν να περιγράψουν τις συνθήκες που επικρατούν κατά την εκδήλωση εκρηκτικής συμπεριφοράς της φωτιάς, σε ρεματιές της περιοχής διότι στις περιπτώσεις εκδήλωσης εκρηκτικής συμπεριφοράς της φωτιάς σε ρεματιές, λαμβάνει χώρα αιφνίδια και δραματική αλλαγή της συμπεριφοράς της φωτιάς προς το χειρότερο. Γι' αυτό και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τις κοίτες ρεματιών αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υπόλοιπη περιοχή γύρω από αυτές.

Στο πλαίσιο της αξιοποίησης των πινάκων 2.7.1. και 2.7.2. και των σχημάτων Π.4.11. έως και Π.4.18., χρειάζεται επίσης να λαμβάνεται υπόψιν η εφήμερη φύση του ανέμου καθώς και το ότι η απόσταση των 12 m (ή σπάνια τα 19 m ανάλογα με τις δυνατότητες του υδροδοτικού πυροσβεστικού δικτύου), μπορεί να θεωρηθεί ως η μέγιστη απόσταση από την οποία οι δασοπυροσβέστες μπορούν να προσβάλλουν άμεσα και αποτελεσματικά τις φλόγες, στη βάση τους. Είναι σημαντικό επίσης, να δίδεται μεγάλη προσοχή στις επιδράσεις που η τοπογραφία

και η ακτογραμμή των νησιών του Ιονίου έχουν στο πεδίο του ανέμου. Επιπλέον, οι ημερήσιοι άνεμοι συχνά τροποποιούν σημαντικά τη συμπεριφορά των δασικών πυρκαγιών, τη χωρική τους εξάπλωση και τα σχήματα των περιμέτρων τους.

Συνδέοντας την πληροφορία που παρουσιάζεται στα σχήματα Π.4.11. έως και Π.4.18., με τους υπολογισμούς των πινάκων 2.7.1. και 2.7.2., προκύπτουν οι κατά περίπτωση ελάχιστες αποστάσεις ασφαλείας των δασοπυροσβεστών από τις φλόγες, με την προϋπόθεση ότι φορούν κατάλληλα ρούχα αλλά και μέσα ατομικής προστασίας (ήτοι κράνος, μάσκα μισού προσώπου που καλύπτει μύτη, στόμα και πηγούνι, γυαλιά, γάντια και κατάλληλα υποδήματα).

Χρειάζεται να σημειωθεί ότι στους πίνακες 2.7.1. και 2.7.2., οι υπολογισμοί αναφέρονται σε εξάπλωση πυρκαγιών προς τα ανάντη. Σχετικά με την εξάπλωση πυρκαγιών προς τα κατόντη έχει υποστηριχθεί ότι:

α) ο ROS πυρκαγιάς επιφανείας που εξαπλώνεται σε επίπεδη περιοχή, είναι ίσος με τον ROS πυρκαγιάς επιφανείας η οποία εξαπλώνεται προς τα κατόντη, όταν η μορφολογική κλίση δεν ξεπερνά τις 20°, (McArthur 1962, 1967, Luke and McArthur 1978, Cheney 1981).

β) ο ROS πυρκαγιών επιφανείας μειώνεται σταδιακά κατά την εξάπλωση της φωτιάς προς τα κατόντη, όσο η τιμή της κλίσης αυξάνεται έως και τις 22° (40%), με τον ROS να προσεγγίζει τότε το 64% του ROS πυρκαγιάς επιφανείας που διαδίδεται σε επίπεδη περιοχή. (Van Wagner 1988).

γ) όταν η κλίση είναι μεγαλύτερη από 22°, ο ROS πυρκαγιάς επιφανείας αυξάνεται πάλι, προσεγγίζοντας τον ROS της διάδοσης σε επίπεδη περιοχή, όταν η κλίση προσεγγίσει τις 45°. Όταν η κλίση είναι μεγαλύτερη από 45°, τεμάχια καύσιμης ύλης που κατακυλούν και καύτρες, αυξάνουν την εξάπλωση προς τα κατόντη, δημιουργώντας συνθήκες γρήγορης εξάπλωσης της πυρκαγιάς προς τα ανάντη (Van Wagner 1988).

δ) Ο ROS πυρκαγιών που εξαπλώνονται προς τα κατόντη χωρίς τη βοήθεια του ανέμου ή αντίρροπα προς τον άνεμο, θεωρείται ίσος (Beaufait 1965, Byram 1959, Byram et al. 1966, McArthur 1967, Prahla and T'ien 1973, Kashiwagi and Newman 1976, Rothermel 1983, Van Wagner 1988, Weber and de Mestre 1990).

2.8. Συμπεριφορά δασικών πυρκαγιών

Η εκτίμηση και η πρόβλεψη της συμπεριφοράς ενδεχόμενων πυρκαγιών και η ποσοτικοποίηση της έντασής τους, είναι απαραίτητες για την επιλογή περιοχών στις οποίες μπορεί να πραγματοποιηθεί διαχείριση δασικής βλάστησης (βλ. Παραδοτέο 2.1.7). Η πρόβλεψη της συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών προϋποθέτει τη δυνατότητα εκτίμησης της περίπλοκης αλληλεπίδρασης τριών ομάδων παραγόντων α) των μετεωρολογικών συνθηκών, β) της καύσιμης ύλης και γ) της τοπογραφίας, μαζί με την εκτίμηση των χωρικών και χρονικών διακυμάνσεών τους.

Στο Παραδοτέο 2.1.4 υπολογίστηκε ο ROS πυρκαγιών επιφανείας αφού έλαβε χώρα η αναγκαία περιγραφή της επιφανειακής δασικής ή/και αγροδασικής καύσιμης ύλης από αντιπροσωπευτικά Μοντέλα Καύσιμης Ύλης (M.K.Y.). Οι πίνακες παρουσιάζονται και στο παράρτημα 2 του παρόντος. Στο πλαίσιο της προσπάθειας αξιόπιστης περιγραφής της αναμενόμενης συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών, στο παρόν παρουσιάζονται επίσης, προβλέψεις της πιθανότητας μετατροπής των πυρκαγιών επιφανείας σε κόμης και προβλέψεις του ρυθμού εξάπλωσής τους:

α) σε ελατοδάσος (Σχήμα 2.8.1.), από την εφαρμογή CFIS (Crown Fire Initiation and Spread) (Alexander et al. 2006, Alexander 1998, Cruz 1999, Cruz et al. 2002, 2004, 2005, Van Wagner 1977), για διαφορετικές τιμές της πυκνότητας της διαθέσιμης προς καύση βιομάζας του ανωρόφου (Canopy Bulk Density: CBD, kg/m^3), της ταχύτητας του ανέμου και της (FDFMC, %) (Πίνακας 2.8.1.) και

β) σε πευκοδάσος (Σχήμα 2.8.2.) αξιοποιώντας δημοσιευμένη μεθοδολογία (Αθανασίου 2019), η οποία υπολογίζει τη CBD (kg/m^3), την αξιοποιεί για να υπολογίσει, αρχικά τον ελάχιστο ROS της πυρκαγιάς σε θαμνώδη υπόροφο ($\text{ROS}_{\text{critical}}$, m/min) δάσους ή συστάδας χαλεπίου πεύκης «ο οποίος απαιτείται» για τη μετατροπή της πυρκαγιάς σε καθοδηγούμενη από τον άνεμο, ενεργή πυρκαγιά κόμης (Van Wagner 1977) και στη συνέχεια να υπολογίσει τον ROS της ενεργής πυρκαγιάς κόμης (Πίνακας 2.8.2.). Η μεθοδολογία έχει ισχύ στις περιπτώσεις όπου ο υπόροφος αποτελείται από αρκετά ψηλή και πυκνή μακία βλάστηση και επιπλέον όταν η βάση της κόμης των πεύκων βρίσκεται σε σχετικά χαμηλό ύψος και αρκετά κοντά στη βλάστηση του υπορόφου (Σχήμα 2.8.2.). Οι υπολογισμοί μπορούν αρχικά να γίνουν για το «αντιπροσωπευτικό» δένδρο της συστάδας (CrownBD, kg/m^3) και στη συνέχεια με βάση τον εκάστοτε εκτιμώμενο συντελεστή κάλυψης του ανωρόφου (CC, Canopy Cover) με τιμές από 0,1 έως 1 που περιγράφει την οριζόντια διάταξη των δέντρων και το βαθμό συγκόμωσής τους, να υπολογιστεί η CBD της συστάδας.

Εκτός από την αλληλεπίδραση του γενικού ανέμου με τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της εκάστοτε περιοχής, χρειάζεται να σημειωθεί ότι η καθοδήγηση του ανέμου δεν είναι συνεχής χρονικά λόγω της εφήμερης φύσης του ενώ πιθανές διακοπές στην οριζόντια και κατακόρυφη συνέχεια των αγροδασικών καυσίμων, ενίοτε οδηγεί σε επιπλέον σημαντική επιβράδυνση της εξάπλωσης της πυρκαγιάς.



Σχήμα 2.8.1. Ελατοδάσος (*Abies cephalonica*) στον Εθνικό Δρυμό Αίνου, στην Κεφαλονιά (φωτογραφία: Φ.Δ.Ε.Δ.Α.).

Πίνακας 2.8.1. Προβλέψεις από το CFIS για τη συμπεριφορά ενδεχόμενων πυρκαγιών κόμης, με βάση συνθήκες που περιγράφονται στον πίνακα 2.4.1.

CBD (kg/m ³)	Wind _{10m} (km/h)	FDPMC (%)	Κατηγορία κόμης	ROS (m/min)
0,1	25	10	παθητική	11
0,1	25	15	παθητική	7
0,1	25	20	παθητική	4
0,1	60	10	ενεργή	50
0,1	60	15	παθητική	11
0,1	60	20	παθητική	7
0,15	25	10	ενεργή	25
0,15	25	15	παθητική	6
0,15	25	20	παθητική	4
0,15	60	10	ενεργή	54
0,15	60	15	ενεργή	23
0,15	60	20	παθητική	6

Προφανώς, η μεθοδολογία (β) δεν έχει ισχύ για τις περιπτώσεις όπου η αποκλάδωση (φυσική ή τεχνητή) είναι σημαντική οπότε το ύψος βάσης κόμης (CBH) είναι μεγάλο και ο υπόροφος αποτελείται ή από αραιή επιφανειακή βλάστηση μικρού ύψους (Σχήμα 2.8.3.α.) ή από βελονοτάπητα (Σχήμα 2.8.3.β.), με μικρό φορτίο καύσιμης ύλης.



Σχήμα 2.8.2. Πευκοδάσος (*Pinus halepensis*) με υπόροφο που αποτελείται από ψηλή και πυκνή μακία βλάστηση.



α



β

Σχήμα 2.8.3. Η πιθανότητα εκδήλωσης ενεργής πυρκαγιάς κόμης σε τμήματα πευκοδάσους (α) ή ελατοδάσους (β) με τέτοια δομή, είναι ιδιαίτερος χαμηλή. Οι εκτιμήσεις που περιέχονται στον πίνακα 2.8.2. δεν έχουν ισχύ για παρόμοιες καταστάσεις ενώ μπορεί να επιχειρηθεί η αξιοποίηση του πίνακα 2.8.1, με ταυτόχρονη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Η πρόβλεψη της συμπεριφοράς των δασικών πυρκαγιών κόμης είναι δύσκολη και θεωρείται διεθνώς μια μεγάλη ερευνητική πρόκληση. Στο παρόν, παρουσιάζονται αποτελέσματα από δύο μεθοδολογίες πρόβλεψης συμπεριφοράς πυρκαγιάς κόμης (Πίνακες 2.8.1. & 2.8.2.), που προστίθενται στις προβλέψεις που παρουσιάζονται στο Παράρτημα 2, για τη συμπεριφορά της πυρκαγιάς επιφανείας. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε πολλά τμήματα του ελατοδάσους, ο υπόροφος είναι κυρίως βελονοτάπητας, περισσότερο ή λιγότερο βαθύς ή σχεδόν γυμνό έδαφος. Στο γυμνό έδαφος δεν μπορεί να διαδοθεί πυρκαγιά επιφανείας που προέρχεται από την παρακείμενη βλάστηση αλλά ούτε και να δημιουργηθούν σημειακές πυρκαγιές από καύτρες που προσγειώνονται εκεί. Σε γενικές γραμμές, οι τιμές της ταχύτητας του ανέμου που καθοδηγεί πυρκαγιές επιφανείας σε βελονοτάπητα, είναι σημαντικά μειωμένες (βλ. Πίνακες Π.2.6. & Π.2.10. στο Παράρτημα 2). Επιπλέον, η περιεχόμενη υγρασία στην νεκρή καύσιμη

ύλη συνήθως είναι πολύ πιο υψηλή από τις θαμνώδεις περιοχές χαμηλότερου υψομέτρου χωρίς ανώροφο. Γι' αυτό στον πίνακα 2.4.1., η FDFMC για τις θαμνώδεις περιοχές εκτιμάται σε 5% ενώ στον ίδιο πίνακα, η FDFMC για τον βελονοτάπητα του ελατοδάσους εκτιμάται ότι μπορεί να κυμαίνεται από 10% έως 20%.

Πίνακας 2.8.2: Δενδρομετρικά χαρακτηριστικά συστάδων χαλεπίου πεύκης [το Ύψος δένδρου (m), το Ύψος βάσης κόμης (Crown Base Height: CBH, m) το Ύψος κόμης (Crown Height: CH, m) και η διάμετρός της (D, m).] και δυναμική συμπεριφορά πυρκαγιάς κόμης. Ο ROS_{active}, είναι ο ρυθμός εξαπλώσεως της ενεργής πυρκαγιάς κόμης η οποία βρίσκεται σε πλήρη ανάπτυξη.

Ύψος δένδρου	CBH	D	CH	CrownBD	CC	CBD	Rcritical m/min	ROSactive m/min
10	5	3	5	0,20	0,5	0,10	35	58-64
10	3	3,5	7	0,17	1	0,17	21	35-38
7	4	2,5	3	0,28	0,5	0,14	25	41-46
8	3	3	5	0,20	0,9	0,18	20	32-35
10	4	2,5	6	0,14	1	0,14	25	41-46
7	2	3	5	0,20	1	0,20	18	29-32
8	2	2,5	6	0,14	0,5	0,07	50	83-91
8	1,5	2,5	6,5	0,13	0,9	0,12	30	50-55
6	0	3,5	6	0,20	0,8	0,16	23	37-41
6	1,5	2,5	4,5	0,19	0,6	0,11	32	52-57
5	0	4	5	0,27	0,8	0,22	17	27-30
7	2	3	5	0,20	0,7	0,14	25	41-46
5	0	2,5	5	0,17	0,7	0,12	30	49-54
12	5	2,5	7	0,12	0,7	0,08	42	69-76

Η πιθανότητα μεταφοράς της φωτιάς από τον βελονοτάπητα στον ανώροφο (στις κόμης) του ελατοδάσους, είναι σχετικά χαμηλή δηλαδή η φωτιά αναμένεται να εξαπλωθεί κυρίως ως πυρκαγιά επιφανείας με σχετικά χαμηλή ένταση «κάτω από τον ανώροφο, καθαρίζοντάς τον» (Σχήμα 2.8.3.β.). Βέβαια, ακόμη και σε σχετικά υγρές συνθήκες, η πιθανότητα μετάδοσης της φωτιάς στην κόμη και του λαμπαδιάσματος κάποιων δένδρων του ελατοδάσους είναι πάντοτε υπαρκτή (Σχήμα 2.8.1.). Όμως, σε τέτοιες περιπτώσεις η πυρκαγιά δεν αναμένεται να εξαπλωθεί ως μια καθοδηγούμενη από τον άνεμο ενεργή πυρκαγιά κόμης αλλά ως μια παθητική πυρκαγιά κόμης. Η πιθανότητα εμφάνισης ενεργής πυρκαγιάς κόμης είναι χαμηλή

στο ελατοδάσος αλλά υπαρκτή, κυρίως αν η τοπογραφία της περιοχής το επιτρέπει (μεγάλη μορφολογική κλίση), ή στην περίπτωση που μία πολύ ισχυρή κατακόρυφη επαγωγική στήλη (Αθανασίου 2019) εισέλθει στο ελατοδάσος με μεγάλη ένταση, έχοντας πριν δημιουργηθεί σε πυκνή και συνεχή βλάστηση στα κατάντη και εκτός αυτού. Ζητήματα βαθμού συγκόμωσης και ταχύτητας του ανέμου είναι αρκετά σύνθετα όσο και ενδιαφέροντα, βρίσκονται όμως στην περιοχή κυρίως της θεμελιώδους και όχι της εφαρμοσμένης έρευνας και σίγουρα έξω από τα πλαίσια του παρόντος.

Η μεθοδολογία (β) δεν έχει ισχύ για περιπτώσεις ψυχρόβιων κωνοφόρων όπως τα έλατα. Γι' αυτόν το λόγο, οι προβλέψεις της συμπεριφοράς ενδεχόμενων πυρκαγιών κόμης στο ελατοδάσος [Πίνακας 2.8.1., μεθοδολογία (α)], έγιναν μέσω της εφαρμογής CFIS (Crown Fire Initiation and Spread) (Alexander et al. 2006, Alexander 1998, Cruz 1999, Cruz et al. 2002, 2004, 2005, Van Wagner 1977), για το Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*).

Στον πίνακα 2.8.2, το $R_{critical}$ αναφέρεται στην τιμή κατωφλίου του ρυθμού εξάπλωσης της πυρκαγιάς επιφανείας, πάνω από την οποία η πυρκαγιά μετατρέπεται σε ενεργή πυρκαγιά κόμης. Το ROS_{active} , είναι ο υπολογιζόμενος ρυθμός εξάπλωσης του μετώπου της ενεργής πυρκαγιάς κόμης με βάση δύο διαφορετικούς εμπειρικούς συντελεστές από τους οποίους προκύπτει το διάστημα των αναμενόμενων τιμών του, σε m/min (Athanasίου and Xanthopoulos 2010, Αθανασίου 2019).

Όμως ανάλογα με την ένταση του ανέμου, τις λοιπές μετεωρολογικές συνθήκες και την κατάσταση της ατμόσφαιρας (π.χ. αστάθεια), την κατάσταση της βλάστησης και τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής, αλλάζει και η πιθανότητα να εμφανιστεί μία καθοδηγούμενη από τον άνεμο ενεργή πυρκαγιά κόμης ή μία μεγάλης έντασης παθητική πυρκαγιά κόμης ή μία πυρκαγιά της οποίας η συμπεριφορά καθορίζεται από μια υψηλή, ισχυρή κατακόρυφη επαγωγική στήλη. Οι εναλλαγές μεταξύ αυτών των τύπων και κατηγοριών δασικών πυρκαγιών είναι συχνές. «Συνυπάρχουν» ή «διαδέχονται» ο ένας τον άλλον (ή η μία την άλλη).

«Συνυπάρχουν» όταν στην περίμετρο της ίδιας πυρκαγιάς, σε δεδομένες χρονικές περιόδους, κάποιος μπορεί να διακρίνει ένα ή περισσότερα τμήματα στα οποία έχουν δημιουργηθεί κατακόρυφες στήλες (περισσότερο ή λιγότερο ισχυρές) και ταυτόχρονα ένα ή περισσότερα τμήματα στα οποία ο άνεμος καθοδηγεί τις φλόγες έχοντας «αναγκάσει» τις στήλες του καπνού να γείρουν προς το έδαφος και προς την βλάστηση που «πρόκειται σε λίγο να κάψουν». «Διαδέχονται» ο ένας τον άλλον (ή η μία την άλλη) όταν με το πέρασμα του χρόνου και την εξάπλωση της πυρκαγιάς, οι δύο τύποι ή οι κατηγορίες κόμης, εκδηλώνονται σε διακριτά διαφορετικές περιόδους. Είτε αρχικά σχηματίζεται μία ισχυρή κατακόρυφη επαγωγική στήλη ή οποία σταδιακά «αδυνατίζει» μέχρι την μετατροπή της πυρκαγιάς σε καθοδηγούμενη από τον άνεμο (επειδή η πυρκαγιά προσεγγίζει περιοχή με μικρότερα φορτία διαθέσιμης προς καύση καύσιμης ύλης είτε και επειδή αυξάνεται σημαντικά η ένταση του ανέμου) είτε η αρχικά

καθοδηγούμενη από τον άνεμο πυρκαγιά διαδίδεται σε περιοχή όπου ευνοείται ο σχηματισμός κατακόρυφης στήλης αν επίσης πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις. Οι ισχυρές κατακόρυφες επαγωγικές στήλες εκδηλώνονται, συνήθως, όταν ο άνεμος δεν είναι ισχυρός και παράλληλα υπάρχουν διαθέσιμες μεγάλες ποσότητες δασικών καυσίμων με χαμηλή περιεχόμενη υγρασία, που μπορούν να καταναλωθούν με υψηλό ρυθμό από τη φωτιά.

Σχετικά με την ένταση του ανέμου, είναι χρήσιμο να σημειωθεί ότι το τμήμα μιας πυρκαγιάς που εξαπλώνεται σε περιοχή «προστατευμένη» από τον άνεμο μπορεί να αποκτήσει πολύ πιο απειλητικά χαρακτηριστικά από εκείνο που εξαπλώνεται σε περιοχή «εκτεθειμένη» στον άνεμο διότι η πρώτη είναι λιγότερο προβλέψιμη και προσεγγίσιμη από τη δεύτερη. Αυτό βέβαια, δεν σημαίνει ότι μια καθοδηγούμενη από τον άνεμο πυρκαγιά δεν μπορεί να απειλήσει σοβαρά εκείνους που θα υπερεκτιμήσουν τις δυνατότητές τους.

2.8.1. Καύτρες

Ανάλογα με τον τύπο της πυρκαγιάς, την κατάσταση της βλάστησης και τις μετεωρολογικές συνθήκες, αλλάζει και η πιθανότητα **εμφάνισης σημειακών πυρκαγιών**, ο αριθμός τους και η απόσταση στην οποία μπορούν να εμφανιστούν, από την περίμετρο της δασικής πυρκαγιάς. Η πιθανή μετάδοση ενδεχόμενων δασικών πυρκαγιών με καύτρες δυσχεραίνει ή μπορεί και να ακυρώσει το δασοπυροσβεστικό έργο. Αυξάνει επίσης, όχι μόνο τον κίνδυνο εγκλωβισμού δασοπυροσβεστών αλλά και πολιτών ειδικά στις περιπτώσεις που οι τελευταίοι έχουν επιλέξει να απομακρυνθούν από οικισμούς αργοπορημένα, περνώντας και από περιοχές με έντονο ανάγλυφο, απότομες πλαγιές, ρεματιές, ράχες ή διάσελα (βλ. Παραδοτέο 2.1.7.).

Υπό συνθήκες χαμηλής σχετικής υγρασίας του αέρα (RH μικρότερη από 35%), αναμένονται σημαντικοί αριθμοί σημειακών πυρκαγιών από καύτρες (φαινόμενο της κηλίδωσης) (Αθανασίου και Ξανθόπουλος 2013). Τυχόν επεισοδιακά λαμπαδιάσματα μεμονωμένων ή μικρών συστάδων δέντρων ή υψηλών θάμνων, μπορεί επίσης να συμβάλλουν σημαντικά στη μετάδοση της φωτιάς με καύτρες. Η επίδραση των καυτρών στην τελική από πρακτική άποψη, τιμή της ταχύτητας διάδοσης (ρυθμού εξάπλωσης) της πυρκαγιάς, δύσκολα μπορεί να εκτιμηθεί.

Η ανώτατη τιμή σχετικής υγρασίας του αέρα (RH,%) για την οποία έχει καταγραφεί σημειακή πυρκαγιά από καύτρα στην Ελλάδα μέχρι σήμερα, είναι 46%, ενώ πιθανές εξαιρέσεις μπορεί να συμβούν κατά τη δασοπυρόσβεση, αν για παράδειγμα φλεγόμενη καύτρα προσγειωθεί σε ξερά χόρτα οπότε ακόμη και σε πιο υγρές συνθήκες (πιο μεγάλες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα), αναμένεται να δημιουργηθεί σημειακή πυρκαγιά. Σχετικά με την πιθανή **μετάδοση πυρκαγιών με καύτρες**, είναι χρήσιμο να σημειωθεί το ότι η απόσταση μετάδοσης μπορεί να κυμανθεί από 50 έως 500 περίπου m, για τις καθοδηγούμενες από τον άνεμο πυρκαγιές ενώ σε περιπτώσεις δημιουργίας ισχυρών κατακόρυφων επαγωγικών στηλών, είναι πιθανόν οι

σημειακές πυρκαγιές να δημιουργηθούν, από καύτρες που προσγειώθηκαν σε αποστάσεις ακόμη και μεγαλύτερες του 1 km, από την πυρκαγιά (Athanasίου and Xanthopoulos 2018).

2.9. Δυνητική εξάπλωση ενδεχόμενων δασικών πυρκαγιών

Συνδυάζοντας τις πληροφορίες και τα δεδομένα που παρουσιάζονται στο σχήμα Π.4.1 και στους πίνακες 2.4.1., 2.5.1., 2.7.1., 2.7.2., 2.8.1. και 2.8.2., δημιουργήθηκαν τα παρακάτω σενάρια έναρξης, συμπεριφοράς και εξάπλωσης δασικών πυρκαγιών. Για κάθε πιθανό σημείο έναρξης του σχήματος Π.4.1., παρουσιάζεται μηκοτομή του εδάφους, κατά μήκος του κύριου άξονα διάδοσης της πυρκαγιάς δηλαδή μηκοτομή της διεύθυνσης εξάπλωσης της κεφαλής της (Σχήματα Π.4.3., Π.4.5., Π.4.7. και Π.4.9.). Οι εκτιμήσεις της συμπεριφοράς της, για τις συνθήκες των 4 και των 7 Beaufort, μπορούν να ξεκινούν με την πρόβλεψη του ROS πυρκαγιών επιφανείας, για τις οποίες ο χρήστης μπορεί να ανατρέξει στους πίνακες του Παραρτήματος 2.

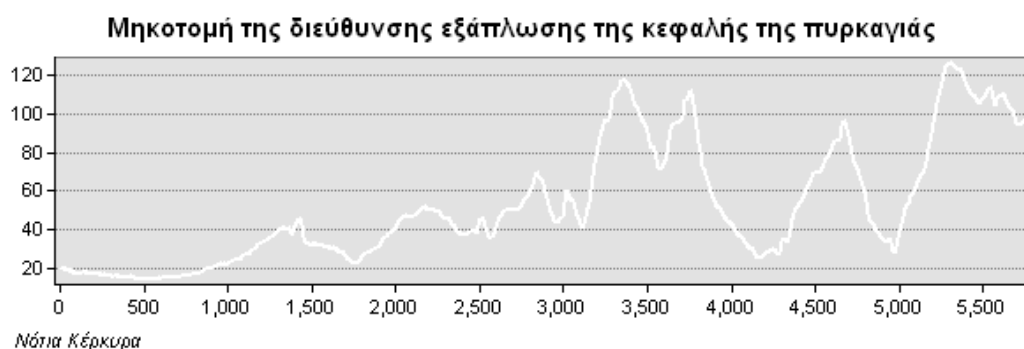
Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αναφέρονται κυρίως σε καθοδηγούμενες από τον άνεμο δασικές πυρκαγιές παρά σε πυρκαγιές των οποίων η συμπεριφορά καθορίζεται από ισχυρή κατακόρυφη επαγωγική στήλη που υψώνεται κατακόρυφα πάνω από την πυρκαγιά. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν, μπορούν να αξιοποιηθούν για τη διατύπωση προτάσεων, υποστηρίζοντας τη λήψη αποφάσεων για τη πρόληψη των δασικών πυρκαγιών, την αποτελεσματική και αποδοτική διαχείρισή τους, την μείωση της διακινδύνευσης των πολιτών και των δασοπυροσβεστών και την μείωση των καταστροφών.

Το «πόσο» απειλούνται, οικισμοί και υποδομές (βλ. Παραδοτέο 2.1.7.), προκύπτει από α) τη δυνητική **συμπεριφορά** ενδεχόμενων πυρκαγιών σε συνδυασμό με β) την ανθεκτικότητά τους η οποία εξαρτάται από τα υλικά κατασκευής τους, γ) την έκθεσή τους στην απειλή από τη δασική πυρκαγιά η οποία διαμορφώνεται και από τη σχετική τους θέση (π.χ. σε απότομες πλαγιές ή στο «φρύδι» ή μέσα σε στενές κοιλάδες ή ρεματιές και δ) την ευκολία ή τη δυσκολία πρόσβασης στην εκάστοτε περιοχή. Από αυτούς τους παράγοντες διαμορφώνεται ο εκτιμώμενος **κίνδυνος καταστροφής** οικισμών ή μεμονωμένων κατοικιών και υποδομών, από αγροδασική πυρκαγιά και εντοπίζονται περιοχές υψηλής διακινδύνευσης (επικινδυνότητας). Οι γνώσεις αυτοπροστασίας των πολιτών και οι πιθανές γνώσεις δασοπυρόσβεσης τροποποιούν σημαντικά τον κίνδυνο καταστροφής. Το «πόσο» απειλούνται, φυσικές περιοχές εξαρτάται από τη συχνότητα εμφάνισης των πυρκαγιών και τη δριμύτητά τους

Σενάριο 2.9.1. (Κέρκυρα)

Σενάριο 2.9.1. (βορειοδυτικός άνεμος, έντασης 4 ή 7 Beaufort)

Σχετικά με το πιθανό σημείο έναρξης στην νότια Κέρκυρα (Σχήματα Π.4.1. Π.4.8. και Π.4.9.), η κεφαλή της πυρκαγιάς για τα πρώτα 1400 περίπου m, θα εξαπλωθεί σε προσήνεμη περιοχή, μέσης μορφολογικής κλίσης μικρότερης του 5% (Σχήμα 2.9.1.1.). Η φυσική βλάστηση στην αγροδοασική περιοχή είναι φρυγανική, μακία και ποώδης, σε μίξη με καλλιέργειες, κυρίως ελαιώνες ενώ στο πλέον νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής υπάρχει υψηλό πευκοδάσος (Σχήμα 2.9.1.2.). Περίπου δύο (2) ώρες θα χρειαστούν για να διανύσει η κεφαλή της πυρκαγιάς τα πρώτα 3 km με άνεμο έντασης 7 Beaufort και ίσως περισσότερες από 3 ώρες με άνεμο έντασης 4 Beaufort. Στα χόρτα ο ROS μπορεί να ξεπεράσει τα 120 m/min (Αθανασίου 2022) με άνεμο έντασης 7 Beaufort και να κυμανθεί γύρω από τα 40 m/min με άνεμο έντασης 4 Beaufort.

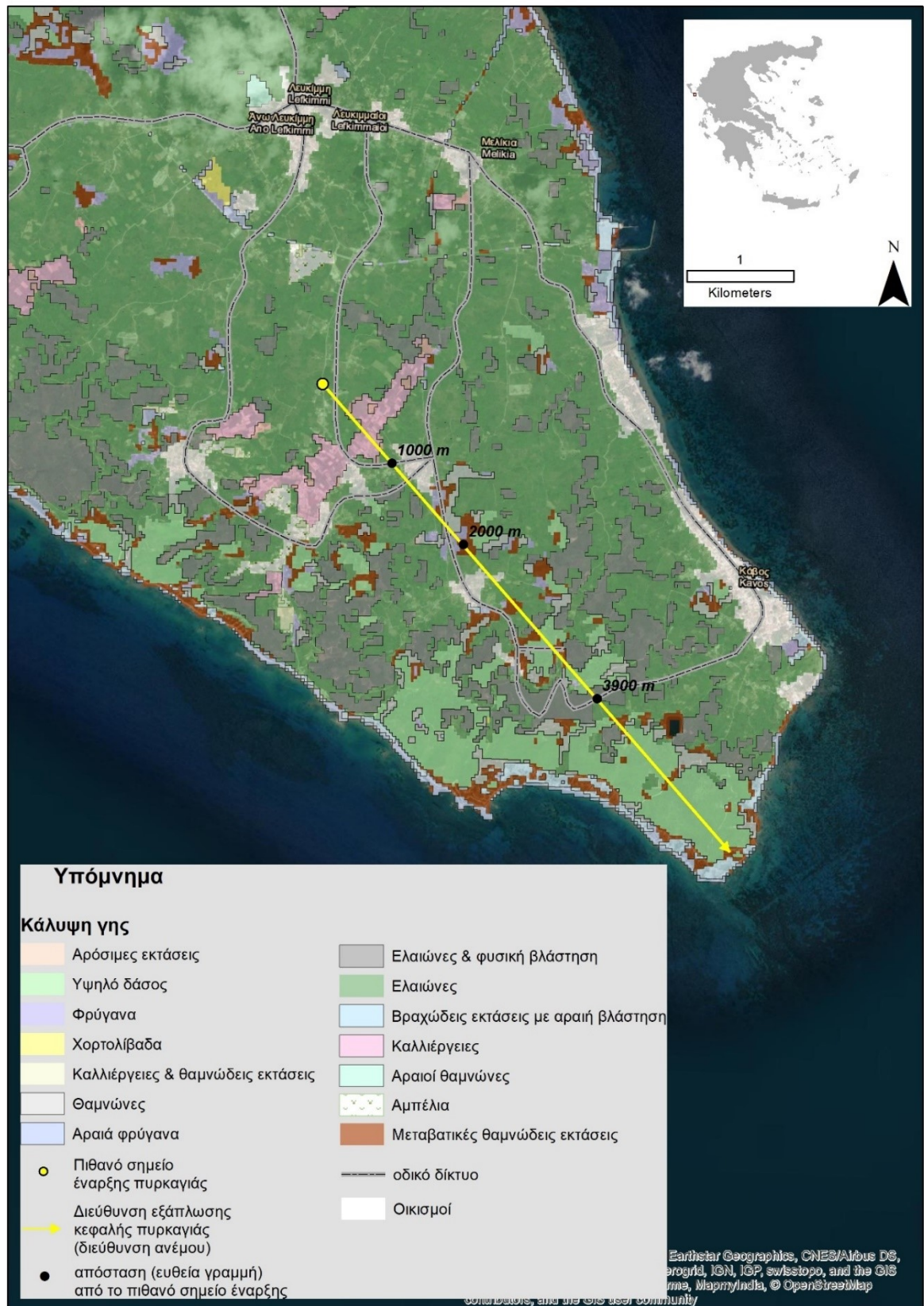


Σχήμα 2.9.1.1. Προφίλ της περιοχής εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στη Νότια Κέρκυρα.

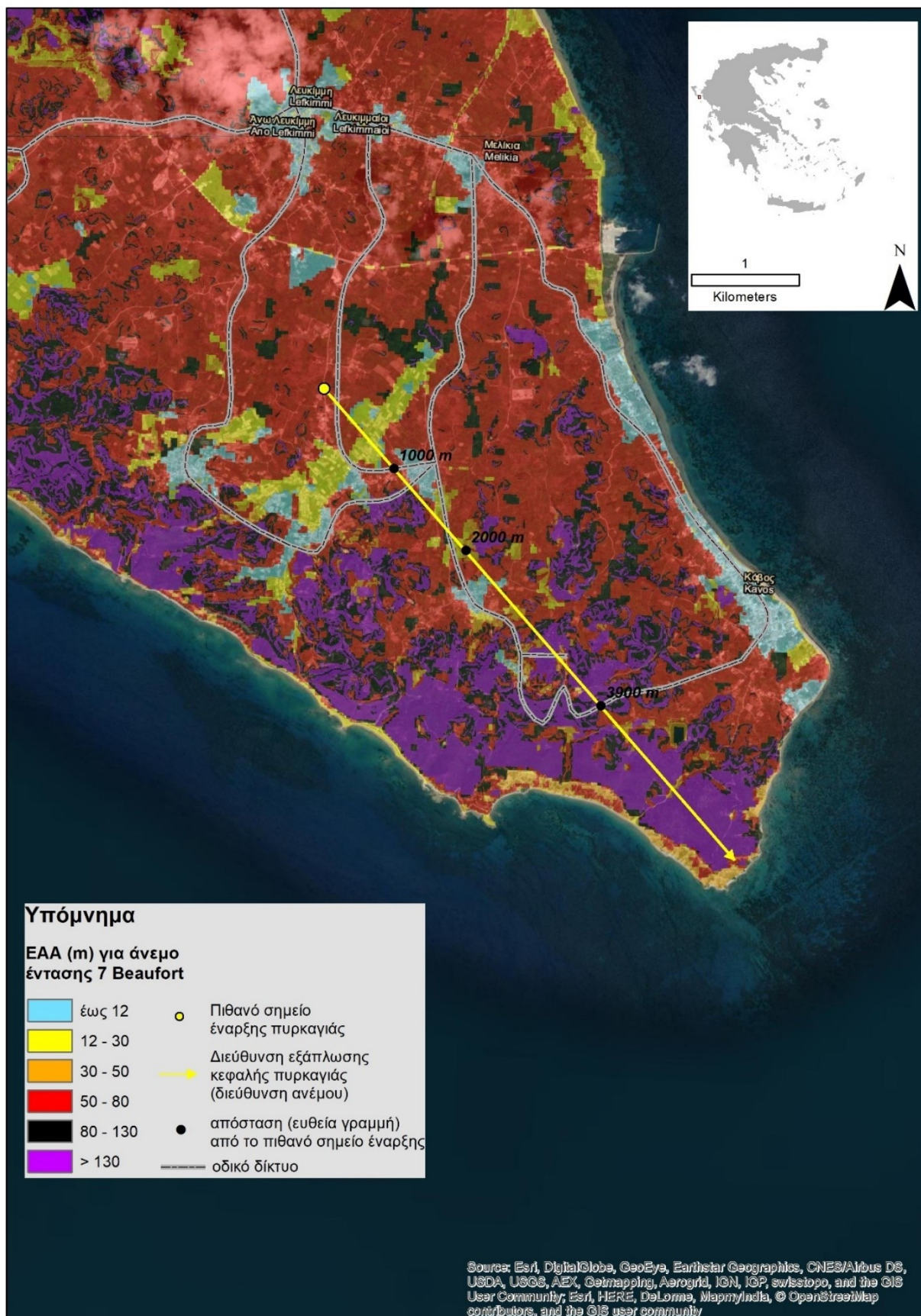
Στις προστατευμένες από τον άνεμο (υπήνεμες) πλαγιές με ήπιες ή έντονες κλίσεις (Σχήμα 2.9.1.1.), η πυρκαγιά αναμένεται να εξαπλωθεί προς τα κατάντη με ROS από 1 έως 2 m/min. Εξαιτίας όμως των μεγάλων μορφολογικών κλίσεων, η πιθανότητα να κατακυλήσουν καύτρες που θα μεταδώσουν τη φωτιά γρήγορα στα κατάντη, η οποία στη συνέχεια θα εξαπλωθεί γρήγορα προς τα ανάντη, είναι υψηλή. Στις υπήνεμες πλαγιές οι στροβιλισμοί αναμένεται να είναι έντονοι και τα κατωρεύματα ισχυρά. Επίσης υπάρχει πιθανότητα, καύτρες να προσγειωθούν στις απέναντι προσήνεμες ή «πιο εκτεθειμένες στον καιρό» πλαγιές. Σε τέτοιες περιπτώσεις, ο ROS από πρακτική άποψη θα αυξηθεί σημαντικά και η καμένη έκταση θα αυξηθεί επίσης με υψηλό ρυθμό και με ιδιαίτερος ακανόνιστο τρόπο.

Η εκτίμηση της συμπεριφοράς της πυρκαγιάς, θα υπαγορεύσει την κατά περίπτωση επιλογή τακτικών ασφαλούς και αποτελεσματικής δασοπυρόσβεσης. Απαραίτητος είναι ο εντοπισμός ασφαλών περιοχών, όπως αγροτικών εκτάσεων που είναι καθαρισμένες από χόρτα οι οποίες μπορούν να προσφέρουν δυνατότητες αγκύρωσης για την οριοθέτηση τμημάτων της περιμέτρου πυρκαγιών αλλά και να αξιοποιηθούν ως περιοχές καταφυγής. Οι τιμές των ΕΑΑ,

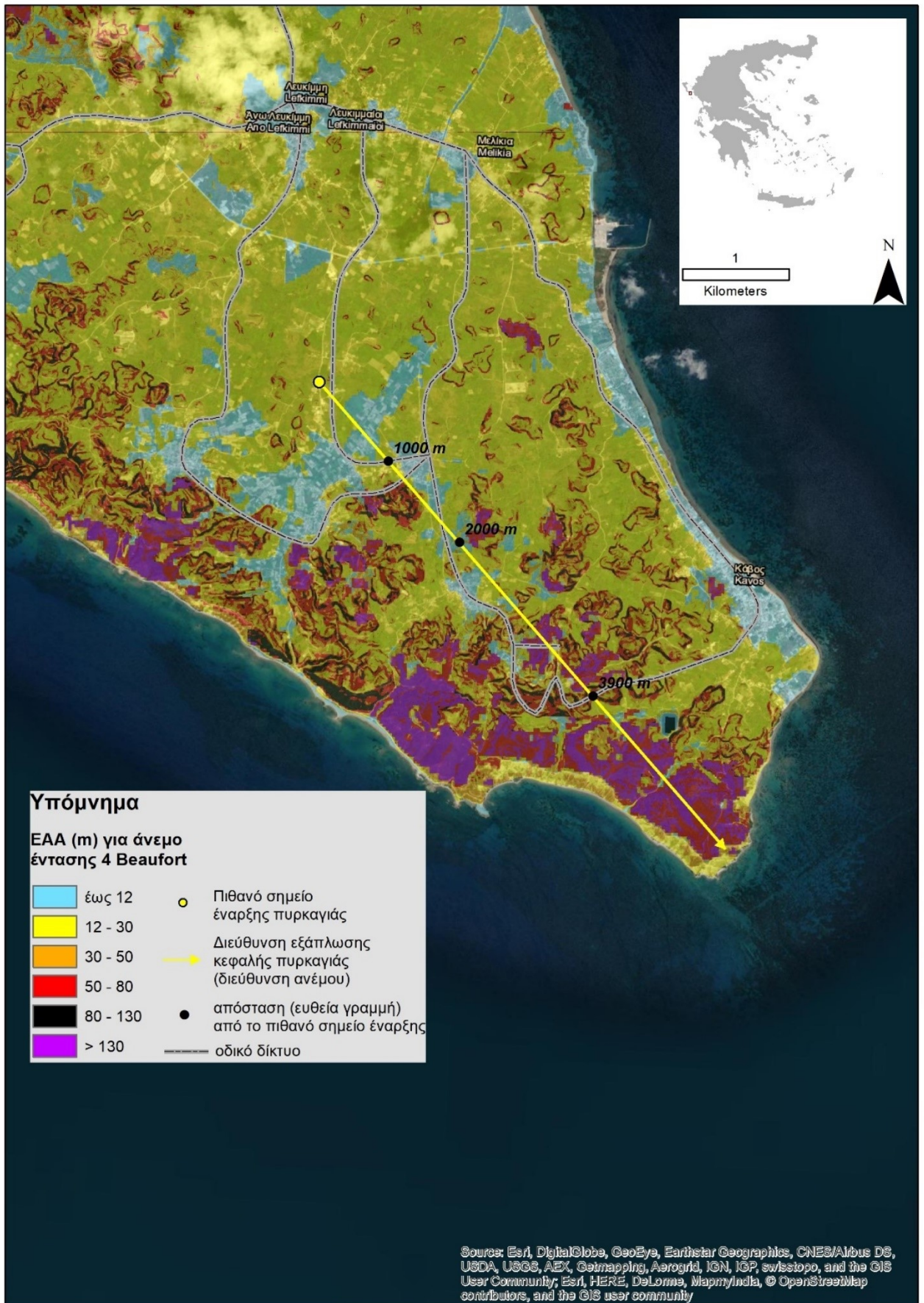
σε συνθήκες 4 ή 7 Beaufort, των σχημάτων 2.9.1.3. και 2.9.1.4. (μαζί με τα Π.4.17 & Π.4.18) μπορούν να αξιοποιηθούν για αυτόν τον εντοπισμό.



Σχήμα 2.9.1.2. Βλάστηση και κάλυψη γης στην περιοχή εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στη Νότια Κέρκυρα.



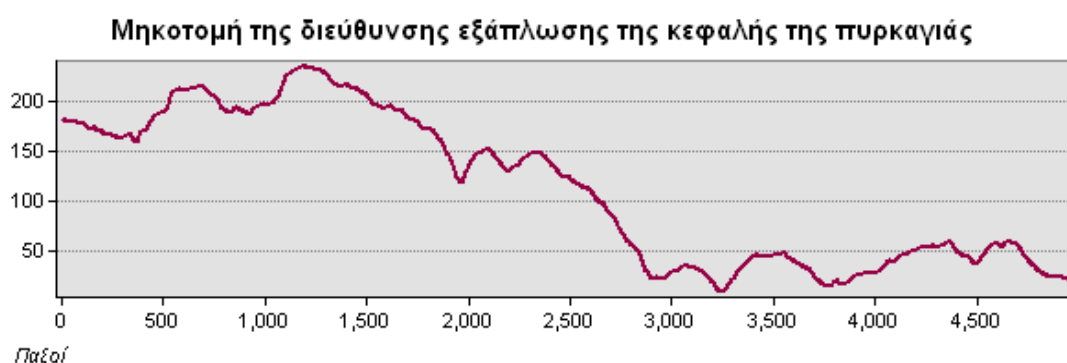
Σχήμα 2.9.1.3. ΕΑΑ σε συνθήκες ανέμου 7 Beaufort, στην περιοχή εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στη Νότια Κέρκυρα.



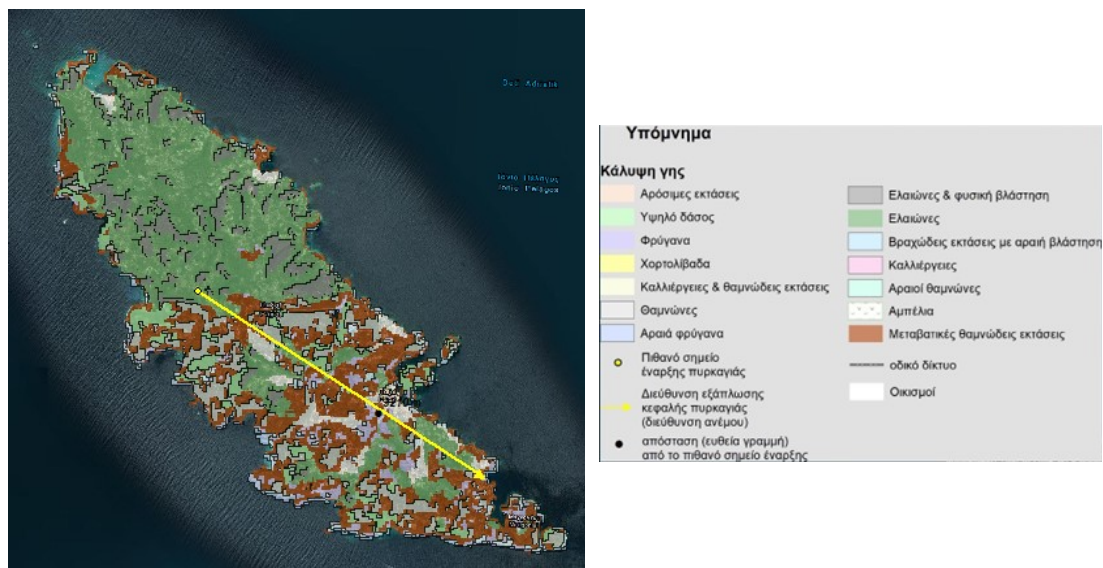
Σχήμα 2.9.4. ΕΑΑ σε συνθήκες ανέμου 4 Beaufort, στην περιοχή εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στη Νότια Κέρκυρα.

Σενάριο 2.9.2. (Παξοί)

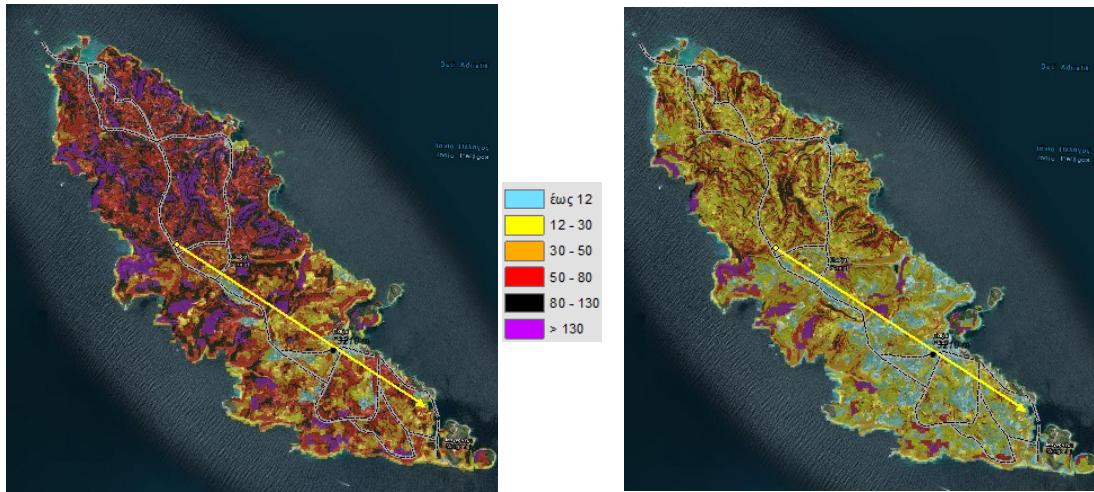
Σχετικά με το πιθανό σημείο έναρξης πυρκαγιάς στους Παξούς (Σχήματα Π.4.1. Π.4.8. και Π.4.9.), παρουσιάζεται η μηκοτομή του εδάφους (Σχήμα 2.9.2.1.). Οι εκτιμήσεις της συμπεριφοράς της πυρκαγιάς, για τις συνθήκες των 4 και των 7 Beaufort, μπορούν να ξεκινούν με την πρόβλεψη του ROS πυρκαγιών επιφανείας, για τις οποίες ο χρήστης μπορεί να ανατρέξει στα σχήματα 2.9.2.2. και Π.1.2. και στη συνέχεια στους πίνακες του Παραρτήματος 2. Οι πίνακες 2.4.1., 2.5.1., 2.8.1. και 2.8.2., πλαισιώνουν και υποστηρίζουν τις προσπάθειες εκτίμησης και πρόβλεψης της συμπεριφοράς ενδεχόμενης πυρκαγιάς εκ μέρους του χρήστη, για διαφορετικούς συνδυασμούς συνθηκών. Οι τιμές των ΕΑΑ, σε συνθήκες 4 ή 7 Beaufort, του σχήματος 2.9.2.3. (ή/και μαζί με τα Π.4.17 & Π.4.18) μπορούν να αξιοποιηθούν για τον εντοπισμό περιοχών από τις οποίες μπορούν να ξεκινήσουν ενέργειες δασοπυρόσβεσης.



Σχήμα 2.9.2.1. Προφίλ της περιοχής εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στους Παξούς.



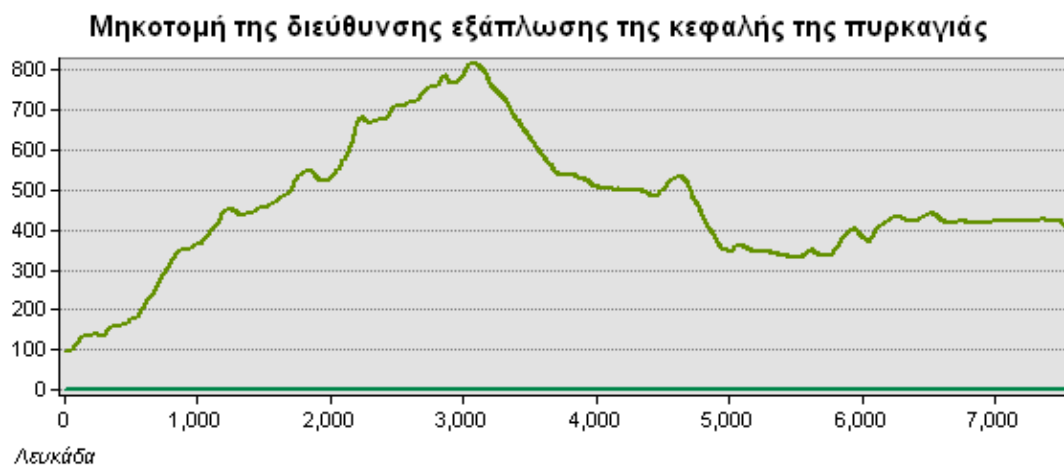
Σχήμα 2.9.2.2. Βλάστηση και κάλυψη γης στην περιοχή εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στους Παξούς



ΕΑΑ για άνεμο έντασης 7 Beaufort
 Σχήμα 2.9.2.3. ΕΑΑ σε συνθήκες ανέμου 7 και 4 Beaufort, στην περιοχή εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στους Παξούς

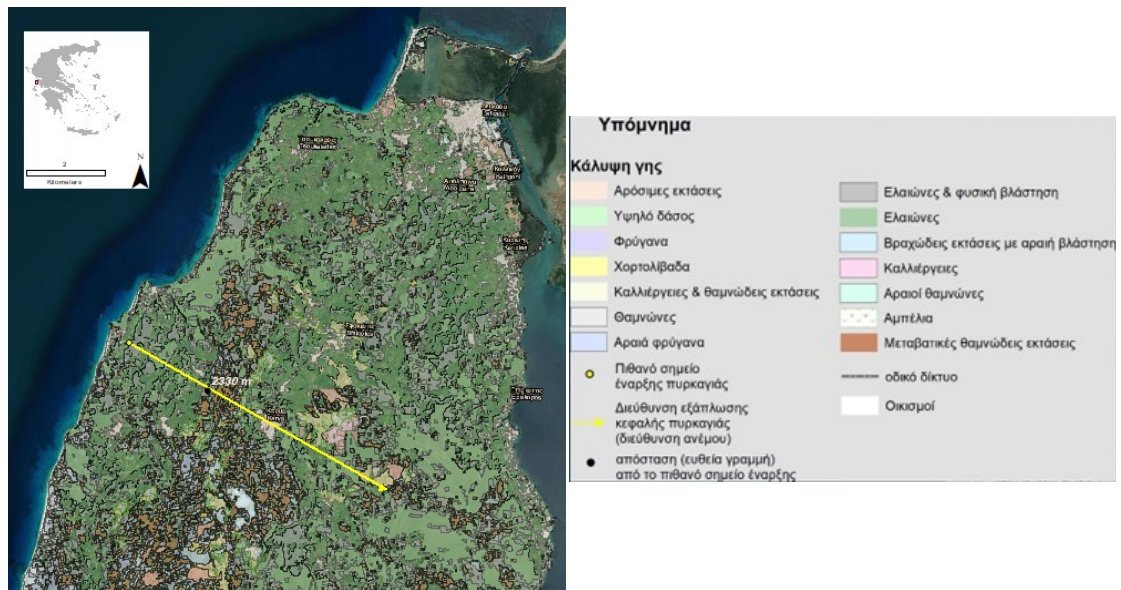
Σενάριο 2.9.3. (Λευκάδα)

Σχετικά με το πιθανό σημείο έναρξης στη Λευκάδα (Σχήματα Π.4.1., Π.4.6. και Π.4.7.) παρουσιάζεται η μηκοτομή του εδάφους (Σχήμα 2.9.3.1.). Οι εκτιμήσεις της συμπεριφοράς της πυρκαγιάς, για τις συνθήκες των 4 και των 7 Beaufort, μπορούν να ξεκινούν με την πρόβλεψη του ROS πυρκαγιών επιφανείας, για τις οποίες ο χρήστης μπορεί να ανατρέξει στα σχήματα 2.9.3.2. και Π.1.3. και στη συνέχεια στους πίνακες του Παραρτήματος 2. Οι πίνακες 2.4.1., 2.5.1., 2.8.1. και 2.8.2., πλαισιώνουν και υποστηρίζουν τις προσπάθειες εκτίμησης και πρόβλεψης της συμπεριφοράς ενδεχόμενης πυρκαγιάς εκ μέρους του χρήστη, για διαφορετικούς συνδυασμούς συνθηκών.

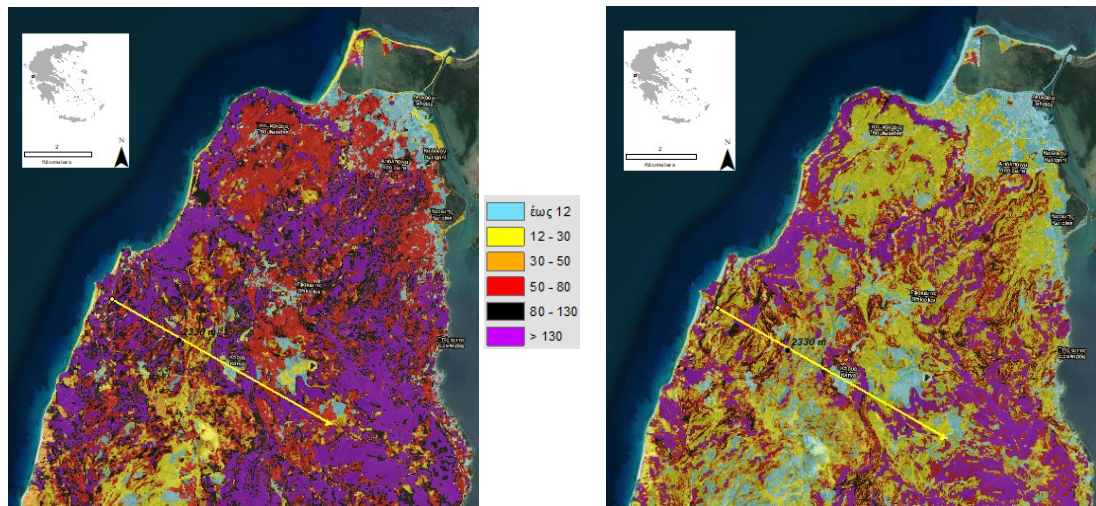


Σχήμα 2.9.3.1. Προφίλ της περιοχής εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στη Λευκάδα.

Οι τιμές των ΕΑΑ, σε συνθήκες 4 ή 7 Beaufort, του σχήματος 2.9.3.3. (ή/και μαζί με τα Π.4.15 & Π.4.16) μπορούν να αξιοποιηθούν για τον εντοπισμό περιοχών από τις οποίες μπορούν να ξεκινήσουν ενέργειες δασοπυρόσβεσης.



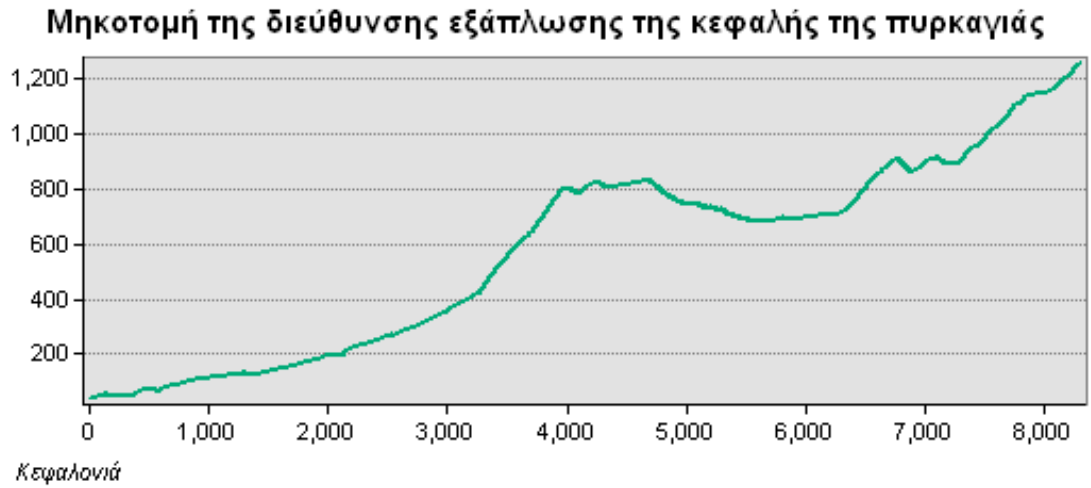
Σχήμα 2.9.3.2. Βλάστηση και κάλυψη γης στην περιοχή εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στη Λευκάδα



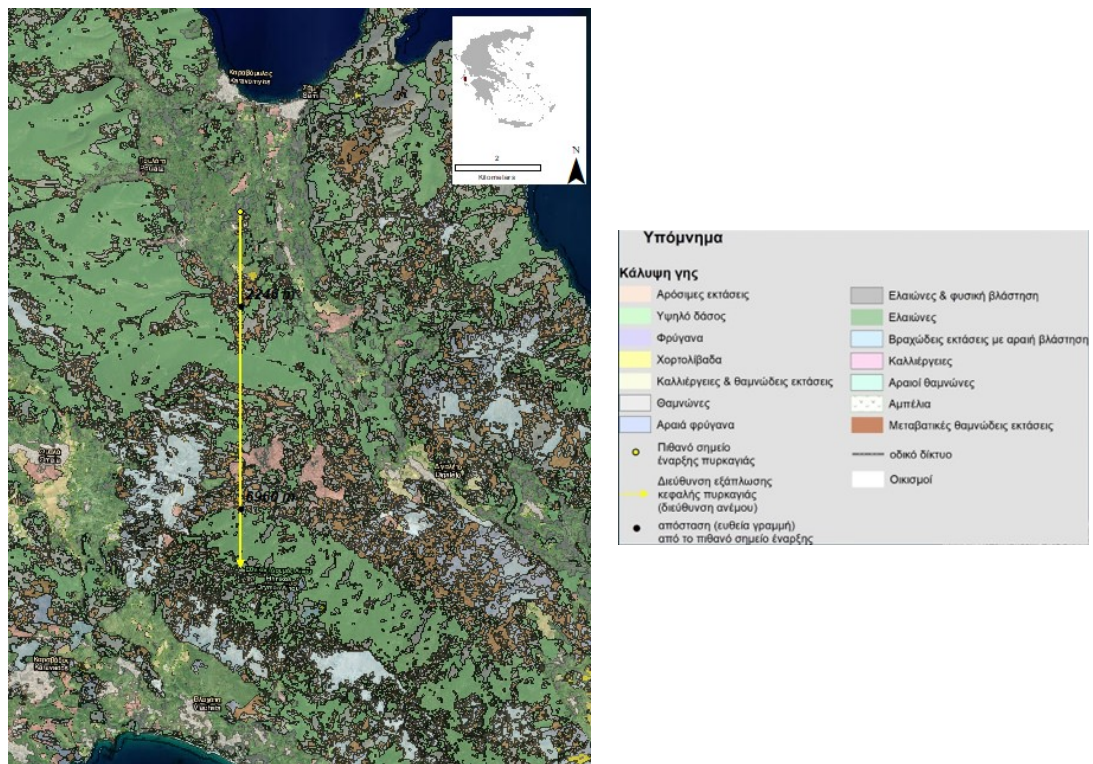
Σχήμα 2.9.3.3. ΕΑΑ σε συνθήκες ανέμου 7 και 4 Beaufort, στην περιοχή εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στη Λευκάδα

Σενάριο 2.9.4. (Κεφαλονιά)

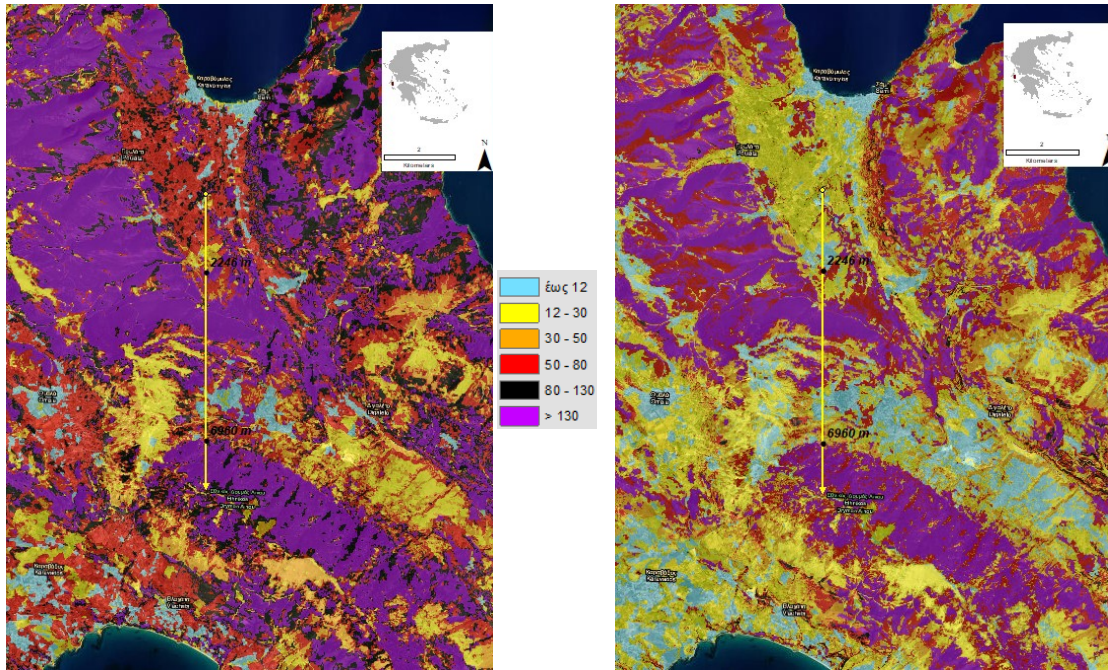
Σχετικά με το πιθανό σημείο έναρξης στην Κεφαλονιά (Σχήματα Π.4.1., Π.4.4. και Π.4.5.) παρουσιάζεται η μηκοτομή του εδάφους (Σχήμα 2.9.4.1.). Οι εκτιμήσεις της συμπεριφοράς της πυρκαγιάς, για τις συνθήκες των 4 και των 7 Beaufort, μπορούν να ξεκινούν με την πρόβλεψη του ROS πυρκαγιών επιφανείας, για τις οποίες ο χρήστης μπορεί να ανατρέξει στα σχήματα 2.9.4.2. και Π.1.4. και στη συνέχεια στους πίνακες του Παραρτήματος 2. Οι πίνακες 2.4.1., 2.5.1., 2.8.1. και 2.8.2., πλαισιώνουν και υποστηρίζουν τις προσπάθειες εκτίμησης και πρόβλεψης της συμπεριφοράς ενδεχόμενης πυρκαγιάς εκ μέρους του χρήστη, για διαφορετικούς συνδυασμούς συνθηκών. Οι τιμές των ΕΑΑ, σε συνθήκες 4 ή 7 Beaufort, του σχήματος 2.9.4.3. (ή/και μαζί με τα Π.4.13 & Π.4.14) μπορούν να αξιοποιηθούν για τον εντοπισμό περιοχών από τις οποίες μπορούν να ξεκινήσουν ενέργειες δασοπυρόσβεσης.



Σχήμα 2.9.4.1. Προφίλ της περιοχής εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στη Κεφαλονιά.



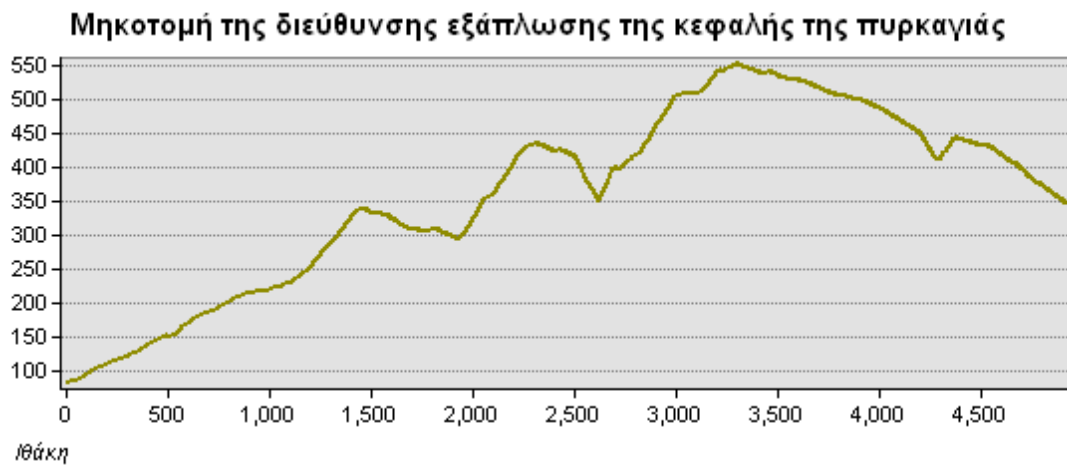
Σχήμα 2.9.4.2. Βλάστηση και κάλυψη γης στην περιοχή εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στην Κεφαλονιά



ΕΑΑ για άνεμο έντασης 7 Beaufort
 Σχήμα 2.9.4.3. ΕΑΑ σε συνθήκες ανέμου 7 και 4 Beaufort, στην περιοχή εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στην Κεφαλονιά

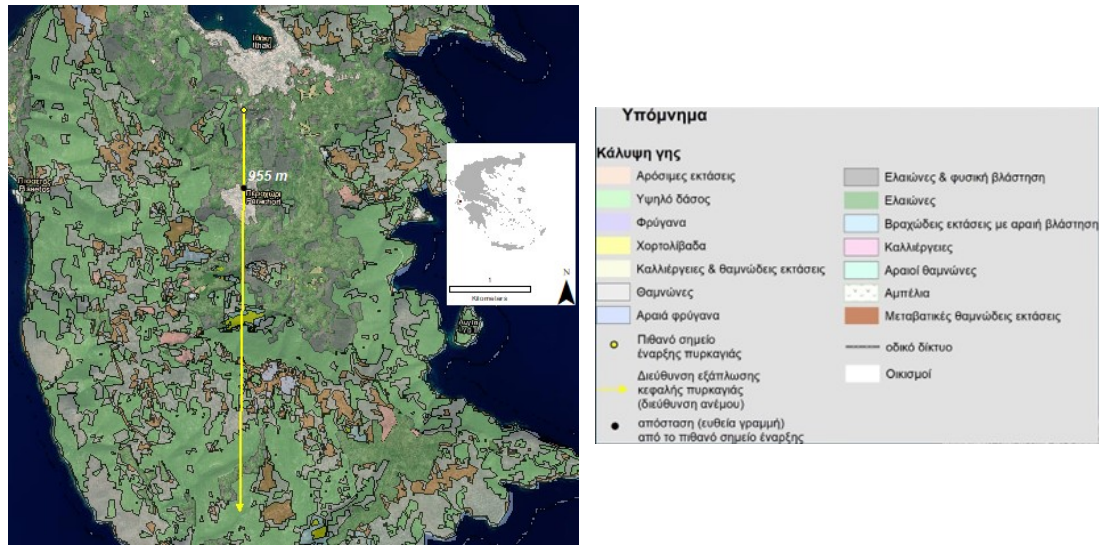
Σενάριο 2.9.5. (Ιθάκη)

Σχετικά με το πιθανό σημείο έναρξης στην Ιθάκη (Σχήματα Π.4.1., Π.4.4. και Π.4.5.) παρουσιάζεται η μηκοτομή του εδάφους (Σχήμα 2.9.5.1.). Οι εκτιμήσεις της συμπεριφοράς της πυρκαγιάς, για τις συνθήκες των 4 και των 7 Beaufort, μπορούν να ξεκινούν με την πρόβλεψη του ROS πυρκαγιών επιφανείας, για τις οποίες ο χρήστης μπορεί να ανατρέξει στα σχήματα 2.9.5.2. και Π.1.4. και στη συνέχεια στους πίνακες του Παραρτήματος 2. Οι πίνακες 2.4.1., 2.5.1., 2.8.1. και 2.8.2., πλαισιώνουν και υποστηρίζουν τις προσπάθειες εκτίμησης και πρόβλεψης της συμπεριφοράς ενδεχόμενης πυρκαγιάς εκ μέρους του χρήστη, για διαφορετικούς συνδυασμούς συνθηκών.

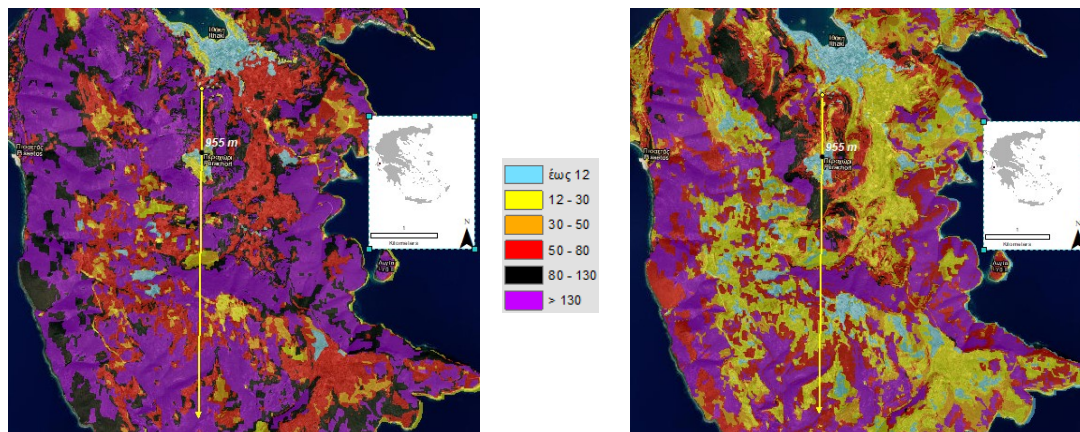


Σχήμα 2.9.5.1. Προφίλ της περιοχής εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στην Ιθάκη.

Οι τιμές των ΕΑΑ, σε συνθήκες 4 ή 7 Beaufort, του σχήματος 2.9.5.3. (ή/και μαζί με τα Π.4.13 & Π.4.14) μπορούν να αξιοποιηθούν για τον εντοπισμό περιοχών από τις οποίες μπορούν να ξεκινήσουν ενέργειες δασοπυρόσβεσης.



Σχήμα 2.9.5.2. Βλάστηση και κάλυψη γης στην περιοχή εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στην Ιθάκη



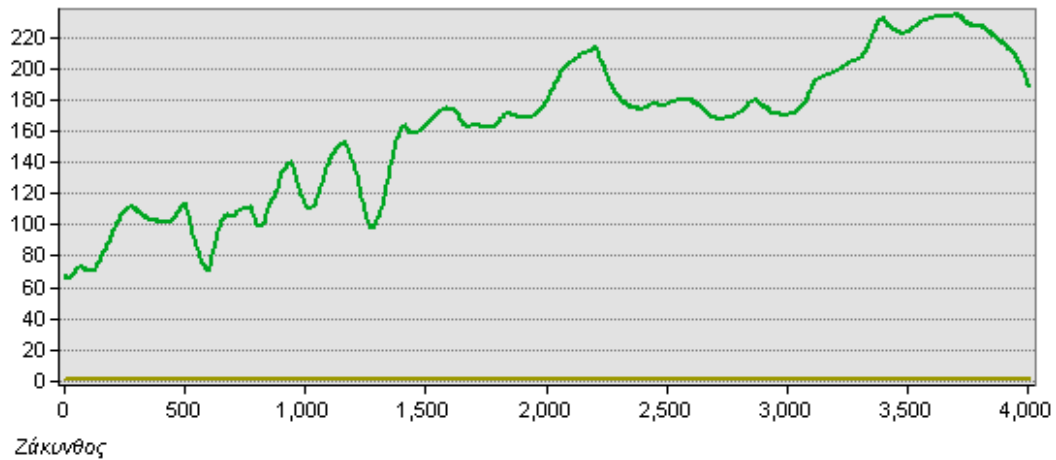
ΕΑΑ για άνεμο έντασης 7 Beaufort
Σχήμα 2.9.5.3. ΕΑΑ σε συνθήκες ανέμου 7 και 4 Beaufort, στην περιοχή εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στην Ιθάκη

Σενάριο 2.9.6. (Ζάκυνθος)

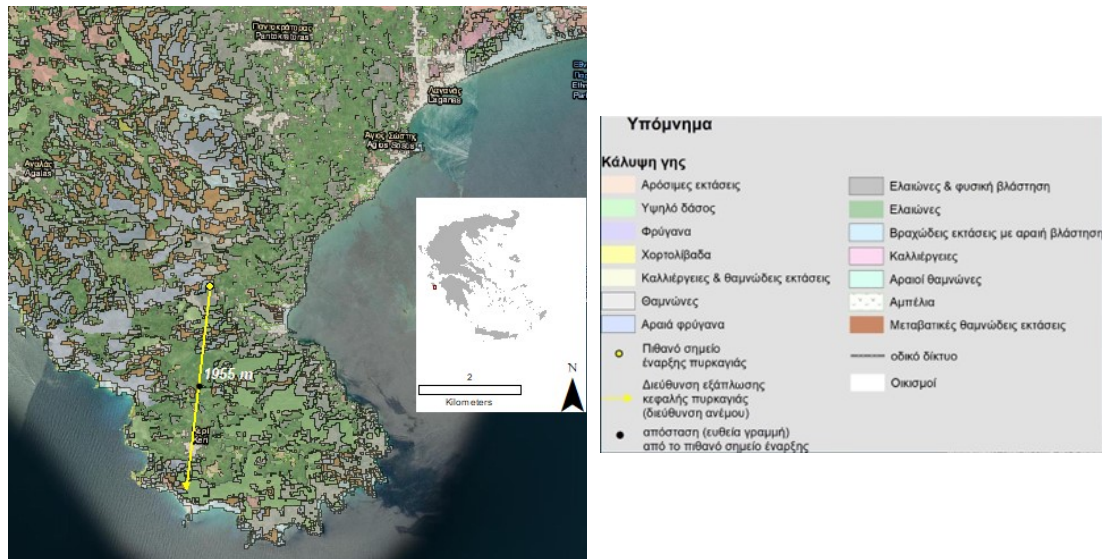
Σχετικά με το πιθανό σημείο έναρξης στη Ζάκυνθο (Σχήματα Π.4.1., Π.4.2. και Π.4.3.) παρουσιάζεται η μηκοτομή του εδάφους (Σχήμα 2.9.6.1.). Οι εκτιμήσεις της συμπεριφοράς της πυρκαγιάς, για τις συνθήκες των 4 και των 7 Beaufort, μπορούν να ξεκινούν με την πρόβλεψη του ROS πυρκαγιών επιφανείας, για τις οποίες ο χρήστης μπορεί να ανατρέξει στα σχήματα 2.9.6.2. και Π.1.5. και στη συνέχεια στους πίνακες του Παραρτήματος 2. Οι πίνακες 2.4.1., 2.5.1., 2.8.1. και 2.8.2., πλαισιώνουν και υποστηρίζουν τις προσπάθειες εκτίμησης και πρόβλεψης της συμπεριφοράς ενδεχόμενης πυρκαγιάς εκ μέρους του χρήστη, για διαφορετικούς συνδυασμούς συνθηκών. Οι τιμές των ΕΑΑ, σε συνθήκες 4 ή 7 Beaufort, του

σχήματος 2.9.6.3. (ή/και μαζί με τα Π.4.11 & Π.4.12) μπορούν να αξιοποιηθούν για τον εντοπισμό περιοχών από τις οποίες μπορούν να ξεκινήσουν ενέργειες δασοπυρόσβεσης.

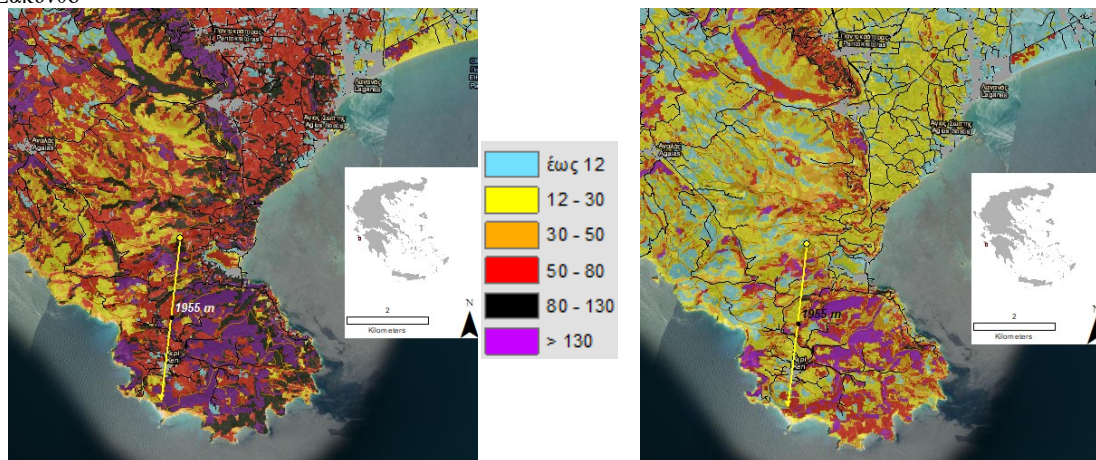
Μηκοτομή της διεύθυνσης εξάπλωσης της κεφαλής της πυρκαγιάς



Σχήμα 2.9.6.1. Προφίλ της περιοχής εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στη Ζάκυνθο.



Σχήμα 2.9.6.2. Βλάστηση και κάλυψη γης στην περιοχή εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στη Ζάκυνθο



ΕΑΑ για άνεμο έντασης 7 Beaufort
 Σχήμα 2.9.6.3. ΕΑΑ σε συνθήκες ανέμου 7 και 4 Beaufort, στην περιοχή εξάπλωσης της κεφαλής ενδεχόμενης πυρκαγιάς στη Ζάκυνθο

2.10. Η φέρουσα ικανότητα των Πυροσβεστικών Υπηρεσιών στα νησιά του Ιονίου

Σε κάθε μία από τις τέσσερις Περιφερειακές Ενότητες (νομούς) του Ιονίου, με βάση τα δεδομένα του Π.Σ., υπάρχει σήμερα ένας αριθμός πυροσβεστικών οχημάτων (ΠΟ) διαφόρων δυνατοτήτων και χαρακτηριστικών ως προς τη χωρητικότητά τους σε νερό. Η δασοπυρόσβεση με τα διαθέσιμα αυτά ΠΟ μπορεί να εξετασθεί με κριτήρια δύο κύριους στόχους:

- Τη δυνατότητα επιτυχημένης αρχικής προσβολής, που εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες, κυρίως όμως από την έγκαιρη επέμβαση των ΠΟ ώστε να προλάβουν την πυρκαγιά πριν επιταχυνθεί ή/και αυξήσει την ένταση ή την περιμέτρή της.
- Τη δυνατότητα επιτυχημένης κατάσβεσης μιας πυρκαγιάς που έχει αρχίσει να εξαπλώνεται με την επέμβαση περισσότερων, επαρκών, ΠΟ.

Παρακάτω παρουσιάζεται μία προσέγγιση για να αξιολογηθεί η επάρκεια των δυνάμεων για τους δύο αυτούς στόχους και να βοηθηθεί ο μελλοντικός σχεδιασμός.

2.10.1. Αρχική προσβολή

Η επιτυχία της αρχικής προσβολής εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως το μήκος της περιμέτρου και λοιπά χαρακτηριστικά της πυρκαγιάς κατά την άφιξη των ΠΟ, η ευκολία πρόσβασης και οι ικανότητες των πυροσβεστών. Είναι προφανές ότι πιθανή αργοπορημένη επέμβαση του πρώτου ΠΟ, αυξάνει δραματικά τη πιθανότητα η πυρκαγιά να αυξήσει την ένταση και τον ρυθμό εξάπλωσής της και να διαδοθεί σε μεγάλη περιοχή, ιδίως αν οι καιρικές συνθήκες ευνοούν την εξάπλωσή της.

Στις μεσογειακές χώρες οι καιρικές συνθήκες σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά της βλάστησης κατά κανόνα απαιτούν πολύ γρήγορη προσβολή. Στην Αλγερία ο στόχος είναι να ξεκινήσει η πρώτη επέμβαση σε λιγότερο από 10 λεπτά (Meddour-Sahar et al. 2013), ενώ στον Λίβανο επιδιώκουν καταστολή σε λιγότερο από 20 λεπτά (Mitri 2009). Στα νησιά του Ιονίου μπορεί να θεωρηθεί ότι υπό συνήθεις συνθήκες, 15 λεπτά από τη στιγμή της αναφοράς της πυρκαγιάς είναι επαρκώς μικρός χρόνος, υπό την προϋπόθεση ταχύτατου εντοπισμού και μετάδοσης της πληροφορίας.

Όμως, σε συνθήκες πολύ υψηλού κινδύνου ο στόχος θα πρέπει να τείνει στα 10 λεπτά ως την πρώτη επέμβαση. Δεδομένου ότι οι αποστάσεις λόγω σχήματος των νησιών και της τοπογραφίας, η ποιότητα των δρόμων, η ευκολία άφιξης ενισχύσεων από άλλα σημεία κλπ. διαφέρουν σε κάθε θέση, δικαιολογείται μία λεπτομερής ανάλυση σε όλα τα νησιά του Ιονίου που θα περιλαμβάνει και καταγραφή του πραγματικού χρόνου μετακίνησης από ένα σημείο (π.χ. σταθμό ΠΣ) σε κομβικά σημεία όπου είναι δυνατό να κληθεί να επέμβει ένα ΠΟ για πρώτη προσβολή πυρκαγιάς. Για τον σκοπό αυτό μπορεί να αξιοποιηθεί η παρακολούθηση των ΠΟ μέσω του συστήματος ENGAGE του ΠΣ. Για μια γενικότερη όμως αξιολόγηση της επάρκειας

των υπαρχόντων ΠΟ για αρχική προσβολή στους παραπάνω επιθυμητούς χρόνους, παρουσιάζεται η παρακάτω ανάλυση, με αρχικό παράδειγμα το νησί της Ζακύνθου.

Η Ζάκυνθος έχει έκταση 40.560 ha, δηλαδή 405,6 km². Θεωρώντας για λόγους απλότητας την περιοχή ως έναν κύκλο αυτής της έκτασης, ο κύκλος αυτός έχει ακτίνα $R=(405,6/3,14)^{0,5}=11,37$ km. Θεωρώντας ότι ένα ΠΟ ξεκινάει από το κέντρο του κύκλου και αποδεχόμενοι ως μέση ταχύτητα κίνησης, συντηρητικά, τα 25 km/h, ώστε να ληφθεί υπόψη ότι η κίνηση δεν γίνεται επ' ευθείας και υπάρχει κίνηση και εκτός ασφάλτου και βέβαια ότι το σχήμα του νησιού δεν είναι κύκλος στην πραγματικότητα, ο μέγιστος χρόνος επέμβασης στην περιφέρεια του κύκλου είναι $11,37 \times 60 / 25 = 27,28$ λεπτά.

Εάν η έκταση του νησιού καλύπτεται με 2 θέσεις, δηλαδή με δύο κύκλους, η έκταση του κάθε κύκλου είναι 202,80 km², η ακτίνα 8,04 km, και ο μέγιστος χρόνος επέμβασης 19,29 λεπτά. Στον πίνακα 2.10.1.1. παρουσιάζονται οι αντίστοιχοι υπολογισμοί για τον μέγιστο χρόνο επέμβασης, για μία έως 18 θέσεις ΠΟ στη Ζάκυνθο, Κεφαλονιά (έκταση 904,4 km²), Λευκάδα (έκταση 355,9 km²), και Κέρκυρα (έκταση 641,1 km²).

Πίνακας 2.10.1.1. Έκταση (ΕΚΤ) που καλύπτεται ανά πυροσβεστικό όχημα (ΠΟ) στα νησιά του Ιονίου ανάλογα με τον αριθμό των ΠΟ, ακτίνα αυτής ως κύκλου (ΑΚΤ) και μέγιστος χρόνος επέμβασης με βάση ταχύτητα κίνησης ΠΟ 25 km/h. Για κάθε νησί, με **πράσινο** χρώμα επισημαίνεται η γραμμή του πίνακα που αντιστοιχεί στον ελάχιστο αριθμό ΠΟ που μπορεί να πετύχει πρώτη επέμβαση σε λιγότερο από 15 λεπτά, ενώ με **κόκκινο** χρώμα επισημαίνεται η αντίστοιχη γραμμή για επέμβαση σε 10 λεπτά.

ΠΟ	ΖΑΚΥΝΘΟΣ			ΚΕΦΑΛΟΝΙΑ			ΛΕΥΚΑΔΑ			ΚΕΡΚΥΡΑ		
	ΕΚΤ. ha	ΑΚΤ. m	ΧΡ. min	ΕΚΤ. ha	ΑΚΤ. m	ΧΡ. min	ΕΚΤ. ha	ΑΚΤ. m	ΧΡ. min	ΕΚΤ. ha	ΑΚΤ. m	ΧΡ. min
1	405,6	11,37	27,3	904,4	16,97	40,7	355,9	10,65	25,6	641,1	14,29	34,3
2	202,8	8,04	19,3	452,2	12,00	28,8	178,0	7,53	18,1	320,6	10,10	24,2
3	135,2	6,56	15,7	301,5	9,80	23,5	118,6	6,15	14,8	213,7	8,25	19,8
4	101,4	5,68	13,6	226,1	8,49	20,4	89,0	5,32	12,8	160,3	7,14	17,1
5	81,1	5,08	12,2	180,9	7,59	18,2	71,2	4,76	11,4	128,2	6,39	15,3
6	67,6	4,64	11,1	150,7	6,93	16,6	59,3	4,35	10,4	106,9	5,83	14,0
7	57,9	4,30	10,3	129,2	6,41	15,4	50,8	4,02	9,7	91,6	5,40	13,0
8	50,7	4,02	9,6	113,1	6,00	14,4	44,5	3,76	9,0	80,1	5,05	12,1
9	45,1	3,79	9,1	100,5	5,66	13,6	39,5	3,55	8,5	71,2	4,76	11,4
10	40,6	3,59	8,6	90,4	5,37	12,9	35,6	3,37	8,1	64,1	4,52	10,8
11	36,9	3,43	8,2	82,2	5,12	12,3	32,4	3,21	7,7	58,3	4,31	10,3
12	33,8	3,28	7,9	75,4	4,90	11,8	29,7	3,07	7,4	53,4	4,12	9,9
13	31,2	3,15	7,6	69,6	4,71	11,3	27,4	2,95	7,1	49,3	3,96	9,5
14	29,0	3,04	7,3	64,6	4,54	10,9	25,4	2,85	6,8	45,8	3,82	9,2
15	27,0	2,93	7,0	60,3	4,38	10,5	23,7	2,75	6,6	42,7	3,69	8,9
16	25,4	2,84	6,8	56,5	4,24	10,2	22,2	2,66	6,4	40,1	3,57	8,6
17	23,9	2,76	6,6	53,2	4,12	9,9	20,9	2,58	6,2	37,7	3,47	8,3
18	22,5	2,68	6,4	50,2	4,00	9,6	19,8	2,51	6,0	35,6	3,37	8,1

Στον πίνακα 2.10.1.2. συνοψίζονται οι εκτιμήσεις απαιτούμενων ΠΟ για μέγιστο χρόνο επέμβασης 10 & 15 λεπτών σε κάθε νομό του Ιονίου και αυτές συγκρίνονται με τον συνολικό αριθμό των διαθέσιμων σήμερα ΠΟ.

Πίνακας 2.10.1.2. Απαιτούμενα ΠΟ για μέγιστο χρόνο επέμβασης 10 & 15 λεπτών σε κάθε νομό του Ιονίου.

ΝΟΜΟΣ	ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΠΟ	ΠΟ ΓΙΑ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΣΕ 10 min	ΠΟ ΓΙΑ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΣΕ 15 min
ΖΑΚΥΝΘΟΣ	29	8	4
ΚΕΦΑΛΟΝΙΑ	33	17	8
ΛΕΥΚΑΔΑ	17	7	3
ΚΕΡΚΥΡΑ	32	12	6

Ο παραπάνω πίνακας είναι προφανώς ενδεικτικός όμως επιτρέπει μια γενική αξιολόγηση της κατάστασης. Αρχικά, σε κάθε νησί προκύπτει ότι είναι εφικτή η άφιξη ενός τουλάχιστον ΠΟ σε διάστημα 10 λεπτών.

Θεωρώντας όμως ότι σε συνθήκες υψηλού κινδύνου πυρκαγιάς είναι επιθυμητή ή σχεδόν ταυτόχρονη άφιξη δύο τουλάχιστον οχημάτων, ιδίως όταν το ένα εξ' αυτών είναι μικρό ΠΟ των 500 λίτρων, παρατηρούμε ότι αυτή η διπλή άφιξη είναι δυνατή στη Ζάκυνθο ($2 \times 8 = 16 < 29$), στη Λευκάδα ($2 \times 7 = 14 < 17$) και στην Κέρκυρα ($2 \times 12 = 24 < 32$). Δεν ισχύει όμως το ίδιο για την Κεφαλονιά ($2 \times 17 = 34 > 33$).

Λαμβανομένου μάλιστα υπόψη του γεγονότος ότι λόγω και του τουριστικού τους χαρακτήρα στα νησιά του Ιονίου δεν είναι δυνατό να «αδυνατήσει» υπερβολικά η δυνατότητα ανταπόκρισης σε αστικά συμβάντα και επομένως όλα τα υπάρχοντα ΠΟ δεν μπορούν να διατεθούν για την προστασία από δασικές πυρκαγιές, προκύπτει ότι είναι επιθυμητή μία ενίσχυση με επιπλέον ΠΟ, κατά προτίμηση με χωρητικότητα νερού μεγαλύτερη των 1500 λίτρων, με πρώτη προτεραιότητα την Κεφαλονιά.

Μάλιστα, στον νομό Κεφαλληνίας υπάρχει και η επιπλέον πρόκληση της προστασίας και της Ιθάκης, που κάνει την ανάγκη ενίσχυσης ακόμη πιο επιτακτική. Η στάθμευση και ενέργεια δύο πυροσβεστικών αεροσκαφών PZL από το αεροδρόμιο της Κεφαλονιάς, οπωσδήποτε είναι υποβοηθητική κατά την αρχική προσβολή αλλά δεν αποτελεί υποκατάστατο που θα έπρεπε να εμποδίσει την ύπαρξη επιπλέον ΠΟ.

Σε όλα τα παραπάνω τονίζεται η σημασία να είναι δυνατό να επιτευχθεί στην πράξη, ο θεωρητικός χρόνος επέμβασης. Οι προσπάθειες για αυτό, εκτός από την επιλογή σωστών θέσεων στάθμευσης των ΠΟ, ιδιαίτερα σε ημέρες υψηλού κινδύνου, είναι η σταδιακή βελτίωση του δασικού οδικού δικτύου αλλά και η ελαχιστοποίηση των καθυστερήσεων στον εντοπισμό και την αναφορά των πυρκαγιών. Η εγκατάσταση νέων και η επάνδρωση υφιστάμενων πυροφυλακίων, μπορεί να υποστηρίξει σημαντικά αυτή την προσπάθεια.

2.10.2. Κατασβεστική ικανότητα Πυροσβεστικών Οχημάτων (ΠΟ)

Σύμφωνα με την μελέτη των Simos and Xanthopoulos (2014) στις Ελληνικές συνθήκες, το μήκος της περιμέτρου που μπορεί να κατασβήσει ένα ελαφρύ πυροσβεστικό όχημα χωρητικότητας νερού 600 λίτρων, επεμβαίνοντας στην πλευρά (flank) μιας δασικής πυρκαγιάς (EXT600L_Flank) εκτιμάται σε:

$$\text{EXT600L_Flank} = 6.321 + 27.711 / \text{FLflank}$$

Το αντίστοιχο μήκος για ένα (ΠΟ) χωρητικότητας 2500 l υπολογίζεται ως:

$$\text{EXT2500L_Flank} = 20.756 + 57.493 / \text{FLflank}$$

Δηλαδή, προφανώς, το μήκος περιμέτρου που μπορεί να κατασβησθεί εξαρτάται από το μήκος φλόγας (FL σε m).

Θεωρούμε ότι για το σενάριο 2.9.1. όπου ο άνεμος είναι βορειοδυτικός και **για μέτριο άνεμο έντασης 4 Beaufort (BF)**, η κεφαλή της πυρκαγιάς θα εξαπλωθεί κατά 2 km σε 3 περίπου ώρες, δηλαδή ο ρυθμός εξάπλωσης (ROS) της κεφαλής θα είναι περίπου 0,67 km/h (περίπου 11 m/min).

Ένα ενδεικτικό αναμενόμενο μήκος φλόγας υπό αυτές τις συνθήκες είναι τα 3 m, διαφοροποιούμενο προφανώς σε τμήματα της περιμέτρου ανάλογα με τη βλάστηση. Με 3 m μήκος φλόγας η κατάσβεση με άμεση προσβολή του μετώπου είναι ιδιαίτερα δύσκολη και δεν επιχειρείται ιδιαίτερος συχνά στη χώρα μας, με την έννοια της συστηματικής και συνεχούς προσπάθειας κατά μήκος μεγάλων τμημάτων των περιμέτρων των πυρκαγιών.

Οι επίγειες δυνάμεις για να κατασβήσουν την πυρκαγιά θα πρέπει να σβήνουν τις πλευρές της με ρυθμό μεγαλύτερο από την ταχύτητα με την οποία μεγαλώνει η περίμετρος. Αντιμετωπίζοντας φλόγες των 3 m, ένα ΠΟ μπορεί να κατασβήσει (με βάση τον παραπάνω τύπο) 39,9 m.

Από την μελέτη μεγάλων και καλά τεκμηριωμένων πυρκαγιών, ο Anderson (1984) βρήκε ότι η περίμετρος είναι 2,2 έως 3 φορές το μήκος του άξονα εξάπλωσης της κεφαλής τους. Στην περίπτωση του σεναρίου μας, εξάπλωση 0,67 km κατά τον άξονα σε μία ώρα, θεωρούμε ότι συνεπάγεται μήκος περιμέτρου 0,67 km x 2 πλευρές x 1,2 = 1,608 km (δηλαδή περίμετρο ίση με 1,608/0,67 = 2,4 φορές το μήκος του άξονα).

Με ταχύτητα εξάπλωσης μετώπου 0,67 km/h, σε δύο ώρες το μέτωπο θα προχωρήσει 2x670 = 1340 m και το μήκος της περιμέτρου θα φθάσει τα 3216 m. Για την κατάσβεση αυτής της περιμέτρου και τον έλεγχο της πυρκαγιάς, θα απαιτηθεί το ταχύτερο δυνατό να καταφθάσουν και να εμπλακούν πολλά ΠΟ. Εάν αυτά είναι των 2500 L, τότε θα απαιτηθούν τουλάχιστον 3216 m / 39,9 m ανά φορτίο = 80,56 φορτία των 2500 L.

Στον πίνακα 2.10.2.1 παρουσιάζονται τέσσερα σενάρια εμπλοκής ΠΟ τα οποία αναδεικνύουν τους παράγοντες αποτελεσματικότητας τους, που με τη σειρά τους επηρεάζουν τον απαιτούμενο ελάχιστο αριθμό ΠΟ. Θεωρείται ότι το ΠΟ των 2500 L χρησιμοποιεί το νερό του σε 10 min, κάτι που προφανώς είναι ιδιαίτερα μεταβλητό ανάλογα με τις συνθήκες.

Μεταβάλλονται επίσης η απόσταση που πρέπει να διανύσουν τα ΠΟ μέχρι κάποιο κρουνό υδροληψίας ή άλλη πηγή νερού καθώς και η ταχύτητα κίνησης του ΠΟ. Αυτά επηρεάζουν τον χρόνο μετακίνησης του ΠΟ.

Το 4^ο σενάριο αποτελεί την ιδανική περίπτωση όπου τα ΠΟ εφοδιάζονται επί τόπου από οχήματα δότες (όπως οι υδροφόρες των ΟΤΑ ή πυροσβεστικά υδροφόρα οχήματα των 10.000 L). Σε αυτό το σενάριο (Σενάριο 4 του πίνακα 2.10.2.1), ο έλεγχος της πυρκαγιάς μπορεί θεωρητικά να είναι εφικτός καθώς στην Κέρκυρα υπάρχουν συνολικά 32 πυροσβεστικά υδροφόρα οχήματα διαφόρων τύπων.

Στα σενάρια 2 και 3 του πίνακα 2.10.2.1, οι απαιτήσεις σε κατασβεστική ικανότητα που δημιουργούνται από τη συμπεριφορά της πυρκαγιάς, μπορούν να καλυφθούν οριακά. Από τα παραπάνω γίνεται προφανής η ανάγκη της ύπαρξης πυκνού δικτύου σημείων υδροληψίας και η βελτίωση της ποιότητας των δρόμων για αυξημένη ταχύτητα πρόσβασης, καθώς και η άμεση διαθεσιμότητα και ο απαραίτητος συντονισμός για την αποτελεσματική εμπλοκή υδροφόρων οχημάτων των ΟΤΑ και του ΠΣ. Τέλος, πρέπει να τονισθεί ότι έχει μεγάλη σημασία η ύπαρξη βοήθειας από εναέρια μέσα, βασικός στόχος των οποίων θα πρέπει να είναι η καθυστέρηση του μετώπου της πυρκαγιάς, επομένως και της αύξησης της περιμέτρου της, ώστε να καταστεί εφικτός ο έλεγχος της πυρκαγιάς, ακόμη και με λιγότερα επίγεια μέσα. Είναι προφανές ότι οι απαιτήσεις αυξάνονται σε μεγάλο βαθμό όταν η ένταση του ανέμου είναι αυξημένη (π.χ. άνεμος 6 ή 7 BF) ή/και όταν η βλάστηση είναι ιδιαίτερος ξηρή, επιτρέποντας την εμφάνιση φλογών μεγάλου μήκους.

Πίνακας 2.10.2.1 Τέσσερα σενάρια υπολογισμού του αριθμού κύκλων πυρόσβεσης και ανεφοδιασμού ανά ώρα ενός ΠΟ 2500L.

Στοιχεία εμπλοκής ΠΟ	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Μέση απόσταση ανεφοδιασμού σε νερό (km)	4,00	2,00	2,00	0,00
Ταχύτητα κίνησης ΠΟ (Km/h)	25,00	25,00	40,00	25,00
Χρόνος ανεφοδιασμού με νερό (min)	4,00	4,00	4,00	0,00
Χρόνος μετακίνησης (min)	23,20	13,60	10,00	0,00
Χρόνος κατανάλωσης του νερού (min)	10,00	10,00	10,00	10,00
Συνολικός χρόνος κάθε κύκλου του ΠΟ (min)	33,20	23,60	20,00	10,00
Αριθμός κύκλων πυρόσβεσης και ανεφοδιασμού ανά ώρα	1,81	2,54	3,00	6,00
Αριθμός οχημάτων που θα δώσουν τα απαιτούμενα 80,56 φορτία	45	32	27	14

3. Συμπεράσματα - Προτάσεις

Η διαχείριση των αγροδασικών πυρκαγιών για τη μείωση της διακινδύνευσης, περιλαμβάνει εφαρμογή προληπτικών μέτρων τα οποία βοηθούν στη μείωση του κινδύνου και την αντιμετώπιση, προϋποθέτει δε τη συμμετοχή των τοπικών φορέων και των πολιτών, ως δομικό συστατικό στρατηγικού αντιπυρικού σχεδιασμού που συνδέει λειτουργικά την πρόληψη με την αποτελεσματική καταστολή και καταδεικνύει τις αναγκαίες βελτιώσεις που μπορούν να οδηγήσουν σε βραχυπρόθεσμα και μέσο-μακροπρόθεσμα οφέλη.

Αξιοποιώντας επιστημονικές μεθόδους και την εμπειρία για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς ενδεχόμενων πυρκαγιών, στο πλαίσιο εκπόνησης παρόντος, αναδεικνύονται πιθανές τακτικές δασοπυρόσβεσης. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται, τεκμηριώνει τη σημασία που έχει η διαχείριση της βλάστησης, για την βραχυπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς, που περιλαμβάνεται έμμεσα στους στόχους του 2.1.7.

Η πρόβλεψη της συμπεριφοράς και των χαρακτηριστικών ενδεχόμενων δασικών πυρκαγιών, στο πλαίσιο της εκπόνησης της τεχνικής έκθεσης, βοηθά στην επισήμανση προβλημάτων, στην ανάδειξη προτεραιοτήτων και στην πρόταση απαραίτητων διαχειριστικών παρεμβάσεων. Λαμβάνοντας υπόψη την ενδεχόμενη συμπεριφορά της φωτιάς σε συγκεκριμένους δασικούς τύπους, δεδομένη τοπογραφία και συγκεκριμένες μετεωρολογικές συνθήκες, εντοπίζονται περιοχές στις οποίες χρειάζεται να λάβει χώρα διαχείριση δασικών καυσίμων. Η μείωση του φορτίου της καύσιμης ύλης και του κινδύνου πυρκαγιάς, σε στρατηγικά επιλεγμένες περιοχές θα οδηγήσει στην μείωση της έντασης των δασικών πυρκαγιών. Η ΕΑΑ (m) θα μειωθεί σημαντικά εκεί, δίνοντας τη δυνατότητα είτε προσέγγισης για αποτελεσματική άμεση προσβολή είτε εφαρμογής ασφαλούς έμμεσης προσβολής με χειρωνακτικά εργαλεία.

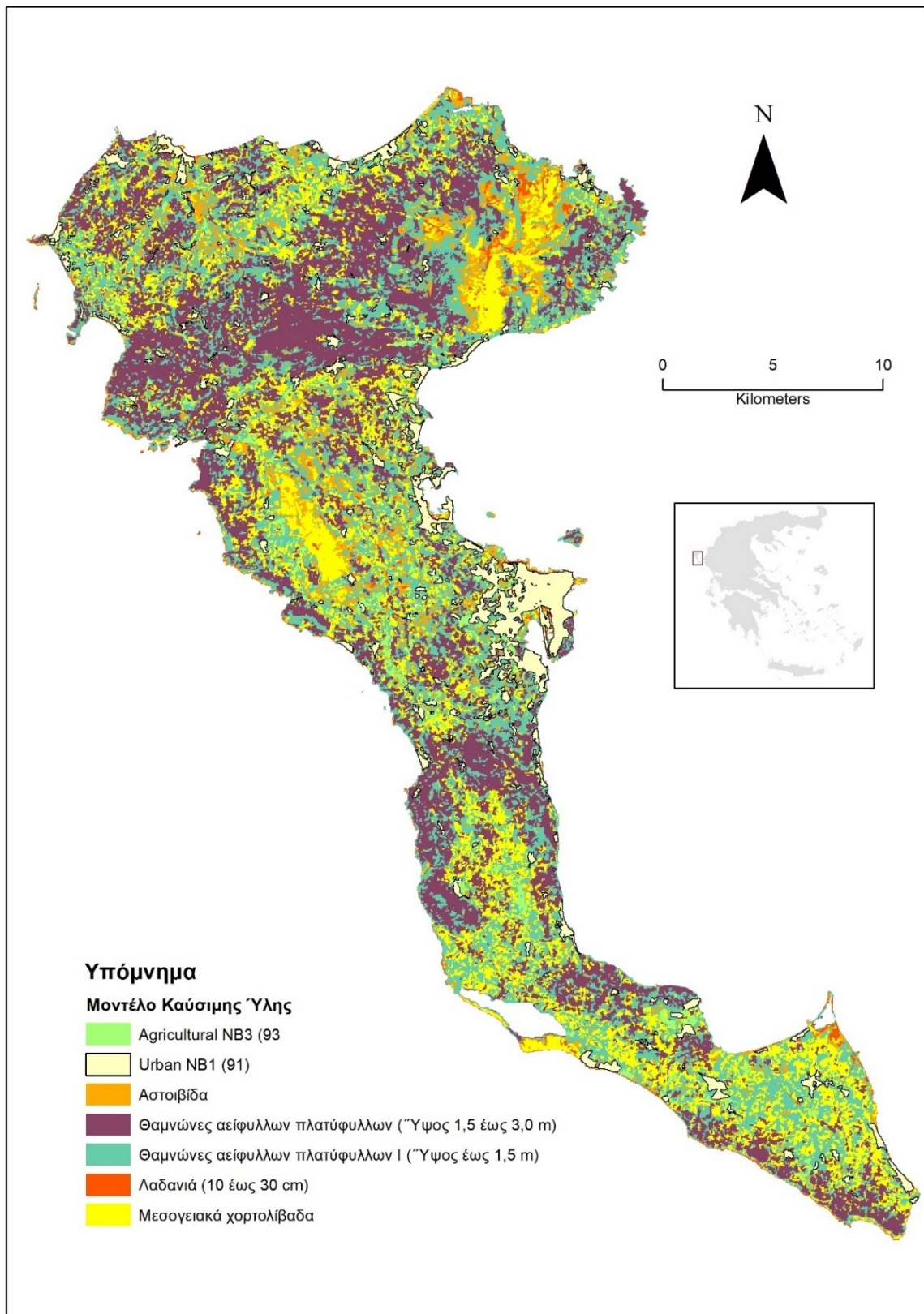
Στους πίνακες 2.7.1. και 2.7.2., παρουσιάζονται εκδοχές ποσοτικοποίησης της απειλής η οποία προέρχεται από τις δασικές πυρκαγιές ενώ αποδίδεται επίσης χαρτογραφικά στα σχήματα Π.4.11. έως και Π.4.18.

Η μεθοδολογία που αξιοποιείται στο παρόν παραδοτέο, δεν θεωρείται δεσμευτική, τελική, οριστική ή εξαντλητική και δεν θίγει οποιεσδήποτε άλλες εν εξελίξει ή μελλοντικές, παρόμοιες πρωτοβουλίες. Η προτεινόμενη μεθοδολογία είναι τεκμηριωμένη αλλά έχει επίσης, εντοπισμένους περιορισμούς που προέρχονται από ή/και σχετίζονται με την αδυναμία των μοντέλων πρόβλεψης, να περιγράψουν με πολύ μεγάλη ακρίβεια τα χαρακτηριστικά ενδεχόμενων δασικών πυρκαγιών. Οι συγγραφείς δεν φέρουν οποιαδήποτε ευθύνη, άμεση ή έμμεση, για τυχόν ζημιά που μπορεί να προκύψει από τη λανθασμένη ή άστοχη εφαρμογή των οδηγιών του παρόντος.

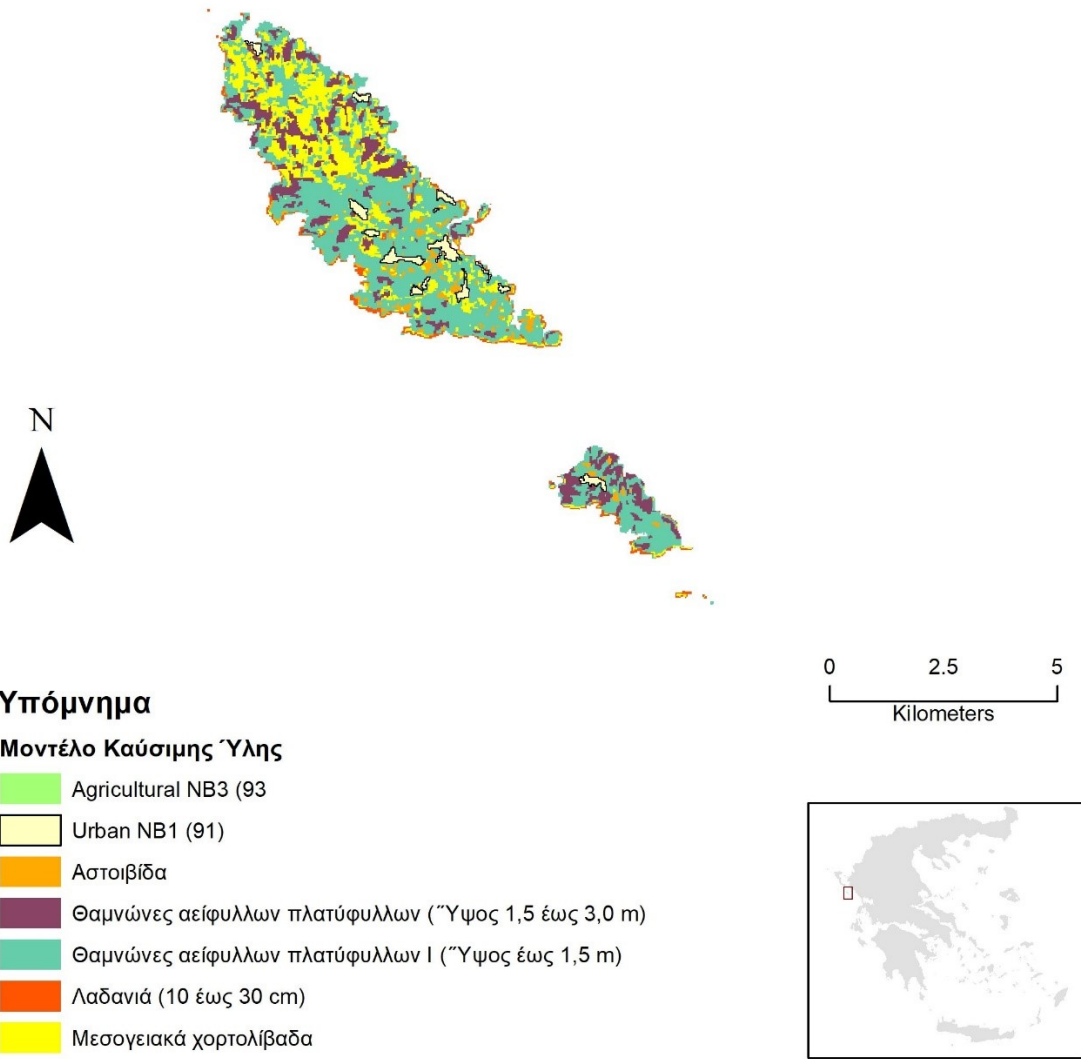
Επιπλέον, η πολυπλοκότητα των οικοσυστημάτων και οι κοινωνικές διαστάσεις του προβλήματος πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη χάραξη στρατηγικής η οποία χρειάζεται να ενσωματώνει πληροφορίες για το τοπίο, το ιστορικό των δασικών πυρκαγιών, τις πιθανές

παραδοσιακές πρακτικές διαχείρισης της βλάστησης με φωτιά, τις τοπικές συνήθειες καθώς και προβλέψεις για τις μελλοντικές κλιματικές συνθήκες (Gillson et al. 2019).

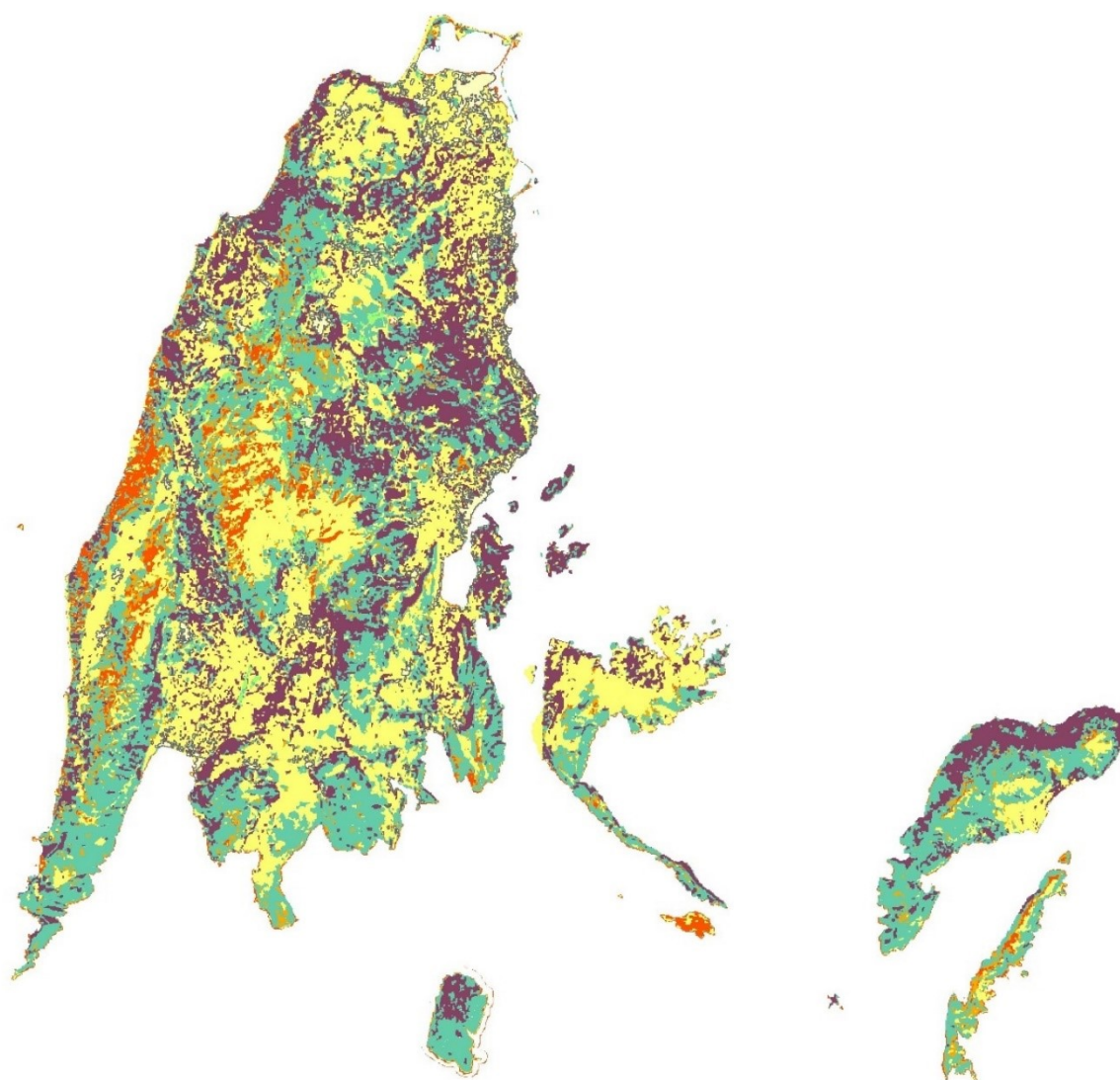
Παράρτημα 1: Χάρτες των Μ.Κ.Υ.



Σχήμα Π.1.1.1. Χάρτης Μ.Κ.Υ. της Κέρκυρας.



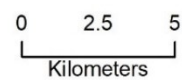
Σχήμα Π.1.2. Χάρτης Μ.Κ.Υ. Παξών και Αντίπαξων.



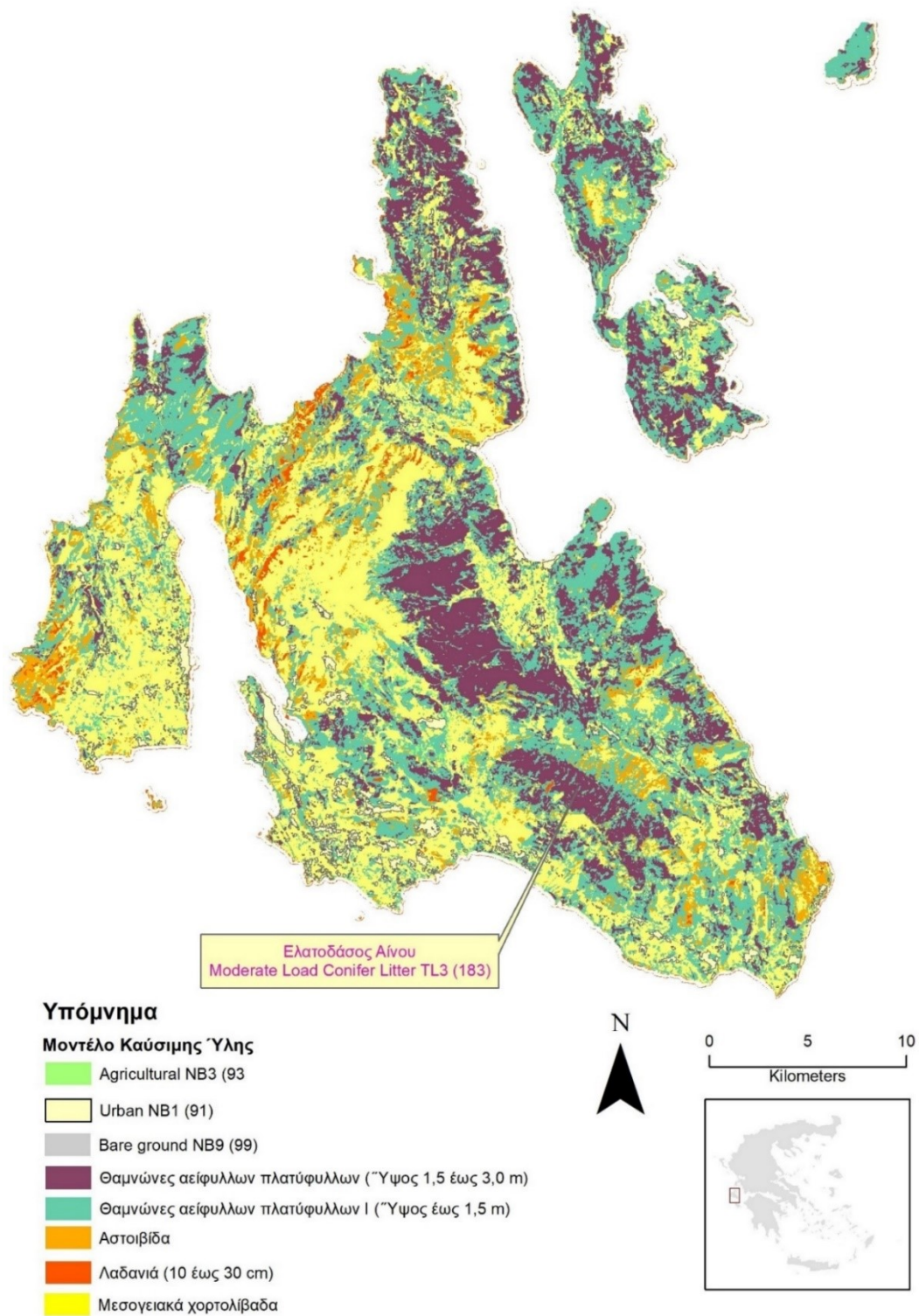
Υπόμνημα

Μοντέλο Καύσιμης Ύλης

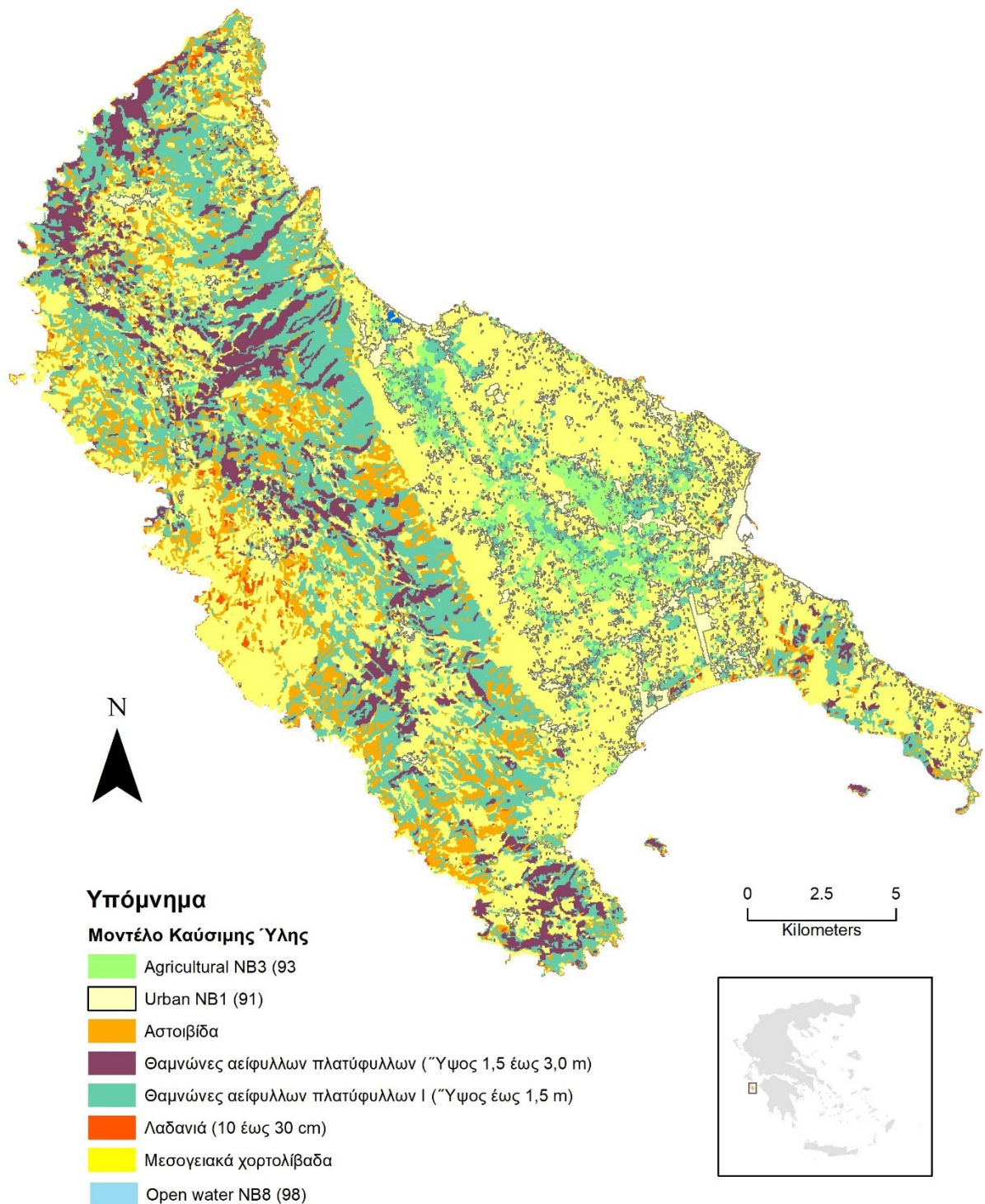
- Agricultural NB3 (93)
- Urban NB1 (91)
- Αστοιβίδα
- Θαμνώνες αείφυλλων πλατύφυλλων ("Υψος 1,5 έως 3,0 m)
- Θαμνώνες αείφυλλων πλατύφυλλων I ("Υψος έως 1,5 m)
- Λαδανιά (10 έως 30 cm)
- Μεσογειακά χορτολίβαδα



Σχήμα Π.1.3. Χάρτης Μ.Κ.Υ. της Λευκάδας (περιλαμβάνονται τα νησιά Μεγανήσι, Αρκούδι, Κάλαμος και Καστός).



Σχήμα Π.1.4. Χάρτης Μ.Κ.Υ. Κεφαλονιάς, Ιθάκης (περιλαμβάνεται η νήσος Άτοκος).



Σχήμα Π.1.5. Χάρτης Μ.Κ.Υ. της Ζακύνθου.

Παράρτημα 2: Προβλέψεις του ROS ανά Μ.Κ.Υ. (βλ. και Παράρτημα II του Παραδοτέου 2.1.4)

ΞΗΡΟΤΑΠΗΤΑΣ ΔΑΣΩΝ ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΚΑΙ ΤΡΑΧΕΙΑΣ ΠΕΥΚΗΣ

Πίνακας Π.2.1. Προβλέψεις του ROS_{surface} (m/min), για ξηροτάπητα (WAF=0,08).

V_{10m} , km/h (Beaufort)	Ταχύτητα ανέμου στο ύψος του μέσου της φλόγας της πυρκαγιάς επιφανείας, km/h	Κλίση (%)				
		0 (επίπεδο)	10	30	60	100
0 (νηνεμία)	0	0,2	0,3	0,6	1,5	3,7
10 (2)	0,7	0,3	0,3	0,6	1,5	3,7
25 (4)	1,7	0,4	0,5	0,7	1,7	3,9
45 (6)	3,1	0,7	0,7	1	1,9	4,1
70 (8)	4,8	1,1	1,1	1,4	2,3	4,5

ΒΑΘΥΣ ΞΗΡΟΤΑΠΗΤΑΣ

Πίνακας Π.2.2. Προβλέψεις του ROS_{surface} (m/min), για βαθύ ξηροτάπητα (WAF=0,12).

V_{10m} , km/h (Beaufort)	Ταχύτητα ανέμου στο ύψος του μέσου της φλόγας της πυρκαγιάς επιφανείας, km/h	Κλίση (%)				
		0 (επίπεδο)	10	30	60	100
0 (νηνεμία)	0	0,4	0,4	0,9	2,3	5,7
10 (2)	1	0,5	0,6	1	2,4	5,8
25 (4)	2,6	0,9	1	1,4	2,8	6,2
45 (6)	4,6	1,6	1,7	2,1	3,5	6,9
70 (8)	7,1	2,7	2,7	3,1	4,6	8

ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΑ ΧΟΡΤΟΛΙΒΑΔΑ

Πίνακας Π.2.3. Προβλέψεις του ROS_{surface} (m/min), για χόρτα (WAF=0,36).

V_{10m} , km/h (Beaufort)	Ταχύτητα ανέμου στο ύψος του μέσου της φλόγας της πυρκαγιάς επιφανείας, km/h	Κλίση (%)				
		0 (επίπεδο)	10	30	60	100
0 (νηνεμία)	0	1	1,3	3,6	11,3	29,5
10 (2)	3,1	4,4	4,7	6,9	14,6	32,8
25 (4)	7,7	16,5	16,8	19,1	26,8	45
45 (6)	13,8	42,3	42,6	44,9	52,6	70,8
70 (8)	21,4	87,3	87,5	89,8	97,5	115,7

ΘΑΜΝΩΝΕΣ ΔΕΙΦΥΛΛΩΝ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ (Ύψος έως 1,5 m)

Πίνακας Π.2.4. Προβλέψεις του ROS_{surface} (m/min), για χαμηλά μακί (WAF=0,50).

V_{10m} , km/h (Beaufort)	Ταχύτητα ανέμου στο ύψος του μέσου της φλόγας της πυρκαγιάς επιφανείας, km/h	Κλίση (%)				
		0 (επίπεδο)	10	30	60	100
0 (νηνεμία)	0	1,2	1,5	3,8	11,9	30,8
10 (2)	4,3	8,8	9,1	11,5	19,5	38,5
25 (4)	10,6	27,5	27,8	30,2	38,2	57,2
45 (6)	19,1	60,2	60,5	62,9	70,9	89,9
70 (8)	29,8	109,9	110,2	112,6	120,6	139,6

ΘΑΜΝΩΝΕΣ ΔΕΙΦΥΛΛΩΝ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ ΙΙ (Ύψος 1,5 έως 3,0 m)Πίνακας Π.2.5. Προβλέψεις του ROS_{surface} (m/min), για υψηλά μακί (WAF=0,56).

<i>V</i> _{10m} , km/h (Beaufort)	Ταχύτητα ανέμου στο ύψος του μέσου της φλόγας της πυρκαγιάς επιφανείας, km/h	Κλίση (%)				
		0 (επίπεδο)	10	30	60	100
0 (νηνεμία)	0	2,3	2,9	7,7	24	62,5
10 (2)	4,8	20,6	21,2	26	42,3	80,8
25 (4)	11,9	65,6	66,2	71	87,2	125,8
45 (6)	21,4	143,4	144	148,9	165,1	203,6
70 (8)	33,3	260,6	261,2	266,1	282,3	320,8

MODERATE LOAD CONIFER LITTER TL3 (183)Πίνακας Π.2.6. Προβλέψεις του ROS_{surface} (m/min), για ξηροτάπητα ελατοδάσους (WAF=0,12).

<i>V</i> _{10m} , km/h (Beaufort)	Ταχύτητα ανέμου στο ύψος του μέσου της φλόγας της πυρκαγιάς επιφανείας, km/h	Κλίση (%)				
		0 (επίπεδο)	10	30	60	100
0 (νηνεμία)	0	0,1	0,1	0,2	0,5	1,1
10 (2)	1	0,1	0,1	0,2	0,5	1,2
25 (4)	2,6	0,2	0,2	0,3	0,6	1,2
45 (6)	4,6	0,3	0,3	0,4	0,7	1,2
70 (8)	7,1	0,5	0,5	0,6	0,9	1,2

MODERATE LOAD BROADLEAF LITTER TL6 (186)Πίνακας Π.2.7. Προβλέψεις του ROS_{surface} (m/min), για φυλλοτάπητα δρυοδάσους (WAF=0,12).

<i>V</i> _{10m} , km/h (Beaufort)	Ταχύτητα ανέμου στο ύψος του μέσου της φλόγας της πυρκαγιάς επιφανείας, km/h	Κλίση (%)				
		0 (επίπεδο)	10	30	60	100
0 (νηνεμία)	0	0,2	0,3	0,5	1,5	3,8
10 (2)	1	0,3	0,3	0,6	1,6	3,8
25 (4)	2,6	0,6	0,6	0,9	1,8	4,1
45 (6)	4,6	1	1,1	1,4	2,3	4,6
70 (8)	7,1	1,8	1,9	2,1	3,1	5,4

ΑΣΤΟΙΒΙΔΑ (*Sarcopoterium spinosum*)Πίνακας Π.2.8. Προβλέψεις του ROS_{surface} (m/min), για φρύγανα (αστοιβίδα) (WAF=0,41).

<i>V</i> _{10m} , km/h (Beaufort)	Ταχύτητα ανέμου στο ύψος του μέσου της φλόγας της πυρκαγιάς επιφανείας, km/h	Κλίση (%)				
		0 (επίπεδο)	10	30	60	100
0 (νηνεμία)	0	0,7	0,9	2,7	8,7	22,8
10 (2)	3,5	4,6	4,8	6,6	12,5	26,7
25 (4)	8,7	16	16,2	18	23,9	38,1
45 (6)	15,7	38	38,2	40	46	60,1
70 (8)	24,4	73,4	73,6	75,4	81,4	95,5

ΛΑΔΑΝΙΑ (ύψος έως 10 cm)

Πίνακας Π.2.9. Προβλέψεις του $ROS_{surface}$ (m/min), για λαδανιά (WAF=0,13).

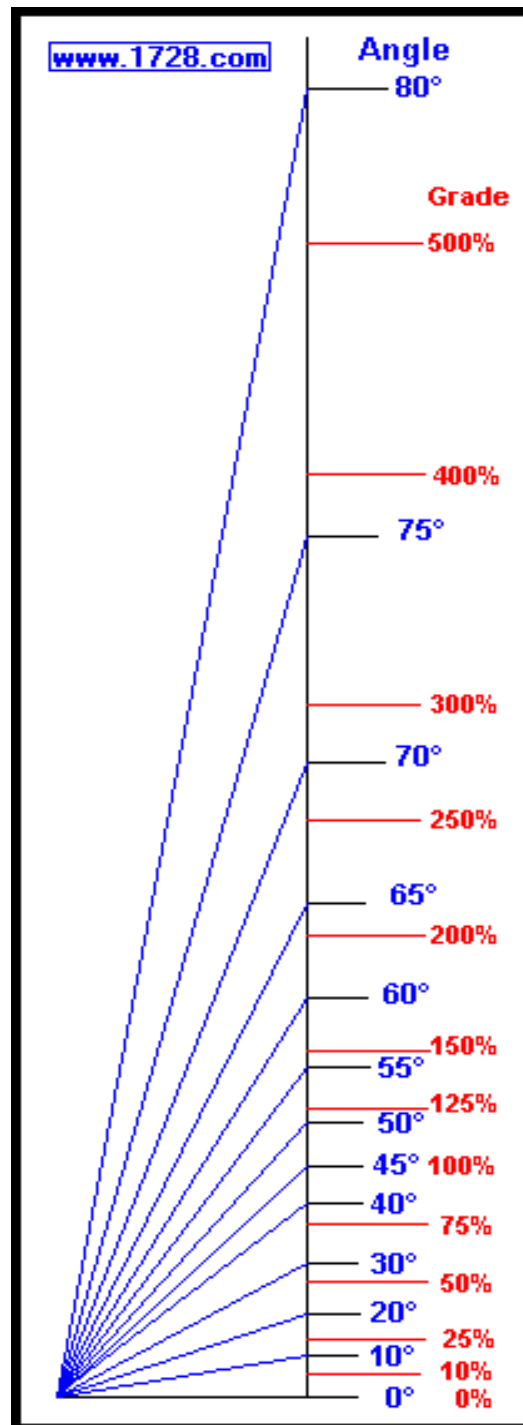
V_{10m} , km/h (Beaufort)	Ταχύτητα ανέμου στο ύψος του μέσου της φλόγας της πυρκαγιάς επιφανείας, km/h	Κλίση (%)				
		0 (επίπεδο)	10	30	60	100
0 (νηνεμία)	0	0,1	0,1	0,3	0,8	2
10 (2)	1,1	0,3	0,3	0,4	1	2,2
25 (4)	2,8	0,5	0,5	0,7	1,2	2,4
45 (6)	5	0,8	0,8	1	1,5	2,7
70 (8)	7,7	1,2	1,2	1,3	1,8	3

MODERATE LOAD ACTIVITY FUEL or LOW LOAD BLOWDOWN SB2 (202)

Πίνακας Π.2.10. Προβλέψεις του $ROS_{surface}$ (m/min), για SB2 (202) (WAF=0,27)

V_{10m} , km/h (Beaufort)	Ταχύτητα ανέμου στο ύψος του μέσου της φλόγας της πυρκαγιάς επιφανείας, km/h	Κλίση (%)				
		0 (επίπεδο)	10	30	60	100
0 (νηνεμία)	0	0,5	0,6	1,3	3,8	9,6
10 (2)	2,3	1,3	1,4	2,1	4,6	10,4
25 (4)	5,7	3,5	3,6	4,3	6,8	12,6
45 (6)	10,3	7,7	7,8	8,5	11	16,8
70 (8)	16,1	14,5	14,6	15,3	17,8	23,6

Παράρτημα 3: Μορφολογική κλίση

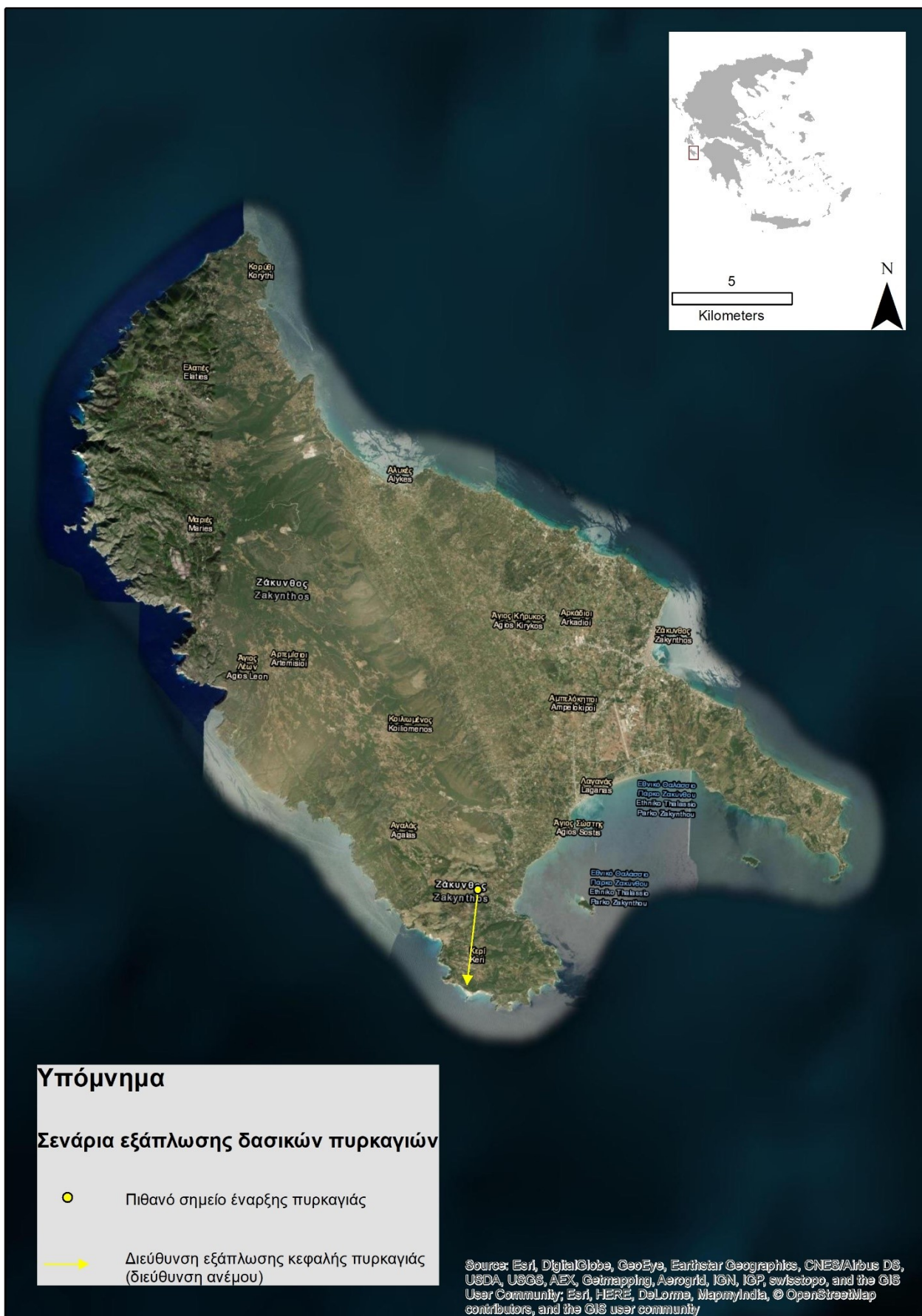


Σχήμα Π.3.1. Οπτικοποίηση τιμών μορφολογικής κλίσης, σε επί τοις εκατό ποσοστό (%) και σε μοίρες (°).

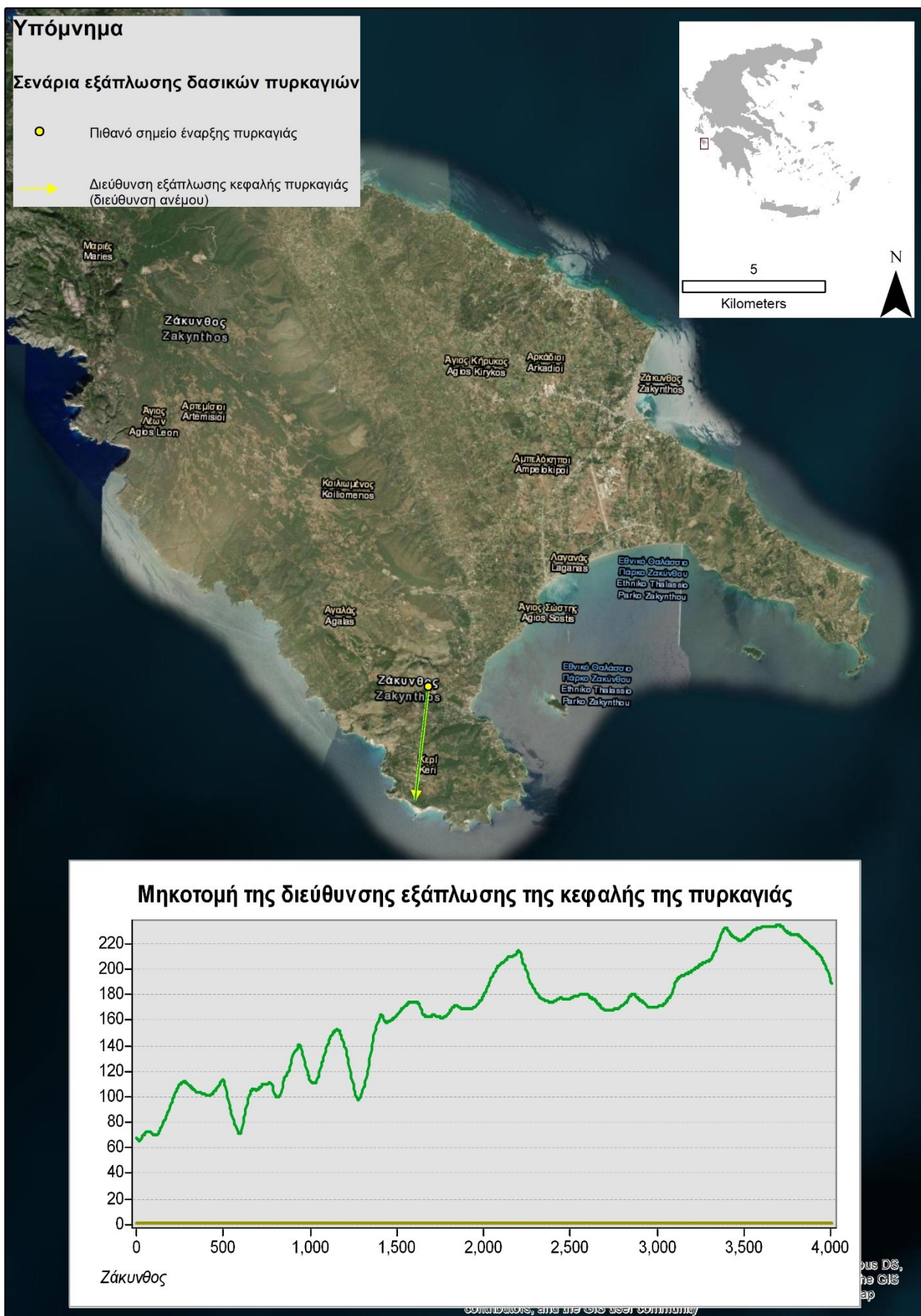
Παράρτημα 4: Χάρτες



Σχήμα Π.4.1. Πιθανά σημεία έναρξης δασικών πυρκαγιών στα νησιά του Ιονίου.



Σχήμα Π.4.2. Πιθανό σημείο έναρξης δασικής πυρκαγιάς στη Ζάκυνθο και διεύθυνση εξάπλωσης της κεφαλής της με βόρειο άνεμο.



Σχήμα Π.4.3. Πιθανό σημείο έναρξης δασικής πυρκαγιάς στη Ζάκυνθο και μηκοτομή της διεύθυνσης εξάπλωσης της κεφαλής της με βόρειο άνεμο.



Σχήμα Π.4.4. Πιθανά σημεία έναρξης δασικών πυρκαγιών στην Ιθάκη και στην Κεφαλονιά και διευθύνσεις εξάπλωσης των κεφαλών τους με βόρειο άνεμο.

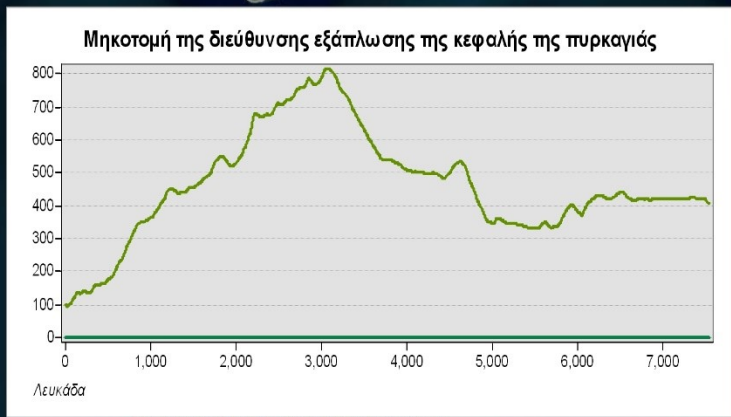
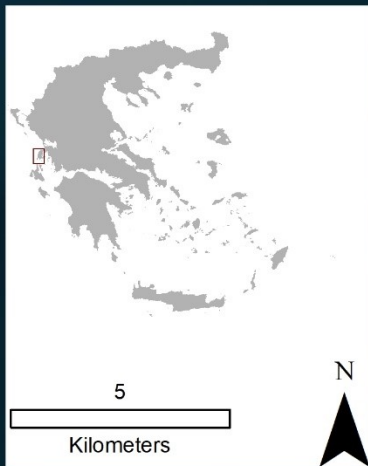


Σχήμα Π.4.6. Πιθανό σημείο έναρξης δασικής πυρκαγιάς στη Λευκάδα και διεύθυνση εξάπλωσης της κεφαλής της με βορειοδυτικό άνεμο.

Υπόμνημα

Σενάρια εξάπλωσης δασικών πυρκαγιών

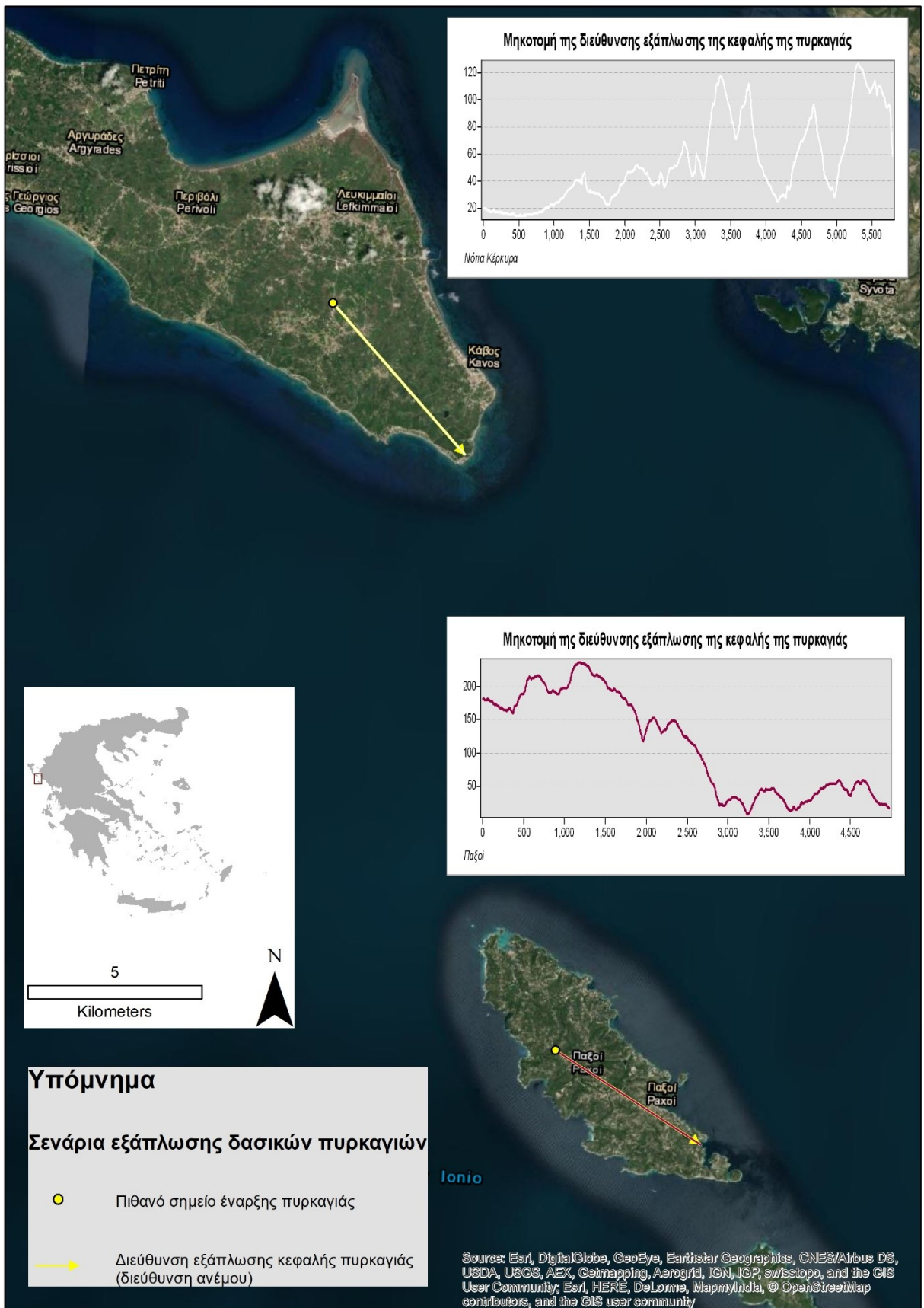
- Πιθανό σημείο έναρξης πυρκαγιάς
- Διεύθυνση εξάπλωσης κεφαλής πυρκαγιάς (διεύθυνση ανέμου)



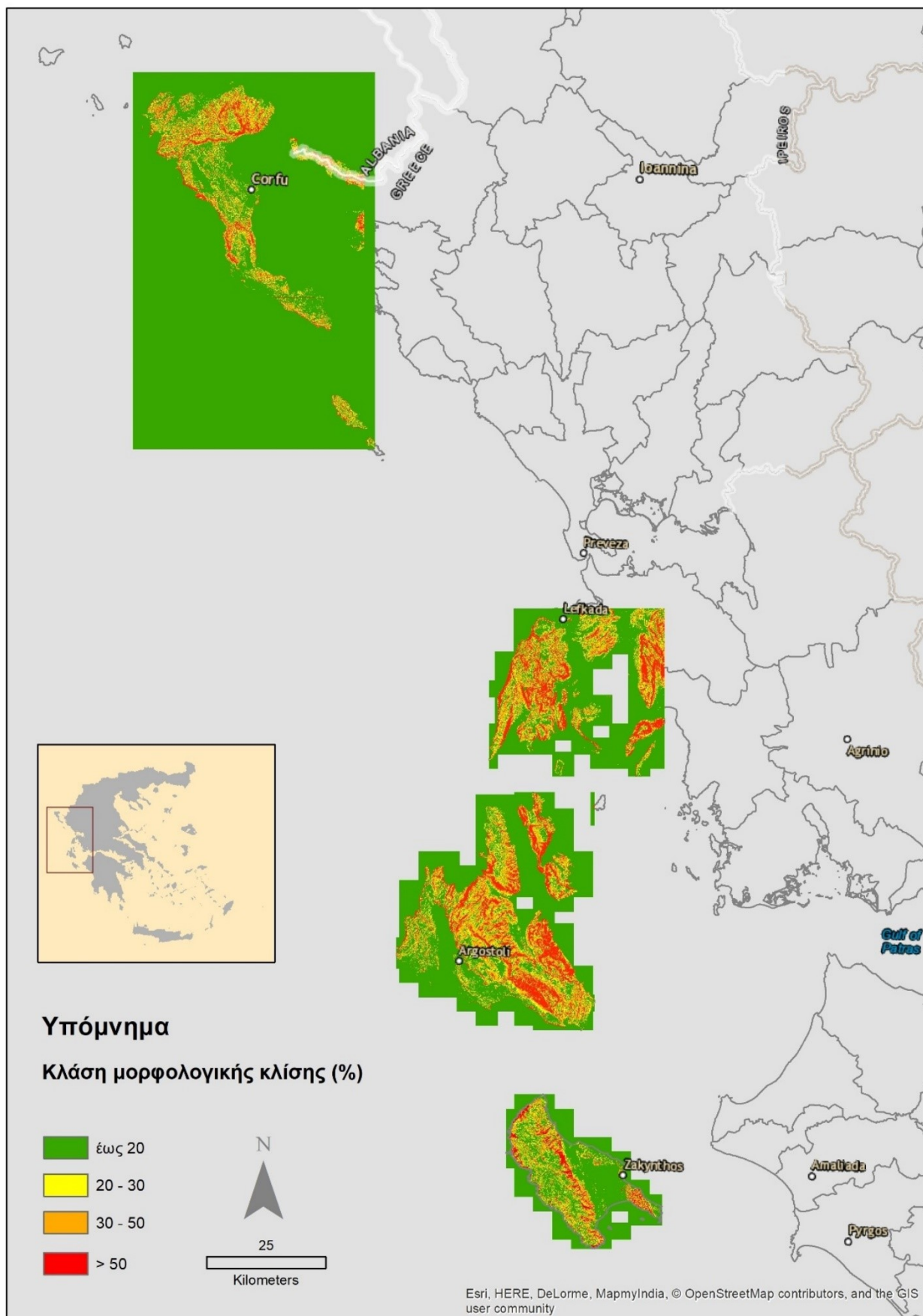
Σχήμα Π.4.7. Πιθανό σημείο έναρξης δασικής πυρκαγιάς στη Λευκάδα και μηκοτομή της διεύθυνσης εξάπλωσης της κεφαλής της με βορειοδυτικό άνεμο.



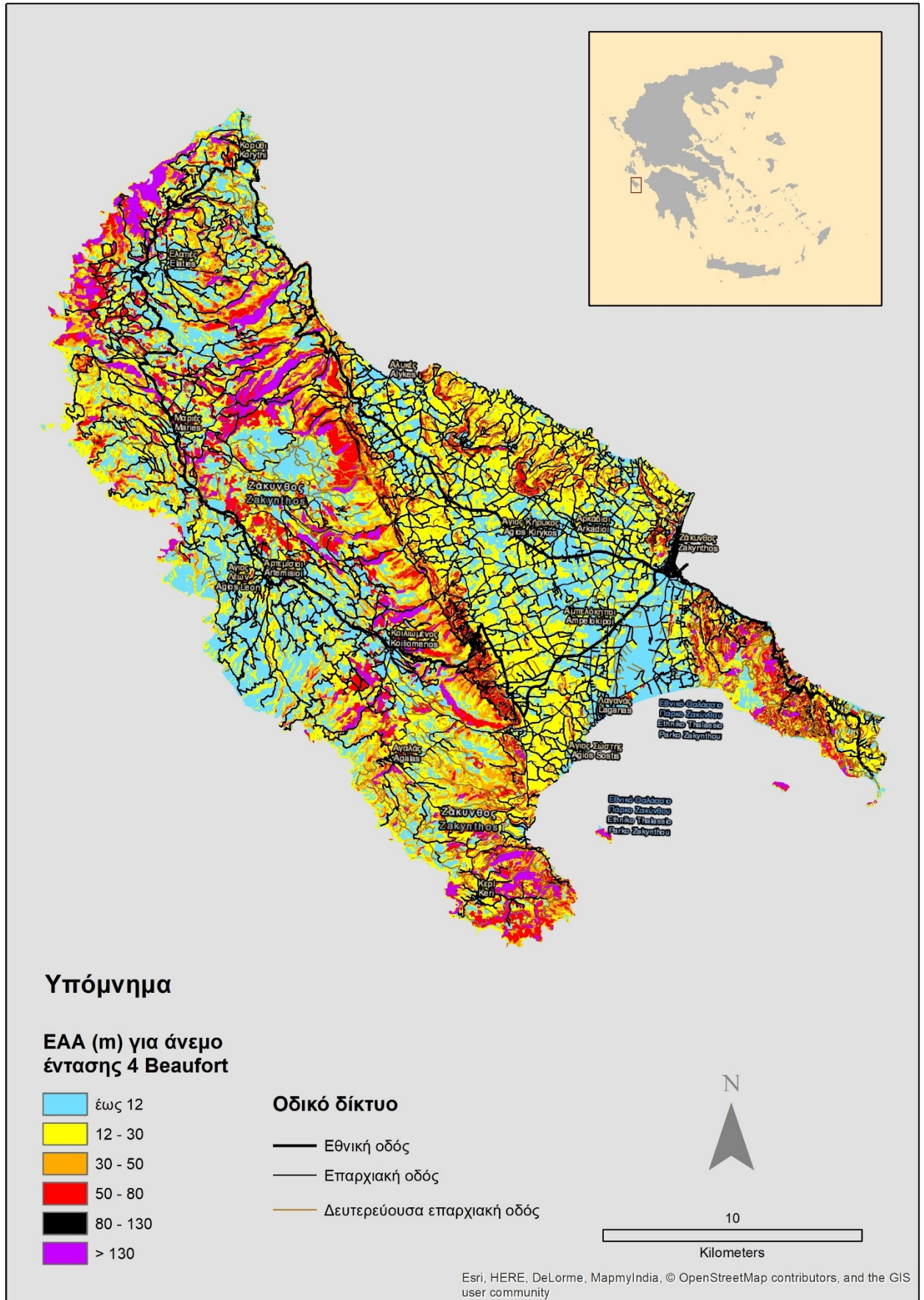
Σχήμα Π.4.8. Πιθανά σημεία έναρξης δασικών πυρκαγιών στην Κέρκυρα και στους Παζούς και διευθύνσεις εξάπλωσης των κεφαλών τους με βορειοδυτικό άνεμο.



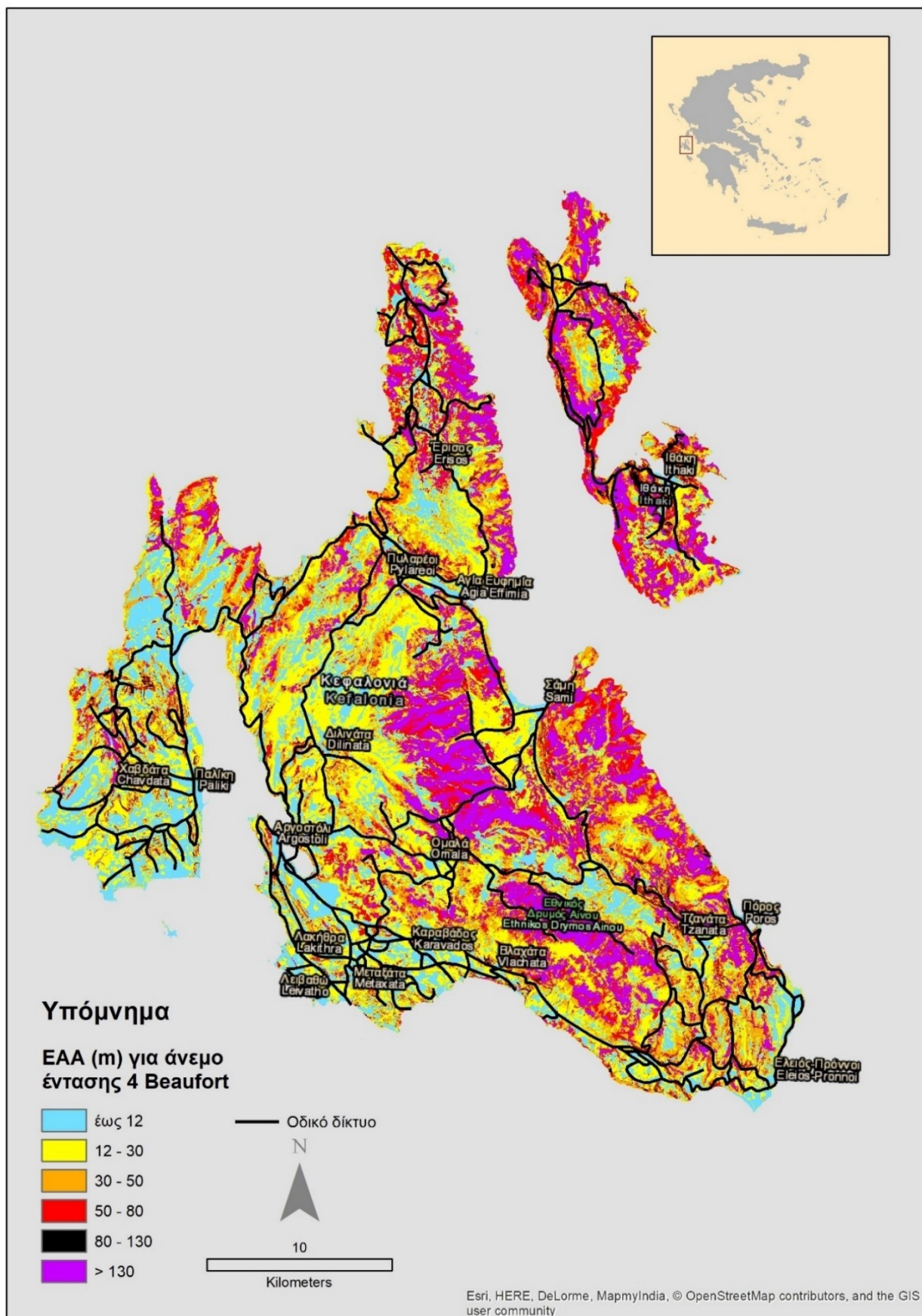
Σχήμα Π.4.9. Πιθανά σημεία έναρξης δασικών πυρκαγιών στην Κέρκυρα και στους Παξούς, και μηκοτομές των διευθύνσεων εξάπλωσης των κεφαλών τους με βορειοδυτικό άνεμο.



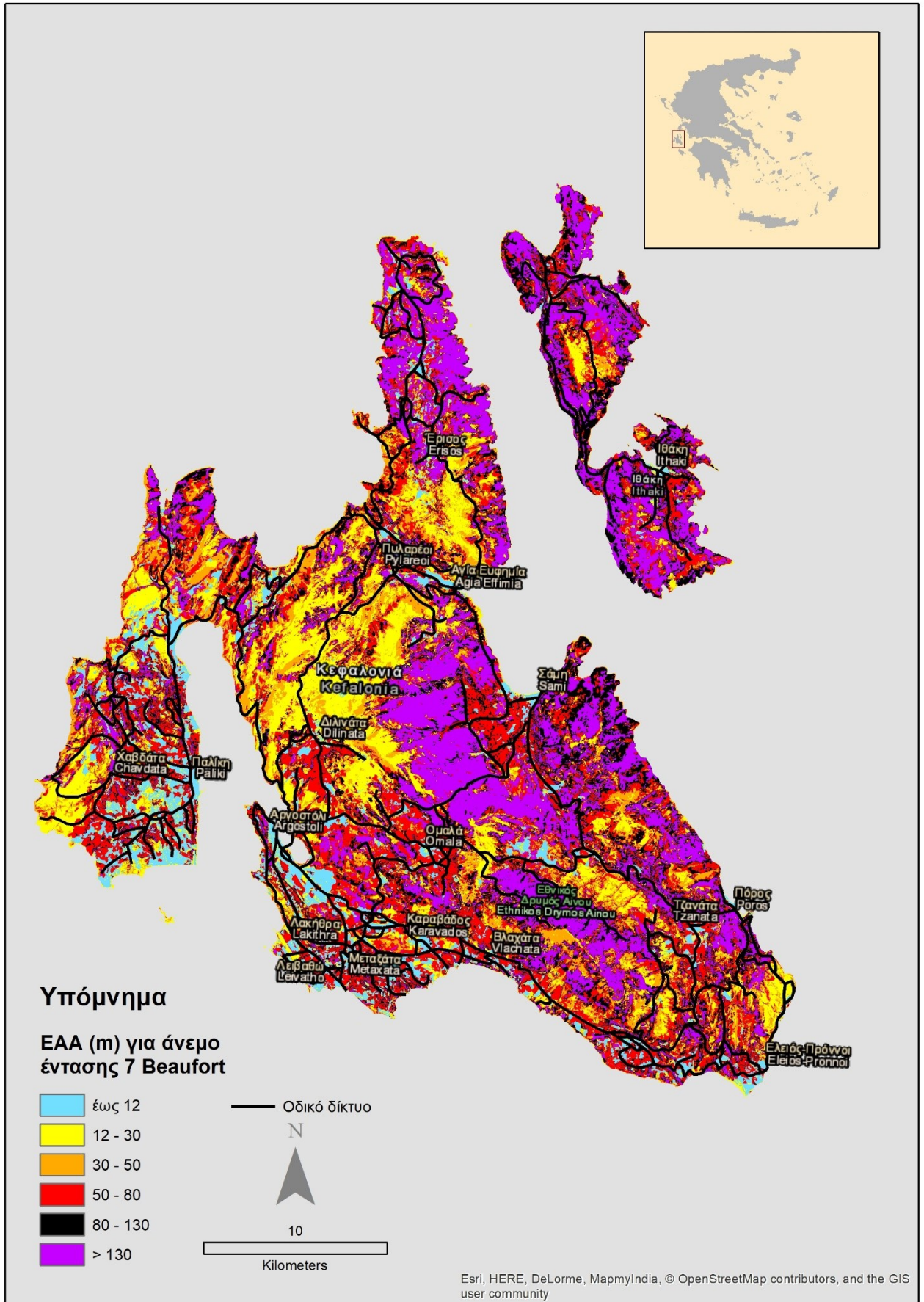
Σχήμα Π.4.10. Χάρτης μορφολογικών κλίσεων των νησιών του Ιονίου



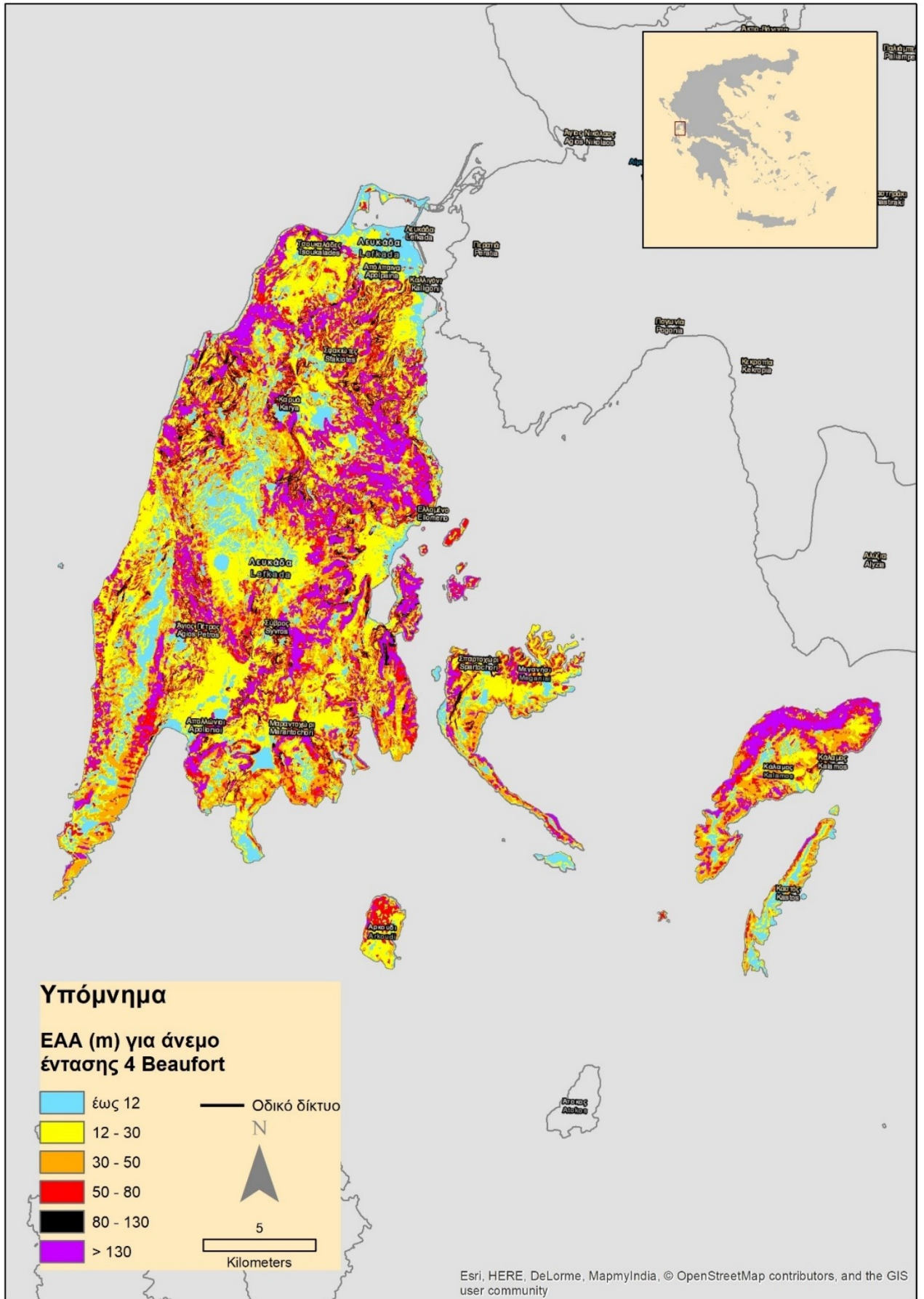
Σχήμα Π.4.11. Χάρτης της ελάχιστης απόστασης ασφαλείας (ΕΑΑ, m) στις συνθήκες των 4 Beaufort, στη Ζάκυνθο



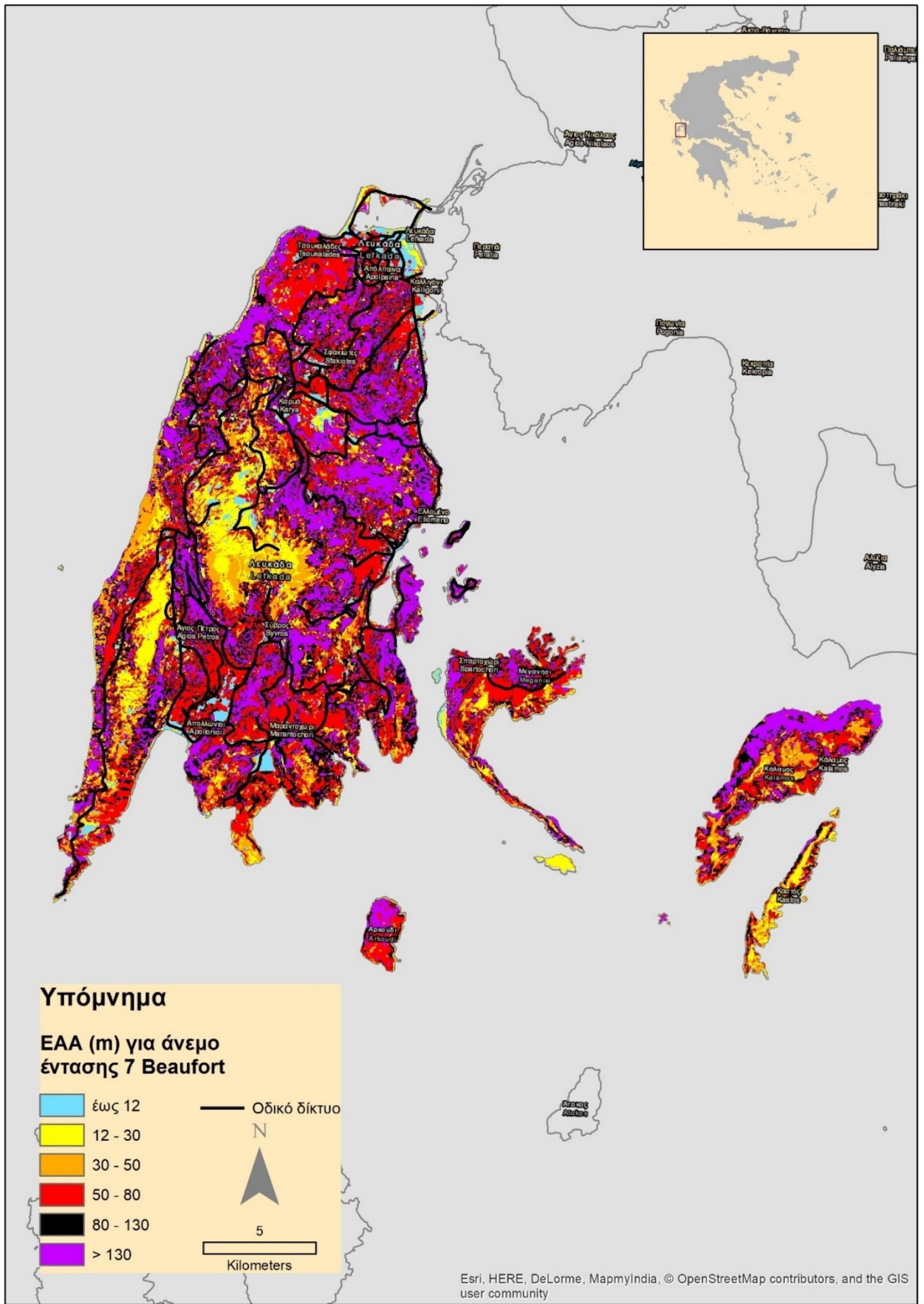
Π.4.13. Χάρτης της ελάχιστης απόστασης ασφαλείας (ΕΑΑ, m) στις συνθήκες των 4 Beaufort, στην Κεφαλονιά και την Ιθάκη.



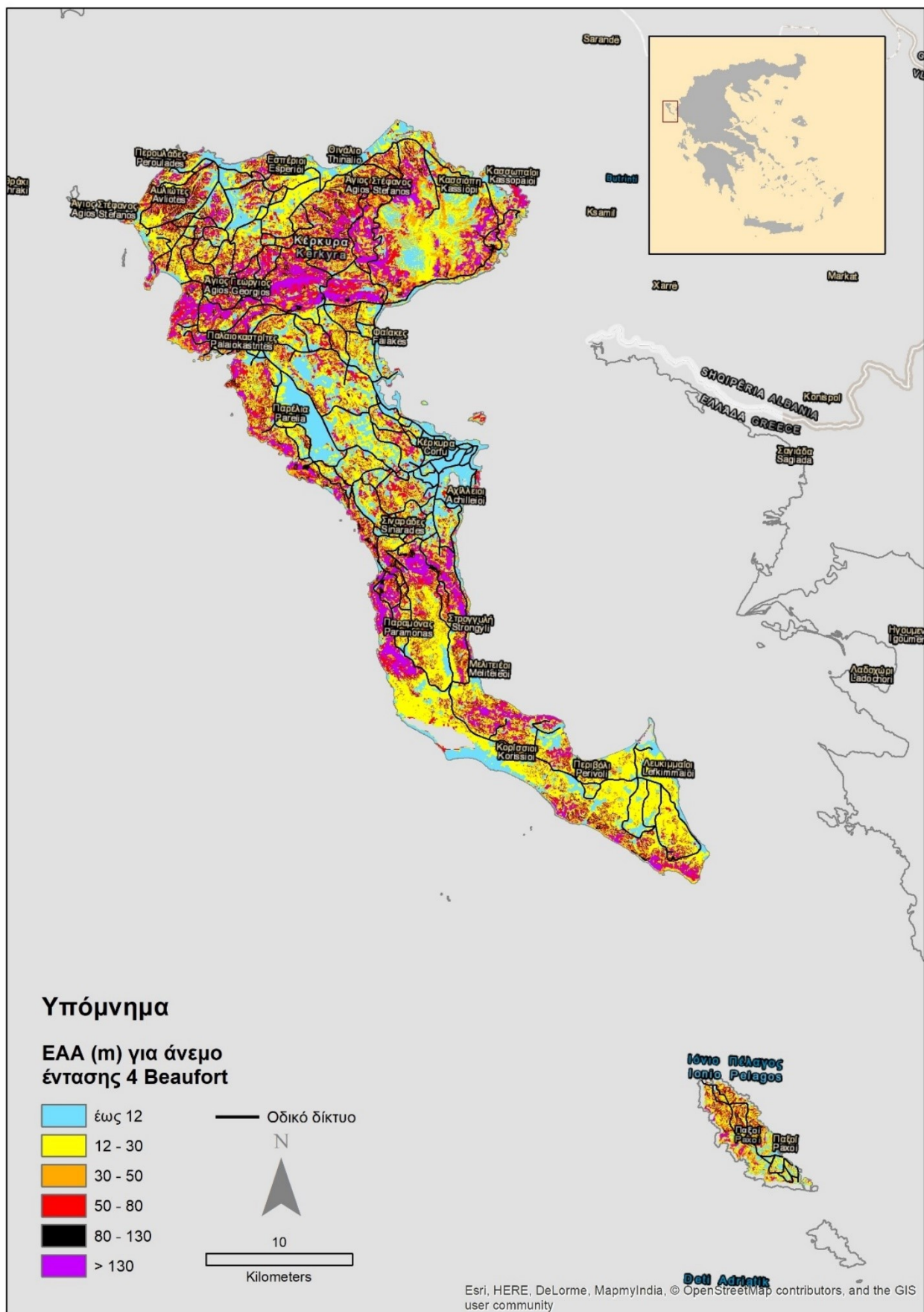
Π.4.14. Χάρτης της ελάχιστης απόστασης ασφαλείας (EAA, m) στις συνθήκες των 7 Beaufort, στην Κεφαλονιά και την Ιθάκη.



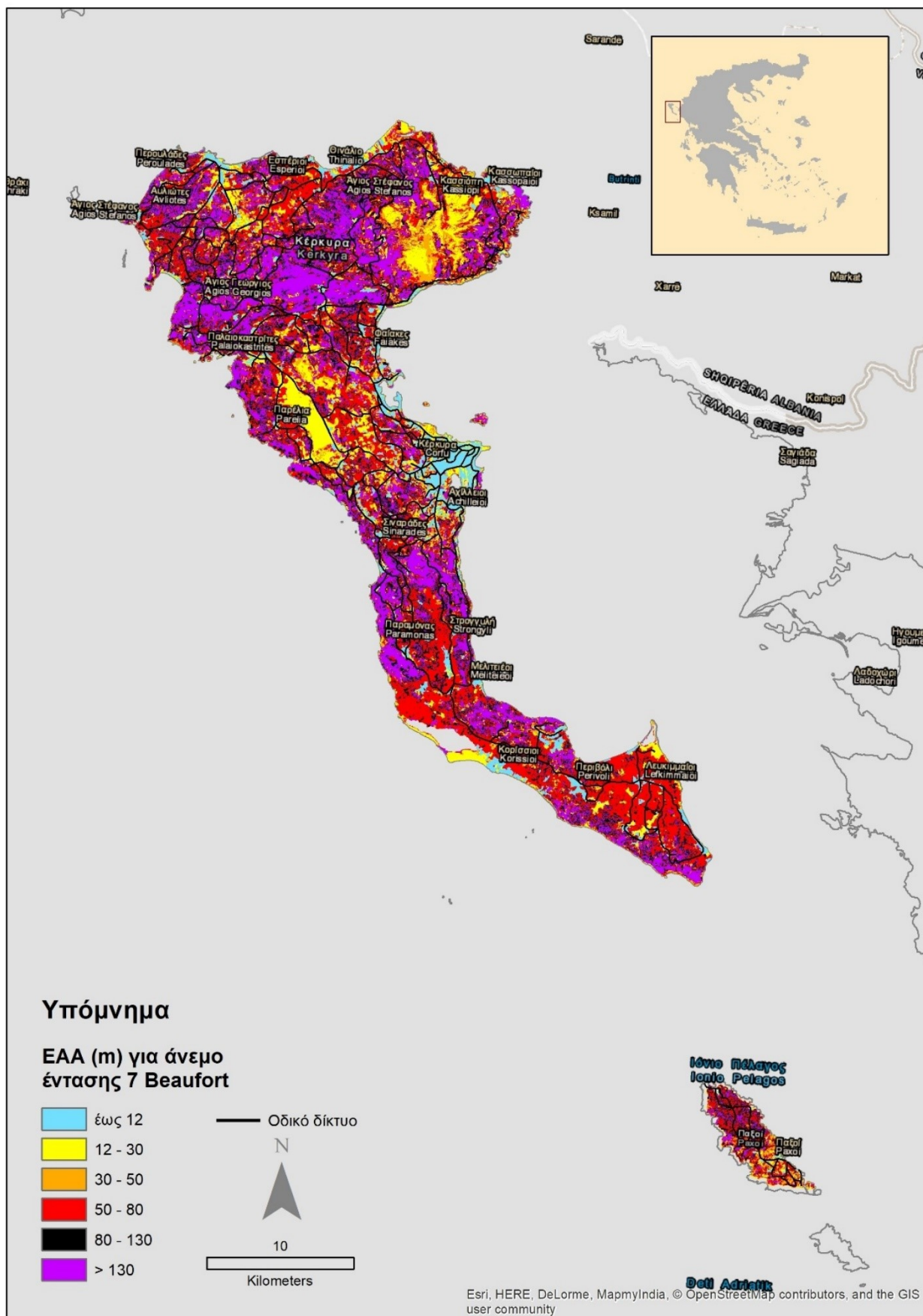
Π.4.15. Χάρτης της ελάχιστης απόστασης ασφαλείας (ΕΑΑ, m) στις συνθήκες των 4 Beaufort, στη Λευκάδα.



Π.4.16. Χάρτης της ελάχιστης απόστασης ασφαλείας (EAA, m) στις συνθήκες των 7 Beaufort, στη Λευκάδα.

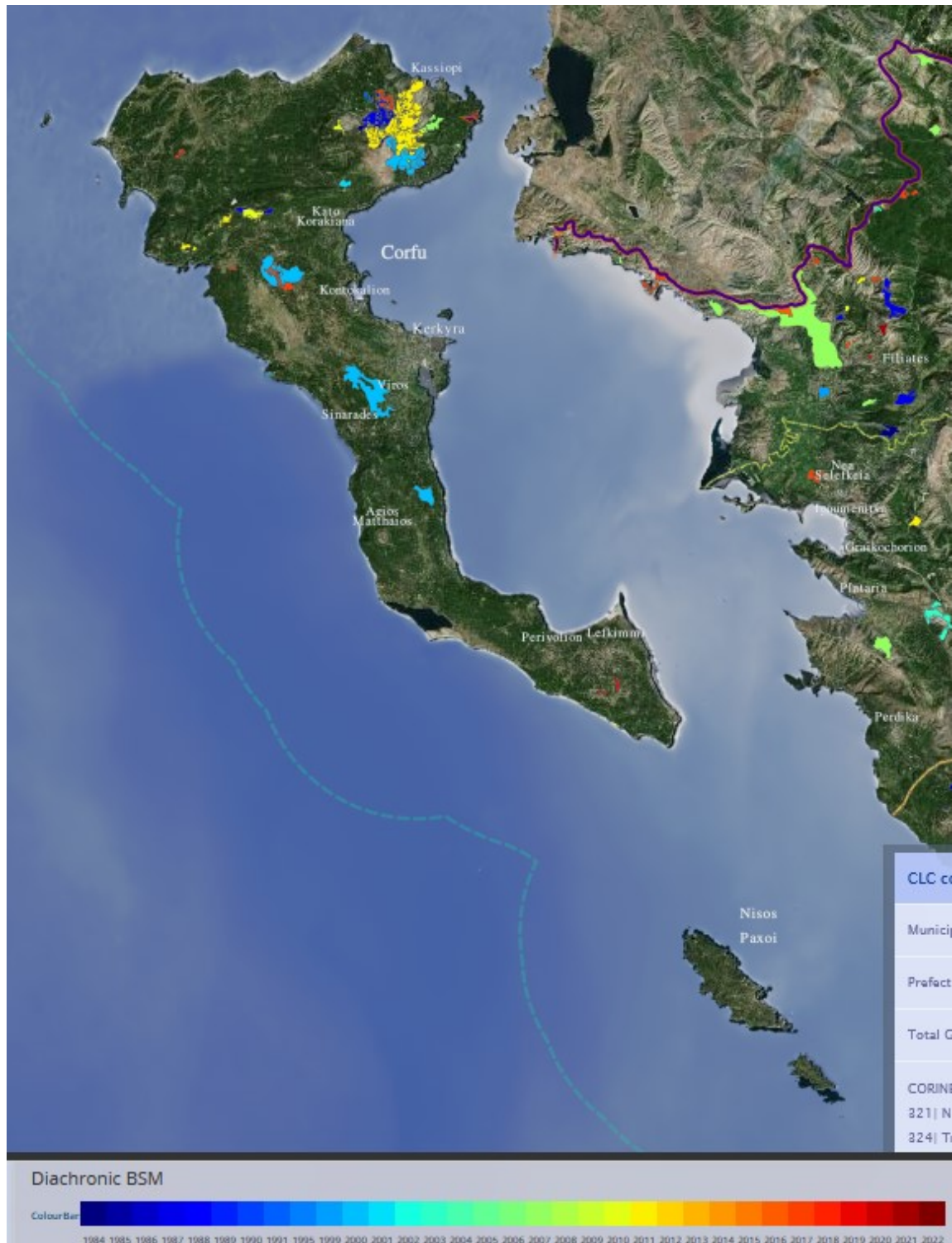


Π.4.17. Χάρτης της ελάχιστης απόστασης ασφαλείας (ΕΑΑ, m) στις συνθήκες των 4 Beaufort, στην Κέρκυρα και τους Παξούς.



Π.4.18. Χάρτης της ελάχιστης απόστασης ασφαλείας (EAA, m) στις συνθήκες των 7 Beaufort, στην Κέρκυρα και τους Παξούς.

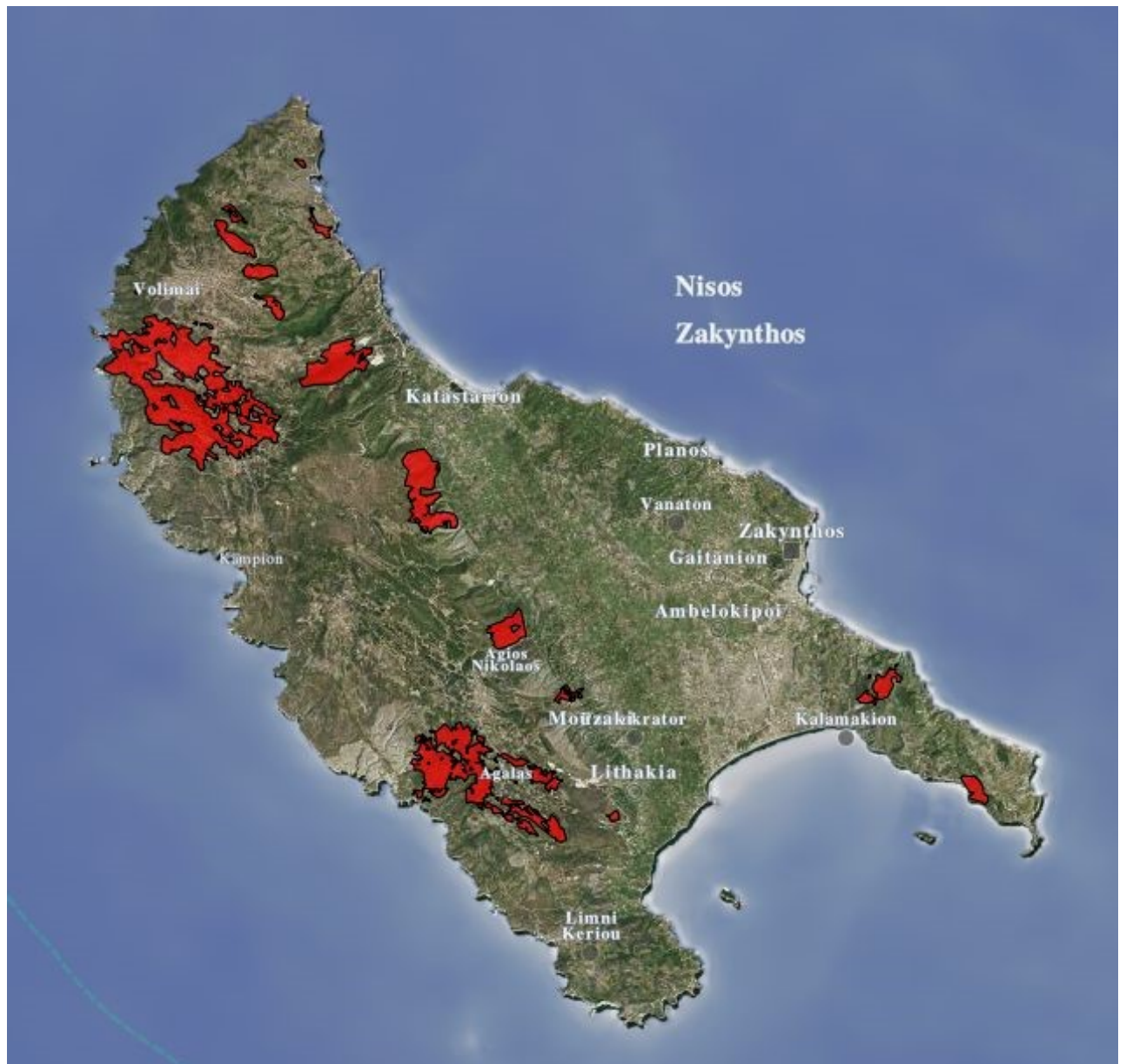
Παράρτημα 5: Καμένες εκτάσεις από αγροδοασικές πυρκαγιές στα νησιά του Ιονίου, από το 1984 έως το 2022 (πηγή: Diachronic Inventory of Forest Fires, [http:// ocean. space. noa. gr/ diachronic_ bsm/](http://ocean.space.noa.gr/diachronic_bsm/)).



Σχήμα Π.5.1. Καμένες εκτάσεις αγροδοασικών πυρκαγιών στην Κέρκυρα, από το 1984 έως το 2022 (πηγή: Diachronic Inventory of Forest Fires, http://ocean.space.noa.gr/diachronic_bsm/).

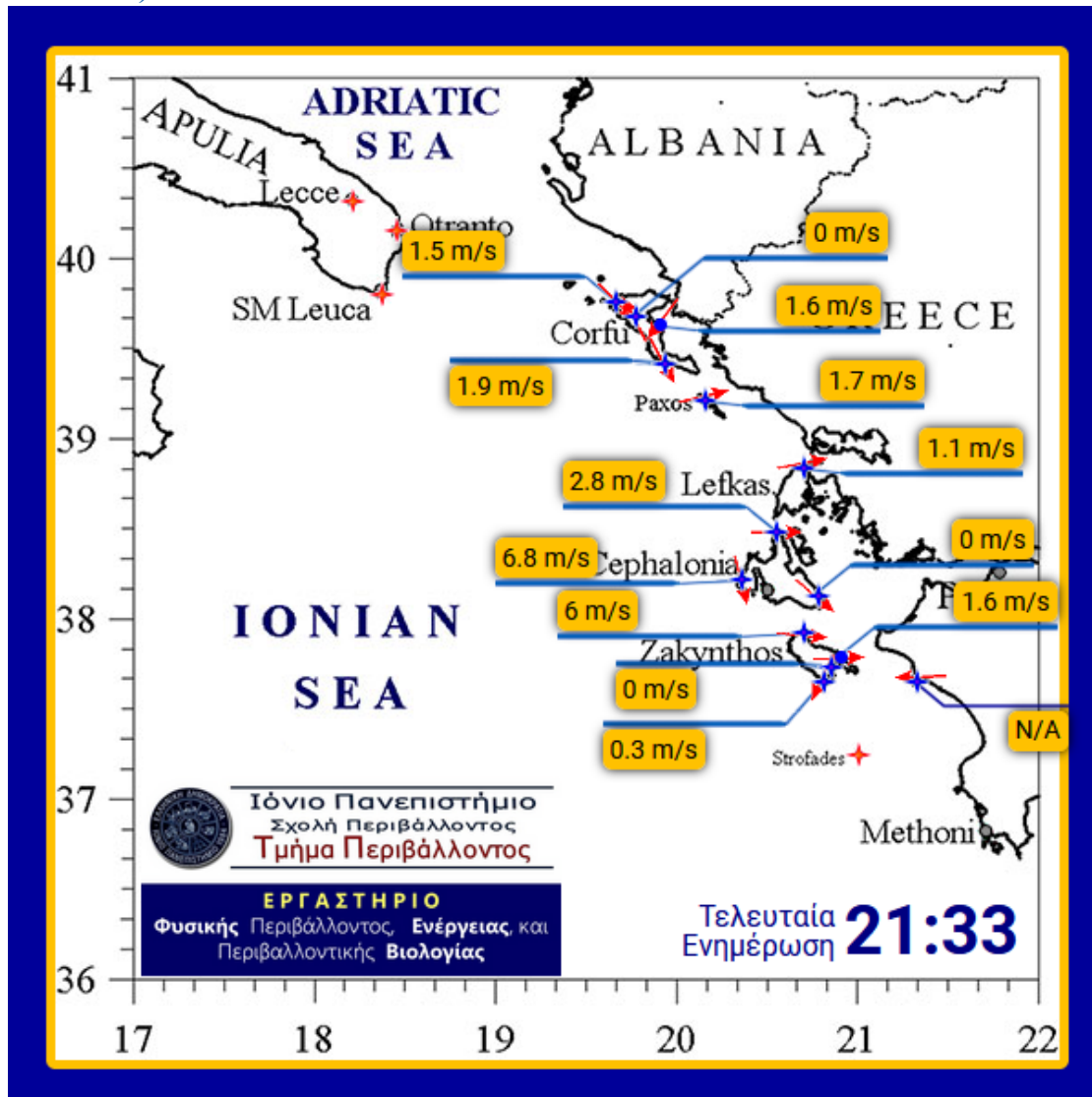


Σχήμα Π.5.2. Καμένες εκτάσεις αγραδασικών πυρκαγιών στη Λευκάδα, τη Κεφαλονιά, την Ιθάκη και τη Ζάκυνθο, από το 1984 έως το 2022 (πηγή: Diachronic Inventory of Forest Fires, http://ocean.space.noa.gr/diachronic_bsm/).



Σχήμα Π.5.3. Οι καμένες εκτάσεις των αγροδασικών πυρκαγιών της αντιπυρικής περιόδου του 2017 (πηγή: Diachronic Inventory of Forest Fires, http://ocean.space.noa.gr/diachronic_bsm/).

Παράρτημα 6: Τμηματικό παραδοτέο πεδίου ανέμου το οποίο έχει συνταχθεί από τον Αναπληρωτή καθηγητή Αναστάσιο Καλημέρη (Δίκτυο Μετεωρολογικών Σταθμών Ιονίου <https://ionianweather.gr/stations/>)





ΕΡΓΟ:
“ΛΑΕΡΤΗΣ”
ΚΑΙΝΟΤΟΜΟ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ
ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ
ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ
ΟΠΣ (MIS) 5010951 / ΕΛΚΕ Π 80383

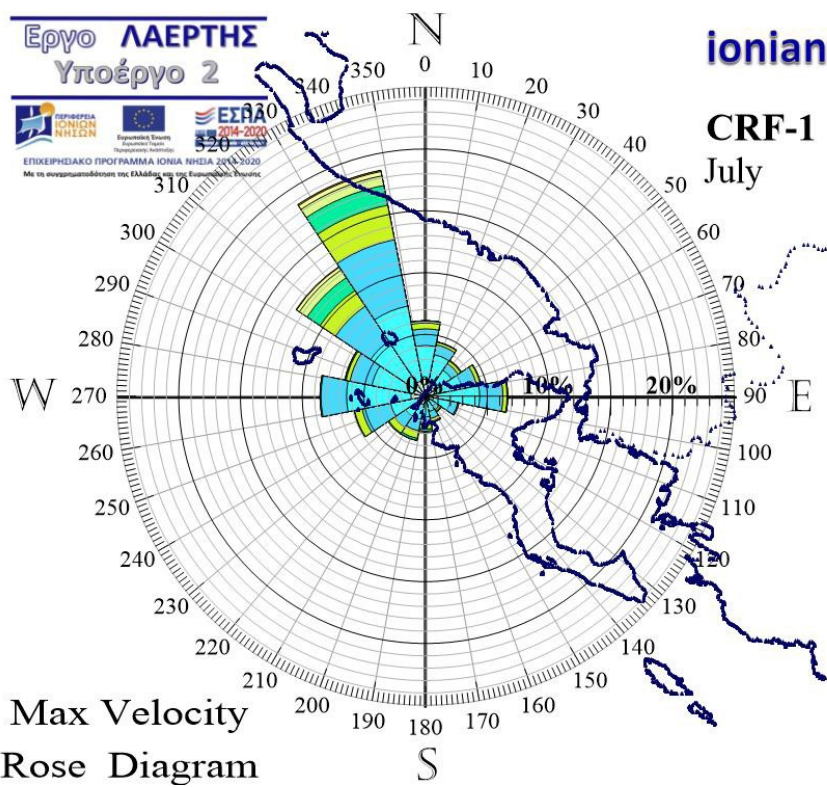
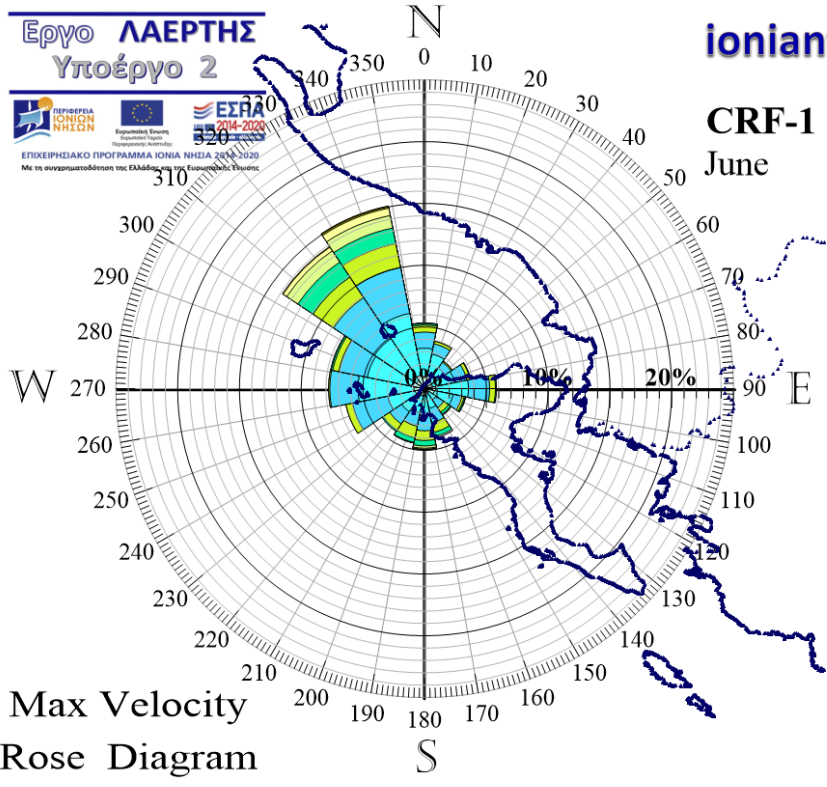
ΥΠΟΕΡΓΟ 2:
Τρέχουσες Μετεωρολογικές Συνθήκες,
Κλιματική Μεταβλητότητα,
και Εκτίμηση Κινδύνου Δασικής
Πυρκαγιάς στα Επτάνησα

Πακέτο Εργασίας 2.1.6. :
Σενάρια έναρξης και εξάπλωσης
πυρκαγιών

Τμηματικό παραδοτέο:
Εκτίμηση των αεροδυναμικών επιδράσεων
της τοπογραφίας και της ακτογραμμής των
Επτανήσων στο πεδίο ταχυτήτων ανέμου

Συμβάσεις: 80383/22047/α1.04
1/2/2020 – 31/12/2020,
80383/30946/α1.04
1/1/2022 – 31/12/2022

Συμβαλλόμενος: **Καλημέρης Αναστάσιος**
Αναπληρωτής Καθηγητής,
Τμήμα Περιβάλλοντος,
Ιόνιο Πανεπιστήμιο,
Επιστημονικός Υπεύθυνος



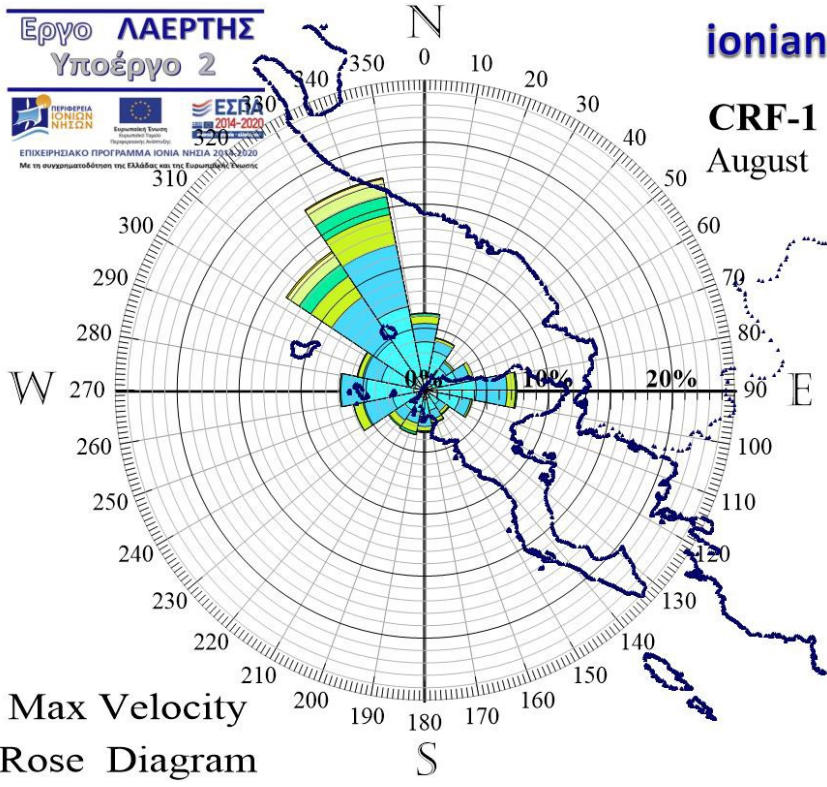
Έργο **ΛΑΕΡΤΗΣ**
Υποέργο 2



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ 2014-2020
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ionianweather.gr/.net

CRF-1
August



Velocity in [m/s]
and Beaufort scale

>0 - 0.5 m/s	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4

Max Velocity
Rose Diagram

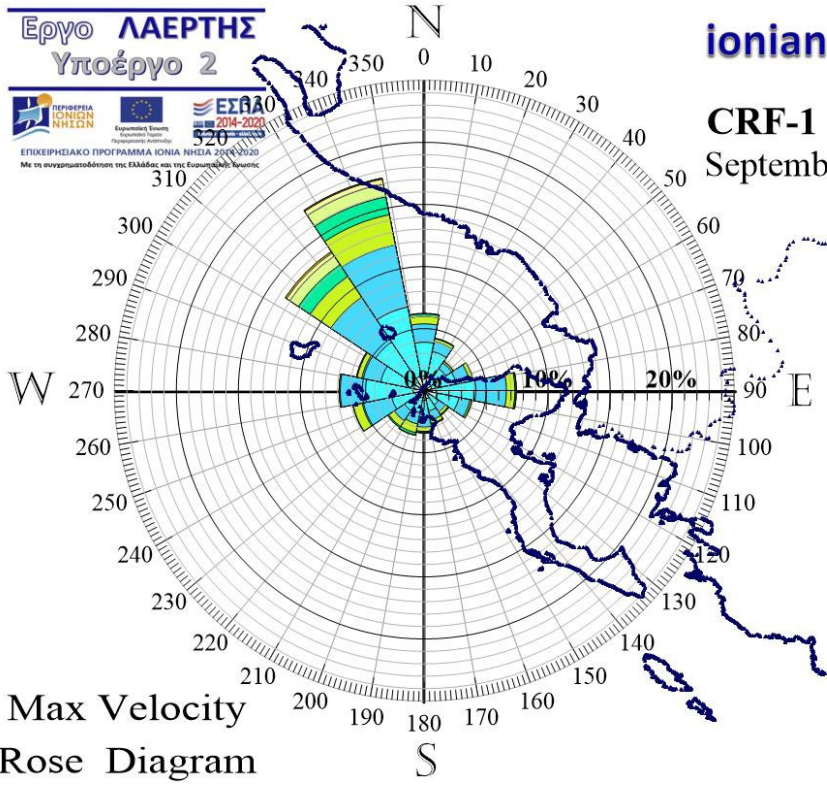
Έργο **ΛΑΕΡΤΗΣ**
Υποέργο 2



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ 2014-2020
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ionianweather.gr/.net

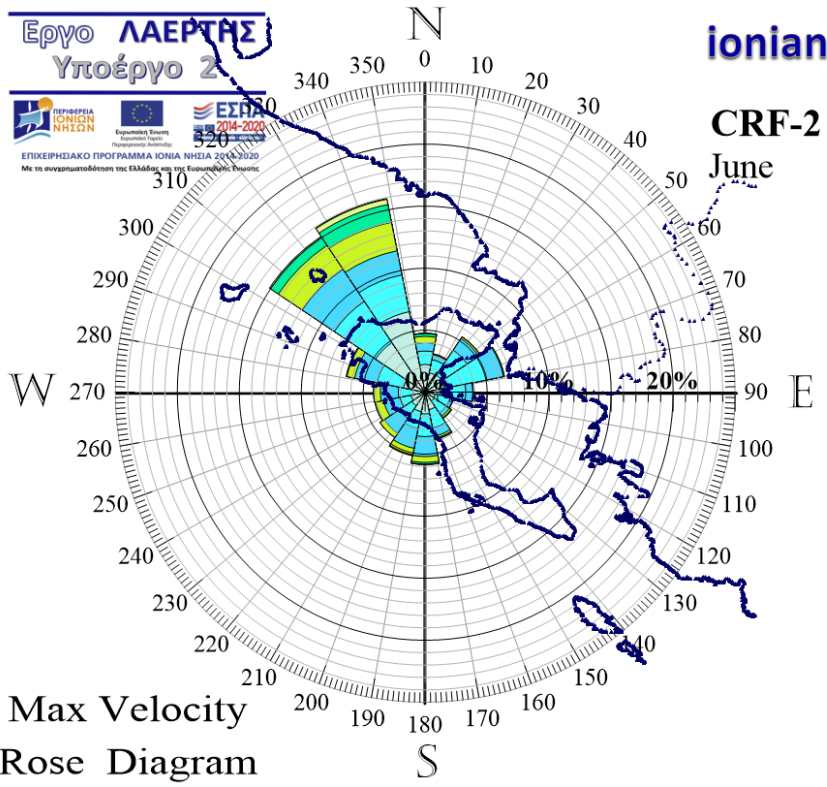
CRF-1
September



Velocity in [m/s]
and Beaufort scale

>0 - 0.5 m/s	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4

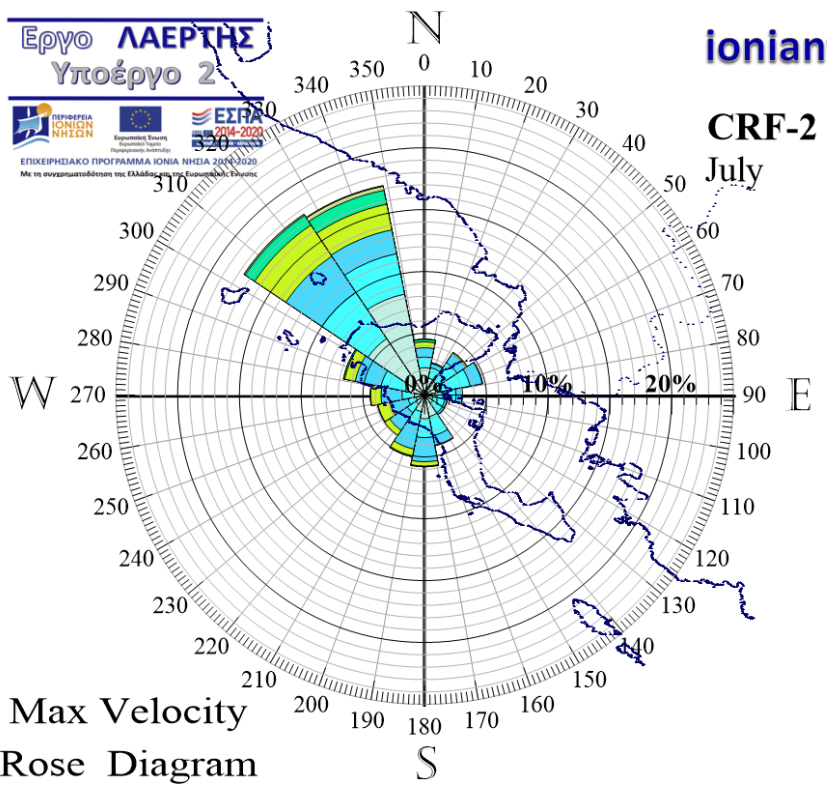
Max Velocity
Rose Diagram



Max Velocity
Rose Diagram

Velocity in [m/s] and Beaufort scale

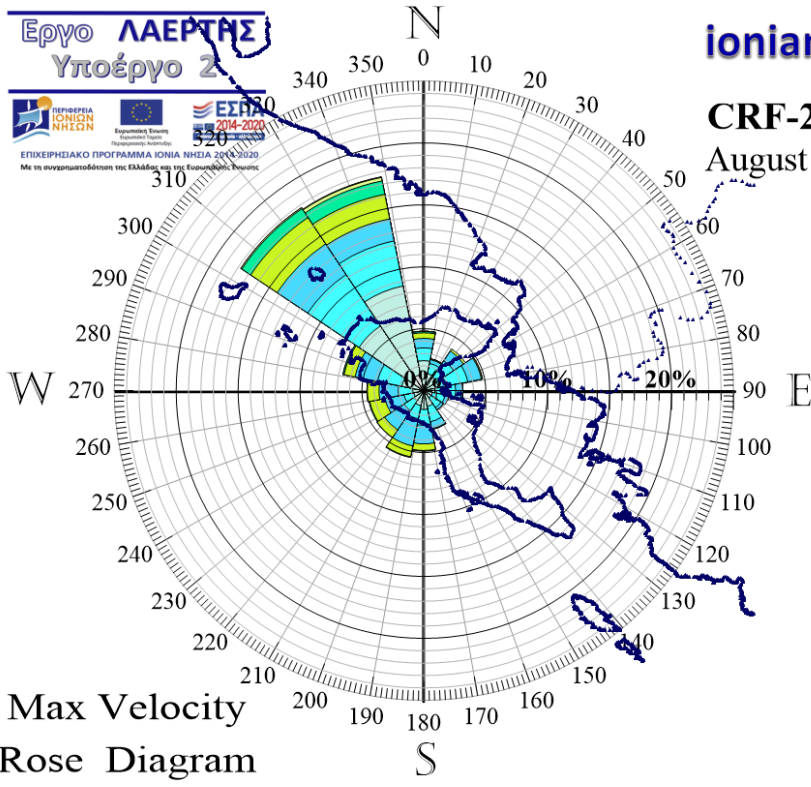
>0 - 0.5 m/s	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4



Max Velocity
Rose Diagram

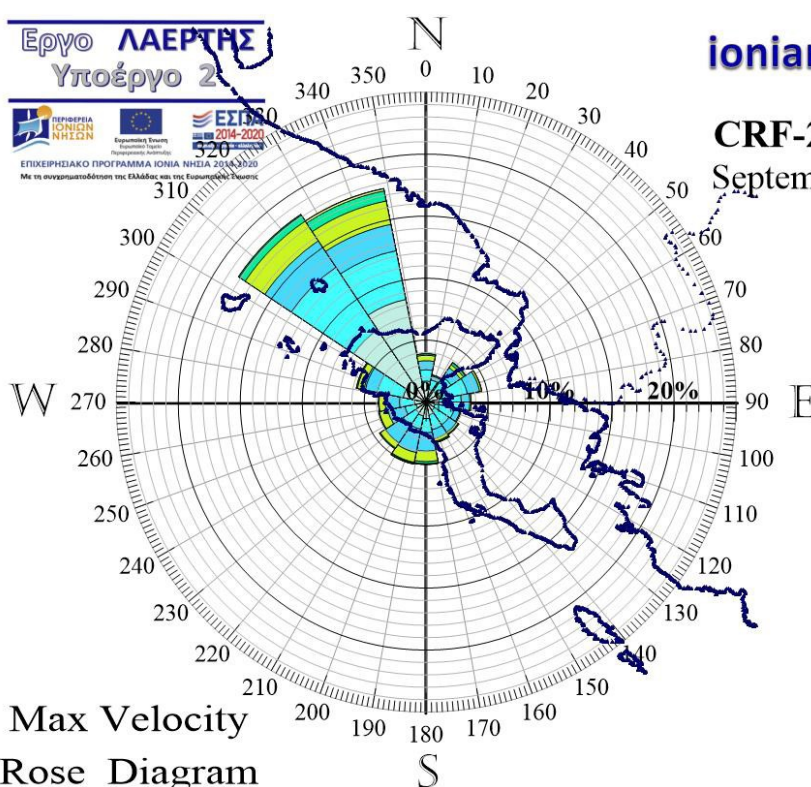
Velocity in [m/s] and Beaufort scale

>0 - 0.5 m/s	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4



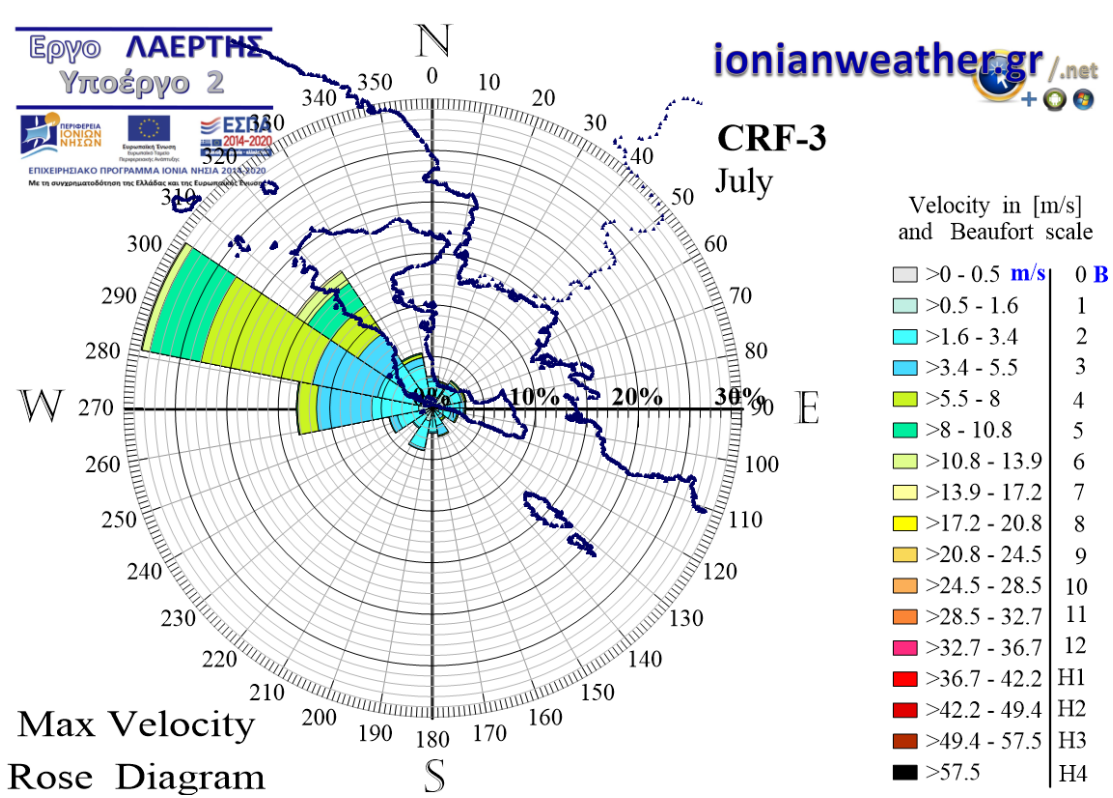
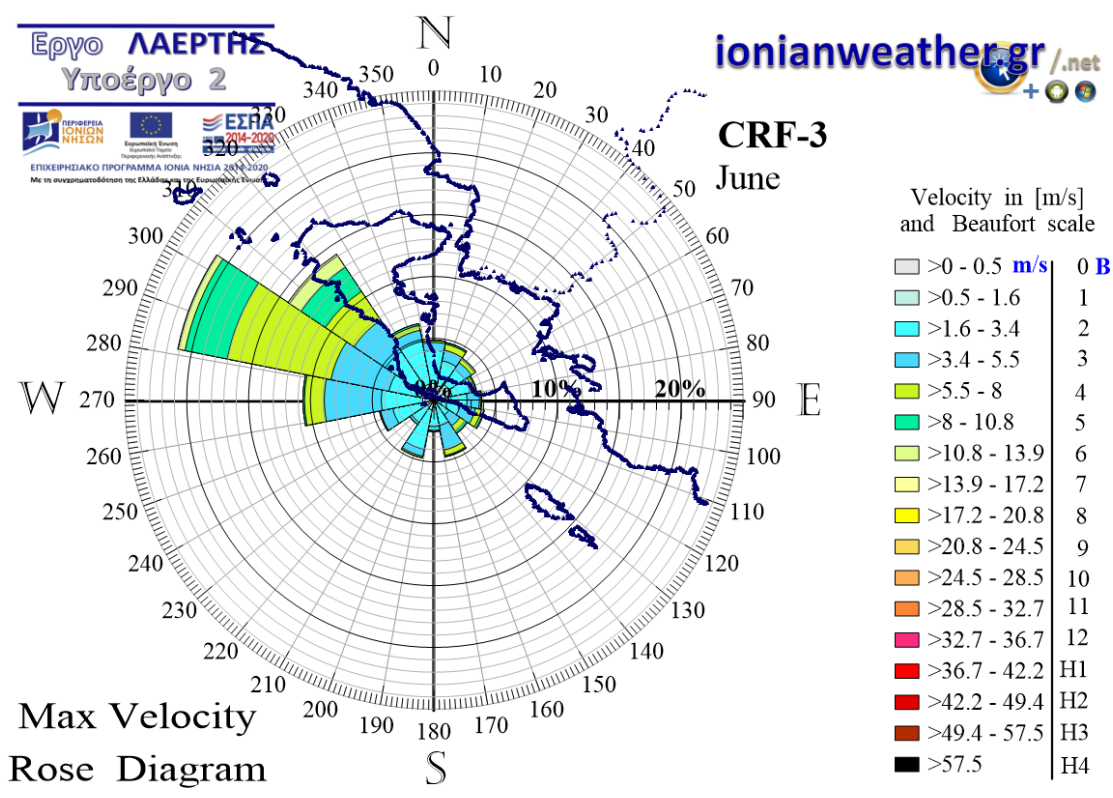
Velocity in [m/s]
and Beaufort scale

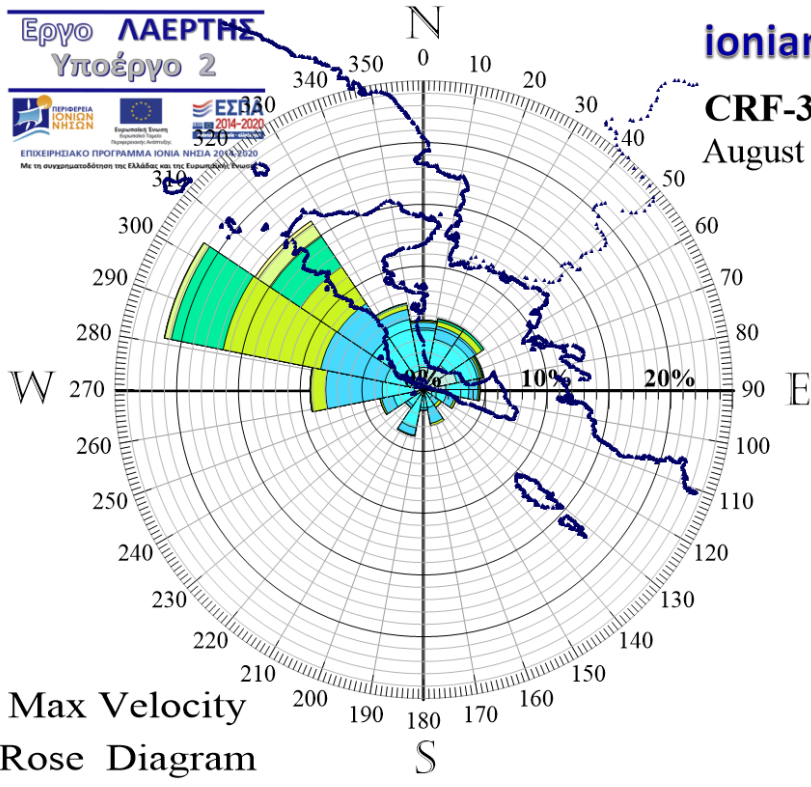
>0 - 0.5 m/s	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4



Velocity in [m/s]
and Beaufort scale

>0 - 0.5 m/s	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4

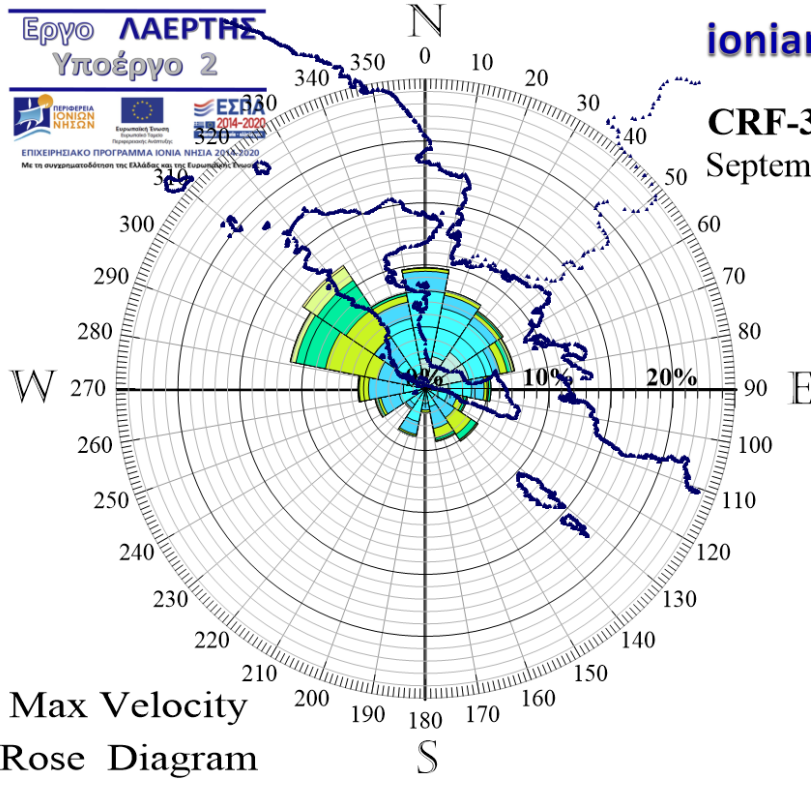




Max Velocity
Rose Diagram

Velocity in [m/s] and Beaufort scale

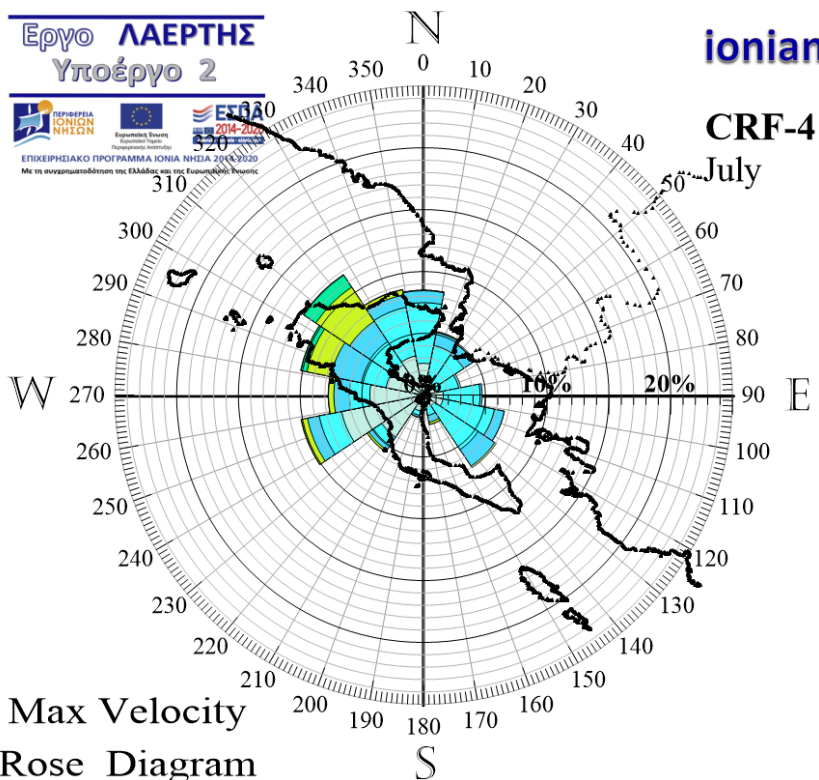
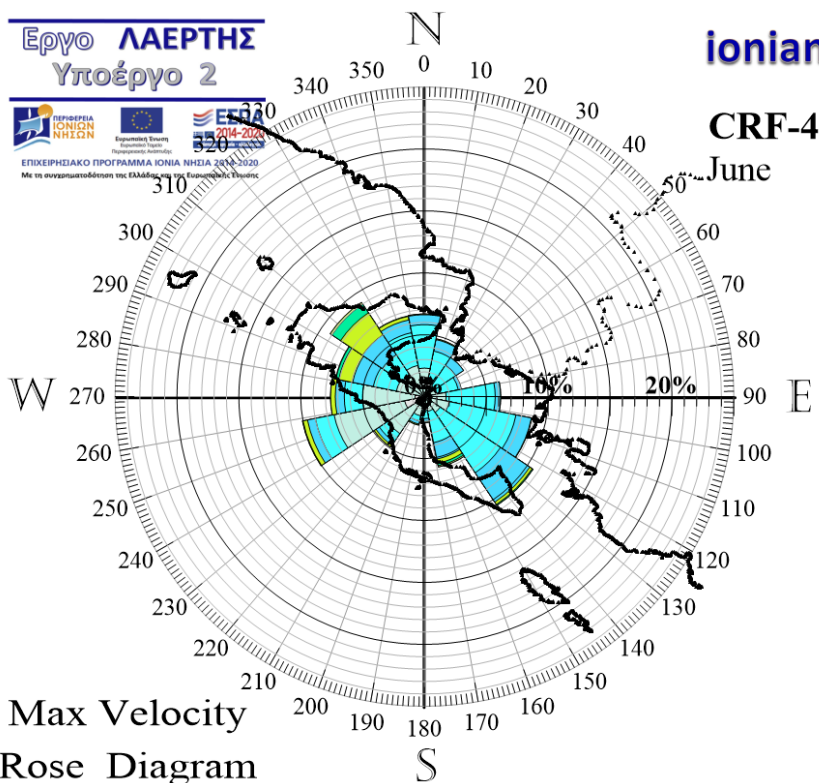
>0 - 0.5	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4

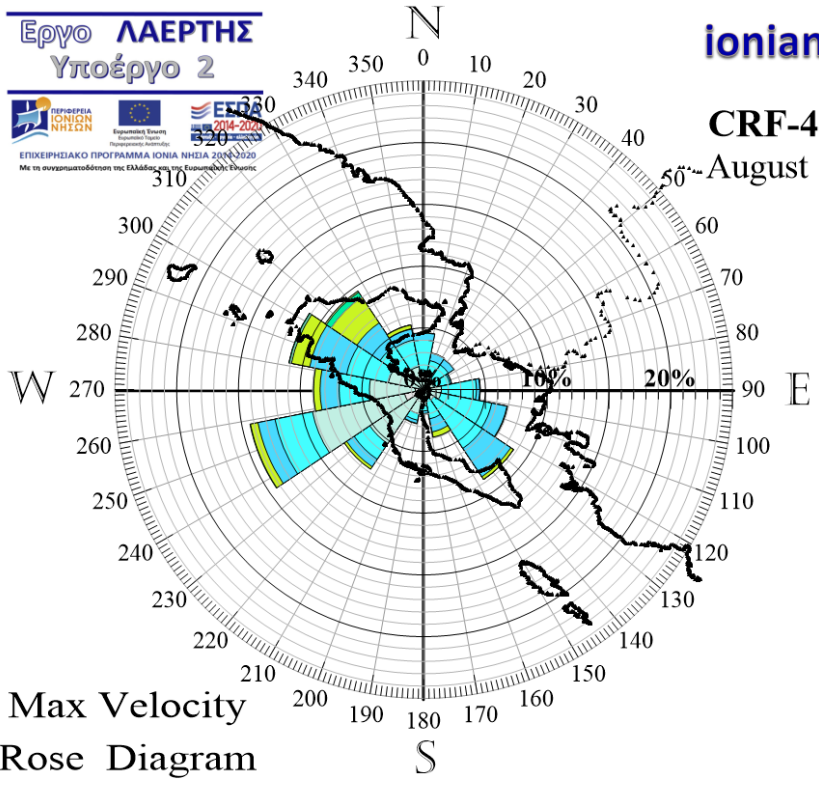


Max Velocity
Rose Diagram

Velocity in [m/s] and Beaufort scale

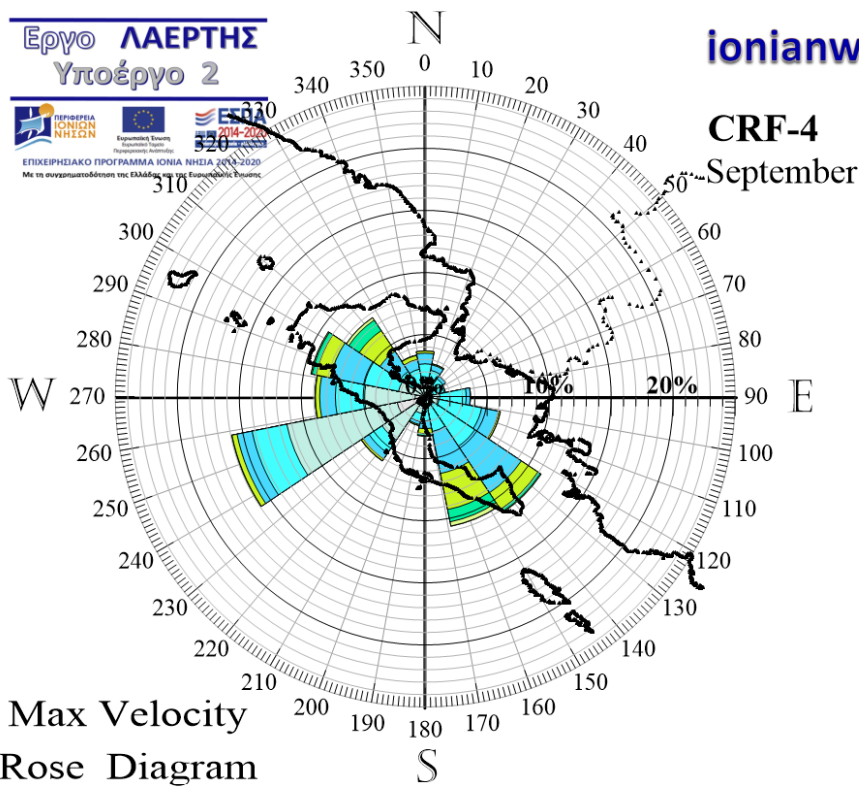
>0 - 0.5	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4





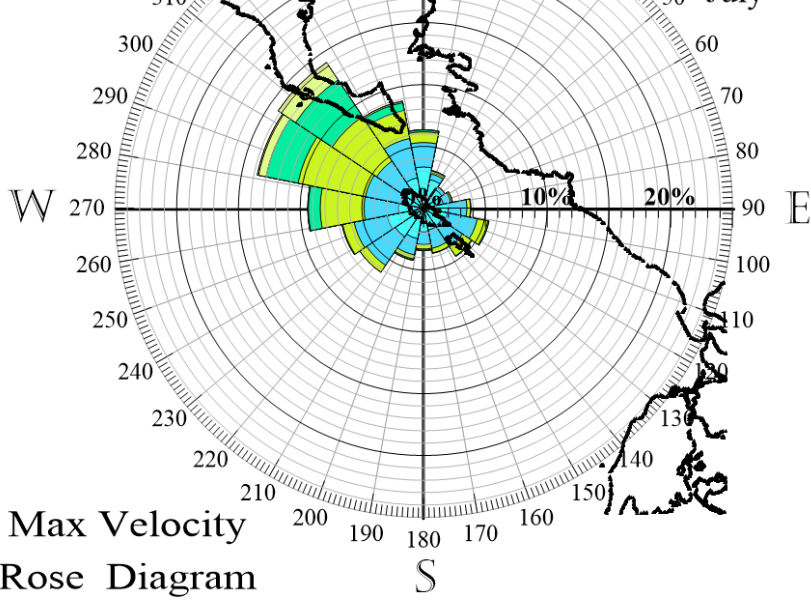
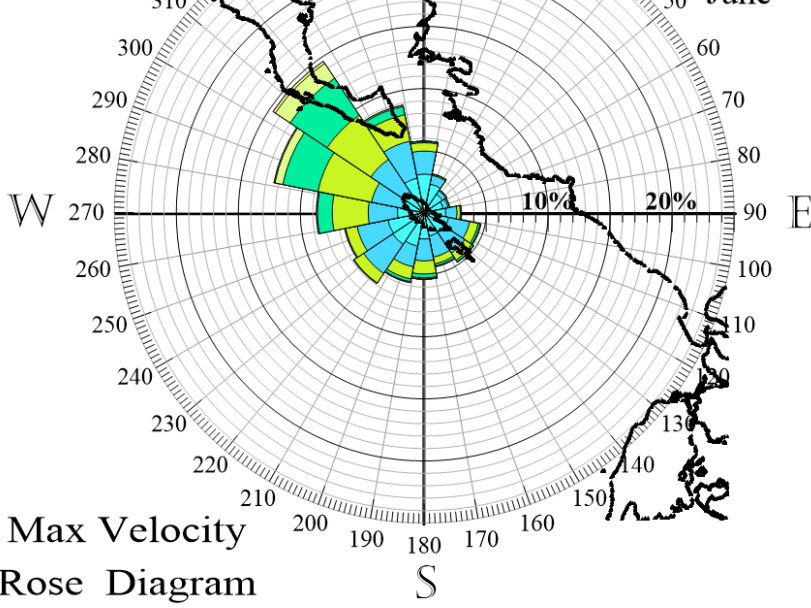
Velocity in [m/s]
and Beaufort scale

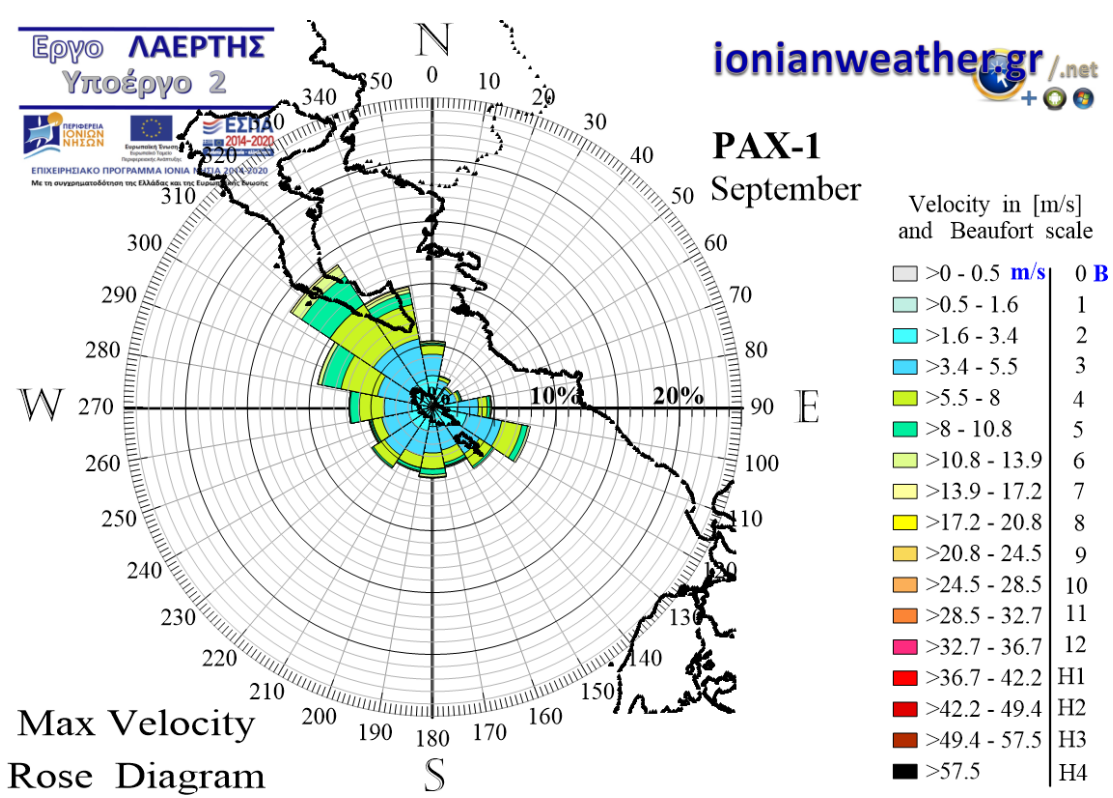
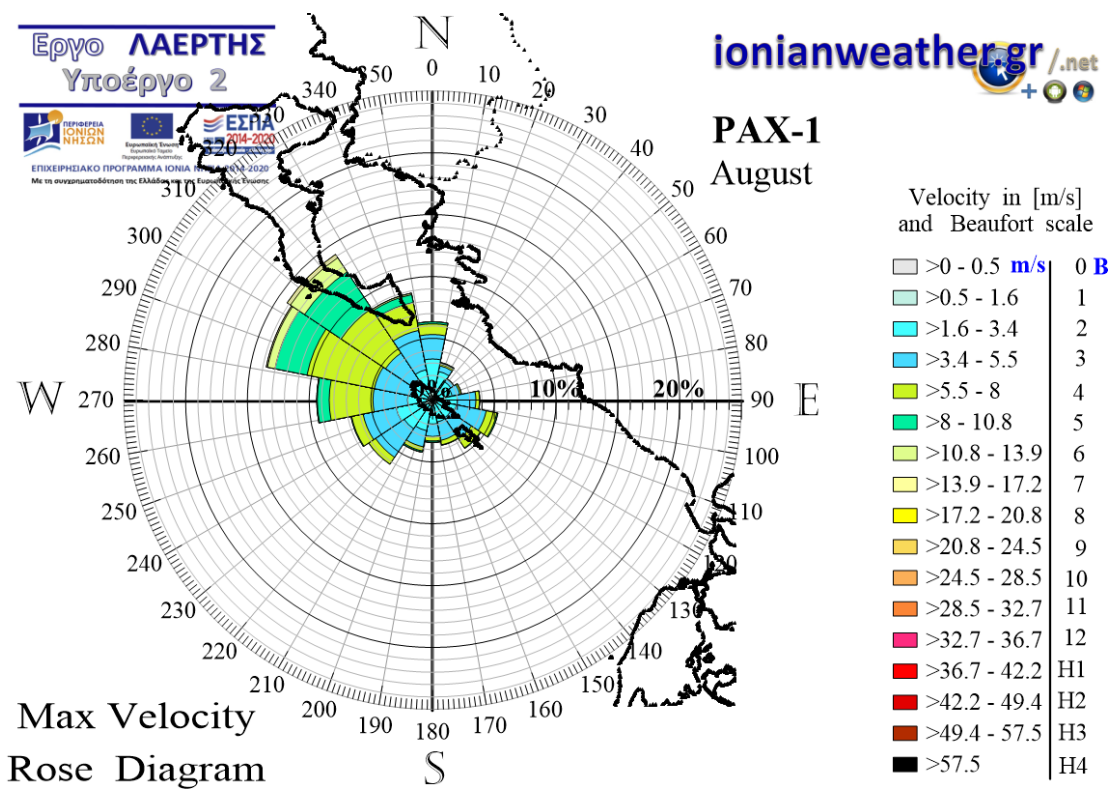
>0 - 0.5 m/s	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4

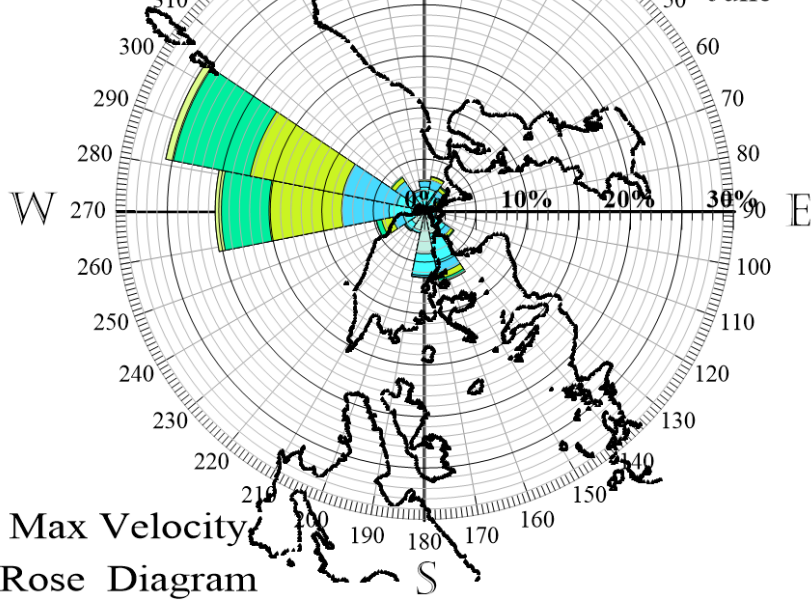


Velocity in [m/s]
and Beaufort scale

>0 - 0.5 m/s	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4



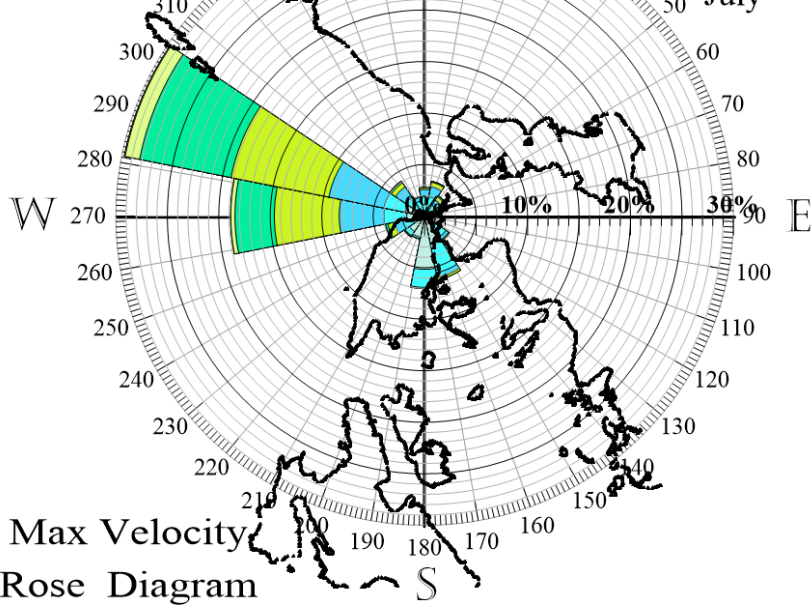




LFK-1
June

Velocity in [m/s] and Beaufort scale

>0 - 0.5 m/s	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4

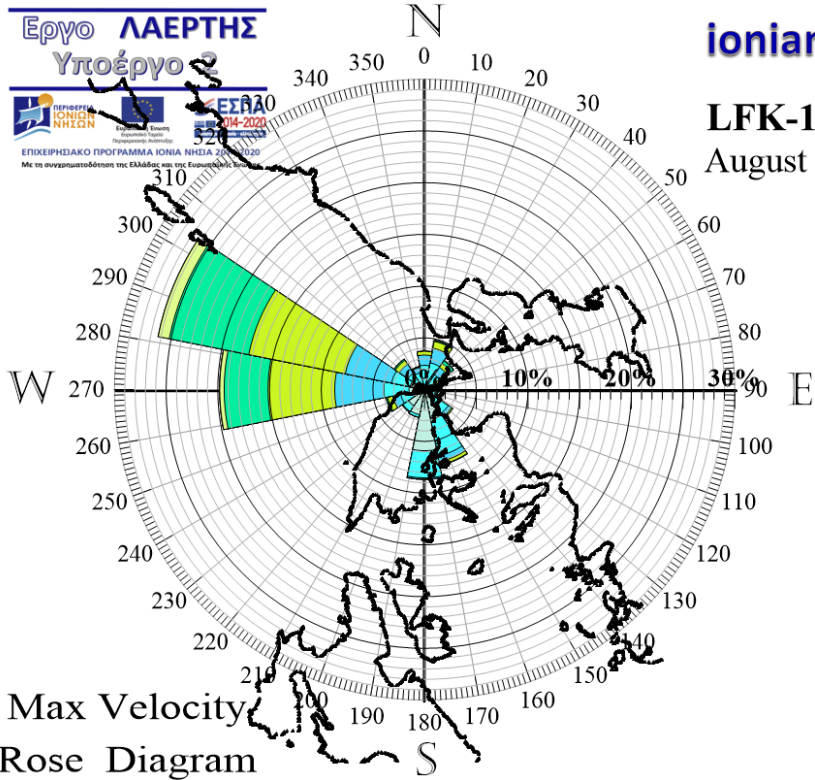


LFK-1
July

Velocity in [m/s] and Beaufort scale

>0 - 0.5 m/s	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4

LFK-1
August

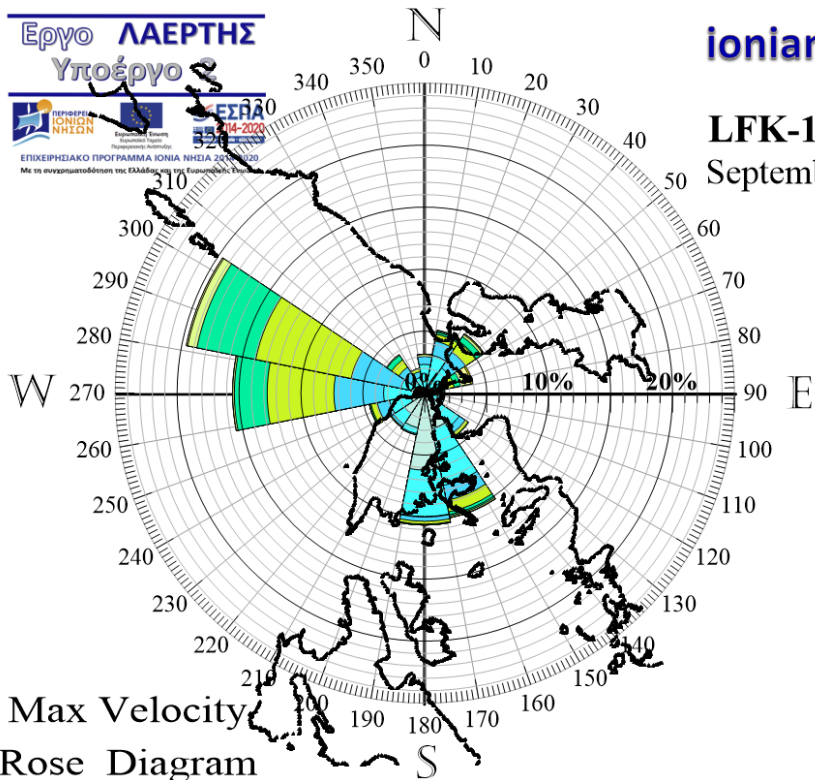


Velocity in [m/s]
and Beaufort scale

>0 - 0.5 m/s	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4

Max Velocity
Rose Diagram

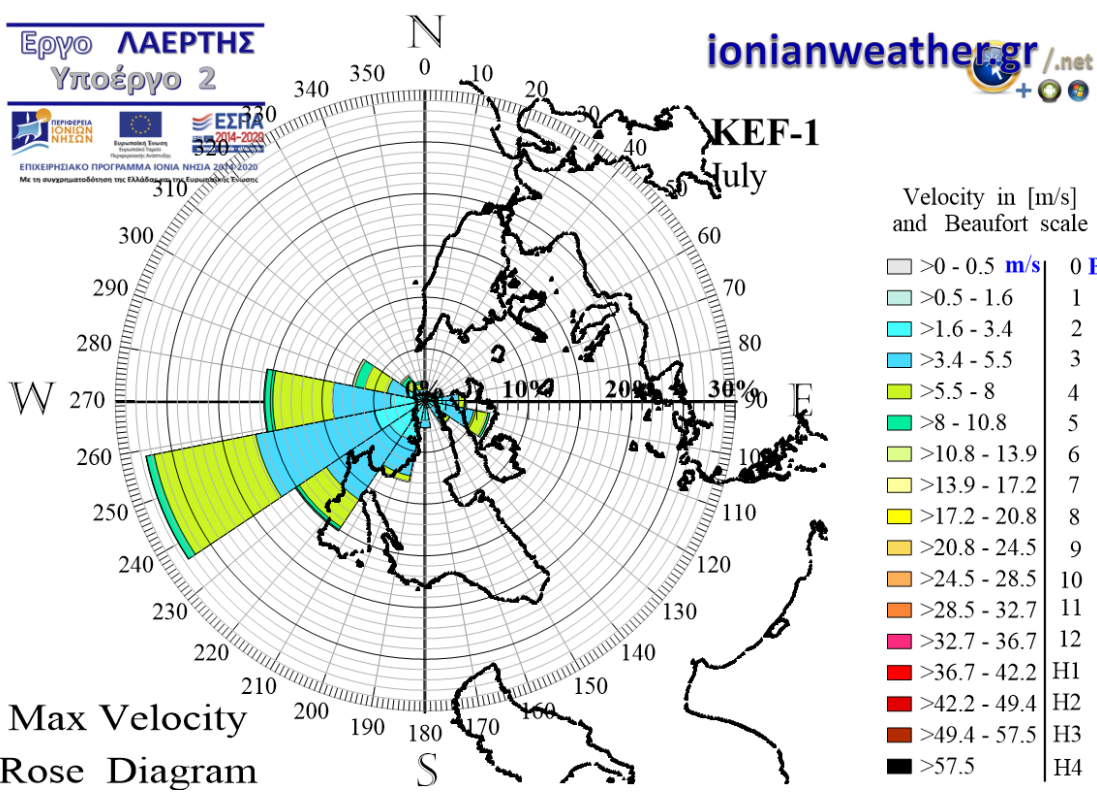
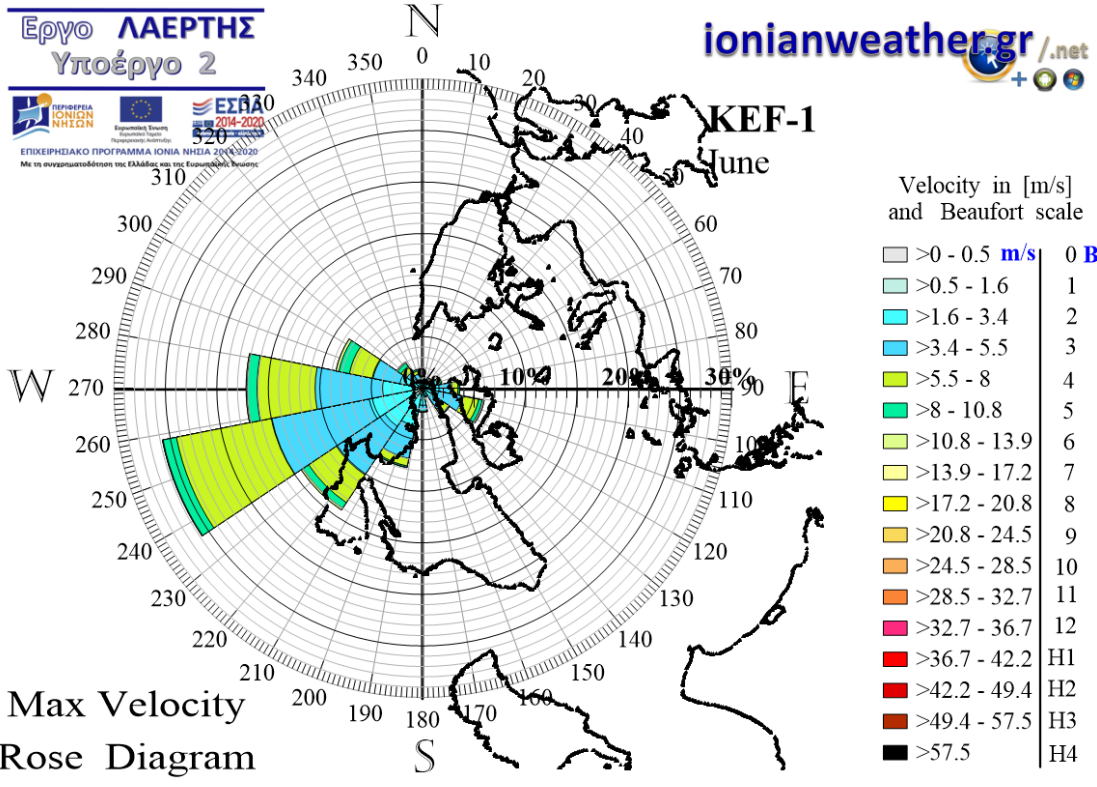
LFK-1
September

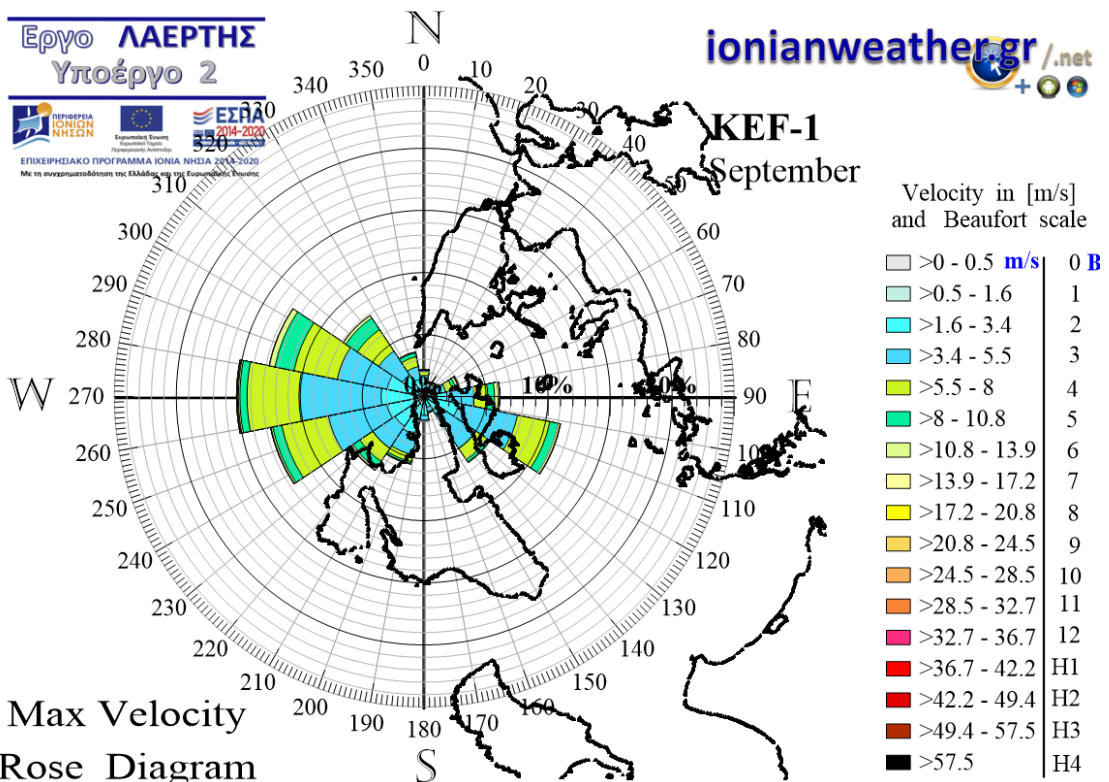
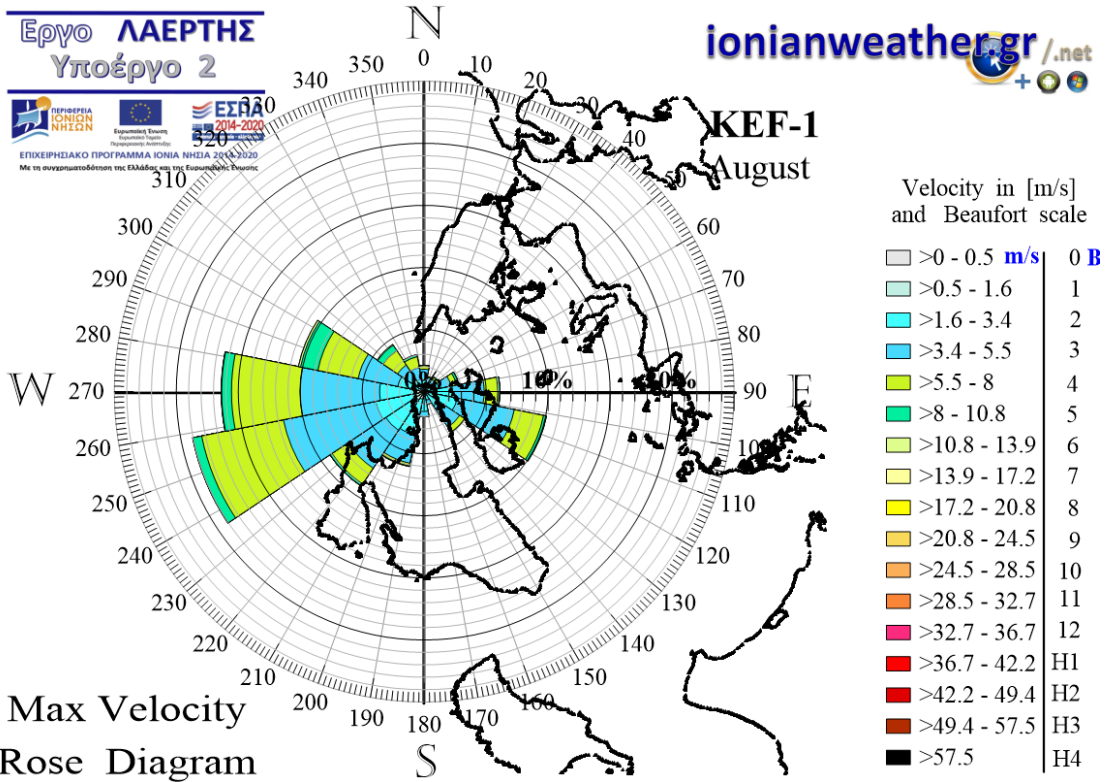


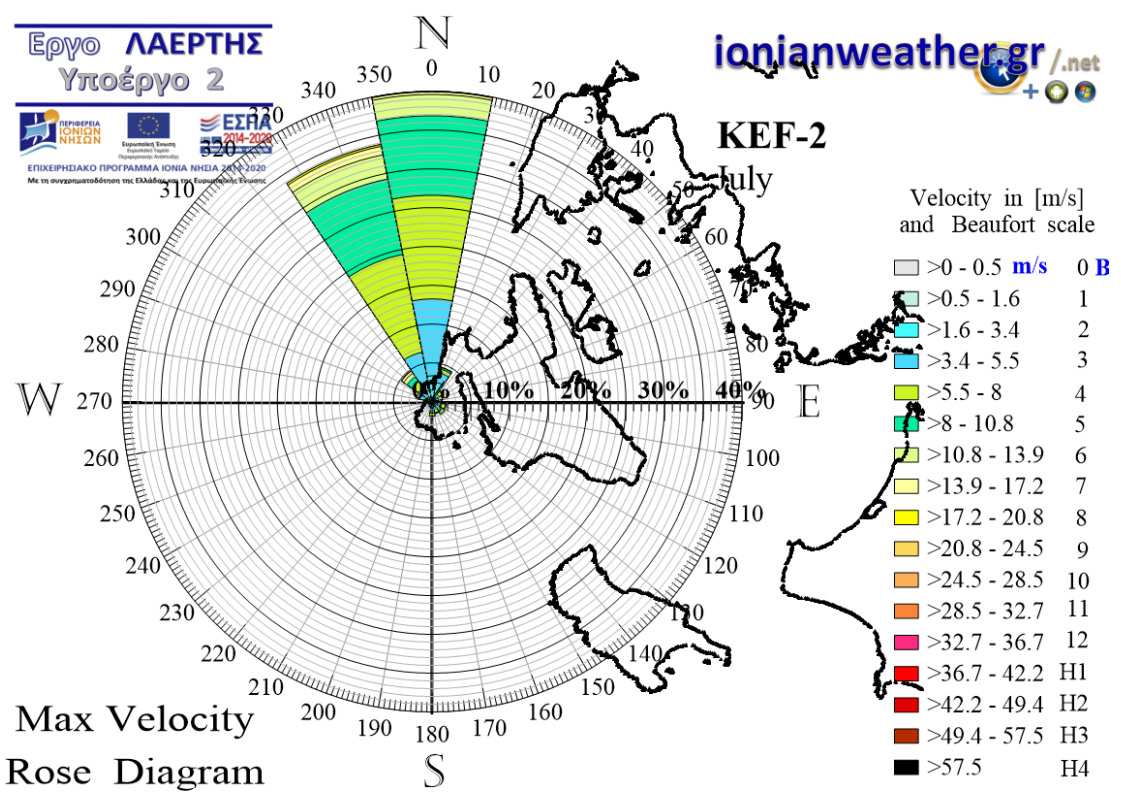
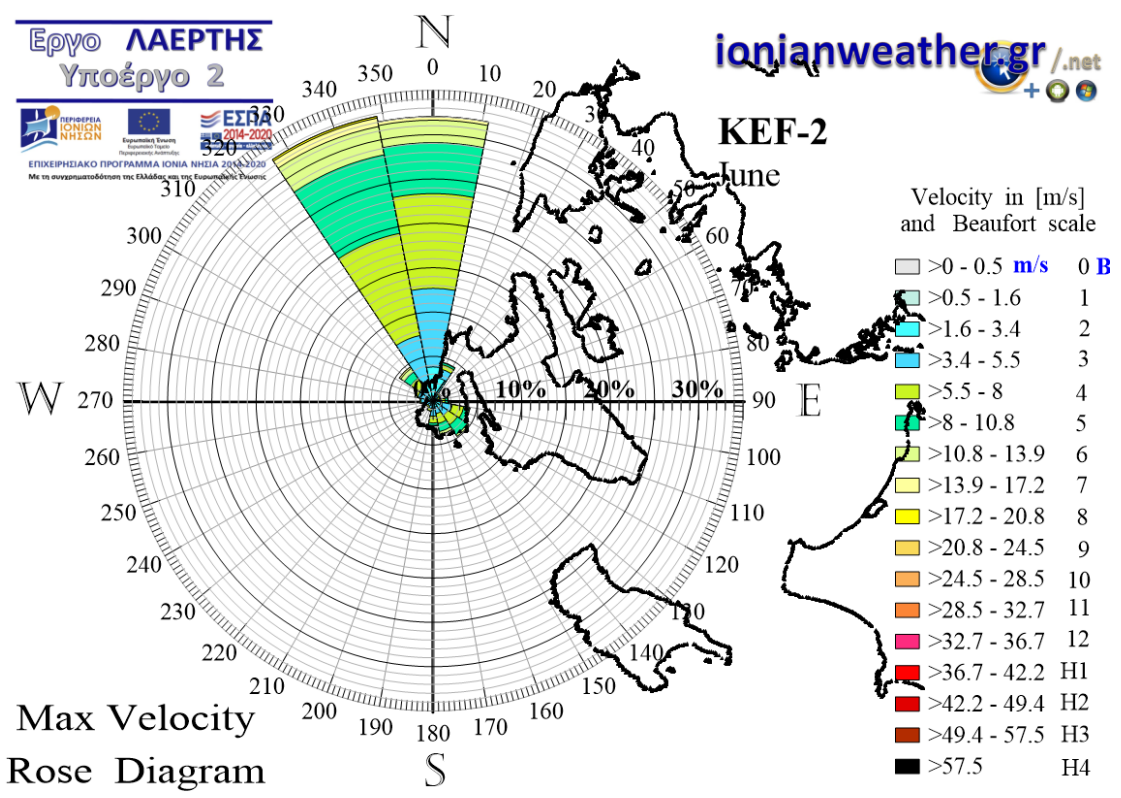
Velocity in [m/s]
and Beaufort scale

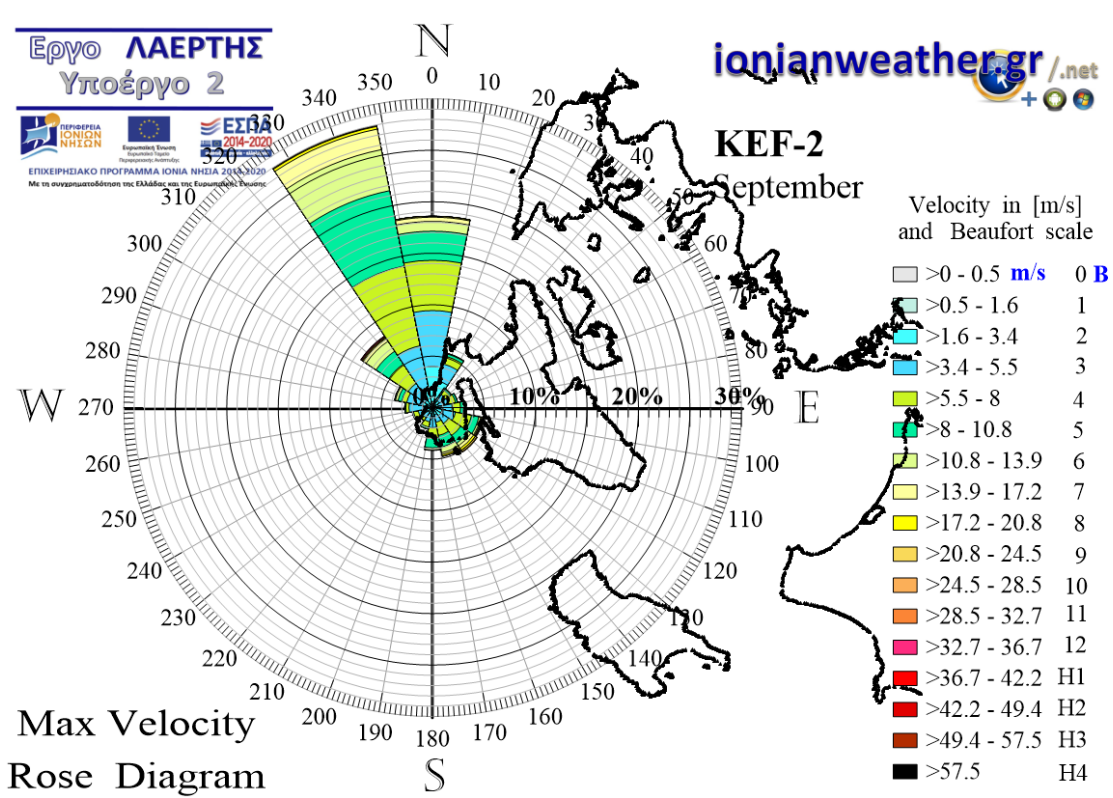
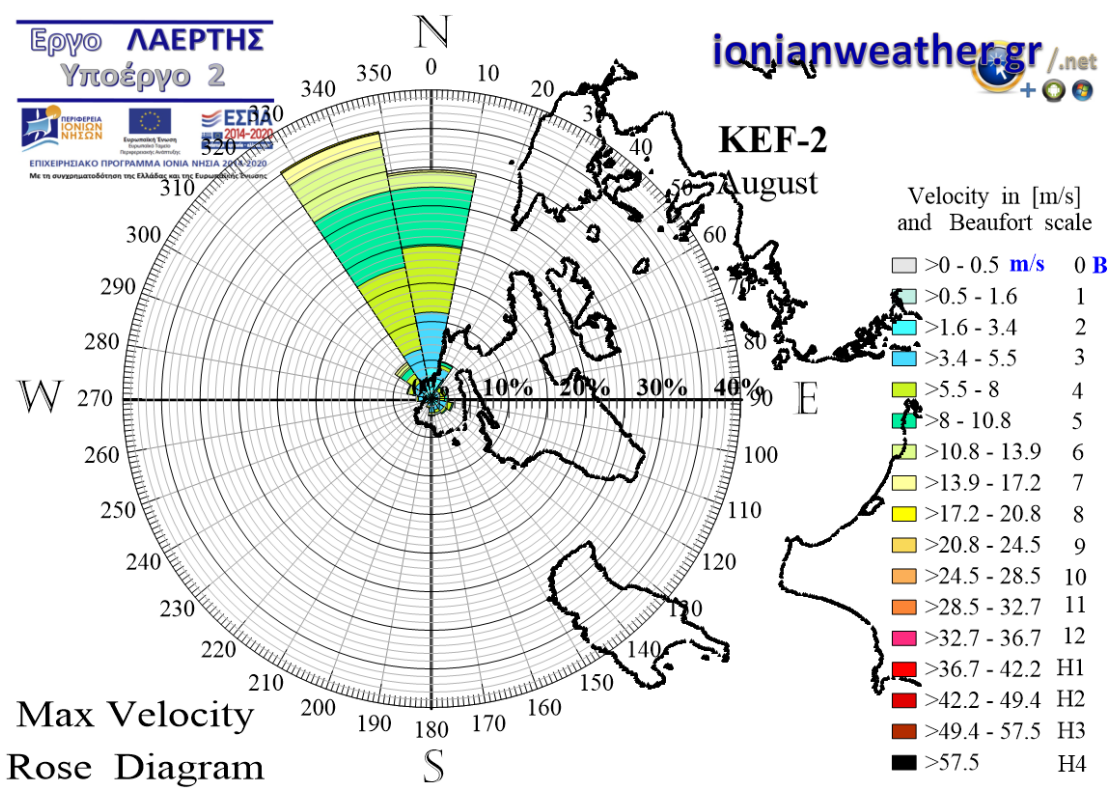
>0 - 0.5 m/s	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4

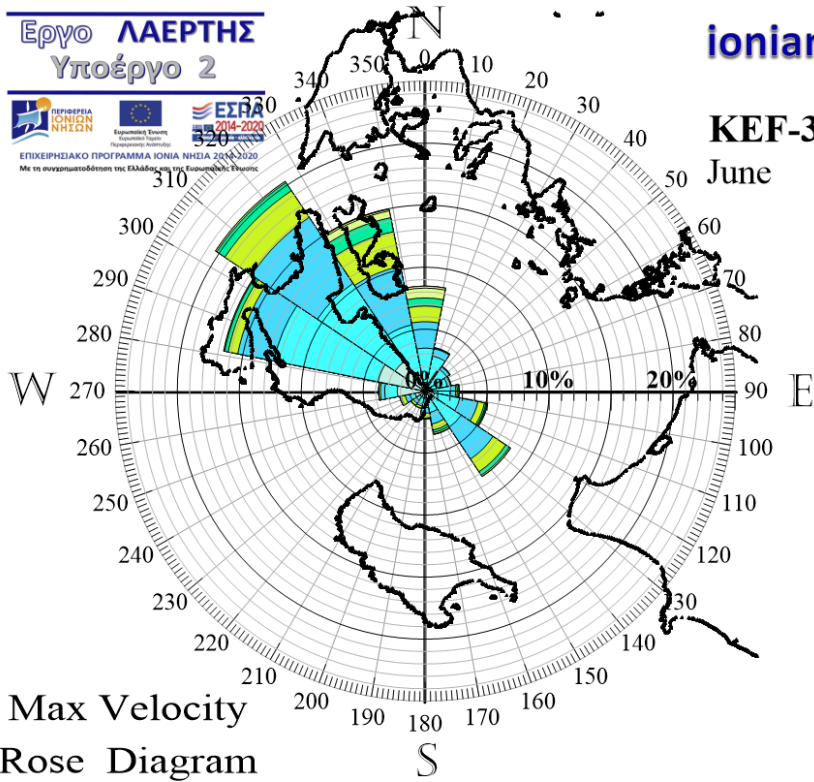
Max Velocity
Rose Diagram





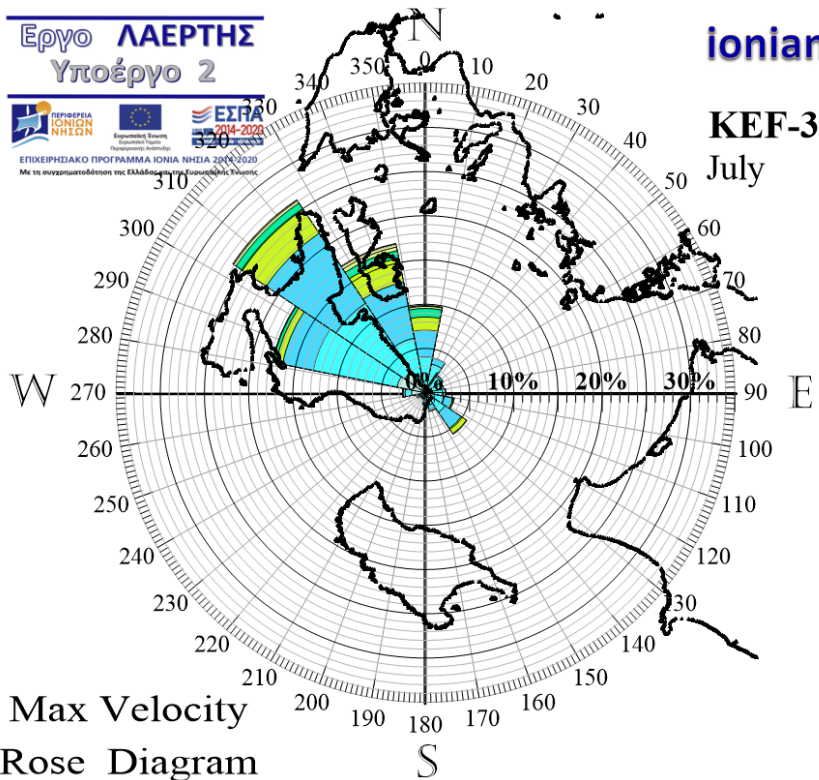






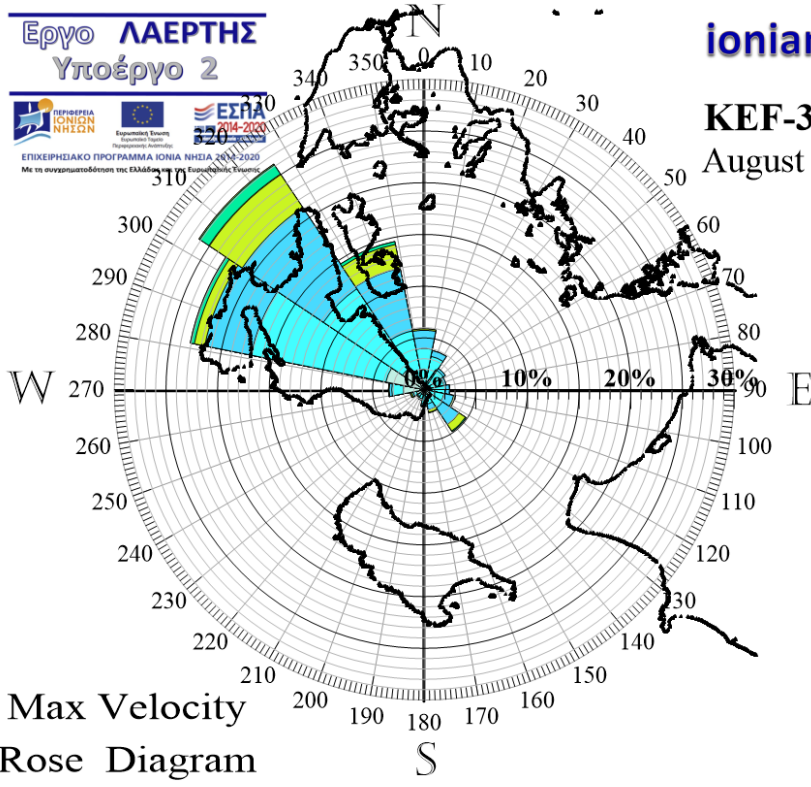
Velocity in [m/s]
and Beaufort scale

>0 - 0.5 m/s	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4



Velocity in [m/s]
and Beaufort scale

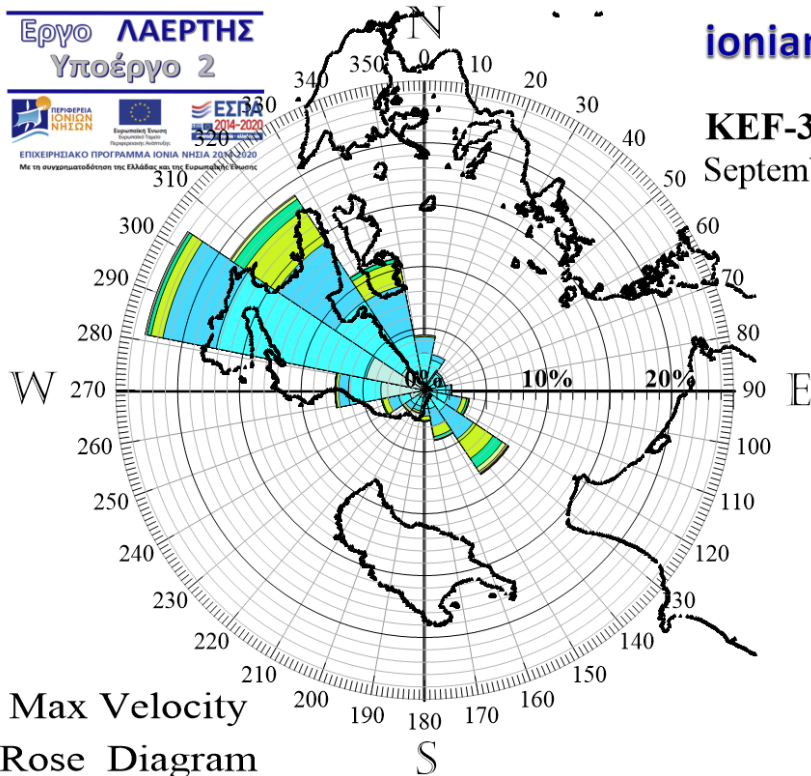
>0 - 0.5 m/s	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4



Max Velocity
Rose Diagram

Velocity in [m/s]
and Beaufort scale

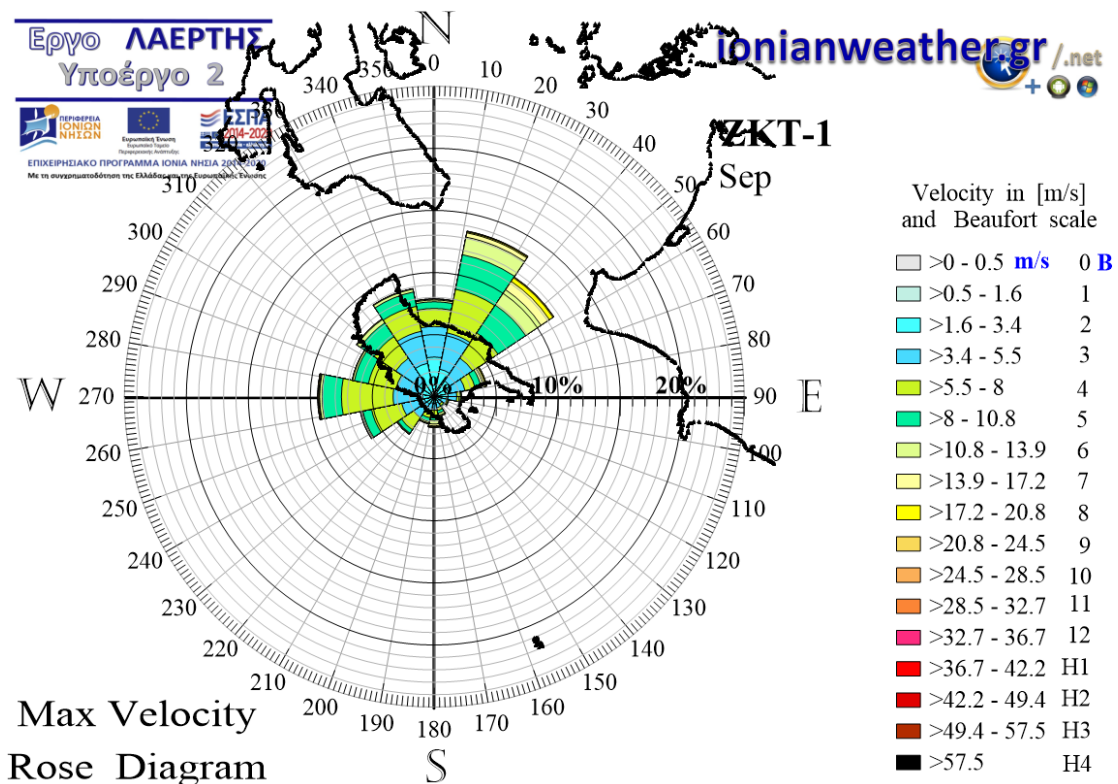
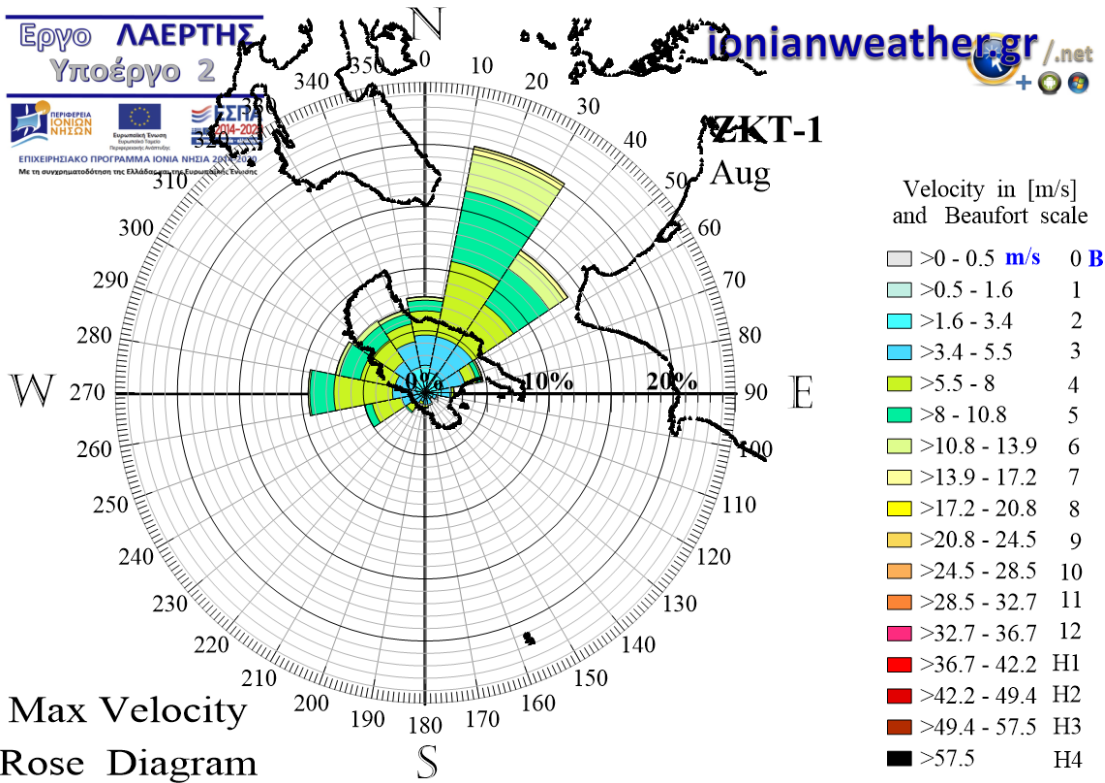
>0 - 0.5	m/s	0	B
>0.5 - 1.6		1	
>1.6 - 3.4		2	
>3.4 - 5.5		3	
>5.5 - 8		4	
>8 - 10.8		5	
>10.8 - 13.9		6	
>13.9 - 17.2		7	
>17.2 - 20.8		8	
>20.8 - 24.5		9	
>24.5 - 28.5		10	
>28.5 - 32.7		11	
>32.7 - 36.7		12	
>36.7 - 42.2		H1	
>42.2 - 49.4		H2	
>49.4 - 57.5		H3	
>57.5		H4	

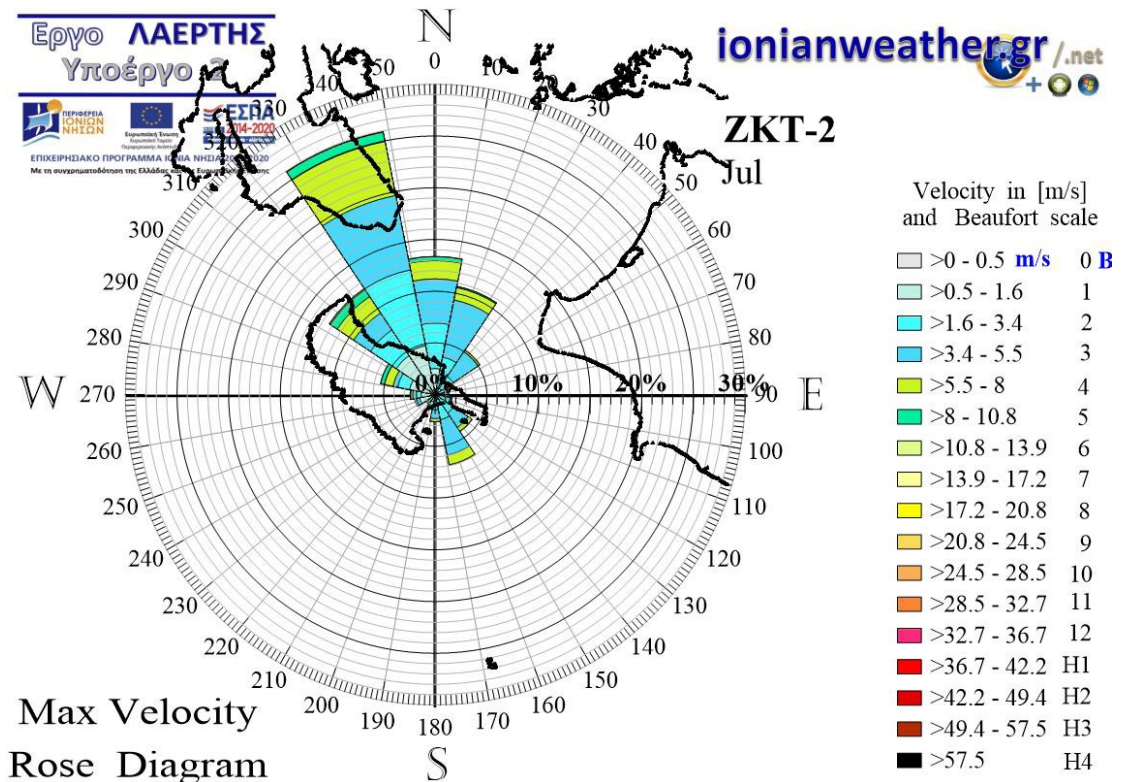
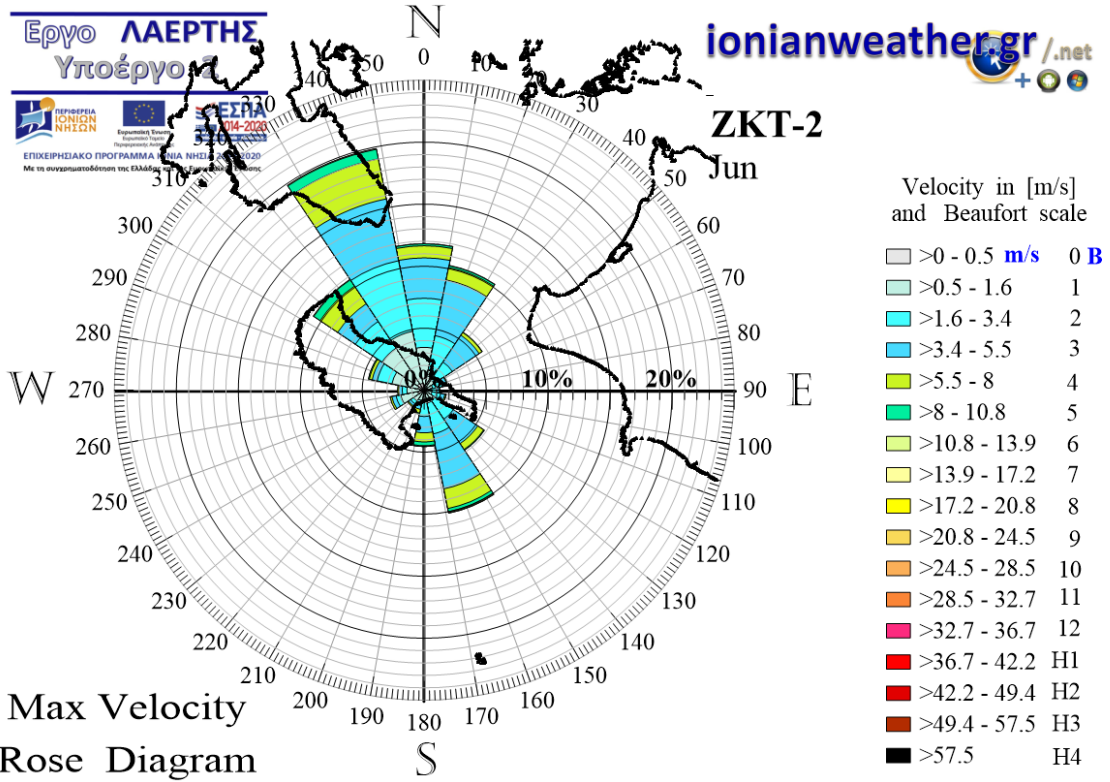


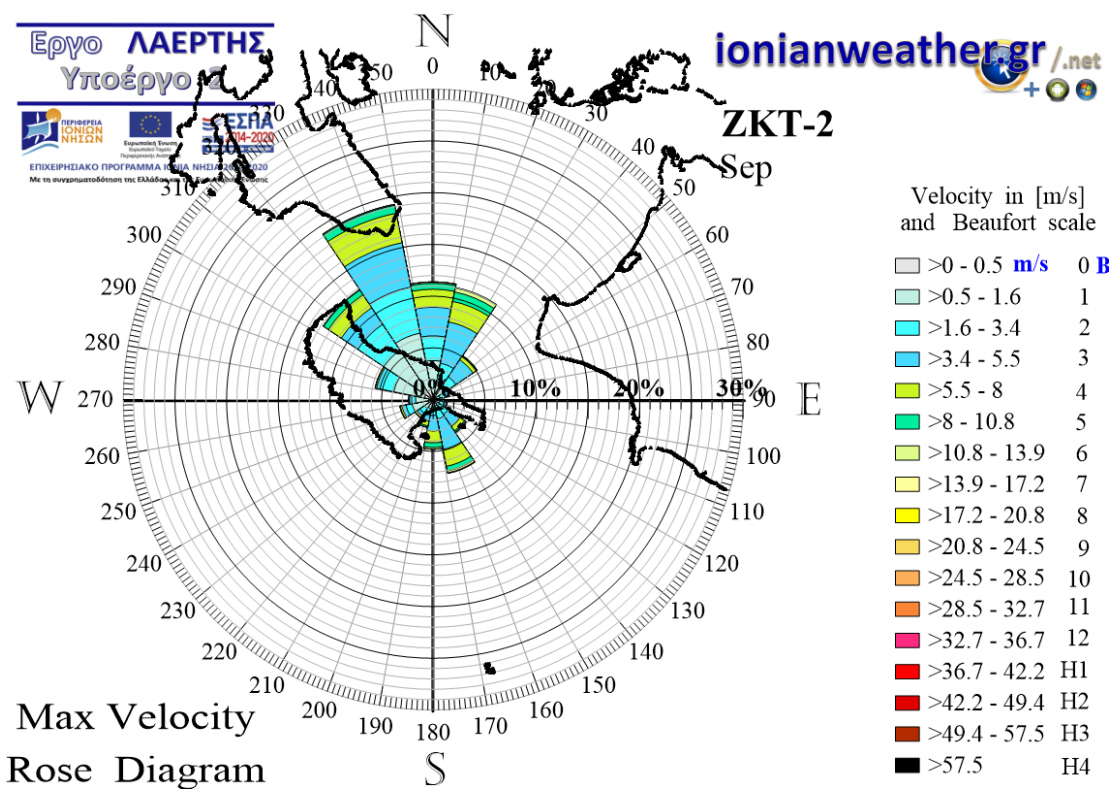
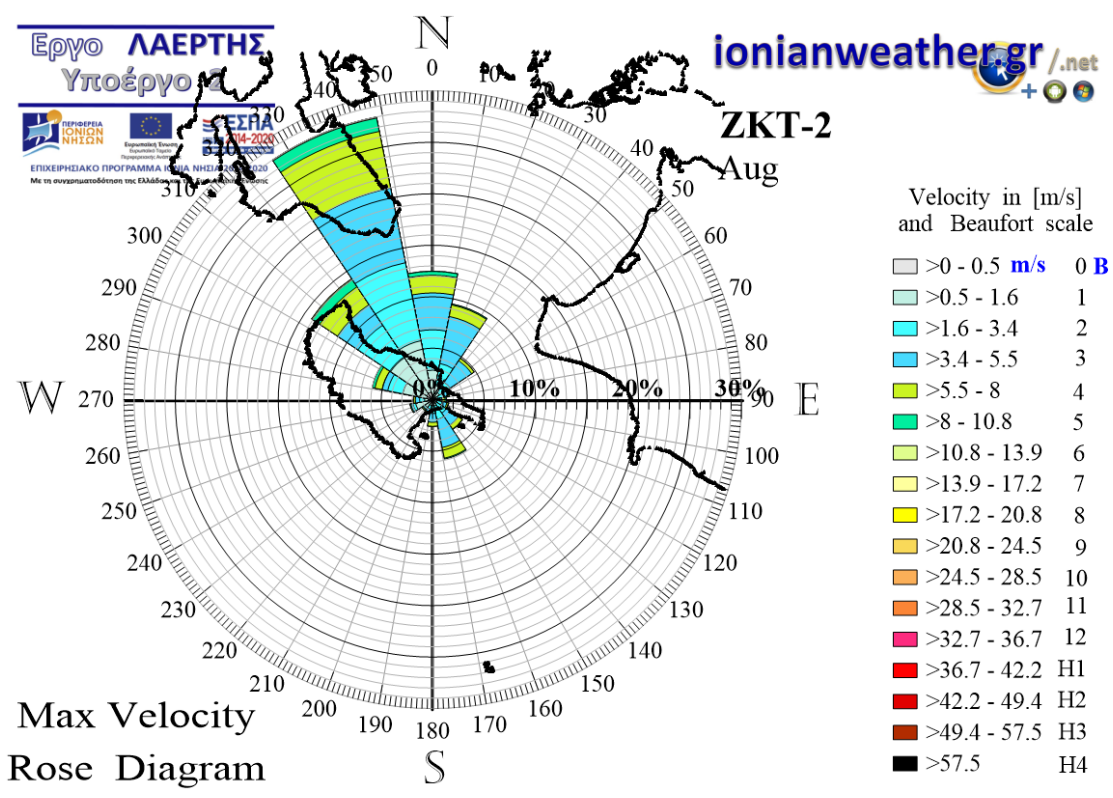
Max Velocity
Rose Diagram

Velocity in [m/s]
and Beaufort scale

>0 - 0.5	m/s	0	B
>0.5 - 1.6		1	
>1.6 - 3.4		2	
>3.4 - 5.5		3	
>5.5 - 8		4	
>8 - 10.8		5	
>10.8 - 13.9		6	
>13.9 - 17.2		7	
>17.2 - 20.8		8	
>20.8 - 24.5		9	
>24.5 - 28.5		10	
>28.5 - 32.7		11	
>32.7 - 36.7		12	
>36.7 - 42.2		H1	
>42.2 - 49.4		H2	
>49.4 - 57.5		H3	
>57.5		H4	

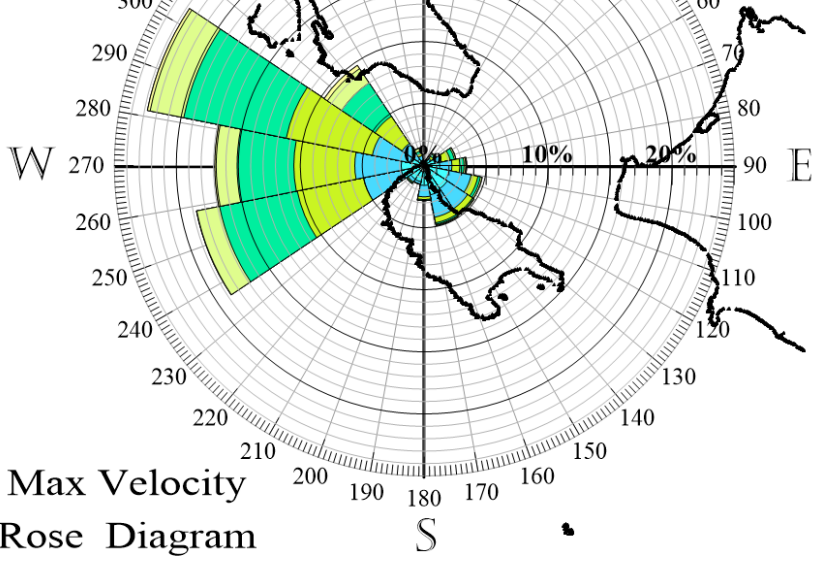








ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ 2014-2020
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



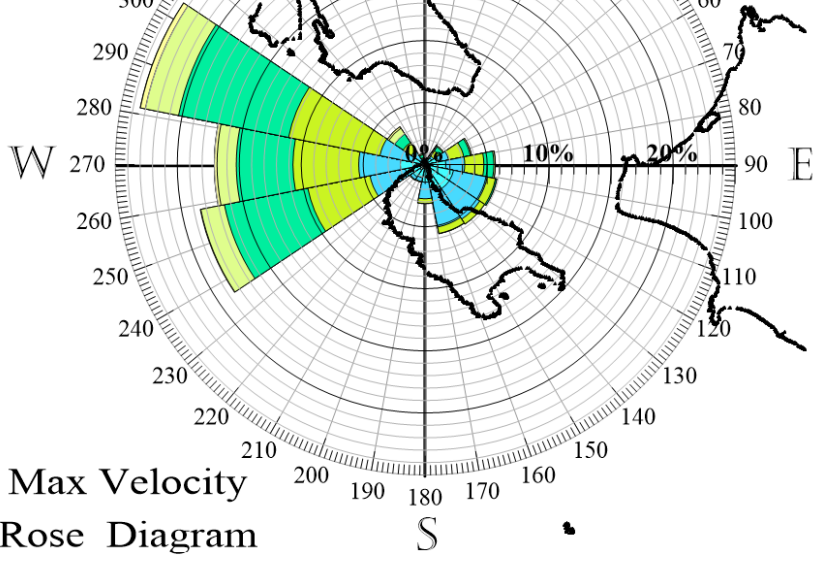
Max Velocity
Rose Diagram

Velocity in [m/s]
and Beaufort scale

>0 - 0.5 m/s	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ 2014-2020
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



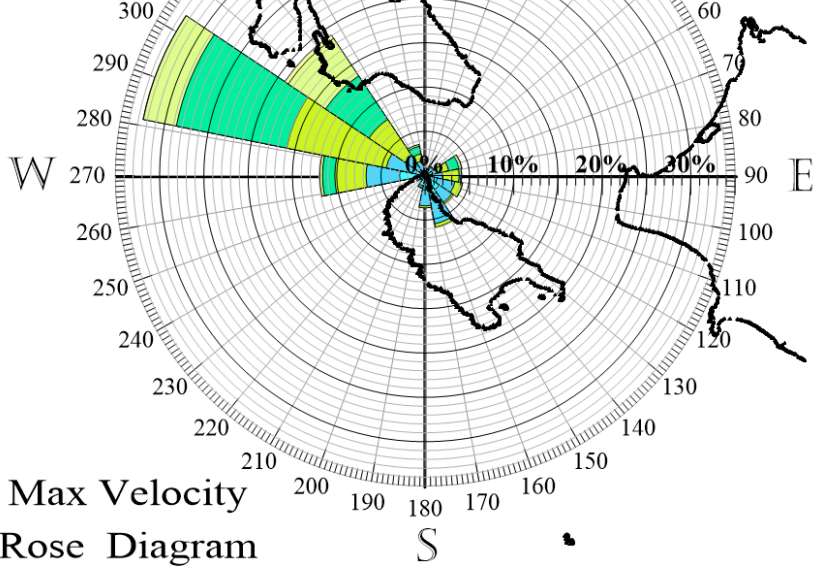
Max Velocity
Rose Diagram

Velocity in [m/s]
and Beaufort scale

>0 - 0.5 m/s	0 B
>0.5 - 1.6	1
>1.6 - 3.4	2
>3.4 - 5.5	3
>5.5 - 8	4
>8 - 10.8	5
>10.8 - 13.9	6
>13.9 - 17.2	7
>17.2 - 20.8	8
>20.8 - 24.5	9
>24.5 - 28.5	10
>28.5 - 32.7	11
>32.7 - 36.7	12
>36.7 - 42.2	H1
>42.2 - 49.4	H2
>49.4 - 57.5	H3
>57.5	H4



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ 2014-2020
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



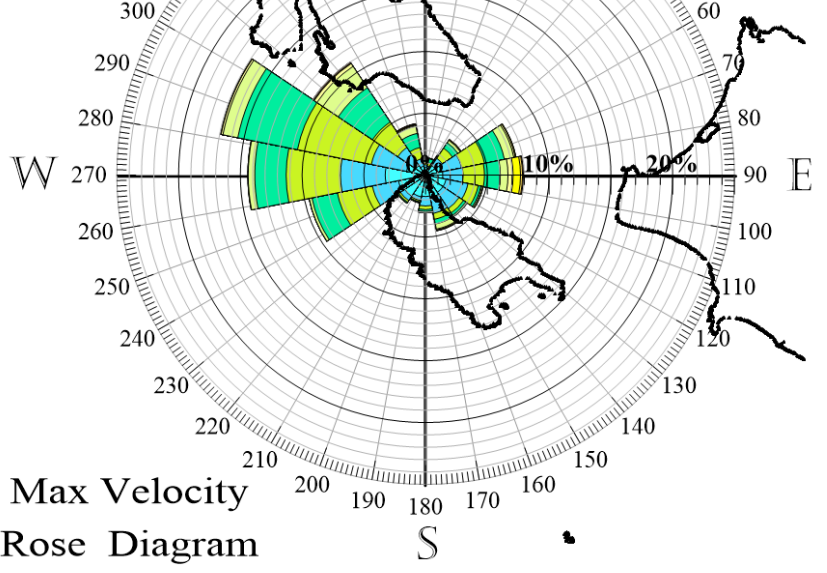
Velocity in [m/s] and Beaufort scale

>0 - 0.5	m/s	0	B
>0.5 - 1.6		1	
>1.6 - 3.4		2	
>3.4 - 5.5		3	
>5.5 - 8		4	
>8 - 10.8		5	
>10.8 - 13.9		6	
>13.9 - 17.2		7	
>17.2 - 20.8		8	
>20.8 - 24.5		9	
>24.5 - 28.5		10	
>28.5 - 32.7		11	
>32.7 - 36.7		12	
>36.7 - 42.2		H1	
>42.2 - 49.4		H2	
>49.4 - 57.5		H3	
>57.5		H4	

Max Velocity
Rose Diagram



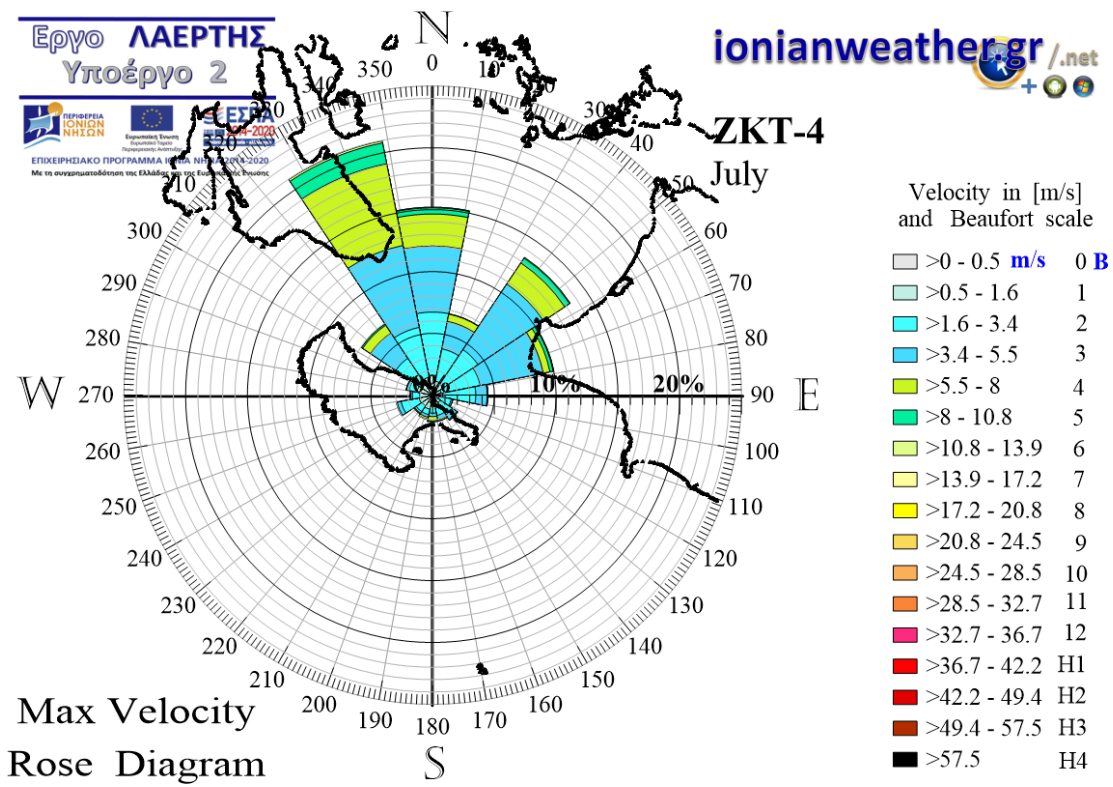
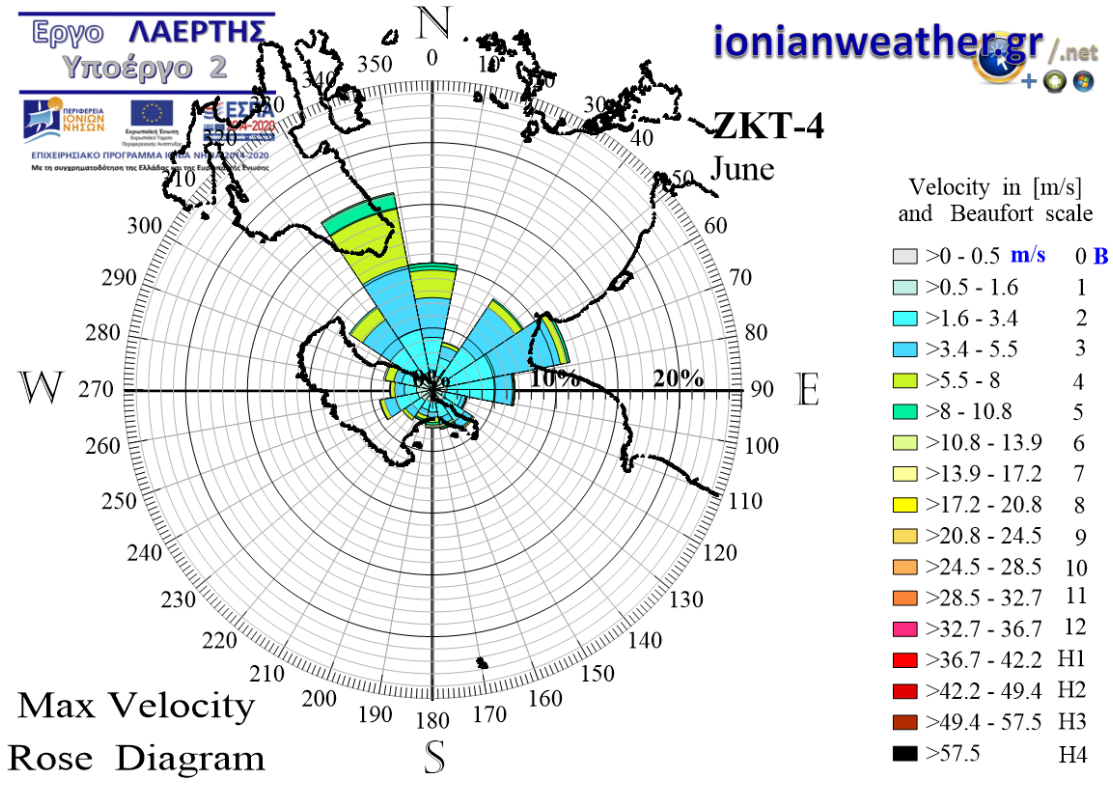
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ 2014-2020
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

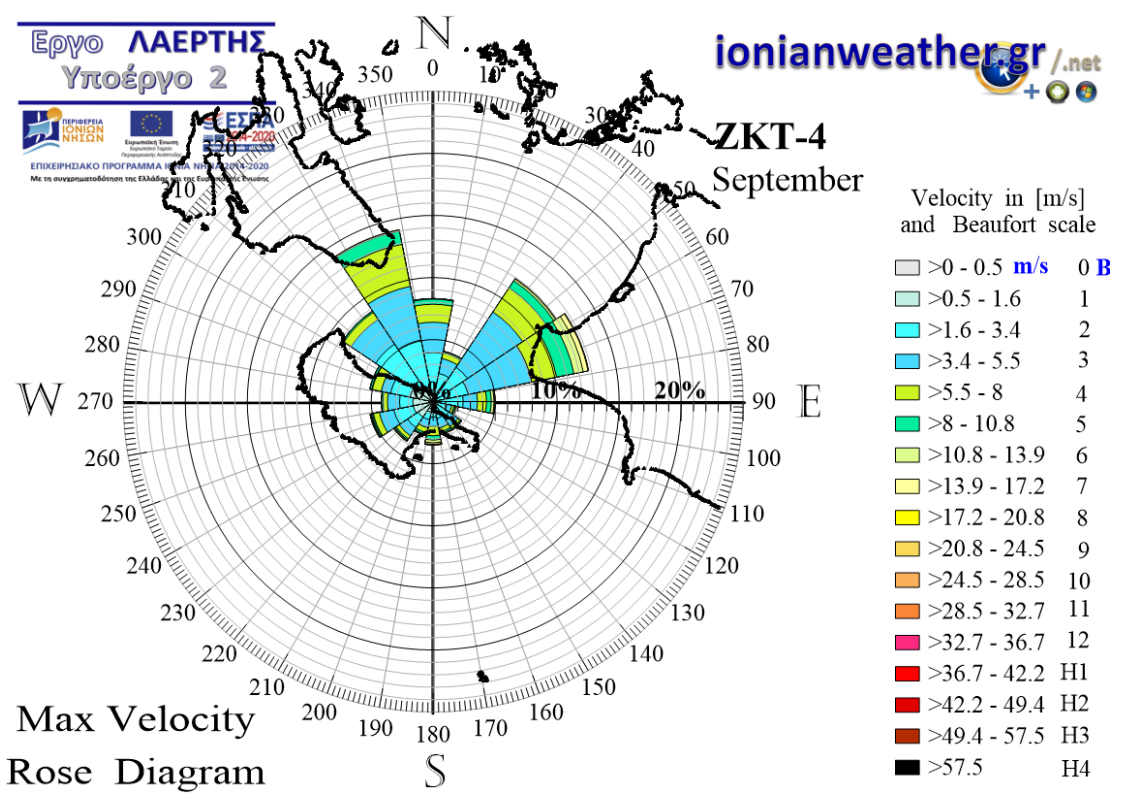
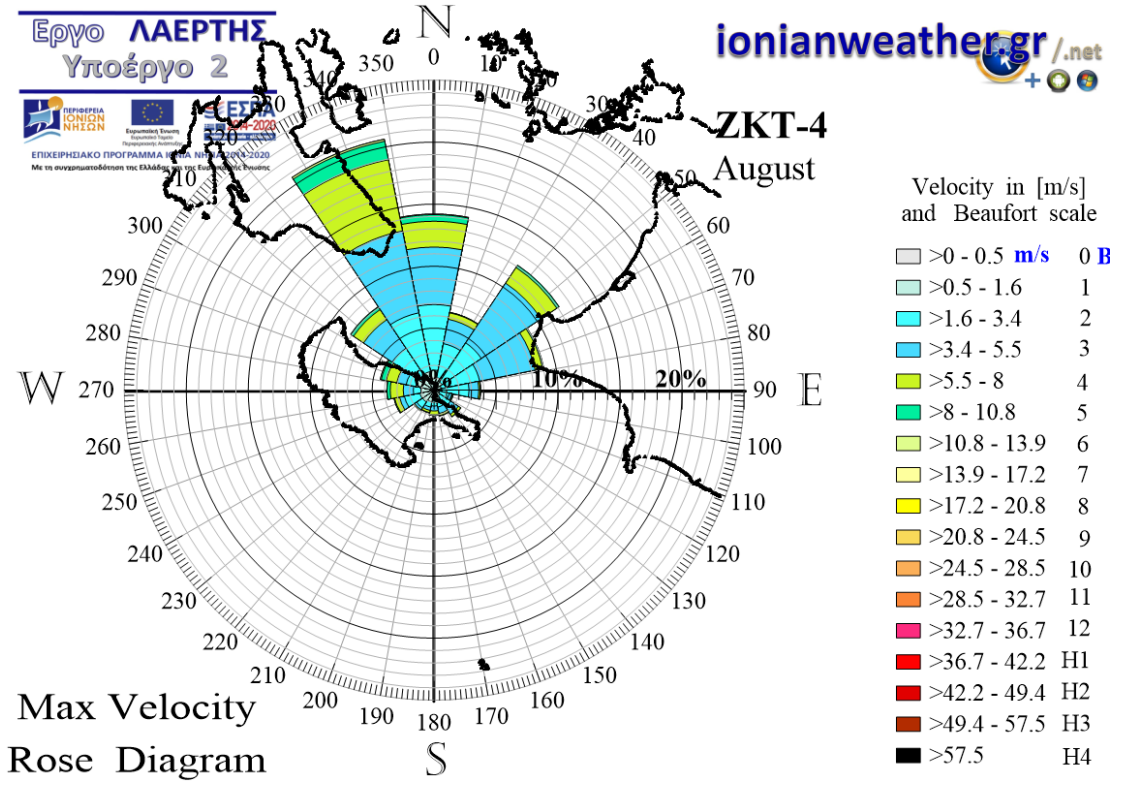


Velocity in [m/s] and Beaufort scale

>0 - 0.5	m/s	0	B
>0.5 - 1.6		1	
>1.6 - 3.4		2	
>3.4 - 5.5		3	
>5.5 - 8		4	
>8 - 10.8		5	
>10.8 - 13.9		6	
>13.9 - 17.2		7	
>17.2 - 20.8		8	
>20.8 - 24.5		9	
>24.5 - 28.5		10	
>28.5 - 32.7		11	
>32.7 - 36.7		12	
>36.7 - 42.2		H1	
>42.2 - 49.4		H2	
>49.4 - 57.5		H3	
>57.5		H4	

Max Velocity
Rose Diagram





Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

- Albini, F.A., 1984. Wildland fires. *American Scientist*. 72: 590-597.
- Alexander, M.E., Cruz, M.G., Lopes, A.M.G., 2006. CFIS: a software tool for simulating crown fire initiation and spread [Abstr.]. *For. Ecol. Manage.* 234: S133.
- Alexander, M.E., 1998. Crown fire thresholds in exotic pine plantations of Australasia. Australian National University, Canberra, Australia. 228 p. Dissertation.
- Anderson, H. E. 1984. Calculating fire size and perimeter growth. *Journal Fire Management Notes*, 45(3), 25-30.
- Athanasίου Μ., Χανθόπουλος. 2010. Fire behaviour of the large fires of 2007 in Greece. In proceedings of the 6th International Conference on Forest Fire Research. 15-18 November 2010, Coimbra, Portugal. D.G. Viegas, Editor. ADAI/CEIF, University of Coimbra, Portugal. Abstract p. 336, full text on CD.
- Athanasίου, Μ., Χανθόπουλος, G., 2018. Observations on wildfire spotting occurrence and characteristics in Greece. In proceedings of the 8th International Conference on Forest Fire Research: Advances in Forest Fire Research, 9-16 November 2018, Coimbra, Portugal. D. G. Viegas, Editor. ADAI/CEIF, University of Coimbra, Portugal. Abstract p. 113, full text on CD (p. 588-597), https://doi.org/10.14195/978-989-26-16-506_65. Gillson
- European Commission, Joint Research Centre (JRC). 2018. Fire events in the European Forest Fire Information System (version 2-3-1). European Commission, Joint Research Centre (JRC) [Dataset] PID: <http://data.europa.eu/89h/022cdeed-159f-407d-be18-0dface69ef92>.
- Beaufait, W.R. 1965. Characteristics of backfires and headfires in a pine needle fuel bed. USDA, Forest Service, Res. Note INT-39. 7 p.
- Butler BW, Cohen J.D. 1998. Firefighter safety zones: a theoretical model based on radiative heating. *International Journal of Wildland Fire* 8, 73–77.
- Butler, BW. 2014. Wildland firefighter safety zones: a review of past science and summary of future needs. *International Journal of Wildland Fire* 23, 295-308.
- Butler, B.W. 2015. Firefighter safety zones [online]. Fire, fuel, and smoke science program, USDA forest service rocky mountain research station. Available from: <http://www.firelab.org/project/firefighter-safety-zones>.
- Byram, G.M. 1959. Combustion of forest fuels; Forest fire behavior. in Davis, K.P., ed. *Forest fire: Control and use*. New York: McGraw-Hill: 61-89, 90-123.
- Byram G.M., Clements H.B., Bishop M.E., R.M. Nelson, JR. 1966. Final report-PROJECT FIRE MODEL: An exploratory study of model fires. Office of Civil Defense Contract OCD-PS-65-40, USDA, Forest Service, Southeast. Forest Experiment Station 46 p.

- Campbell, M., Dennison, P., Butler, B. 2016. Safe separation distance score: a new metric for evaluating wildland firefighter safety zones using lidar. *International Journal of Geographical Information Science*. 31. 1-19. 10.1080/13658816.2016.1270453.
- Cheney, N.P. 1981. Fire behavior. In *Fire and the Australian biota*. Edited by A.M. Gill, R.H. Groves, and I.R. Noble. Australian Academy of Science, Canberra. pp. 151-175.
- Cruz, M.G., 1999. Modeling the initiation and spread of crown fires. Master of Science thesis. University of Montana, Missoula. 162p.
- Cruz, M.G., Alexander, M. E., Wakimoto, R.H., 2002. Predicting crown fire behavior to support forest fire management decision-making. *Forest Fire Research and Wildland Fire Safety*, Viegas (ed.). Millpress, Rotterdam, ISBN 90-77017-72-0.
- Cruz, M.G., Alexander, M.E., Wakimoto, R.H., 2004. Modeling the likelihood of crown fire occurrence in conifer forest stands. *Forest Science* 50: 640-658.
- Cruz, M.G., Alexander, M.E., Wakimoto, R.H., 2005. Development and testing of models for predicting crown fire rate of spread in conifer forest stands. *Canadian Journal of Forest Research* 35: 1926-1939.
- Gillson, L., C. Whitlock, and G. Humphrey. 2019. Resilience and fire management in the Anthropocene. *Ecology and Society* 24(3):14. <https://doi.org/10.5751/ES-11022-240314>
- Goldammer, J.G., Γ. Ξανθόπουλος, Γ. Ευτυχίδης, Γ. Μαλλίνης, Ι. Μητσόπουλος, και Α. Δημητρακόπουλος. 2019. Έκθεση της Ανεξάρτητης Επιτροπής που έχει συσταθεί με την Πρωθυπουργική Απόφαση Υ60 (ΦΕΚ 3937/Β/2018) για την ανάλυση των υποκείμενων αιτιών και τη διερεύνηση των προοπτικών διαχείρισης των μελλοντικών πυρκαγιών δασών και υπαίθρου στην Ελλάδα. Global Fire Monitoring Center. 155 σελ.
- Kashiwagi T. and D.L. Newman. 1976. Flame spread over an inclined thin fuel surface. *Combust. Flame* 26:163-177.
- Luke R.H. and A.G. McArthur. 1978. *Bushfires in Australia*. Aust. Gov. Publ. Serv., Canberra, ACT. 359 p.
- McArthur, A.G. 1962. Control burning in eucalyptus forests. *Commonw. Aust., For. Timber Bureau, Canberra, ACT. Leaflet*. 80. 31 p.
- McArthur, A.G. 1967. Fire behaviour in eucalypt forests. *Dep. of Nat. Dev., For. and Timber Bur. Leaflet*. No. 107. Canberra, Australia. 36 p.
- Meddour-Sahar, O., González-Cabán, A., Meddour, R., & Derridj, A. 2013. Wildfire management policies in Algeria: present and future needs. In *International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Climate Change and Wildfires* p. 382.
- Mitri, G. 2009. Lebanon's national forest fire management strategy. AFDC: Beirut, Lebanon.
- Prahl J.M. and J.S. T'ien. 1973. Preliminary investigations of forced convection on flame propagation along paper and matchstick arrays. *Combust. Sci. Tech.* 7:271-282.

- Rothermel, R.C. 1983. How to predict the spread and intensity of forest and range fires. Gen. Tech. Rep. INT-143. Ogden, UT: USDA, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 161 p.
- Sharples J., Gill M. and J. Dold. 2010. 'The trench effect and eruptive wildfires: lessons from King's Cross Underground disaster', AFAC/Bushfire CRC Conference 2010, Conference Organising Committee, tba, pp. 1-9.
- Sharples J., McRae R.H.D., and S.R. Wilkes. 2012. "Wind-terrain effects on the propagation of wildfires in rugged terrain: fire channelling." *International Journal of Wildland Fire* 21, 282–296.
- Simos, M., and G. Xanthopoulos. 2014. Assessment of the effectiveness of the forest fire fighting ground forces in Greece. pp. 665-672. In proceedings of the 7th International Conference on Forest Fire Research on "Advances in Forest Fire Research", November 17-20, 2014. Coimbra, Portugal. Viegas D. X., (editor). ADAI/CEIF, University of Coimbra, Portugal. 1919 p.
- Van Wagner, C.E., 1977. Conditions for the start and spread of crown fire. *Canadian Journal of Forest Research*. 7: 23–34.
- Van Wagner, Beaufait C.E. 1988. Effect of slope on fires spreading downhill. *Can.J.For.Res.*18:818-820.
- Viegas D.X. and L.P. Pita. 2004. Fire spread in canyons. *IJWF*, 13, 253-274.
- Viegas, D.X. 2006. Parametric study of an eruptive fire behaviour model. *International Journal of Wildland Fire* 15(2) 169-177.
- Weber, R.O., and N.J. de Mestre. 1990. Flame spread measurements on single ponderosa pine needles: Effect of sample orientation and concurrent external flow. *Combust. Sci. Tech.* 70: 17-32.

Ελληνική

- Αθανασίου Μ., 2013. Μελέτη και επιχειρησιακό σχέδιο για την διαχείριση των δασικών πυρκαγιών στην Ζάκυνθο, Έργο Interreg IV "NAT-PRO", Τ.Ε.Ι. Ιονίων Νήσων, Σελ. 153.
- Αθανασίου Μ. 2019. Πυρκαγιές κόμης σε Μεσογειακά πευκοδάση στην Ελλάδα: Σύγκριση της παρατηρηθείσας συμπεριφοράς με τις προβλέψεις του CFIS και μια εμπειρική προσέγγιση της πρόβλεψης της συμπεριφοράς τους. Σελ. 279-292. Στα πρακτικά του 19ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, 29 Σεπτεμβρίου - 2 Οκτωβρίου 2019, Λιτόχωρο Πιερίας. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. 675 σελ.
- Αθανασίου, Μ. 2023. Τεχνική έκθεση αντιπυρικού σχεδίου με αναμενόμενη συμπεριφορά δασικών πυρκαγιών και προτάσεις για τη προσαρμογή των τύπων οικοτόπων προτεραιότητας στην κλιματική αλλαγή. 90 σελ. Παραδοτέο 3.2.2.3 του έργου «Μελέτη

διατήρησης του δάσους της κεφαλληνιακής Ελάτης και των τύπων οικοτόπων προτεραιότητας 5210*, 8210*, 8140* – Προτάσεις Viegas and Pita προσαρμογής τους στην κλιματική αλλαγή», Ο.Φ.Υ.Π.Ε.Κ.Α., Κεφαλονιά.

Αθανασίου Μ., Γ. Ξανθόπουλος. 2013. Παρατηρήσεις μετάδοσης δασικών πυρκαγιών με καύτρες στην Ελλάδα Σελ. 30-40. Στα πρακτικά του 16ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, 6-9 Οκτωβρίου 2013, Θεσσαλονίκη. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία. 1144 σελ.

Αργυρίου Α., Γάγλια Α., Δασκαλάκη Ε., Ζαχαριάς Π., Κατσάνος Δ., Κοντογιαννίδης Σ., Λαδόπουλος Γ., Λαδόπουλος Ι. 2010. Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών. Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας – Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701/2010.

Γεωργιάδης Ν. Μ, Καλεβρά Ν., Γ. Αθανασάκης 2023. Πρώτη ταχεία οικολογική αποτίμηση των πυρκαγιών του 2023 στις Προστατευόμενες Περιοχές. WWF Ελλάς, Αθήνα Σεπτέμβριος 2023, 49 σελ.

Ξανθόπουλος, Γ., και Β. Βαρελά. 1999. Κατανομή της επικινδυνότητας των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα με βάση τα στοιχεία της περιόδου 1983-1993. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα ΓΕΩΤΕΕ. 10(2): 178-190.