

C4.D1: Development of Pilot Assessment
and Adaptation Guidelines for Landscapes
and Land-Uses:

**Case-study Protected Area GR3000005 – NATURA
2000, Attica Region using LCA methodology**

C4.D1: Πιλοτική αξιολόγηση και κατευθυντήριες γραμμές
προσαρμογής για τα τοπία
και τις χρήσεις γης:

**Μελέτη Περίπτωσης Προστατευόμενη Περιοχή
GR3000005 – NATURA 2000, Περιφέρεια Αττικής με
τη χρήση της μεθοδολογίας LCA**



Το έργο συγχρηματοδοτείται
από το Πρόγραμμα LIFE της
Ευρωπαϊκής Ένωσης



Το έργο συγχρηματοδοτείται
από το Πράσινο Ταμείο

Έρευνα, Σύνταξη:

Τοπίο:

Βασιλική Βλάμη, Δρ. Περιβαλλοντολόγος Τμ. Μηχανικών Περιβάλλοντος (Πανεπιστήμιο Πατρών)
Κατερίνα Βαρβαρίγγου, MSc Γεωπόνος Τμ. Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Χρήσεις Γης, Γεωπονία, Βιοκλιματολογία:

Ιωάννης Χαραλαμπίδης, PhD, MSc, Εργαστήριο Γενικής και Γεωργικής Μετεωρολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Βλάστηση, Οικολογία Τοπίου:

Δρ. Ιωάννης Π. Κόκκορης, Δασολόγος-Περιβαλλοντολόγος, Επιστημονικά Υπεύθυνος για την ΕΝΤΕΓΚΡΑ Ι.Κ.Ε.

Παροχή Κλιματικών Δεδομένων: ΕΑΑ, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης,
Λεμέσιος Γιάννης, Περιβαλλοντολόγος MSc, Υποψήφιος Διδάκτωρ, Δρ. Γιάννα Κιτσαρά, Άννα Καράλη MSc.

Έρευνα, Σύνθεση και τελική επιμέλεια του Τεύχους:

Κατερίνα Βαρβαρίγγου, Γεωπόνος, Τμ. Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Υπεύθυνος Φορέας Παραδοτέου:

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ για το Πρόγραμμα LIFE-IP AdaptInGR

Επιστημονικοί Υπεύθυνοι:

Τοπίο: **Δοξιάδης Θωμάς**, Principal Doxiadis+, M.Arch Αρχιτέκτονας, MLA Αρχιτέκτονας Τοπίου, Harvard University

Project Manager: **Λάζογλου Μιλτιάδης**, Δρ. Πολεοδόμος Χωροτάκτης

C.4.D1. με τίτλο «Πιλοτική αξιολόγηση και κατευθυντήριες γραμμές προσαρμογής για τα τοπία και τις χρήσεις γης στην Προστατευόμενη Περιοχή GR3000005 – NATURA 2000 της Περιφέρειας Αττικής αποτελεί παραδοτέο της Υπο-Δράσης C.4.1 «Ανάπτυξη πιλοτικών αξιολογήσεων και κατευθυντήριων γραμμών για την προσαρμογή των τοπίων και των χρήσεων γης» στο έργο AdaptInGr-LIFE17 IPC/GR/000006.

Τίτλος έγγραφου: C4.D1: Πιλοτική αξιολόγηση και κατευθυντήριες γραμμές προσαρμογής για τα τοπία και τις χρήσεις γης: Μελέτη Περίπτωσης Προστατευόμενη Περιοχή GR3000005 – NATURA 2000, Περιφέρεια Αττικής με τη χρήση της μεθοδολογίας LCA

Αριθμός Δράσης: C.4.1 «Ανάπτυξη πιλοτικών αξιολογήσεων και κατευθυντήριων γραμμών για την προσαρμογή των τοπίων και των χρήσεων γης» στο έργο AdaptInGr-LIFE17 IPC/GR/000006.

Αριθμός Παραδοτέου: C.4.D1. «Πιλοτική αξιολόγηση και κατευθυντήριες γραμμές προσαρμογής για τα τοπία και τις χρήσεις γης στην Προστατευόμενη Περιοχή GR3000005 – NATURA 2000 στην Περιφέρεια Αττικής με τη χρήση της μεθοδολογίας LCA

Διαβάθμιση έγγραφου: Έγγραφο ελεύθερης πρόσβασης

Είδος έγγραφου: Τεχνική έκθεση

Ημερομηνία: 27/12/2024

Κατάσταση εγγράφου: Έκδοση 1.0

Πληροφορίες για παραπομπές: AdaptInGr-LIFE17 IPC/GR/000006: «Ενισχύοντας την εφαρμογή πολιτικής για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα»: Ανάπτυξη πιλοτικών αξιολογήσεων και κατευθυντήριων γραμμών για την προσαρμογή των τοπίων και των χρήσεων γης» και συγκεκριμένα στην υλοποίηση μιας μελέτης περίπτωσης Προστατευόμενη Περιοχή GR3000005 – NATURA 2000 στην Περιφέρεια Αττικής.

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ:

E-mail: adapt@prv.ypeka.gr

Website: www.adaptivegreece.gr

Το έργο LIFE-IP AdaptInGR συγχρηματοδοτείται από το Πρόγραμμα LIFE της Ευρωπαϊκής Ένωσης (κωδ. LIFE17 IPC/GR/000006).

Το έργο LIFE-IP AdaptInGR συγχρηματοδοτείται από το Πράσινο Ταμείο.

Η παρούσα έκδοση εκφράζει αποκλειστικά τις απόψεις των συγγραφέων της. Ο Ευρωπαϊκός Εκτελεστικός Οργανισμός για το Κλίμα, τις Υποδομές και το Περιβάλλον (CINEA) και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δε μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνες για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται στο παρόν.

Περιεχόμενα

C4.D1: Development of Pilot Assessment and Adaptation Guidelines for Landscapes and Land-Uses: Case-study Protected Area GR3000005 – NATURA 2000, Attica Region using LCA methodology	1
C4.D1: Πιλοτική αξιολόγηση και κατευθυντήριες γραμμές προσαρμογής για τα τοπία και τις χρήσεις γης: Μελέτη Περίπτωσης Προστατευόμενη Περιοχή GR3000005 – NATURA 2000, Περιφέρεια Αττικής με τη χρήση της μεθοδολογίας LCA	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	20
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	21
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ	21
1.2 ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΛΙΜΑ	23
1.2.1. ΠΑΓΚΟΣΜΙΕΣ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ	23
1.2.2. ΤΟ ΤΟΠΙΟ ΣΤΙΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ	25
1.2.3. ΕΙΔΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ NATURA 2000 ΤΗΣ ΠΕ ΑΤΤΙΚΗΣ	25
1.3 ΠΛΑΙΣΙΟ, ΣΚΟΠΟΣ & ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	30
1.4 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ	32
1.5 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ	32
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ & ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	34
2.1 ΤΟ ΤΟΠΙΟ ΣΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ	34
2.1.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΤΟΠΙΟΥ	34
2.1.2. ΑΞΙΕΣ ΤΟΥ ΤΟΠΙΟΥ	36
2.1.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΠΙΟΥ: LANDSCAPE CHARACTER ASSESSMENT	39
2.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ	41
2.2.1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ	43
2.3 ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΤΟΠΙΟΥ	46
2.3.1. ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΤΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ	46
2.3.2. ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΤΟΠΙΟΥ	47
2.4 Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ NATURA GR3000005: ΣΟΥΝΙΟ – ΝΗΣΙΔΑ ΠΑΤΡΟΚΛΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΖΩΝΗ	49
2.4.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗ	49
2.4.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ GR3000005	55
2.4.3. ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ	58
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	61
3.1 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ	61

3.2 ΑΝΑΛΥΣΗ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΠΙΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	62
3.2.1. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	62
3.2.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ ΤΟΠΙΟΥ	63
3.2.3. ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΣΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΤΟΠΙΟΥ	66
3.3 ΟΙ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ ΤΟΠΙΟΥ ΤΗΣ GR3000005	69
3.3.1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ ΤΟΠΙΟΥ	69
3.3.2. ΠΧΤ1: ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ – ΛΕΓΡΑΙΝΑ.....	76
3.3.3. ΠΧΤ2: ΔΑΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΕΣ ΛΟΦΩΔΕΙΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ.....	78
3.3.4. ΠΧΤ3: ΔΥΤΙΚΕΣ ΒΡΑΧΩΔΕΙΣ ΠΛΑΓΙΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	80
3.3.5. ΠΧΤ4: ΕΓΚΟΙΛΟ ΧΑΟΣ.....	82
3.3.6. ΠΧΤ5: ΖΩΝΗ Α8 ΕΘΝΙΚΟΥ ΔΡΥΜΟΥ ΣΟΥΡΙΖΑ-ΑΓΡΙΛΕΖΑ.....	84
3.3.7. ΠΧΤ6: ΗΜΙΦΥΣΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ ΚΟΙΛΑΔΑΣ ΑΓΡΙΛΕΖΑΣ	86
3.3.8. ΠΧΥ7: ΛΟΦΟΙ ΜΑΡΚΑΤΙ - ΡΙΜΠΑΡΙ.....	88
3.3.9. ΠΧΤ8: ΝΗΣΙΔΑ ΠΑΤΡΟΚΛΟΣ.....	90
3.3.10. ΠΧΤ9: ΝΗΣΙΔΑ ΣΟΥΝΙΟΥ	92
3.3.11. ΠΧΤ10: ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ ΖΩΝΗ.....	94
3.3.12. ΠΧΤ11: ΠΕΔΙΝΕΣ ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ - ΜΑΡΚΑΤΙ.....	96
3.3.13. ΠΧΤ12: ΑΓΡΟΤΙΚΑ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΕΡΙΧΩΡΑ ΛΑΥΡΙΟΥ	98
3.3.14. ΠΧΤ13: ΥΓΡΟΤΟΠΟΣ ΛΕΓΡΑΙΝΩΝ	100
3.3.15. ΠΧΤ14: ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ - ΑΓ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	102
3.3.16. ΠΧΤ15: ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ - ΛΑΥΡΙΟ	104
3.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ	106
3.4.1. ΣΥΛΛΟΓΗ & ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	106
3.4.2. ΜΕΛΕΤΩΜΕΝΕΣ ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΙ & ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ.....	106
3.4.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΩΝ	107
3.4.4. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΤΡΩΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ ΤΟΠΙΟΥ (LCA)	111
3.5 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΠΡΟΒΟΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	113
3.5.1. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ/TEMPERATURE (°C).....	113
3.5.2. ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ / PRECIPITATION (MM)	117
3.5.3. ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ / RELATIVE HUMIDITY (%).....	127
3.5.4. ΞΗΡΕΣ ΗΜΕΡΕΣ – DAYS W/ PR<1MM.....	128
3.5.5. ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ / PET (MM	131
3.5.6. ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ / SUNSHINE DURATION (HOURS).....	132
3.5.7. ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ / WIND SPEED (M/SEC).....	133
3.5.8. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	133

3.5.9.	ΗΜΕΡΕΣ ΜΕ ΥΨΗΛΟ ΚΙΝΔΥΝΟ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ - FIRE DANGER DAYS (FWI>30)...	136
3.5.10.	ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	140
3.5.11.	ΔΕΙΚΤΕΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ.....	144
4.	ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	146
4.1	ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	146
4.2	ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	147
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	149
5.1	ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	149
5.2	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ.....	149
6.	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	150
6.1	ΟΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠεΣΠΚΑ ΑΤΤΙΚΗΣ ΚΑΙ Η ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΜ.....	150
6.2	ΟΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	151
6.2.1.	ΑΞΟΝΕΣ ΔΡΑΣΗΣ.....	151
6.2.2.	ΤΑ ΜΕΤΡΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ	152
6.3	ΕΜΠΟΔΙΑ & ΑΠΕΙΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ	179
6.4	ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ & ΕΜΠΛΟΚΗ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΜΕΝΩΝ.....	179
7.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ	180
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	181

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Πηγές δεδομένων που αξιοποιήθηκαν στη διαμόρφωση των Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου.	63
Πίνακας 2. Κατάταξη σε κατηγορίες φυτοκάλυψης των μονάδων βλάστησης – χρήσεων γης, στην περιοχή μελέτης.....	70
Πίνακας 3. Οι 15 περιοχές τοπίου που επιλέχθηκαν για την περιοχή μελέτης.	75
Πίνακας 4. Αναλυτικός πίνακας των Παγκόσμιων και Περιοχικών Μοντέλων που αξιοποιήθηκαν.	106
Πίνακας 5. Οι κλιματικές παράμετροι και δείκτες από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών για τους οποίους πραγματοποιήθηκαν οι προβολές βάσει των τριών σεναρίων εκπομπών.	107
Πίνακας 6. Βιοκλιματική κατάταξη των τιμών του DMI (Derdous et al., 2021).....	109
Πίνακας 7. Κατάταξη τιμών m και Θερμοκρασιακός χαρακτηρισμός κατά Emberger.	110
Πίνακας 8. Κατάταξη σε κατηγορίες ευαισθησίας σε ερημοποίηση (δείκτης ESA) της έκτασης στην περιοχή μελέτης.....	143
Πίνακας 9. Πίνακας των προτεινόμενων μέτρων και δράσεων για τον άξονα της Ενημέρωσης, Εκπαίδευσης και Ευαισθητοποίησης.	155
Πίνακας 11. Πίνακας των προτεινόμενων μέτρων και δράσεων για τον άξονα των Θεσμικών Εργαλείων.....	158
Πίνακας 12. Πίνακας των προτεινόμενων μέτρων και δράσεων για τον άξονα των Μέτρων Προσαρμογής.....	163

Πίνακας 13. Πίνακας των προτεινόμενων μέτρων και δράσεων για τον άξονα των Προγραμμάτων Ετοιμότητας για Έκτακτες Ανάγκες.....	172
---	-----

Πίνακας 14. Πίνακας των προτεινόμενων μέτρων και δράσεων για τον άξονα της Συστηματικής Παρακολούθησης και Επαναξιολόγησης.....	176
---	-----

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. Απεικόνιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο τοπίο με το πέρασμα του χρόνου.	21
---	----

Εικόνα 2. Οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals, SDGs) που υιοθετήθηκαν το 2015, στη Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών στη Νέα Υόρκη.....	22
---	----

Εικόνα 3. Χρονοδιάγραμμα απεικόνισης της προετοιμασίας της Ειδικής Έκθεσης της IPCC για την υπερθέρμανση του πλανήτη (μπλε) ενσωματωμένη στις διαδικασίες και τα ορόσημα της UNFCCC (πράσινο).	24
---	----

Εικόνα 4. Χάρτης απεικόνισης των περιοχών του δικτύου Natura 2000 στην περιοχή του ελλαδικού χώρου και στις γειτονικές χώρες.....	26
---	----

Εικόνα 5. Κατηγορίες των περιοχών του εθνικού δικτύου Natura 2000.....	27
--	----

Εικόνα 6.Ο συνολικός αριθμός των προστατευόμενων περιοχών και ειδών στην Ελλάδα και τα στατιστικά τους.....	28
---	----

Εικόνα 7. Οι περιοχές του δικτύου Natura 2000 στην Περιφέρεια Αττικής (ΣΜΠΕ, 2020).	29
--	----

Εικόνα 8. Πτυχές του τοπίου που είναι αντικείμενο μελέτης διαφόρων επιστημών..	34
---	----

Εικόνα 9. Πάνω αριστερά: Τα τρία θεμελιώδη στοιχεία του τοπίου: μορφές, πρακτικές/διαδικασίες και σχέσεις.....	35
--	----

Εικόνα 10. Οι τέσσερις αξίες του τοπίου όπως ορίστηκαν στο Α.2.Δ.2 του έργου LIFE-IP AdaptInGR. Βάσει του τετραπλού αξιολογικού συστήματος, μπορεί να περιγραφεί κάθε τοπίο.	36
---	----

Εικόνα 11. Οι διαφορές των προσεγγίσεων της αξιολόγησης του τοπίου από το 1970-2000 (Swanwick, 2002).	40
--	----

Εικόνα 12. Η αξιολόγηση του τοπίου σύμφωνα με τη μέθοδο LCA. Αριστερά: Διαδικασία ανάλυσης και σύνθεσης του χαρακτήρα του τοπίου, από επιμέρους ενότητες και την τυπολογία του. Δεξιά η διαδικασία συλλογής δεδομένων.	41
---	----

Εικόνα 13. Αύξηση της παγκόσμιας μέσης ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας σε σχέση με τη μέση θερμοκρασία της περιόδου 1850-1900. Η κάθε γραμμή αναπαριστά τη μέση θερμοκρασία ενός διεθνούς συνόλου δεδομένων (WMO, 2023).....	42
---	----

Εικόνα 14. Αναμενόμενη αύξηση της έντασης των βροχοπτώσεων έως το τέλος του 21 ^{ου} αιώνα (αριστερά) και επιδείνωση των περιόδων ξηρασίας από το 1900 έως το 2002 (δεξιά) (NASA, 2010)... ..	43
---	----

Εικόνα 15. Το κλίμα είναι ένα πολυ-παραγοντικό σύστημα με αλληλεπιδράσεις και συνδέσεις μεταξύ των μερών του. Η αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου επιδρά στα επιμέρους συστήματα και ανατροφοδοτείται από αυτά (GRID-Arendal, 2005).	43
---	----

Εικόνα 16. Περιγραφικός πίνακας των τεσσάρων σεναρίων συγκέντρωσης αερίων του θερμοκηπίου RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 και RCP8.5.	44
---	----

Εικόνα 17. Ενίσχυση ακτινοβολίας και εκπομπές CO ₂ στα διαφορετικά RCPs. (α) Ενίσχυση της ακτινοβολίας σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα.....	45
--	----

Εικόνα 18. Η Κλιματικά Ανθεκτική Ανάπτυξη (Climate Resilient Development, CRD) είναι η διαδικασία εφαρμογής μέτρων προσαρμογής και μετριασμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου για την υποστήριξη της βιώσιμης ανάπτυξης (IPCC, 2023).....	45
---	----

Εικόνα 19. Τα πλαίσια αξιολόγησης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής της IPCC. (α) Η τρωτότητα (V) σύμφωνα με τις εκθέσεις TAR/AR4 και (b) το ρίσκο (R) σύμφωνα με την SREX/AR5. .	46
Εικόνα 20 .Τα συστατικά της τρωτότητας και τα φαινόμενα που τα επηρεάζουν (Meybeck et al., 2019).	48
Εικόνα 21. Προσέγγιση RAD (Resist,Accept,Direct) που προωθείται από διαχειριστές οικοσυστημάτων στις ΗΠΑ για το σχεδιασμό της αντιμετώπισης των ενδεχόμενων προβλημάτων από την κλιματική αλλαγή (Lynch et al., 2022, 2021).	49
Εικόνα 22. Οι Δημοτικές Ενότητες του Δήμου Λαυρεωτικής και το έμβλημα του που απεικονίζει "μεταλλευτική κάμινο εκπέμπουσα καπνό" (πάνω δεξιά).	50
Εικόνα 23. Χάρτης Απεικόνισης της Ζώνης Οικιστικού Ελέγχου Λαυρεωτικής και χρήσεων γης (ΥΠΕΚΑ, 2024).	52
Εικόνα 24. Γεωλογική σύνθεση του Γεωπάρκου Λαυρεωτικής.	53
Εικόνα 25. Το γεωπάρκο Λαυρεωτικής είναι μια περιοχή με έκταση 262 km ² , με σημαντικό περιβαλλοντικό – γεωφυσικό πλούτο.	54
Εικόνα 26. Η περιοχή μελέτης GR3000005: Σούνιο – Νησίδα Πατρόκλου και Παράκτια Θαλάσσια Ζώνη του δικτύου Natura 2000.	55
Εικόνα 27. Αποτύπωση των τύπων οικοτόπων της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ που απαντώνται στην περιοχή GR3000005.	56
Εικόνα 28. Απεικόνιση χαρακτηριστικών ειδών χλωρίδας που απαντώνται στην περιοχή GR3000005.	56
Εικόνα 29. Περιοχές προστατευόμενων χώρων υψηλής πολιτιστικής αξίας στη χερσόνησο Λαυρεωτικής	57
Εικόνα 30. Χάρτες τρωτότητας ερημοποίησης (α) χωρική κατανομή για το δείκτη ESAI και (β) μέσος όρος ESAI ανά Περιφέρεια για την περίοδο 1984–2004 (Kalogeropoulos et al., 2024).	58
Εικόνα 31. Χρονικό πυρκαγιών στην χερσόνησο της Λαυρεωτικής. Στο διάγραμμα πάνω δεξιά απεικονίζεται το ποσοστό των καμένων εκτάσεων βάσει κατηγορίας κάλυψης γης του CORINE Land Cover.	59
Εικόνα 32. Κατάσταση ρίσκου του σημείου υδροληψίας Λαυρίου του ΔΙΠΥΝ της ΕΑΓΜΕ.	60
Εικόνα 33. Προβολή για το έτος 2050 της ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Με ανοιχτό γαλάζιο φαίνονται οι περιοχές της παράκτιας ζώνης της περιοχής Natura 2000 που αναμένεται να βυθιστούν.	60
Εικόνα 34. Βήματα έρευνας των τοπίων και των χρήσεων γης όπως αναπτύσσονται στο A2D2 του LifeAdaptinGR.	61
Εικόνα 35. Γενικό διάγραμμα αξιολόγησης χαρακτήρων τοπίου, κατά Warnock και Griffiths (2015).	64
Εικόνα 36. Το πρωτόκολλο Landscape Assessment Protocol (LAP) που αξιολογεί την ποιότητα του τοπίου μέσω μιας συστηματικής προσέγγισης και πολλαπλά κριτήρια, που ενσωματώνουν οικολογικές, πολιτιστικές και οπτικές πτυχές.	67
Εικόνα 37. Το πιλοτικό πρωτόκολλο πεδίου που στοχεύει στην περιγραφή και αξιολόγηση Περιοχών Τοπίου στα πλαίσια του συγκεκριμένου έργου.	68
Εικόνα 38. Η περιοχή μελέτης.	69
Εικόνα 39. Μονάδες βλάστησης – χρήσεων γης, σύμφωνα με τη χαρτογράφηση Corine Land Cover 2018.	70
Εικόνα 40. Φυτοκάλυψη ανηγμένη στα πολύγωνα των μονάδων βλάστησης χρήσεων γης.	71
Εικόνα 41. Χωρική απόδοση των γενικών μονάδων τοπίου, στην περιοχή μελέτης.	72

Εικόνα 42. Υψομετρικές κλάσεις τοπίου για την περιοχή μελέτης.....	72
Εικόνα 43. Περιοχές χαρακτήρα τοπίου στην περιοχή μελέτης.....	74
Εικόνα 44. Περιοχή μελέτης, όπου με αριθμούς και λευκό περίγραμμα σημειώνονται οι 15 επιλεγμένες περιοχές τοπίου.....	74
Εικόνα 45. Όψη των Λεγραινών από τους λόφους του Σουνίου δυτικά, με χρήση UAV τεχνολογίας.....	76
Εικόνα 46. Όψη των Λεγραινών από τα δυτικά με χρήση UAV τεχνολογίας. Στα αριστερά της εικόνας φαίνεται ο υγρότοπος της περιοχής, με σημαντική αξία για τη βιοποικιλότητα.....	76
Εικόνα 47. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ1 με Google Satellite στο QGIS.....	77
Εικόνα 48. Όψη μέρους του Εθνικού Δρυμού Σουνίου με τη χρήση UAV τεχνολογίας από την περιοχή του Έγκοιλου Χάους.....	78
Εικόνα 49. Απεικόνιση της εκτενούς έκτασης με χαλέπιο πεύκη που είναι χαρακτηριστικό της περιοχής στο άνω μέρος των λόφων της Λαυρεωτικής με χρήση UAV τεχνολογίας από το Έγκοιλο Χάος.....	78
Εικόνα 50. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ2 με Google Satellite στο QGIS.....	79
Εικόνα 51. Όψη των δυτικών πλαγιών από τα Λεγραινά με χρήση UAV τεχνολογίας.....	80
Εικόνα 52. Όψη του άνω τμήματος της ΠΧΤ3, όπου τεκμηριώνεται η παρουσία ξηροφυτικής βλάστησης, νεαρών δενδρυλλίων χαλέπιου πεύκης και το έντονα πετρώδες έδαφος.....	80
Εικόνα 53. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ3 με Google Satellite στο QGIS.....	81
Εικόνα 54. Αεροφωτογρταφία του Έγκοιλου Χάους από τα δυτικά με τη χρήση UAV τεχνολογίας.....	82
Εικόνα 55. Όψη του Έγκοιλου Χάους και των παραλίων του Λαυρίου από τα δυτικά με τη χρήση UAV τεχνολογίας.....	82
Εικόνα 56. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ4 με Google Satellite στο QGIS.....	83
Εικόνα 57. Όψη τμήματος της Ζώνης Α8 με χρήση UAV τεχνολογίας από τη θέση του αρχαίου μεταλλουργικού εργαστηρίου Νέγρη.....	84
Εικόνα 58. Απεικόνιση των ερειπίων των κατοικιών των μεταλλωρύχων στην περιοχή «Σούριζα» με χρήση UAV τεχνολογίας.....	84
Εικόνα 59. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ5 με Google Satellite στο QGIS.....	85
Εικόνα 60. Απεικόνιση του βόρειου μέρους της κοιλάδας Αγριλέζας, με θέα το Κάτω Σούνιο, με τη χρήση UAV τεχνολογίας.....	86
Εικόνα 61. Απεικόνιση της βλάστησης της περιοχής κοντά σε ανενεργά πλέον ρέματα, η οποία αποτελείται από μικρά πεύκα και φρύγανα.....	86
Εικόνα 62. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ6 με Google Satellite στο QGIS.....	87
Εικόνα 63. Απεικόνιση της ΠΧΤ7 που περιλαμβάνει τους καμένους λόφους στο βάθος ενώ στους πρόποδες ξεχωρίζει η πεδινή αγροτική ΠΧΤ11, με τη χρήση UAV τεχνολογίας.....	88
Εικόνα 64. Όψη των καμένων λόφων χαλεπίου Πεύκης από τα ανατολικά με χρήση UAV τεχνολογίας.....	88
Εικόνα 65. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ7 με Google Satellite στο QGIS.....	89
Εικόνα 66. Όψη της νησίδας Πατρόκλου από σημείο πλησίον της εκκλησίας της Αγίας Βαρβάρας στη Ζώνη Α8.....	90
Εικόνα 67. Απεικόνιση της τοποθεσίας της νησίδας Πατρόκλου από τα Λεγραινά, με τη χρήση UAV τεχνολογίας.....	90
Εικόνα 68. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ8 με Google Satellite στο QGIS.....	91

Εικόνα 69. Όψη του Ιερού του Ποσειδώνα στο Σούνιο από τα βόρεια, με τη χρήση UAV τεχνολογίας...	92
Εικόνα 70. Όψη του Ναού της Αθηνάς Σουνιάδος (κάτω δεξιά) και των ανατολικών ακτών του ακρωτηρίου από τα βόρεια, με τη χρήση UAV τεχνολογίας.....	92
Εικόνα 71. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ9 με Google Satellite στο QGIS.....	93
Εικόνα 72. Απεικόνιση μέρους της παράκτιας ζώνης που καταλήγει στο Σούνιο με χρήση UAV τεχνολογίας.....	94
Εικόνα 73. Όψη της περιοχής πλησίον της παραλίας «Λιμάνι Πασσά», η οποία είναι κατάφυτη με χαλέπιο πεύκη, με τη χρήση UAV τεχνολογίας.....	94
Εικόνα 74. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ10 με Google Satellite στο QGIS.....	95
Εικόνα 75. Όψη της ΠΧΤ11 από τα βόρεια, πλησίον του Έγκοιλου Χάους, με χρήση UAV τεχνολογίας.	96
Εικόνα 76. Απεικόνιση καλλιέργειας αμπελιού, χαρακτηριστικό παράδειγμα της ΠΧΤ11.....	96
Εικόνα 77. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ11 με Google Satellite στο QGIS.....	97
Εικόνα 78. Απεικόνιση των βιομηχανικών δομών στην περιοχή των μεταλλείων του Λαυρίου με χρήση UAV τεχνολογίας.	98
Εικόνα 79. Απεικόνιση της ΠΧΤ12 όπου ξεχωρίζουν τα εκχερσωμένα αγροτεμάχια, οι χωματόδρομοι και οι αγροτικές κατοικίες στα δεξιά.	98
Εικόνα 80. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ12 με Google Satellite στο QGIS.....	99
Εικόνα 81. Όψη του υγροτόπου από τα ανατολικά, με χρήση UAV τεχνολογίας.....	100
Εικόνα 82. Όψη του υγροτόπου με τα χαρακτηριστικά ποώδη φυτά που αναπτύσσονται σε αμμώδη εδάφη.	100
Εικόνα 83. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ13 με Google Satellite στο QGIS.....	101
Εικόνα 84. Όψη του οικισμού του Αγίου Κωνσταντίνου από το Έγκοιλο Χάος με χρήση UAV τεχνολογίας.....	102
Εικόνα 85. Όψη τμήματος του Αγίου Κωνσταντίνου και μέρους του εναπομείναντος δάσους χαλεπίου πεύκης του Εθνικού Δρυμού Σουνίου με χρήση UAV τεχνολογίας.	102
Εικόνα 86. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ14 με Google Satellite στο QGIS.....	103
Εικόνα 87. Όψη των ορίων της περιοχής του Λαυρίου με την αγροτική και βιομηχανική ζώνη, με χρήση UAV τεχνολογίας από τα βόρεια.....	104
Εικόνα 88. Όψη των μεταλλείων και κατοικιών του Λαυρίου από τα νότια με χρήση UAV τεχνολογίας.	104
Εικόνα 89. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ15 με Google Satellite στο QGIS.....	105
Εικόνα 90. Κλιματόγραμμα Emberger. Το κλιματόγραμμα εμπεριέχει τους συνδυασμούς των τιμών Q1 (τιμές ομβροθερμικού πηλίκου) με τις τιμές m (μέσες ελάχιστες τιμές θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα).....	111
Εικόνα 91. Μέση θερμοκρασία αέρα (Mean Air Temperature, °C) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000) στα αριστερά και διαφορά μέσης θερμοκρασίας αέρα (Mean Air Temp., °C) 2ης περιόδου (2071–2100) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000) στα δεξιά.	113
Εικόνα 92. Οι διαφορές της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας αέρα για τα μελλοντικά σενάρια και περιόδους σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (X-Ref) σε °C.	114
Εικόνα 93. Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (Max Air Temp., °C) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000) στα αριστερά και διαφορά μέγιστης θερμοκρασίας αέρα (Max Air Temp., °C) 2ης περιόδου (2071–2100) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000) στα δεξιά.	114

Εικόνα 94. Οι διαφορές μέσης μέγιστης θερμοκρασίας ανά μήνα για τα μελλοντικά σενάρια και περιόδους σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (X-Ref) σε °C.....	115
Εικόνα 95. Ελάχιστη θερμοκρασία αέρα (Min Air Temp., °C) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000) στα αριστερά και διαφορά ελάχιστης θερμοκρασίας αέρα (Min Air Temp., °C) 2ης περιόδου (2071–2100) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000) στα δεξιά.....	116
Εικόνα 96. Οι διαφορές της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας αέρα για τα μελλοντικά σενάρια και περιόδους σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (X-Ref) σε °C.....	117
Εικόνα 97. Συνολική ετήσια βροχόπτωση (PR, mm) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).	117
Εικόνα 98. Διαφορά συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης (PR, mm) 1ης (αριστερά) και 2ης (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP4.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).....	118
Εικόνα 99. Διαφορά συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης (PR, mm) 1ης (αριστερά) και 2ης (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000). ...	118
Εικόνα 100. Οι ποσοστιαίες μεταβολές του ύψους βροχόπτωσης για τα μελλοντικά σενάρια και περιόδους σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (X-Ref) σε ποσοστό %.....	119
Εικόνα 101. Μέγιστη βροχόπτωση 24ώρου (PRMAX, mm) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).....	119
Εικόνα 102. Διαφορά μέγιστης βροχόπτωσης 24ώρου (PRMAX, mm) 1ης (αριστερά) και 2ης (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP4.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).....	120
Εικόνα 103. Διαφορά μέγιστης βροχόπτωσης 24ώρου (PRMAX, mm) 1ης (αριστερά) και 2ης (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).....	120
Εικόνα 104. Μέση βροχόπτωση 24ώρου (PRMEAN, mm) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).....	121
Εικόνα 105. Διαφορά μέσης βροχόπτωσης 24ώρου (PRMEAN, mm) 1ης (αριστερά) και 2ης (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP4.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).....	121
Εικόνα 106. Διαφορά μέσης βροχόπτωσης 24ώρου (PRMEAN, mm) 1ης (αριστερά) και 2ης (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).....	122
Εικόνα 107. Ύψος χιονιού (PRSN, cm) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).....	122
Εικόνα 108. Διαφορά ύψους χιονιού (PRSN, cm) 1ης (αριστερά) και 2ης (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP4.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).....	123
Εικόνα 109. Διαφορά ύψους χιονιού (PRSN, cm) 1ης (αριστερά) και 2ης (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).....	123
Εικόνα 110. Ημέρες βροχόπτωσης μεγαλύτερης των 20mm (PR20, Days) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000) στα αριστερά και διαφορά ημερών βροχόπτωσης μεγαλύτερης των 20mm (PR20, Days) 2ης περιόδου (2071–2100) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000), στα δεξιά.	124
Εικόνα 111. Οι διαφορές των ημερών υψηλής βροχόπτωσης ανά μήνα για τα μελλοντικά σενάρια και περιόδους σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (X-Ref) σε ημέρες.....	124
Εικόνα 112. Ημέρες βροχής (Wet Days, Days) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).....	125
Εικόνα 113. Διαφορά Ημέρες βροχής (Wet Days, Days) 1ης (αριστερά) και 2ης (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP4.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).....	125

Εικόνα 114. Διαφορά ημερών βροχής (Wet Days, Days) 1 ^{ης} (αριστερά) και 2 ^{ης} (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).\\.....	126
Εικόνα 115. Οι διαφορές ημερών βροχής για τα μελλοντικά σενάρια και περιόδους σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (X-Ref) σε ημέρες.	126
Εικόνα 116. Σχετική Υγρασία (Relative Humidity, %) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000) στα αριστερά και διαφορά Σχετικής Υγρασίας (Relative Humidity, %) 2 ^{ης} περιόδου (2071–2100) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000) στα δεξιά.	127
Εικόνα 117. Οι ποσοστιαίες μεταβολές της σχετικής υγρασίας για τα μελλοντικά σενάρια και περιόδους σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (X-Ref) σε ποσοστό %.	128
Εικόνα 118. Μέγιστη διάρκεια διαδοχικών ημερών ανά έτος με PR<1mm (Dry Spell, Days) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).....	128
Εικόνα 119. Διαφορά μέγιστης διάρκειας διαδοχικών ημερών ανά έτος με PR<1mm (Dry Spell, Days) 1 ^{ης} (αριστερά) και 2 ^{ης} (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP4.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).....	129
Εικόνα 120. Διαφορά μέγιστης διάρκειας διαδοχικών ημερών ανά έτος με PR<1mm (Dry Spell, Days) 1 ^{ης} (αριστερά) και 2 ^{ης} (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).....	129
Εικόνα 121. Αριθμός ξηρών ημερών (DD, Days) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).....	130
Εικόνα 122. Διαφορά αριθμού ξηρών ημερών (DD, Days) 1 ^{ης} (αριστερά) και 2 ^{ης} (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP4.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).....	130
Εικόνα 123. Διαφορά αριθμού ξηρών ημερών (DD, Days) 1 ^{ης} (αριστερά) και 2 ^{ης} (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).	131
Εικόνα 124. Οι διαφορές της εξατμισοδιαπνοής (δυναμικής) για τα μελλοντικά σενάρια και περιόδους σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (X-Ref) σε mm.	132
Εικόνα 125. Διάρκεια ηλιοφάνειας (SUN duration, Hours) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000), στα αριστερά και διαφορά διάρκειας ηλιοφάνειας (SUN duration, Hours) 2 ^{ης} περιόδου (2071–2100) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000), στα δεξιά.	132
Εικόνα 126. Ταχύτητα ανέμου (Wind Speed, Beaufort) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).	133
Εικόνα 127. Χωρική κατανομή των κλάσεων του δείκτη Emberger (Q2) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).....	134
Εικόνα 128. Χωρική κατανομή των κλάσεων του δείκτη Emberger (Q2) κατά την 1 ^η (αριστερά) και την 2 ^η (δεξιά) περίοδο (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP4.5.	134
Εικόνα 129. Χωρική κατανομή των κλάσεων του δείκτη Emberger (Q2) κατά την 1 ^η (αριστερά) και τη 2 ^η (δεξιά) περίοδο (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP8.5.	135
Εικόνα 130. Χωρική κατανομή των κλάσεων του δείκτη de Martonne (DMI) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000), αλλά και όλα τα σενάρια (RCP4.5 και RCP8.5) και τις χρονικές περιόδους (2031–2060, 2071–2100).....	136
Εικόνα 131. Κατανομή του δείκτη FWI (>30), για την περίοδο αναφοράς, προσαρμοσμένος ανά μονάδα βλάστησης – χρήσης γης, χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή του δείκτη, για κάθε πολύγωνο μονάδας βλάστησης – χρήσης γης, στην περιοχή μελέτης, για την περίοδο αναφοράς 1971–2000.....	137
Εικόνα 132. Διαφορά αριθμού ημερών με υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς (FWI>30), της 1 ^{ης} περιόδου (2031–2060) σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1971–2000), βάσει του σεναρίου RCP4.5, στην περιοχή μελέτης.	138

Εικόνα 133. Διαφορά αριθμού ημερών με υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς (FWI>30) της 2 ^{ης} περιόδου (2071-2100), σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1971-2000), βάσει του σεναρίου RCP4.5, στην περιοχή μελέτης.	138
Εικόνα 134. Διαφορά αριθμού ημερών με υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς (FWI>30), της 1 ^{ης} περιόδου (2031-2060) σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1971-2000) βάσει του σεναρίου RCP8.5, στην περιοχή μελέτης.	139
Εικόνα 135. Διαφορά αριθμού ημερών με υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς (FWI>30), της 2 ^{ης} περιόδου (2071-2100) σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1971-2000) βάσει του σεναρίου RCP8.5, στην περιοχή μελέτης.	139
Εικόνα 136. Αριθμός συνεχόμενων ημερών ξηρασίας (PR<1mm), προσαρμοσμένος ανά μονάδα βλάστησης – χρήσης γης, χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή του δείκτη, για κάθε πολύγωνο μονάδας βλάστησης – χρήσης γης, στην περιοχή μελέτης, για την περίοδο αναφοράς 1971-2000.	140
Εικόνα 137. Διαφορά μέσου ετήσιου αριθμού διαδοχικών ξηρών ημερών (PR<1 mm), της 1 ^{ης} περιόδου (2031-2060) στο σενάριο RCP4.5 σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1971-2000), για την περιοχή μελέτης.	141
Εικόνα 138. Διαφορά μέσου ετήσιου αριθμού διαδοχικών ξηρών ημερών (PR<1 mm), της 2 ^{ης} περιόδου (2071-2100) στο σενάριο RCP4.5 σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1971-2000), για την περιοχή μελέτης.	141
Εικόνα 139. Διαφορά μέσου ετήσιου αριθμού διαδοχικών ξηρών ημερών (PR<1 mm), της 1 ^{ης} περιόδου (2031-2060) στο σενάριο RCP8.5 σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1971-2000), για την περιοχή μελέτης.	142
Εικόνα 140. Διαφορά μέσου ετήσιου αριθμού διαδοχικών ξηρών ημερών (PR<1 mm), της 2 ^{ης} περιόδου (2071-2100) στο σενάριο RCP8.5 σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1971-2000), για την περιοχή μελέτης.	142
Εικόνα 141. Κατάταξη σε κατηγορίες ευαισθησίας στην ερημοποίηση (δείκτης ESA) των μονάδων βλάστησης και χρήσεων γης, στην περιοχή μελέτης.	143
Εικόνα 142. Μέση τιμή του δείκτη Kst-factor, προσαρμοσμένος ανά μονάδα βλάστησης – χρήσης γης, χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή του δείκτη, για κάθε πολύγωνο μονάδας βλάστησης – χρήσης γης, στην περιοχή μελέτης, για την περίοδο αναφοράς 1971-2000.	144
Εικόνα 143. Μέση τιμή του δείκτη R-factor, προσαρμοσμένος ανά μονάδα βλάστησης – χρήσης γης, χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή του δείκτη, για κάθε πολύγωνο μονάδας βλάστησης – χρήσης γης, στην περιοχή μελέτης, για την περίοδο αναφοράς 1971-2000.	145
Εικόνα 144. Κίνδυνος διάβρωσης των εδαφών από τη βροχόπτωση (δείκτης R-factor), στην περιοχή μελέτης, σε προβολή για το έτος 2050.	145
Εικόνα 145. Διαδικασία προσδιορισμού τοπίων προτεραιότητας σύμφωνα με εξέχοντα πολιτιστικά ή φυσικά χαρακτηριστικά, βάσει των τιμών που αποδόθηκαν στα κριτήρια της πολιτιστικής και οικολογικής αξίας του εκάστοτε τοπίου.	148
Εικόνα 146. Πλαίσιο για τη διαμόρφωση προτάσεων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή (Radhakrishnan et al., 2017).	152
Εικόνα 147. Απεικόνιση των κατηγοριών μέτρων και δράσεων στο πλαίσιο του πρώτου άξονα: Ενημέρωση, Εκπαίδευση και Ευαισθητοποίηση, για την κλιματική αλλαγή όπως διατυπώνονται στη Συμφωνία του Παρισιού του 2015 (SEPN, 2024).	154
Εικόνα 148. Τέσσερα βασικά στοιχεία των θεσμικών εργαλείων: νομοθετικά πλαίσια, ρυθμίσεις, κανονισμοί και διαχειριστικοί μηχανισμοί.	157
Εικόνα 149. Ενδεικτικά μέτρα προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή των τομέων προτεραιότητας που σχετίζονται με το τοπίο, όπως προσαρμόστηκε από τους Wang et al. (2023).	162

Εικόνα 150. Τα τέσσερα βασικά βήματα διαχείρισης καταστροφών: πρόληψη, ετοιμότητα, αντίδραση και αποκατάσταση και οι διαστάσεις της ανθεκτικότητας σε καταστροφές: προσαρμοστική ικανότητα, απορροφητική ικανότητα και μετασχηματιστική ικανότητα (Hossin et al., 2023)..... 171

Εικόνα 151. Αποτύπωση οθόνης της διεπαφής της εφαρμογής παρακολούθησης τοπίου τροφοδοτούμενης από δορυφορικά δεδομένα (Black et al., 2023)..... 175

Ιστορικό Εγγράφου

Εκδόσεις

Αριθμός έκδοσης	Ημερομηνία	Φορέας	Παρατηρήσεις
1	27-12-2024	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ Περιβάλλοντος Πολιτισμού	& ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ 1
	..-.-20..		
	..-.-20..		

Ποιοτικός έλεγχος παραδοτέου

Έλεγχος	Ημερομηνία	Κατάσταση	Παρατηρήσεις

Αρκτικόλεξα & Συντομογραφίες

Παράδειγμα: CCB

Central Coordination Board

AC	Adaptive Capacity
ASCSA	American School of Classical Studies
AR	Assessment Report
CLMS	Copernicus Land Monitoring Service
COP	Coefficient Of Performance: Συντελεστής Απόδοσης
E	Exposure
EEA	European Environment Agency
ELLET	ELLINIKI ETAIRIA Society for the Environment and Cultural Heritage
ESDAC	European Soil Data Centre
EUNIS	European Nature Information System
FWI	Fire Weather Index
GRFU	Green Fund
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JRC	European Commission Joint Research Centre
MEEN	Ministry of Environment and Energy
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NOA	National Observatory of Athens

PR	Precipitation
RCMs	Regional Climate Models
RCPs	Representative Concentration Pathways
RH	Relative Humidity
S	Sensitivity
Sc	Scenario
SMHI	Swedish Meteorological and Hydrological Institute
SDGs	Sustainable Development Goals
UNEP	United Nations Environmental Programme
UNESCO	United Nations Educational Scientific and Cultural Organization
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
V	Vulnerability
WMO	World Meteorological Organization
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΓΓΠΠ	Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας
ΓΥΣ	Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού
ΔΕΔΔΗΕ	Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΔΕΥΑ	Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης
ΔΙΠΥΝ	Δίκτυο Παρακολούθησης Υπόγειων Νερών

ΕΑΓΜΕ-ΙΓΜΕ	Ελληνική Αρχή Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών
ΕΛΛΕΤ	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ Περιβάλλοντος και Πολιτισμού
ΕΛΣΤΑΤ	Ελληνική Στατιστική Αρχή
ΕΜΠ	Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
ΕΟΤ	Εθνικός Οργανισμός Τουρισμού
ΕΠ ΥΜΕΠΕΡΑΑ	Επιχειρησιακό Πρόγραμμα "Υποδομές, Μεταφορές, Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη
ΕΣΠΑ	Εταιρικό Σύμφωνο για το Πλαίσιο Ανάπτυξης
ΕΦΑ	Εφορεία Αρχαιοτήτων
ΜΠΕ	Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
ΟΦΥΠΕΚΑ	Οργανισμός Φυσικού Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής
ΠΔΕ	Περιφερειακή Διεύθυνση Εκπαίδευσης
ΡΑΑΕΥ	Ρυθμιστική Αρχή Αποβλήτων, Ενέργειας και Υδάτων
ΣΕΠΑ	Σύστημα Έγκαιρης Προειδοποίησης και Αντίδρασης
ΣΜΠΕ	Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
ΤΕΕ	Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας
ΥΚΚΠΠ	Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας
ΥΠΑΑΤ	Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων
ΥΠΑΙΘΑ	Υπουργείο Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού
ΥΠΕΝ	Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας

ΥΠΠΟΑ	Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού
ΥπΤ	Υπουργείο Τουρισμού
ΥΨΔ	Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης
ΦΔΠΠ	Φορείς Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών
ΧΥΤΑ	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων
ΧΑΔΑ	Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το παραδοτέο C.4.D1. με τίτλο «Πιλοτική αξιολόγηση και κατευθυντήριες γραμμές προσαρμογής για τα τοπία και τις χρήσεις γης στην Προστατευόμενη Περιοχή GR3000005 – NATURA 2000, Περιφέρεια Αττικής με τη χρήση της μεθοδολογίας LCA αποτελεί παραδοτέο της Υπο-Δράσης C.4.1 «Ανάπτυξη πιλοτικών αξιολογήσεων και κατευθυντήριων γραμμών για την προσαρμογή των τοπίων και των χρήσεων γης» στο έργο AdaptInGr-LIFE17 IPC/GR/000006. Στην παρούσα έκθεση αναπτύσσεται η μέθοδος αξιολόγησης Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου LCA στο χωρικό επίπεδο της προστατευόμενης περιοχής GR3000005 του δικτύου Natura, για την ανάλυση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο τοπίο. Ακολουθεί πιλοτική αξιολόγηση στον Τομέα Προτεραιότητας της ΕΣΠΚΑ «Τοπίο-Χρήσεις Γης» με κύριο σκοπό την προώθηση μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή ειδικά για το τοπίο και τις χρήσεις γης. Στους στόχους της μελέτης εντάσσεται και η αξιολόγηση της τρωτότητας του τοπίου και των χρήσεων γης της περιοχής μελέτης. Για την ικανοποίηση του στόχου, επιχειρείται η ταχεία περιγραφή και αξιολόγηση του τοπίου σε δύο διακριτές κλίμακες ανάλυσης, ώστε να διερευνηθούν οι τοπικοί κλιματικοί κίνδυνοι που αναμένονται. Τα τοπία και οι χρήσεις γης εξετάζονται στην κλίμακα της εν λόγω περιοχής Natura 2000 Αττικής, στη γεωγραφικά μικρότερη κλίμακα (έκταση 5382.27 ha) και διαδοχικά σε 15 επιλεγμένες Περιοχές Χαρακτήρα Τοπίου, σε γεωγραφικά μεγαλύτερη κλίμακα. Με βάση την ανωτέρω έρευνα, προτείνεται σειρά προτάσεων ως μέτρα προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή για τον τομέα προτεραιότητας «Τοπίο - Χρήσεις Γης». Δίνεται έμφαση στην διαχείριση του νερού, στις επιπτώσεις της άναρχης, εκτός σχεδίου δόμησης, στην πυροπροστασία και στη διαχείριση των λυμάτων, με στόχο την προστασία τρωτών τοπίων που περιλαμβάνουν φυσικούς οικότοπους και πολιτιστικά στοιχεία εξέχουσας σημασίας. Οι ανθρωπογενείς πιέσεις ενισχύουν τις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και συνεπώς ζημιώνουν το τοπίο. Ως εκ τούτου, συνυπολογίζονται στην αξιολόγηση της τρωτότητας και στη διαμόρφωση των προτάσεων προσαρμογής του τοπίου της περιοχής μελέτης. Η πιλοτική προσπάθεια χρήσης της μεθοδολογίας LCA απεδείχθη επαρκής για την κάλυψη των αναγκών της παρούσας μελέτης, όμως περαιτέρω ανάπτυξη απαιτείται για την αξιολόγηση των κλιματικών κινδύνων σε μεγάλη κλίμακα.

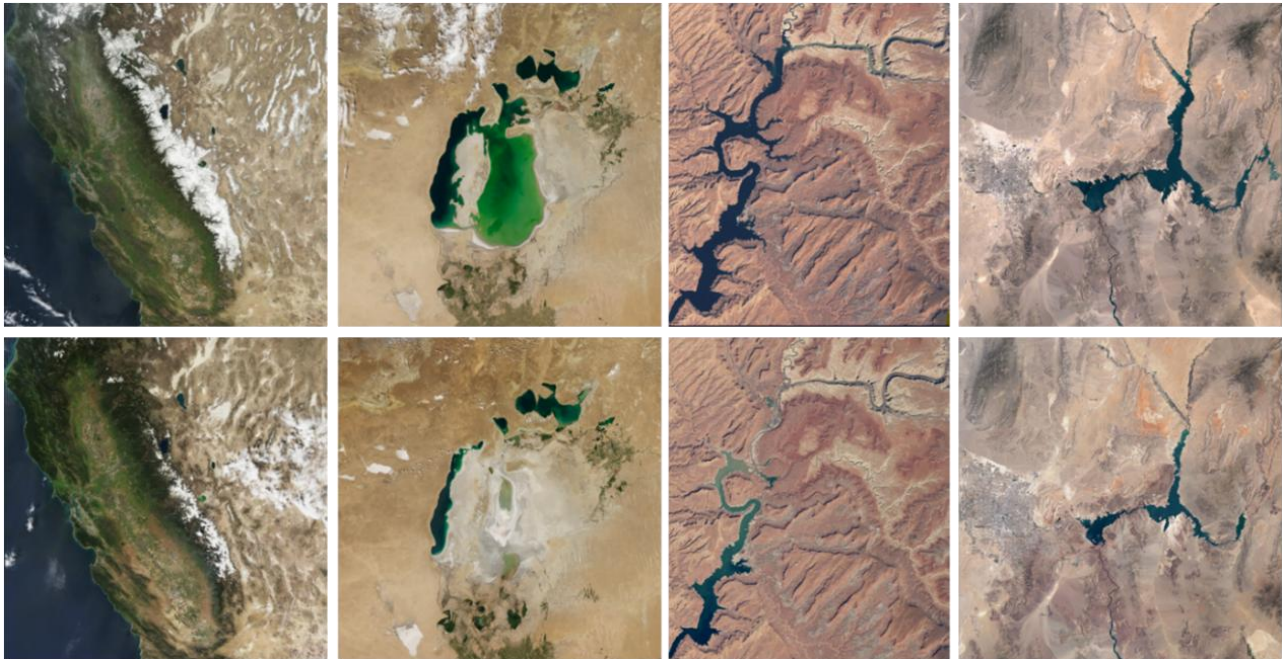
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί μια άμεση απειλή για τα οικοσυστήματα και την ανάπτυξη της ανθρώπινης δραστηριότητας σε παγκόσμιο επίπεδο. Με την μεταβολή των καιρικών μοτίβων και των βιοκλιματικών ζωνών, οι ανθρώπινες κοινωνίες καλούνται να προσαρμοστούν σε νέα δεδομένα. Ταυτόχρονα, προσπαθούν να διαφυλάξουν το φυσικό περιβάλλον και την πολιτιστική τους κληρονομιά. Τα τοπία, ως χωρικά υπόβαθρα στα οποία πραγματοποιούνται οι περιβαλλοντικές αλλαγές, είναι πολύτιμα για την κατανόηση των διαδικασιών του πλανήτη και την ικανότητά μας να χαρτογραφήσουμε το μέλλον (Wu, 2013). Οι κυριότερες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα τοπία είναι οι παρακάτω:

- Πλημμύρες
- Ξηρασία
- Ερημοποίηση
- Πυρκαγιές
- Αλλαγή χρήσεων και κάλυψης γης
- Άνοδος της στάθμης της θάλασσας

Παραδείγματα των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής παρατηρούνται στα τοπία της **Εικόνα 1**.



Εικόνα 1. Απεικόνιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο τοπίο με το πέρασμα του χρόνου. Από αριστερά, διαδοχικά: μείωση χιονοκάλυψης στη Sierra Nevada της Καλιφόρνια, συρρίκνωση της λίμνης Αράλης (πρώην 3^η μεγαλύτερης λίμνης στον κόσμο), πτώση της στάθμης νερού στη λίμνη Powell (Arizona) και μείωση της συγκέντρωσης νερού της δεξαμενής Mead (Las Vegas) στις ΗΠΑ. (National Geographic, 2015)

Η τρωτότητα του τοπίου απέναντι στην κλιματική αλλαγή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα φυσικά και πολιτισμικά χαρακτηριστικά του. Τα γεωμορφολογικά στοιχεία, η βιοποικιλότητα, η υδρολογία, αλλά και η ιστορική εξέλιξη της ανθρώπινης παρέμβασης, επηρεάζουν την ικανότητα προσαρμογής του τοπίου στις κλιματικές μεταβολές. Ανθρωπογενείς πιέσεις, όπως αστική διάχυση, η εντατική γεωργία, η κακή διαχείριση των υδάτινων πόρων και οι αυξανόμενες ενεργειακές απαιτήσεις, εντείνουν τα καταστροφικά φαινόμενα, επιταχύνοντας την υποβάθμισή του.

Ορισμένα τοπία, είναι εξέχουσας σημασίας και αναντικατάστατης φυσικής και πολιτιστικής αξίας για τον άνθρωπο. Συνεπώς, η διαχείρισή τους διέπεται από ειδικούς κανόνες, που στοχεύουν στον περιορισμό των ανθρωπογενών πιέσεων εντός των ορίων τους. Παρότι πραγματοποιούνται σημαντικές προσπάθειες για τη διαφύλαξη του χαρακτήρα τους, δεν είναι δυνατό να παραμείνουν ανεπηρέαστες

από τις ολοένα αυξανόμενες κλιματικές πιέσεις, εφόσον αποτελούν αναπόσπαστα μέρη ενός ευρύτερου οικολογικού και κλιματικού συστήματος.

Η περιοχή της Αττικής περιλαμβάνει σημαντικό αριθμό προστατευόμενων περιοχών, που φιλοξενούν σπουδαία μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς, αλλά και σπάνια οικοσυστήματα. Εξέχουσα θέση στο σύνολο των περιοχών κατέχει η χερσόνησος της Λαυρεωτικής, που περιλαμβάνει τον Αρχαιολογικό Χώρο Σουνίου και τον ομώνυμο Εθνικό Δρυμό. Ωστόσο, η γεωγραφία της, την καθιστά ιδιαίτερα ευάλωτη σε φαινόμενα όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας και οι έντονες βροχοπτώσεις. Σε συνδυασμό με τις αυξημένες θερμοκρασίες των τελευταίων χρόνων, που ήδη στο παρελθόν, έχουν οδηγήσει σε καταστροφικές πυρκαγιές, τα τοπία κινδυνεύουν από διάβρωση και τελικά ερημοποίηση. Κατά συνέπεια, χρήζουν επείγουσας προστασίας ώστε να παραμείνουν φορείς μνήμης της φύσης και του πολιτισμού.

Για τη διασφάλιση της βιωσιμότητας και της ανθεκτικότητας των τοπίων απέναντι στην κλιματική αλλαγή, είναι αναγκαία η ανάπτυξη ολιστικών μεθόδων προσαρμογής με διατομεακή συνεργασία και ενεργή εμπλοκή της τοπικής κοινότητας. Δεν είναι άλλωστε λίγες οι διασυνδέσεις του τοπίου με τους 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (Εικόνα 2)



Εικόνα 2. Οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals, SDGs) που υιοθετήθηκαν το 2015, στη Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών στη Νέα Υόρκη. Η σωστή διαχείριση και σχεδιασμός των τοπίων ενόψει της κλιματικής αλλαγής συνδέεται με όλους, αλλά κυρίως με τους στόχους 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15 και 17 (IFLA, 2022).

Για το σχεδιασμό μέτρων προσαρμογής, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαιτερότητες της κάθε περιοχής, να ενσωματώνεται νέα επιστημονική γνώση και να συμμετέχουν όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς. Με την εφαρμογή στοχευμένων πρακτικών όπως η δημιουργία και διατήρηση ζωνών πυρασφάλειας, ο περιορισμός της εκτός σχεδίου δόμησης και ο αυστηρός έλεγχος των λυμάτων από τη βαριά βιομηχανία, οι προστατευόμενες περιοχές της Αττικής μπορούν να διασφαλίσουν την ανθεκτικότητά τους απέναντι στις κλιματικές προκλήσεις. Παράλληλα, η προστασία των μνημείων πολιτιστικής κληρονομιάς, η ενίσχυση της ενημέρωσης των επισκεπτών για ορθές περιβαλλοντικές πρακτικές και η αποτελεσματική διαχείριση των φυσικών πόρων συμβάλλουν στη διατήρηση αυτών των περιοχών ως χώρων συνύπαρξης, φύσης, πολιτισμού και οικονομικής ανάπτυξης. Οι προσπάθειες αυτές είναι κρίσιμες για την αποφυγή απώλειας πολύτιμου εδάφους και για τη διαφύλαξη του πολιτισμικού και φυσικού τοπίου για τις επόμενες γενιές.

1.2 ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΛΙΜΑ

1.2.1. ΠΑΓΚΟΣΜΙΕΣ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Η έννοια της κλιματικής αλλαγής, είχε διατυπωθεί ήδη από το 19^ο αιώνα, με την ανακάλυψη του φαινομένου του θερμοκηπίου. Ωστόσο, τα εργαλεία που είχε στη διάθεσή του ο άνθρωπος δεν του επέτρεπαν να υπολογίσει με ακρίβεια τις επιπτώσεις της αύξησης του CO₂ από την καύση των ορυκτών καυσίμων. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας στα τέλη του 20^{ου} αιώνα, επεκτάθηκε και η επιστημονική κατανόηση του φαινομένου της υπερθέρμανσης του πλανήτη (Carey, 2012). Η παγκόσμια ανησυχία για την έκταση του φαινομένου, οδήγησε στη θέσπιση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή¹ (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) το 1988 (UKRI, 2021).

Από τη δημιουργία της, η IPCC, έχει δημοσιεύσει έξι εκθέσεις αξιολόγησης (Assessment Reports, AR), που αποτελούν τη βάση διεθνών διαπραγματεύσεων πάνω στο ζήτημα της κλιματικής αλλαγής². Δίνουν έμφαση στην προσαρμογή και το μετριασμό των επιπτώσεων της, μέσω της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, την υιοθέτηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τη βιώσιμη διαχείριση των υδάτινων πόρων, την ανάπτυξη ανθεκτικών υποδομών και ορθών γεωργικών πρακτικών κα. (IPCC and WMO, 1992).

Η δημοσίευση της πρώτης έκθεσης αξιολόγησης, συνοδεύτηκε από μια διαδοχή σημαντικών διεθνών συμφωνιών³, όπως φαίνεται στην **Εικόνα 3**. Οι συνθήκες αυτές θέτουν στόχους για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και το βαθμό υπερθέρμανσης του πλανήτη, ο οποίος στις τελευταίες διασκέψεις, αποφασίστηκε να μην ξεπεράσει τον 1,5°C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα⁴.

Στο εθνικό πλαίσιο, οι πρώτες μελέτες της κλιματικής αλλαγής πραγματοποιήθηκαν στις αρχές του '90⁵. Σε επίπεδο πολιτικής, στις αρχές του 2000, διαμορφώθηκε το Εθνικό Πρόγραμμα Δράσης για την Κλιματική Αλλαγή που εστίαζε στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, στην αύξηση της ενεργειακής απόδοσης και στην αύξηση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΥΠΕΝ, 2003). Οι μετέπειτα πολιτικές για την κλιματική αλλαγή, βασίστηκαν στο έργο της Επιτροπής Μελέτης Επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής της Τράπεζας της Ελλάδος το 2009 (ΕΜΕΚΑ, 2011). Σύμφωνα με την παγκόσμια τάση, η μελέτη υπογράμμισε την ανάγκη για τη διαμόρφωση στρατηγικών προσαρμογής και μέτρων μετριασμού για τις κλιματικές επιπτώσεις. Παραδείγματα της πρώτης κατηγορίας αποτελούν η ενίσχυση των υδατικών πόρων, η προώθηση της βιώσιμης γεωργίας η προστασία των ακτών και η ανάπτυξη πολιτικών για την διαχείριση του καύσωνα. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν

¹ Η IPCC είναι το «όργανο των Ηνωμένων Εθνών που είναι υπεύθυνο για την αξιολόγηση της επιστήμης που σχετίζεται με την κλιματική αλλαγή» (IPCC, <https://www.ipcc.ch/>). Θεσπίστηκε από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (World Meteorological Organization, WMO) και το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών (United Nations Environment Programme, UNEP). Παράλληλα σχεδόν με τη δημιουργία της IPCC, το 1990, ιδρύθηκε στην Κοπεγχάγη, ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (European Environment Agency, EEA) της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που με τη δημοσίευση αντίστοιχων μελετών, αποσκοπεί στη μετάδοση της γνώσης για την ενίσχυση των ευρωπαϊκών κλιματικών στόχων.

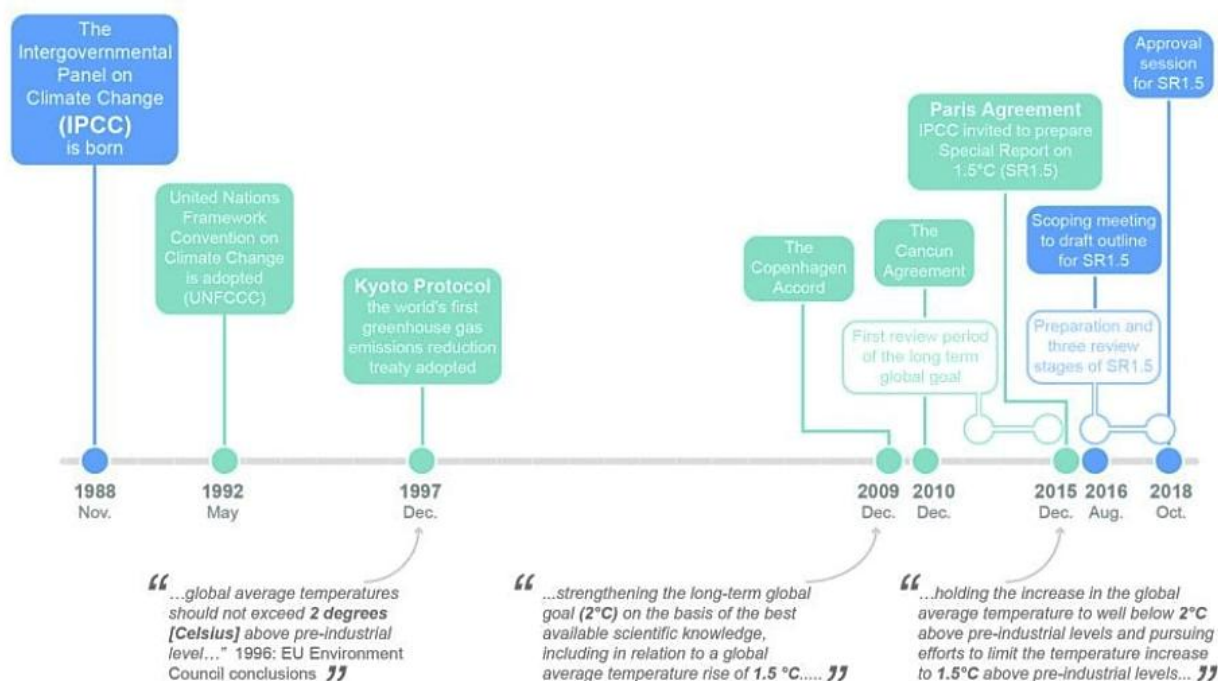
² Οι εκθέσεις είναι γνωστές διαδοχικά ως: FAR/AR1 – 1990/1992, SAR/AR2 – 1995, TAR/AR3 – 2001, AR4 – 2007, AR5 – 2014, AR6 – 2023.

³ Αρχικά δημιουργήθηκε η Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) το 1992, που στοχεύει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Μπήκε σε ισχύ το 1994 και έκτοτε, τα μέλη της πραγματοποιούν ετήσιες Διασκέψεις των Μερών (Conference of Parties, COPs), οι οποίες αποτελούν το ανώτατο όργανο λήψης αποφάσεων και αξιολογούν την εξέλιξη των δράσεων για την κλιματική αλλαγή (UN, <https://www.un.org/en/climatechange/un-climate-conferences>). Στη συνέχεια υιοθετήθηκε το Πρωτόκολλο του Κιότο (1997) το οποίο θέτει δεσμευτικούς στόχους μείωσης των εκπομπών για 37 βιομηχανικές χώρες (UNFCCC, https://unfccc.int/kyoto_protocol). Τέλος, το 2015 υιοθετήθηκε από 196 κράτη η Συμφωνία του Παρισιού. Τα μέλη συμφώνησαν να περιορίσουν την υπερθέρμανση του πλανήτη, διατηρώντας τη μέση θερμοκρασία του κάτω από 2°C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα, συνεχίζοντας παράλληλα να στοχεύουν στην οροφή του 1,5°C (UNFCCC, <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>).

⁴ Για την επίτευξη του στόχου παραδόθηκε και δημοσιεύτηκε Ειδική Έκθεση (Special Report, SR) από την IPCC το 2018, η οποία αποτελεί έγκυρο, επιστημονικό οδηγό για τις κυβερνήσεις για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (IPCC, 2019).

⁵ Αφορούσαν, κατά κύριο λόγο, τις επιπτώσεις της αύξησης της θερμοκρασίας και της διάρκειας των ξηρών ημερών, στους υδατικούς πόρους (M. Mimikou et al., 1991; M. A. Mimikou et al., 1991b, 1991a; Mimikou and Kounopoulos, 1991; Katsoulis and Kambetidis, 1989).

δράσεις όπως η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι αναδασώσεις και η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.



Εικόνα 3. Χρονοδιάγραμμα απεικόνισης της προετοιμασίας της Ειδικής Έκθεσης της IPCC για την υπερθέρμανση του πλανήτη (μπλε) ενσωματωμένη στις διαδικασίες και τα ορόσημα της UNFCCC (πράσινο). (IPCC, <https://www.ipcc.ch/sr15/faq/faq-chapter-1/>).

Στο έργο της ΕΜΕΚΑ βασίστηκαν σε μεγάλο βαθμό τα μετέπειτα δύο διακριτά πλαίσια πολιτικής για την κλιματική αλλαγή: η Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ) και τα Περιφερειακά Σχέδια για την προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΠεΣΠΚΑ). Η ΕΣΠΚΑ διαμορφώθηκε από το ΥΠΕΝ το 2016 και επικεντρώνεται στην ανάπτυξη στρατηγικών και μέτρων για την προσαρμογή των κοινωνικών και φυσικών συστημάτων στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, με σκοπό την επίτευξη της ανθεκτικότητας και τη μείωση της τρωτότητας (ΥΠΕΝ, 2016). Σε μεγαλύτερη κλίμακα, ορίστηκε και η εκπόνηση ΠεΣΠΚΑ τα οποία θα πρέπει να είναι συμβατά με την ΕΣΠΚΑ, σύμφωνα με την Υπουργική Απόφαση 11258/2017 (ΦΕΚ Β'873). Το δεύτερο πλαίσιο πολιτικής, εστιάζει στο μετριασμό της κλιματικής αλλαγής (σε αντίθεση με την ΕΣΠΚΑ που αναφέρεται στην προσαρμογή) και είναι το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ). Εγκρίθηκε το 2019 και έχει τους ίδιους στόχους με το Πρόγραμμα Δράσης του 2003, ενσωματώνοντας επιπλέον τη στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ενέργεια και το κλίμα και τις απαιτήσεις της Πράσινης Συμφωνίας (ΥΠΕΝ, 2019).

Οι δύο στρατηγικές, είναι συμπληρωματικές και υπογραμμίζουν το μεταβατικό στάδιο που βρίσκεται η χώρα μας, τόσο ως προς το μετριασμό των κλιματικών επιπτώσεων, όσο και ως προς την ενίσχυση της ανθεκτικότητας, στο δρόμο για την επίτευξη των κλιματικών στόχων την Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2030 και της Συμφωνίας του Παρισιού.

1.2.2. ΤΟ ΤΟΠΙΟ ΣΤΙΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ

Η έννοια της χρήσης του τοπίου ως βάσης για τη μελέτη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής εμφανίστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1980, με την ανάπτυξη της Οικολογίας Τοπίου (Landscape Ecology)⁶ (Vos and Opdam, 1993; Naveh, 1990; M. G. Turner, 1989; Monica Goigel Turner, 1989; Delcourt and Delcourt, 1988).

Οι απαρχές της συμπερίληψης του τοπίου στη διαμόρφωση πολιτικών στην Ευρώπη χρονολογούνται το 1994, σε μια προσπάθεια σχεδιασμού κατευθυντήριων γραμμών για τη βιώσιμη ανάπτυξη διαφόρων τομέων, αλλά και της προστασίας περιοχών ιδιαίτερων πολιτιστικών και φυσικών στοιχείων. Ως αφετηρία και βάση για το σύνολο της Ευρώπης, ορίστηκε το επιστημονικό έργο που είχε πραγματοποιηθεί ήδη σε τρεις Μεσογειακές χώρες: Ισπανία, Γαλλία και Ιταλία (COE, <https://www.coe.int>). Σημαντικά ορόσημα της εποχής διαδοχικά ήταν: η ίδρυση του Ευρωπαϊκού Κέντρου Προστασίας της Φύσης (European Centre for Nature Conservation, ECNC), οι μελέτες για τη διαμόρφωση στρατηγικής της Ένωσης Οικολόγων Τοπίου της Ολλανδίας (Dutch Association for Landscape Ecology, WLO) του 1998 και η υιοθέτηση της Ευρωπαϊκής Σύμβασης για το Τοπίο, αλλιώς γνωστή και ως Σύμβαση της Φλωρεντίας (European Landscape Convention, ELC/Florence Convention), το 2000 - 2004 (Mansvelt and Lubbe, 1998). Η τελευταία αναγνώρισε επίσημα τη σημασία των τοπίων ως τομέων προτεραιότητας στη διαμόρφωση περιβαλλοντικών πολιτικών, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που αφορούν στην προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και στον μετριασμό της.

Στην Ελλάδα, με την επικύρωση της Ευρωπαϊκής Σύμβασης Τοπίου το 2010, σημαντική αναφορά στην έννοια του τοπίου, περισσότερο ως χωρικής κλίμακας, έγινε στην ΕΣΠΚΑ, που εγκρίθηκε το 2016 (ΥΠΕΝ, 2016). Στο κείμενο τονίστηκε η σημασία του τοπίου για τη διαμόρφωση πολιτικών προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Παρότι προσεγγίσεις σε επίπεδο τοπίου, για την αντιμετώπιση των κλιματικών επιπτώσεων, υπογραμμίστηκαν σε όλους τους τομείς (γεωργία, τουρισμός, βιοποικιλότητα, κλπ.), δεν εισήχθη ως ένας ξεχωριστός τομέας προτεραιότητας.

Η πρόταση να συμπεριληφθεί το τοπίο ως ένας διακριτός τομέας προτεραιότητας για την ενίσχυση των πολιτικών προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή -υποστηριζόμενη από σχετικές μελέτες σε διάφορες περιοχές στον ελλαδικό χώρο- πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του έργου LIFE-IP AdaptInGR που ξεκίνησε το 2019. Το έργο στοχεύει στην ενίσχυση της εφαρμογής των πολιτικών προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή σε όλη την Ελλάδα. Εστιάζει και στο ρόλο των τοπίων στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας στις κλιματικές επιπτώσεις, μέσω μέτρων όπως ο βιώσιμος σχεδιασμός των χρήσεων γης, η αποκατάσταση των οικοσυστημάτων και οι ορθές πρακτικές διαχείρισης. Ενισχύοντας στην προσαρμοστική ικανότητα κάθε περιοχής, στοχεύει στη διασφάλιση ολοκληρωμένων και αποτελεσματικών στρατηγικών προσαρμογής.

1.2.3. ΕΙΔΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ NATURA 2000 ΤΗΣ ΠΕ ΑΤΤΙΚΗΣ

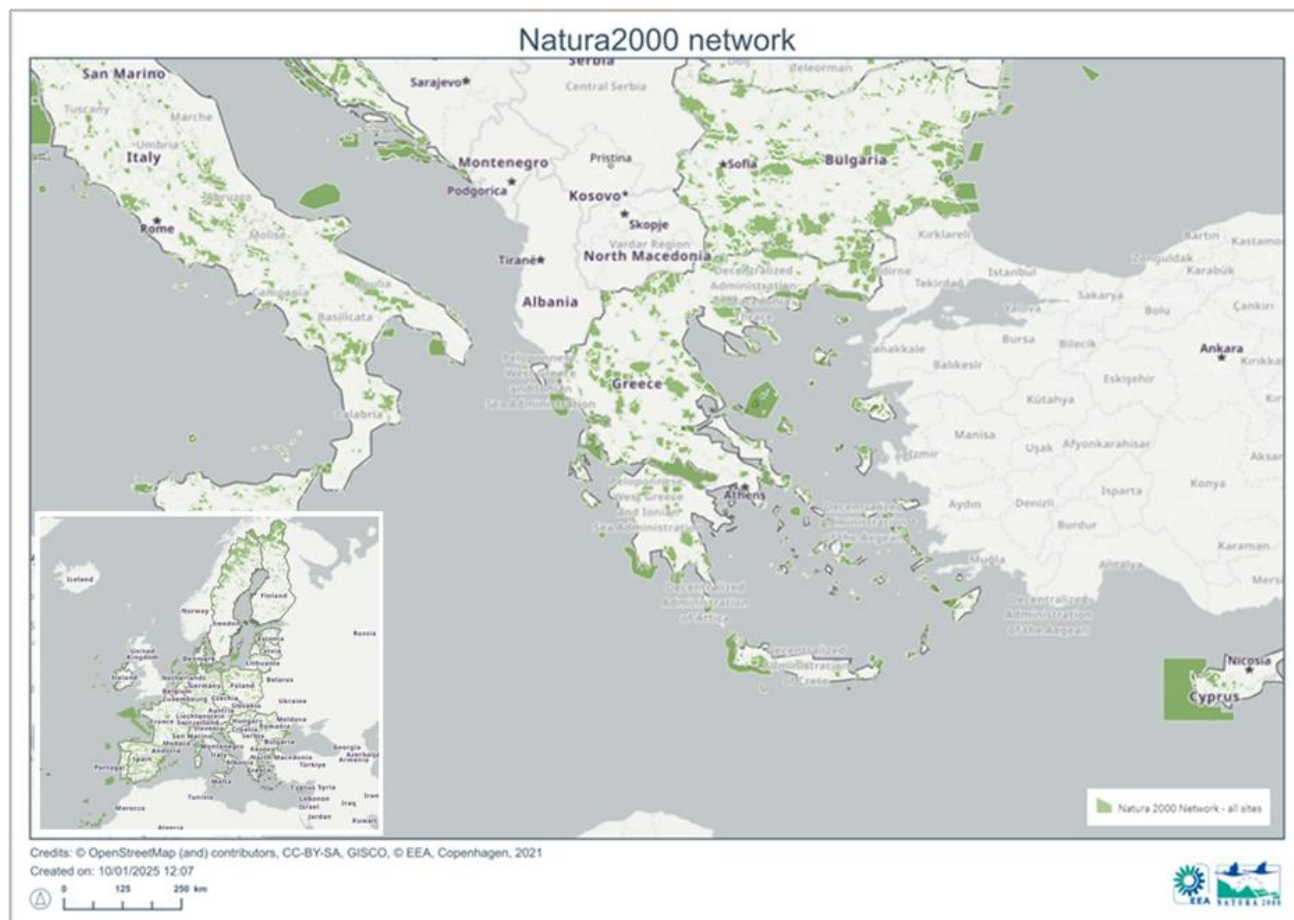
Το Natura 2000, είναι το Ευρωπαϊκό οικολογικό δίκτυο προστασίας της φύσης που καλύπτει ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση (Εικόνα 4). Ο βασικός του στόχος είναι η διασφάλιση της μακροχρόνιας διατήρησης πολύτιμων και απειλούμενων ειδών και οικοτόπων, σε ικανοποιητικό επίπεδο.

Η προστασία των περιοχών Natura και η προσαρμογή τους στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής έχουν καταστεί προτεραιότητα μέσω διαφόρων πολιτικών και έργων. Η Ελλάδα έχει υιοθετήσει στρατηγικές όπως η ΕΣΠΚΑ, το ΕΣΕΚ (παραπάνω) και προγράμματα LIFE, τα οποία εστιάζουν στη βιώσιμη διαχείριση των οικοσυστημάτων και την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των φυσικών περιοχών. Στο πλαίσιο των έργων, έχουν δημιουργηθεί δράσεις για την παρακολούθηση και την προστασία των

⁶ Η ιδέα της Οικολογίας Τοπίου είχε διατυπωθεί από επιστήμονες της γεωγραφίας και της οικολογίας ήδη από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα, ενώνοντας δύο ολιστικές έννοιες (Haber, 1990). Μελετά τις σχέσεων μεταξύ των χωρικών προτύπων και των οικολογικών διεργασιών διαφόρων τοπίων, εστιάζοντας στη σύνθεση και τη χωρική δομή των στοιχείων του τοπίου (Monica Goigel Turner, 1989).

⁷ <https://www.adaptivegreece.gr/el-gr/>

απειλούμενων οικοσυστημάτων. Στην υποστήριξη και υλοποίησή τους εμπλέκονται η Ευρωπαϊκή Ένωση, εθνικοί φορείς και πόροι, καθώς και τοπικές κοινότητες.



Εικόνα 4. Χάρτης απεικόνισης των περιοχών του δικτύου Natura 2000 στην περιοχή του ελλαδικού χώρου και στις γειτονικές χώρες.

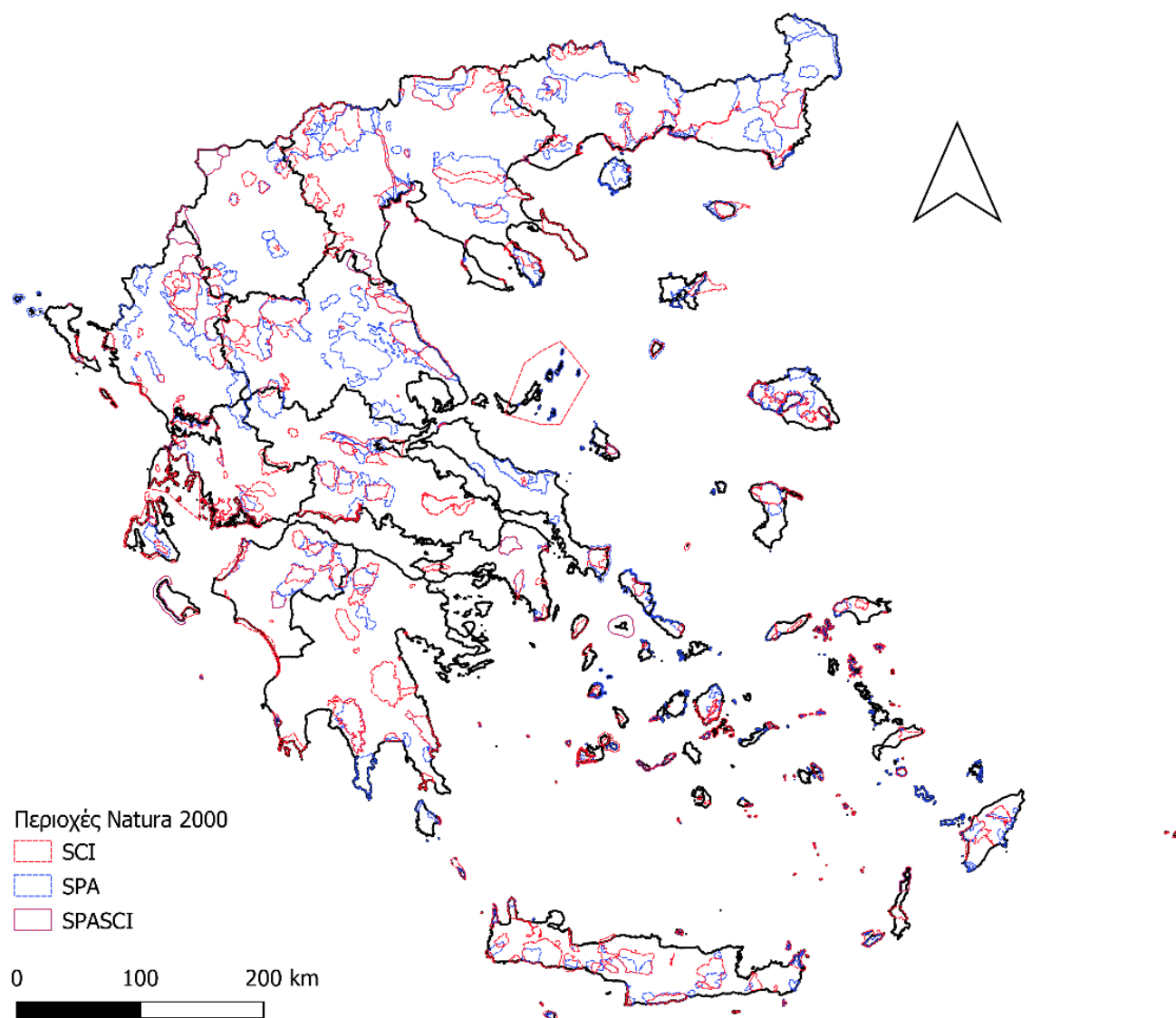
Εθνικό Δίκτυο Περιοχών Natura 2000

Στην Ελλάδα, το δίκτυο Natura 2000 περιλαμβάνει εθνικά πάρκα, υγροτόπους, δάση, και θαλάσσιες ζώνες. Το διάστημα 2014-2015, πραγματοποιήθηκε η επικαιροποίηση του εθνικού καταλόγου του δικτύου σύμφωνα με τις Οδηγίες 92/43/ΕΟΚ και 2009/147/ΕΚ. Το έργο συγχρηματοδοτήθηκε από το ΕΤΠΑ και υλοποιήθηκε από το Τμήμα Βιοποικιλότητας και Προστατευόμενων Περιοχών του ΥΠΕΝ. Περιλάμβανε την εκτίμηση της κατάστασης διατήρησης ειδών και οικοτόπων, τη δημιουργία ενιαίας βάσης δεδομένων, τη σύνταξη της 3ης Εθνικής Έκθεσης Αναφοράς και την οριοθέτηση περιοχών σε κλίμακα 1:5.000. Με την ΚΥΑ 50743 (ΦΕΚ Β' 4432/2017), νέες περιοχές εντάχθηκαν στο δίκτυο και θεσμοθετήθηκε η επικαιροποίηση του εθνικού καταλόγου.

Σήμερα, το εθνικό δίκτυο Natura 2000 περιλαμβάνει συνολικά 446 περιοχές. Από αυτές, οι 202 είναι Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ – Special Protection Areas, SPA, δημοσιευμένες στο ΦΕΚ 1495/Β/06.09.2010) για την орνιθοπανίδα, ενώ οι 241 είναι Τόποι Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ – Sites of Community Importance, SCI), όπως φαίνεται και στην **Εικόνα 5**. Από τους 241 ΤΚΣ, 239 χαρακτηρίστηκαν ως Ειδικές Ζώνες Διατήρησης (ΕΖΔ) ⁸ με τον Ν. 3937/2011 (ΦΕΚ 60/Α/31-3-2011). Στο δίκτυο

⁸ «Με βάση τους ορισμούς της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ Ειδική Ζώνη Διατήρησης είναι ο Τόπος Κοινοτικής Σημασίας ορισμένος από τα Κράτη Μέλη της ΕΕ μέσω κανονιστικής, διοικητικής ή/και συμβατικής πράξης, στον οποίο εφαρμόζονται τα μέτρα διατήρησης που απαιτούνται για τη διατήρηση ή την αποκατάσταση, σε ικανοποιητική κατάσταση διατήρησης, των φυσικών οικοτόπων ή/και των πληθυσμών των ειδών για τα οποία ορίστηκε ο τόπος».

περιλαμβάνονται περιοχές που ανήκουν και στις δύο κατηγορίες⁹. Οι προστατευόμενες χερσαίες περιοχές στην Ελλάδα καλύπτουν συνολικά 46.062 km², ενώ οι θαλάσσιες 22.746 km² ¹⁰.



Εικόνα 5. Κατηγορίες των περιοχών του εθνικού δικτύου Natura 2000. Με κόκκινο σημειώνονται οι ΤΚΣ – SCI, με μπλε σημειώνονται οι ΖΕΠ – SPA ενώ με διακεκομμένη μπλε και κόκκινη γραμμή σημειώνονται οι κοινές περιοχές και των δύο κατηγοριών.

⁹ <https://ypen.gov.gr/perivallon/viopoikilotita/diktyo-natura-2000/>

¹⁰ <https://biodiversity.europa.eu/countries/greece>



Εικόνα 6.0 συνολικός αριθμός των προστατευόμενων περιοχών και ειδών στην Ελλάδα και τα στατιστικά τους¹¹.

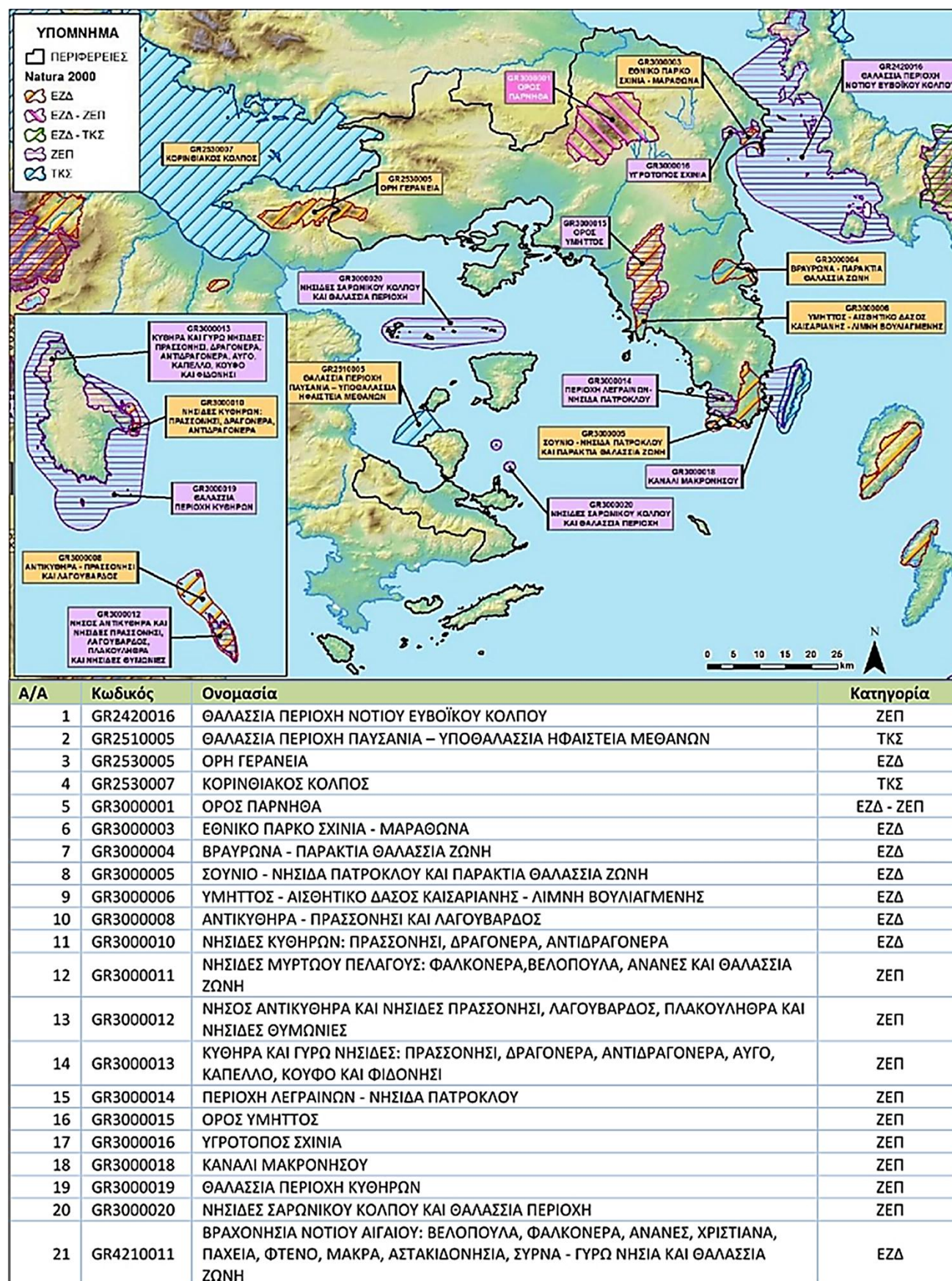
Η Περιφέρεια Αττικής, παρότι χαρακτηρίζεται από έντονες ανθρώπινες επεμβάσεις στο τοπίο, εμφανίζει πλούσια βιοποικιλότητα. Συνεπώς, δεν είναι λίγες οι περιοχές εντός των ορίων της που υπάγονται σε ένα ή περισσότερα καθεστώτα προστασίας. Περιλαμβάνει:

- 2 Εθνικούς Δρυμούς (Πάρνηθας, Σουνίου)
- 1 Εθνικό Πάρκο (Σχινιά)
- 1 Περιφερειακό Πάρκο (Βουρκάρι Μεγάρων)
- 4 θεσμοθετημένους ορεινούς όγκους (Υμηττός, Πεντέλη, Αιγάλεω, Λαυρεωτική)
- 1 περιοχή που προστατεύεται από τη Σύμβαση της Βαρκελώνης (Εθνικός Δρυμός Σουνίου)
- 21 περιοχές, που εντάσσονται στο Δίκτυο Προστατευόμενων περιοχών Natura 2000 (Εικόνα 7)

Σύμφωνα με το ΠΔ ΦΕΚ 229/ΑΑΠ/2012, ΡΣΑ Ν.4277/2014 Παράρτημα ΙΧ, Ν.4559/2018, η Αττική περιλαμβάνει και σημαντικούς υγροτόπους, όπως ο υγρότοπος Σχινιά (GR300412000), η Λίμνη της Βουλιαγμένης (GR300430000), το Παράκτιο Έλος Βραυρώνας Μαρκόπουλου (GR300419000), και η Λίμνη Κουμουνδούρου (GR300444000), στον Ασπρόπυργο¹².

¹¹ <https://biodiversity.europa.eu/countries/greece>

¹² <https://atticawetlands.eu>



Εικόνα 7. Οι περιοχές του δικτύου Natura 2000 στην Περιφέρεια Αττικής (ΣΜΠΕ, 2020).

ΕΣΠΚΑ – ΠεΣΠΚΑ Αττικής και ΕΠΜ 7^α

Στην προσπάθεια διατήρησης των ιδιαίτερων φυσικών και πολιτιστικών στοιχείων των περιοχών υπό καθεστώς προστασίας, έχουν διαμορφωθεί μελέτες και σχέδια για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των οικοσυστημάτων σε κλιματικές και περιβαλλοντικές προκλήσεις όπως είναι η ερημοποίηση και τα φαινόμενα πυρκαγιάς και πλημμύρας.

Η Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη (ΕΠΜ) 7^α αφορά τις προστατευόμενες περιοχές του δικτύου Natura 2000 στην Περιφέρεια Αττικής. Στόχος της είναι η αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης, η αναγνώριση των περιβαλλοντικών πιέσεων και η διατύπωση προτάσεων για τη διαχείριση και προστασία αυτών των περιοχών. Στο πλαίσιο της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, η μελέτη εστιάζει στην εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα οικοσυστήματα της Αττικής και προτείνει μέτρα για την ενίσχυση της ανθεκτικότητάς τους. Αυτά περιλαμβάνουν δράσεις για την προστασία της βιοποικιλότητας, την αποκατάσταση υποβαθμισμένων οικοτόπων και την προώθηση βιώσιμων πρακτικών διαχείρισης που μειώνουν την ευπάθεια των περιοχών Natura 2000 στις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες. Μέτρα και δράσεις που προτείνονται στη μελέτη, περιλαμβάνουν την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των οικοσυστημάτων μέσω αναδασώσεων, την προστασία των υγροτόπων από τη ρύπανση, καταγραφές της ποσότητας και της ποιότητας των επιφανειακών και υπογείων υδάτων, την ανάπτυξη σχεδίων οικότουρισμού, τον καθορισμό χρήσεων γης και ζωνών βιώσιμης διαχείρισης και τη συστηματική παρακολούθηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής για τη διαμόρφωση εργαλείου εκτίμησης της τρωτότητας.

Οι προστατευόμενες περιοχές του δικτύου Natura 2000 στην Αττική, αναφέρονται επιπλέον και στην ΕΣΠΚΑ και το ΠεΣΠΚΑ της Περιφέρειας Αττικής. Το τελευταίο, περιλαμβάνει μέτρα που σχετίζονται με την αξιολόγηση των αναμενόμενων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής σε τοπικό επίπεδο και την εστίαση στην προτεραιοποίηση μέτρων σε τομείς προτεραιότητας, όπως είναι η βιοποικιλότητα και η διαχείριση των υδάτινων πόρων¹³. Στις προτάσεις συμπεριλαμβάνονται και δράσεις ευαισθητοποίησης του κοινού, μέσω ενεργοποίησης των τοπικών κοινοτήτων και ενίσχυση της δημόσιας διαβούλευσης.

Οι προτάσεις που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια των ΕΣΠΚΑ, ΠεΣΠΚΑ Αττικής, και των αντίστοιχων ΕΠΜ, έχουν ως στόχο τη μείωση της τρωτότητας των περιοχών Natura 2000 της Αττικής στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και την ενίσχυση της ανθεκτικότητάς τους.

1.3 ΠΛΑΙΣΙΟ, ΣΚΟΠΟΣ & ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Η παρούσα μελέτη έχει ως πρωταρχικό σκοπό την προώθηση μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή για τον προτεινόμενο Τομέα Προτεραιότητας της ΕΣΠΚΑ «Τοπίο - Χρήσεις γης», για την Περιφέρεια Αττικής.

Αποτελεί μια από τις εννέα (9) Μελέτες Περίπτωσης του παραδοτέου C.4.D1 «Πιλοτική αξιολόγηση και κατευθυντήριες γραμμές προσαρμογής για τα τοπία και τις χρήσεις γης», της Υπο-Δράσης C.4.1 «Ανάπτυξη πιλοτικών αξιολογήσεων και κατευθυντήριων γραμμών για την προσαρμογή των τοπίων και των χρήσεων γης», του έργου AdaptInGr-LIFE17 IPC/GR/000006. Στόχοι της C.4.1 είναι η ανάπτυξη μεθοδολογίας για την διαπίστωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα ελληνικά τοπία, η ανάδειξη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής σε αυτά και η ανάπτυξη πολιτικών και μεθόδων προσαρμογής.

Στο πλαίσιο της μελέτης, πραγματοποιείται αρχικά ταχεία περιγραφή και αξιολόγηση του τοπίου και των χρήσεων γης, εντός των ορίων της προστατευόμενης περιοχής με κωδικό GR3000005 του δικτύου Natura 2000 της Περιφέρειας Αττικής. Στη συνέχεια γίνεται ανάλυση της τρωτότητάς τους στις προβλεπόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Τα μεθοδολογικά βήματα ακολουθούν την καθορισμένη διαδικασία του παραδοτέου A.2.D.2 του έργου «Ολοκληρωμένο πλαίσιο παρακολούθησης

¹³ Συγκεκριμένα, αναφέρονται δράσεις αναδάσωσης, ο καθορισμός ζωνών πυροπροστασίας και η ανάπτυξη συστημάτων παρακολούθησης πυρκαγιών, ρυθμίσεις για τον τομέα του τουρισμού, όπως ο καθορισμός μέγιστης χωρητικότητας επισκεπτών και οι οικότουριστικές δραστηριότητες, καθαρισμοί ρεμάτων κα (ΠεΣΠΚΑ Αττικής, 2023).

και αξιολόγησης της προσαρμογής του τομέα προτεραιότητας Τοπίο – Χρήσεις Γης στην κλιματική αλλαγή».

Η μελέτη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής υπό το πρίσμα της ολιστικής έννοιας του τοπίου, δεν είναι επαρκώς ανεπτυγμένη. Συνεπώς, η μεθοδολογία που αναπτύσσεται αποτελεί καθαυτή ειδική πρόταση συστηματοποιημένης αξιολόγησης και διαχείρισης του τοπίου και των χρήσεων γης, στην εποχή της κλιματικής αλλαγής. Στην πρόθεση αυτή, συντελούν και τα -ορισμένα στη δράση C.4- κριτήρια επιλογής των περιοχών μελέτης, που διευκολύνουν την επαγωγή συμπερασμάτων για την πλειονότητα των τοπίων του Ελλαδικού χώρου:

- **Περιφερειακός χαρακτήρας/τοποθεσία**
Αντιπροσωπεύουν κάθε τεταρτημόριο της Ελλάδας, που αναμένεται να επηρεαστεί διαφορετικά από την κλιματική αλλαγή και να απαιτήσει διαφορετικές στρατηγικές προσαρμογής.
- **Αντιπροσωπευτικότητα**
Διευκολύνουν τη γενίκευση των επιπτώσεων και των μέτρων προσαρμογής, καλύπτοντας παρόμοιες τυπολογίες τοπίου.
- **Σημαντικότητα**
Έχουν αναγνωρισμένη εθνική ή διεθνή αξία.
- **Σοβαρότητα των αναμενόμενων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής**
Αναμένονται αρνητικές και σημαντικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.
- **Ένταξή τους -ή υπο-περιοχών τους- σε δίκτυο προστατευόμενων περιοχών**
Συνέργειες με το υπό εξέλιξη έργο LIFE-IP 4NATURA - LIFE16 IPE/GR/000002.

Οι περιοχές Natura 2000 λόγω των ιδιαίτερων φυσικών και πολιτιστικών χαρακτηριστικών τους, απαιτούν εξειδικευμένες λύσεις για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Στην Αττική, οι περιοχές αυτές δέχονται έντονες ανθρωπογενείς πιέσεις, οι οποίες θα πρέπει να περιοριστούν καθώς μπορεί να οδηγήσουν σε τοπιακή και οικοσυστημική υποβάθμισή τους, συναρτήσει και των κλιματικών μεταβολών.

Κατά συνέπεια, ως επιμέρους στόχοι της Μελέτης Περίπτωσης ορίζονται οι ακόλουθοι:

- **Ανάπτυξη και πιλοτική εφαρμογή μεθοδολογίας για την εκτίμηση και αξιολόγηση του τοπίου των προστατευόμενων περιοχών του δικτύου Natura 2000.**
Η επίτευξη του στόχου εντοπίζεται στη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της μεθόδου LCA στην αξιολόγηση των Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου της περιοχή μελέτης και στην κατά το δυνατόν πληρέστερη συμπερίληψη των διαστάσεων του τοπίου και των χρήσεων γης, με την αξιοποίηση διαφόρων εργαλείων.
- **Ανάπτυξη μεθοδολογίας για την αξιολόγηση και ανάδειξη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στον τομέα «τοπίο – χρήσεις γης» για τις προστατευόμενες περιοχές του δικτύου Natura 2000.**
Η επίτευξη του στόχου εντοπίζεται στην αποτελεσματικότητα της μεθοδολογίας εκτίμησης της τρωτότητας του προτεινόμενου τομέα, που πιλοτικά εφαρμόζεται στην περιοχή μελέτης με κωδικό GR3000005. Αξιολογείται η διαμόρφωση ολιστικής προσέγγισης με ολοκληρωμένες μεθόδους, σε διαφορετικές κλίμακες ανάλυσης, για τη μέγιστη ευκρίνεια αξιολόγησης των τοπικών κινδύνων.
- **Θεσμική εφαρμογή των προτεινόμενων μέτρων προσαρμογής και τυποποίηση της μεθοδολογίας για την παρακολούθηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, στο χωρικό επίπεδο του τοπίου.**
Η προσέγγιση του στόχου πραγματοποιείται με την αξιολόγηση, αναθεώρηση, εμπλουτισμό και επικαιροποίηση του Περιφερειακού Σχεδίου Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή (ΠεΣΠΚΑ) για την Περιφέρεια Αττικής σε τομείς σχετικούς με το τοπίο και τις χρήσεις γης.
- **Ανάδειξη της σημασίας των προτύπων και διεργασιών του τοπίου (landscape literacy), των χρήσεων γης, και του αποτελεσματικού σχεδιασμού τους, στην ολιστική προσέγγιση της διαμόρφωσης μέτρων προσαρμογής στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.**

Σε όλες τις μελέτες που συνθέτουν το παραδοτέο, επιστρατεύεται πληθώρα συνδυασμών ερευνητικών τεχνικών και εργαλείων. Τα συνολικά πορίσματα θα χρησιμοποιηθούν για την ανατροφοδότηση του πλαισίου παρακολούθησης και αξιολόγησης A.2.D.2 του έργου. Απώτερος στόχος, είναι να συλλεχθεί

γνώση και να αναπτυχθεί κατανόηση ώστε να δομηθούν πρακτικές προτάσεις τοπικού και περιφερειακού ενδιαφέροντος.

1.4 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Στην παρούσα μελέτη προωθούνται τα παρακάτω μεθοδολογικά βήματα για την ανάλυση τοπίων και τη διαμόρφωση παρεμβάσεων για την ενίσχυση της ανθεκτικότητάς τους (Folke et al., 2010) στην κλιματική αλλαγή:

1. Ανάλυση Αξιών Τοπίου
2. Ανάλυση Καταγραφή Τυπολογιών Τοπίου
3. Συμπεράσματα Ανάλυσης
4. Ανάλυση Τρωτότητας Τοπίου
5. Αξιολόγηση Τρωτότητας Τοπίου
6. Συμπεράσματα Ανάλυσης και Τρωτότητας Τοπίου και Εντοπισμός Περιοχών Προτεραιότητας
7. Προτάσεις Παρεμβάσεων για την Ενίσχυση της Ανθεκτικότητας του Τοπίου στην Κλιματική Αλλαγή

Για την αξιολόγηση κάθε περιοχής τοπίου αξιοποιήθηκαν οι τέσσερις αξίες του τοπίου -όπως καθορίζονται στη μελέτη A2D2 του έργου LifeAdaptInGR- οι οποίες τεκμηριώνονται σε μια πιλοτική προσπάθεια τυποποιημένης συλλογής και ανάλυσης δεδομένων:

- **Οικολογική αξία**
- **Οικονομική αξία**
- **Κοινωνική-Πολιτισμική αξία**
- **Αντιληπτική αξία**

Βασικό ζήτημα στην ανάλυση του τοπίου, των χρήσεων γης και της τρωτότητάς τους στην κλιματική αλλαγή, αποτελεί η ευκρίνεια της αξιολόγησης, η οποία βασίζεται στην κλίμακα. Επομένως, στην παρούσα μελέτη επιχειρείται η ταχεία περιγραφή και αξιολόγηση του τοπίου σε τρεις διακριτές κλίμακες ανάλυσης, ώστε να διερευνηθούν οι τοπικοί κίνδυνοι που αναμένονται λόγω των προβλεπόμενων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής¹⁴. Τα τοπία και οι χρήσεις γης εξετάζονται στην κλίμακα της εν λόγω περιοχής Natura 2000 Αττικής, στη γεωγραφικά μικρότερη κλίμακα (έκταση 5382.27 ha) και διαδοχικά σε 15 επιλεγμένες Περιοχές Χαρακτήρα Τοπίου στην μεγάλη κλίμακα, μέσω τεχνικών «δειγματοληψίας».

Καθώς το τοπίο είναι μια δυναμική μορφή στην επιφάνεια της γης, το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, αλλά και η κλιματική μεταβλητότητα γενικότερα, αναμένεται να επιφέρουν αλλοιώσεις, οι οποίες εδώ αξιολογούνται σε τοπικό επίπεδο, με την εξέταση κλιματικών σεναρίων από κλιματικά μοντέλα. Τοιούτοτρόπως, αξιολογείται η τρωτότητα συγκεκριμένων τύπων τοπίων και περιοχών, με σκοπό την προσφορά τεκμηριωμένων προτάσεων που αφορά στις μελλοντικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

1.5 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Στα πλαίσια έργων και σχεδιασμού προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή συνήθως λείπει η ευθεία ή συγκεκριμένη αναφορά στο τοπίο. Το τοπίο, ως «φίλτρο παρακολούθησης και αντιμετώπισης» των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, παρότι βρίσκεται ψηλά στους στόχους της ΕΕ για προστασία και διατήρηση, δεν αξιοποιείται επαρκώς σε επιχειρησιακά και θεσμικά εργαλεία προσαρμοστικότητας και ανθεκτικότητας σε σχέση με την κλιματική αλλαγή.

Στην μελέτη Α.2.Δ.2 παρουσιάστηκαν οι παρακάτω λόγοι για τους οποίους υπάρχει δυσκολία στην ενσωμάτωσή του ως ένα από τα πεδία μελέτης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής:

¹⁴ Σημειώνεται ότι η παρούσα έρευνα πραγματοποιείται σε περιορισμένο χρονικό διάστημα και διατυπώνει μια πιλοτική προσέγγιση ταχείας αξιολόγησης του τοπίου.

- Η περιορισμένη αντίληψη, σε επίπεδο διακυβέρνησης και λήψης αποφάσεων, της κλίμακας και του εύρους εφαρμογών της επιστήμης, τέχνης και τεχνικής του τοπίου.
- Η καθυστέρηση του πεδίου στην ευρεία αντίληψη, μεθοδολογία μελέτης και σχεδιασμού του χώρου σε σχέση με άλλες επιστήμες του χώρου (χωροταξία, πολεοδομία, βιολογία διατήρησης).
- Η ταύτιση συχνά της έννοιας του τοπίου, είτε με τοπία ιδιαίτερου κάλλους προς διατήρηση, είτε ακόμα με περιορισμένης κλίμακας έργα αρχιτεκτονικής τοπίου (π.χ. κηποτεχνίας ή παρκοτεχνίας).
- Η ορθολογική προσέγγιση που ακολουθείται στην επεξήγηση, παρακολούθηση και αντιμετώπιση ενός φαινομένου όπως η κλιματική αλλαγή, η ανάγκη που προκύπτει για καταμερισμό των τομέων τρωτότητας και η επιστημονική εξειδίκευση σε κάθε τομέα ξεχωριστά.

Οι ξεχωριστοί τομείς, όπως η γεωργία, βιοποικιλότητα, υδρολογία, επιδρούν και απαρτίζουν το τοπίο και είναι διαμορφωτές της συνολικής του αξίας. Κατά συνέπεια, το τοπίο μπορεί να αποτελέσει έναν πολύτιμο οδηγό για τις προσπάθειες προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή και την οικοδόμηση βιώσιμων και ανθεκτικών κοινοτήτων (Sheppard, 2015).

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ & ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 ΤΟ ΤΟΠΙΟ ΣΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ

2.1.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

Η Ευρωπαϊκή Σύμβαση για το Τοπίο του 2000 (Σύμβαση της Φλωρεντίας) στο 1ο άρθρο ορίζει το τοπίο ως «μια περιοχή όπως γίνεται αντιληπτή από τον άνθρωπο, της οποίας ο χαρακτήρας είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης φυσικών και ανθρώπινων παραγόντων» (Council of Europe Landscape Convention, 2000). Στην πράξη, το «τοπίο» ως ευρύτερη έννοια αποτελεί μια χωρική έκταση πάνω στην επιφάνεια της γης που ορίζεται στην κλίμακα «της ανθρώπινης θέασης» (Misthos et al., 2023; Dansereau, 2019; Tveit et al., 2018).

Η οριοθέτηση τοπίων, είναι συνάρτηση των συστημάτων και αντικειμένων που το αποτελούν και άρα μεταβλητή στο χρόνο (Dong et al., 2022; Mairota et al., 2013; Fahrig, 2005). Τα επιμέρους οικοσυστήματα, τύποι χρήσεων γης, σχηματισμοί βλάστησης, που εντοπίζονται στην έκτασή του, ανήκουν σε διάφορα επίπεδα πολυπλοκότητας¹⁵. Οι ποικίλες λειτουργίες τους, μπορεί να είναι συγκρουσιακές, συνεργιστικές, ή να χαρακτηρίζονται από απλή συμβατότητα (Willemen et al., 2010). Ως αποτέλεσμα, η τυποποιημένη προσέγγιση στην ανάλυση και αξιολόγηση των τοπίων είναι μια σύνθετη και πολύπλοκη διαδικασία (Cassatella, 2011; Stephenson, 2008; Terkenli, 2001; Zube, 1987). Επιπλέον, οι προσπάθειες σχεδιασμού και «διατήρησης» του τοπίου συναντούν σοβαρά προβλήματα όχι μόνο τυποποίησης, αλλά και εφαρμογής (Díaz-Varela et al., 2009; Wickham and Norton, 1994). Στις δυσκολίες αυτές, συντελεί το γεγονός ότι η μελετητική διαδικασία χαρακτηρίζεται από σημαντικό βαθμό υποκειμενικότητας. Αναλυτικότερα, πραγματοποιείται με εμπειρική παρατήρηση που περιλαμβάνει αντιληπτικά και αισθητικά κριτήρια (Εικόνα 8). Κατά συνέπεια, για την περιγραφή του τοπίου, δεν αρκούν οι συνήθεις επιστημονικές μέθοδοι που βασίζονται σε ποσοτικά δεδομένα (Antrop, 2018).



Εικόνα 8. Πτυχές του τοπίου που είναι αντικείμενο μελέτης διαφόρων επιστημών. Υπογραμμίζονται οι πτυχές που απαντώνται συχνότερα στην διαδικασία αξιολόγησης του τοπίου (Stephenson, 2008).

¹⁵ Για παράδειγμα, οι σχηματισμοί βλάστησης, που είναι χαμηλότερης τάξης, παραλληλίζονται με «ψηφίδες» τοπίου.

Σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα, μια βασική διάκριση των στοιχείων που διαρθρώνουν το τοπίο μπορεί να πραγματοποιηθεί σε δύο διαστάσεις, κατά τη μελέτη του (Luginbuhl, 2007).

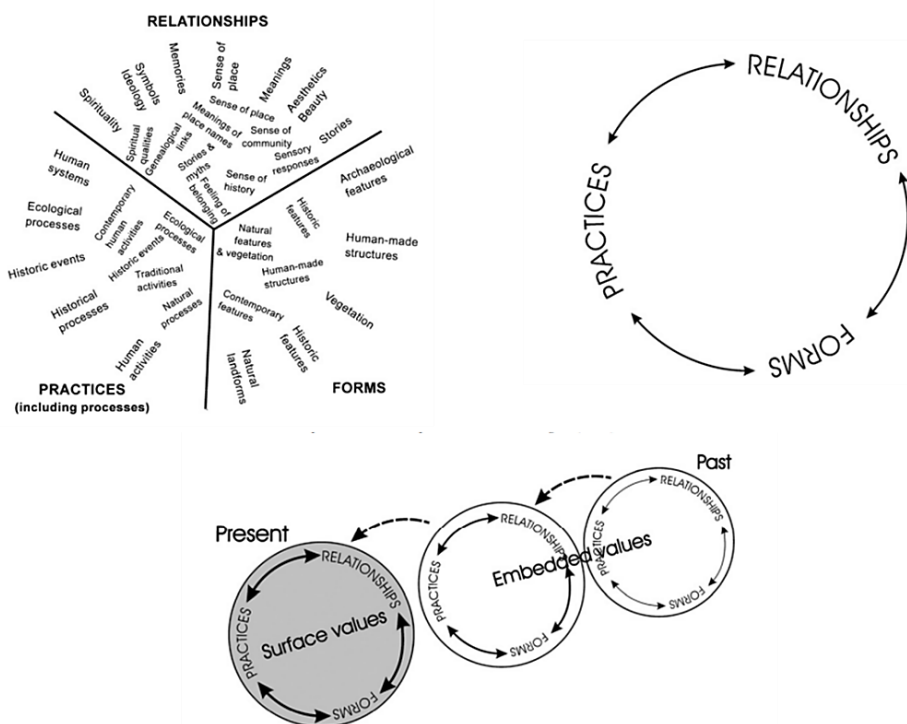
Η υλική διάσταση αποτελείται:

- από τα φυσικά-γεωγραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής που δημιουργεί τις θεμελιώδεις μορφές και σχήματα, όπως το ανάγλυφο, η γεωμορφολογία, το κλίμα, κλπ.,
- τη βιόσφαιρα, η οποία αποτελείται από τους ζωντανούς οργανισμούς και τους χωρικούς σχηματισμούς τους και τις αλληλεπιδράσεις τους και
- τις τεχνητές (ανθρωπογενείς) κατασκευές, οι οποίες αποτελούνται από έργα μικρής και μεγάλης κλίμακας και περιλαμβάνει πεδία, δρόμους, κτίρια, αστικούς σχηματισμούς και άλλα τεχνουργήματα (Howard, 2011).

Η άυλη διάσταση του τοπίου αποτελείται:

- από τον *espace vécu*, δηλαδή τη σχέση με την οποία αναπτύσσονται οι άνθρωποι στην περιοχή, που ζουν τόσο για το ατομικό όσο και για το κοινωνικό, συλλογικό επίπεδο (Jakob, 2008)
- την αισθητική διάσταση, η οποία αξιολογεί τα τοπία με βάση αισθητικών κριτηρίων που διαμορφώνονται από ατομικές και συλλογικές διαδικασίες, η οποία όλο και περισσότερο ομογενοποιείται, λόγω της επικράτησης μιας παγκοσμιοποιημένης «αισθητικής κουλτούρας» (Warnier, 1999) και
- οι συμβολισμοί, οι οποίοι "επικαλύπτουν" τις υλικές διαστάσεις του τοπίου ως μια σειρά νοημάτων, συμβόλων, ιδεολογιών και ταυτοτήτων (Cosgrove, 2003).

Όπως σταδιακά διαφαίνεται, το τοπίο δεν ορίζεται μόνο από την σύνθεση καθαυτή των επιμέρους μερών του, π.χ. τους οικοτόπους, τις καλύψεις γης και τα οικοσυστήματα (Pickett et al., 2013; Benson and Roe, 2000). Κατά συνέπεια, δεν θα έπρεπε να αξιολογείται μονάχα βάσει αυτών (Terkenli, 2001; Kendle et al., 2000). Εξαιτίας των αλληλεπιδράσεών τους, διαθέτει αναδυόμενες ιδιότητες, που εντοπίζονται σε άλλες κλίμακες, οι οποίες επιβάλλουν μετα-αναλύσεις των υπηρεσιών του (Willemen et al., 2010).



Εικόνα 9. Πάνω αριστερά: Τα τρία θεμελιώδη στοιχεία του τοπίου: μορφές, πρακτικές/διαδικασίες και σχέσεις. Πάνω δεξιά: Αναπαράσταση της δυναμικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των θεμελιωδών στοιχείων του τοπίου. Κάτω: Οι δυναμικές και χρονικές διαστάσεις του τοπίου. Στα άμεσα αντιληπτά στοιχεία του στο παρόν, ενσωματώνεται η επίγνωση στοιχείων του παρελθόντος.

Ένα οπτικό παράδειγμα της πολυπλοκότητας των στοιχείων που ορίζουν το τοπίο σε συνδυασμό με τη δυναμικότητα των διεργασιών του παρατίθεται στην **Εικόνα 9**, που προκύπτει από τη μελέτη της Janet Stephenson (2008).

Η έμφαση στην «ευρύτερη» έννοια του τοπίου, στην «τοπιακή ταυτότητα», είναι μια ολιστική βάση για την χάραξη σχεδιασμού χωρικών πολιτικών, που ενσωματώνουν την προστασία περιβάλλοντος και πολιτισμού, κάτι που υπογραμμίστηκε στην έρευνα για το σχεδιασμό του πλαισίου A.2.D.2 του LIFE-IP AdaptInGR. Κατά συνέπεια, η μελέτη του τοπίου θα πρέπει να αναπτυχθεί ως ενεργό πεδίο σε τοπικά, περιφερειακά και εθνικά προγράμματα σχεδιασμού.

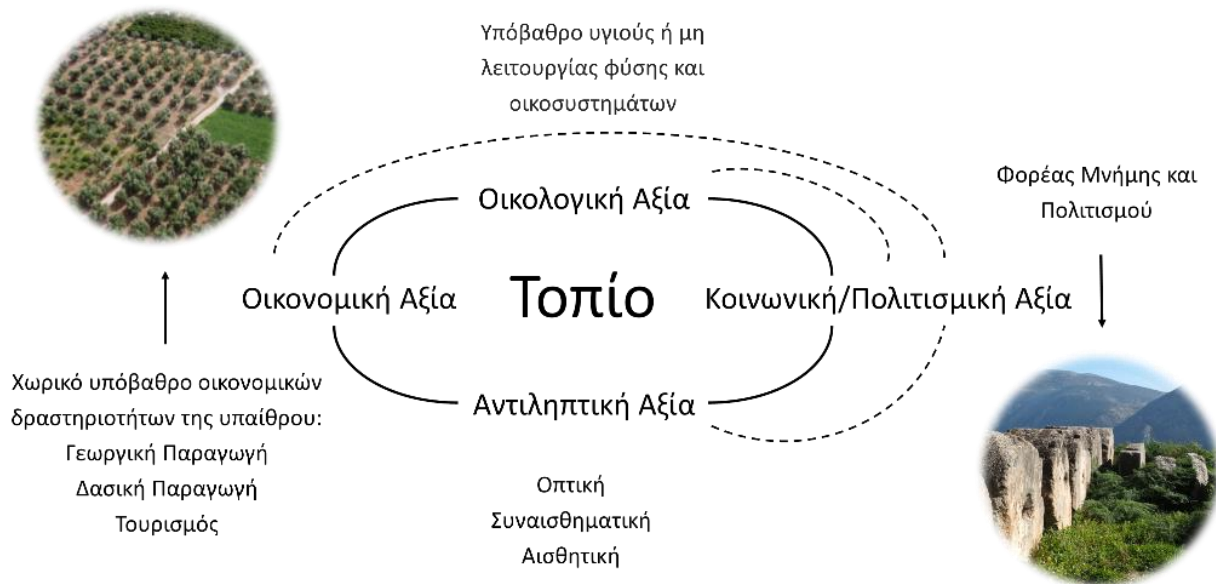
2.1.2. ΑΞΙΕΣ ΤΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

Σε μια προσπάθεια υλοποίησης αυτής της πρότασης, στο παραδοτέο A.2.D.2, σκιαγραφήθηκαν τέσσερις βασικές διαστάσεις μέσω των οποίων το τοπίο περιγράφεται, αναλύεται και αξιολογείται¹⁶:

- **Οικολογική**
- **Οικονομική**
- **Κοινωνική/Πολιτισμική**
- **Αντιληπτική**

Οι διαστάσεις αυτές προέκυψαν από την ανάγκη συστηματοποίησης των διαδικασιών συλλογής και ανάλυσης δεδομένων και συγκριτικής αξιολόγησης των περιοχών τοπίου. Για τη σύνθεσή τους αξιοποιούνται ποιοτικές και ποσοτικές καταγραφές και κριτήρια, ούτως ώστε η συνολική αξία της κάθε διάστασης να έχει ολιστικό χαρακτήρα. Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, οι τομείς προτεραιότητας που έχουν οριστεί από την ΕΣΠΚΑ, επιδρούν και απαρτίζουν το τοπίο και, ως εκ τούτου, διαμορφώνουν τις αξίες του.

Αναλυτική περιγραφή των διαστάσεων/αξιών, αλλά και των δεικτών που εκμεταλλεύτηκε η παρούσα μελέτη για την προσέγγισή τους, ακολουθεί παρακάτω, ενώ απεικόνιση των αλληλεπιδράσεων τους φαίνεται στην **Εικόνα 10**.



Εικόνα 10. Οι τέσσερις αξίες του τοπίου όπως ορίστηκαν στο A.2.D.2 του έργου LIFE-IP AdaptInGR. Βάσει του τετραπλού αξιολογικού συστήματος, μπορεί να περιγραφεί κάθε τοπίο.

¹⁶ Για τον προσδιορισμό των τεσσάρων διαστάσεων αξιών λήφθηκαν υπόψη οι οικοσυστημικές υπηρεσίες (όπως αναφέρεται και από τους Hermann et al., 2011 και de Groot, 2006), που μεταφράζονται σε λειτουργίες του τοπίου: οικολογική, οικονομική, κοινωνικο-πολιτιστική καθώς και μια επιπλέον διάσταση η οποία αφορά στην αντίληψη και την αισθητική του τοπίου. Έμφαση στη σημασία της τελευταίας, είχε δοθεί ήδη από τις απαρχές της μελέτης του τοπίου (στο πλαίσιο των επιστημών της γεωγραφίας, της κλιματολογίας, της οικολογίας κ.α.) από τον Alexander von Humboldt (Antrop, 2018).

Οικολογική Αξία

Αυτή η διάσταση περιγράφει την οικοσυστημική αξία του τοπίου (περιοχής τοπίου) όπως προκύπτει από το σύνολο των στοιχείων που αποτελούν την βιοποικιλότητα, και συνολικά τις δομές και τις λειτουργίες των οικοσυστημάτων. Την οικολογική αξία του τοπίου, ενδεικτικά διαμορφώνουν:

1. Η βλάστηση και τα πρότυπα διαπλάσεων της βλάστησης στην κλίμακα του τοπίου.
2. Η κατανομή, το μέγεθος, η ποικιλία και η αλληλεξάρτηση των οικοτόπων (τύπων οικοσυστημάτων) και τα είδη χλωρίδας και πανίδας.
3. Η θέση και συγκριτική αξία του τοπίου στα ευρύτερα οικοσυστήματα (δηλαδή τα «μεγα-οικοσυστήματα» ή biomes) ή σε επίπεδο της οικοπεριφέρειας¹⁷.
4. Οι προστατευόμενες περιοχές, όπως οι περιοχές Natura και τα καταφύγια άγριας ζωής.

Στην αξιολόγηση σε επίπεδο των εξεταζόμενων περιοχών τοπίου, λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω κριτήρια, βάσει του πρωτοκόλλου που εφαρμόστηκε και το οποίο θα αναλυθεί στη συνέχεια (3.2.1):

- **Καλλιεργήσιμη γη**
Η ποικιλότητα και ποιότητα των καλλιεργειών με ειδική αναφορά σε αγροτικές περιοχές υψηλής αξίας για τη βιοποικιλότητα¹⁸.
- **Βλάστηση και χλωρίδα**
Φυσικότητα, σπανιότητα, και ποιότητα πολιτιστικών τύπων οικοτόπων¹⁹.
- **Δασικές εκτάσεις και θαμνώνες**
Ποιότητα, φυσικότητα δασών και θαμνώνων.
- **Παράκτια ζώνη, υγρότοποι, υδρογραφία**
Ποιότητα υγροτόπων, ποταμών, θινών, βραχώδεις σχηματισμοί, ορθοπλαγίες, παρόχθιες συστάδες και άλλα σπάνια οικοσυστήματα.
- **Γυμνό έδαφος**
Παρουσία ψηφίδων εδάφους που είναι ακάλυπτο από βλάστηση, καλλιέργειες ή δόμηση. Αυτό το χαρακτηριστικό αποτελεί ψηφίδες της ετερογένειας του τοπίου σε αγροτικές, βραχώδεις και αμμώδεις περιοχές²⁰ (συνδέεται με αυξημένη μωσαϊκότητα και ποικιλία βλάστησης).
- **Αντίληψη της βιοποικιλότητας**
Στοιχεία εμφανούς ποιότητας φυσικών οικοτόπων, παρουσία και έκταση σπάνιων ενδιαιτημάτων πανίδας και χλωρίδας (παρουσία «ειδικών ενδιαιτημάτων»), και άμεσες καταγραφές σπάνιων/προστατευόμενων ή/και απειλούμενων ειδών χλωρίδας και πανίδας.

Αντιληπτική Αξία

Περιγράφει την αξία του τοπίου ως προς διάφορες ποιότητες των χωρικών του χαρακτηριστικών και του τρόπου που τα χαρακτηριστικά αυτά γίνονται αντιληπτά από τον άνθρωπο²¹. Την αντιληπτική αξία του τοπίου ενδεικτικά διαμορφώνουν:

¹⁷ Η έννοια της οικοπεριφέρειας (ecoregion) αναφέρεται σε μεγάλες επιφάνειες / τμήματα χώρου, μεγαλύτερης κλίμακας από αυτή του τοπίου, που έχουν έναν βαθμό ομοιογένειας ως προς συγκεκριμένα οικοσυστημικά χαρακτηριστικά ή κοινά πρότυπα και διακριτές περιβαλλοντικές παραμέτρους (Moradi and Rahmati, 2023; Loveland and Merchant, 2004; Brewer, 1999; Omernik, 1995).

¹⁸ High Nature Value-HNV farming, συνήθως εκτατική, παραδοσιακή γεωργία που χαρακτηριστικό στοιχείο της είναι η διατήρηση υψηλών επιπέδων βιοποικιλότητας (σε μια προσπάθεια διατήρησής της, στην εποχή της εντατικοποίησης των καλλιεργειών). Από τις αρχές του 2000 έχει συμπεριληφθεί στην ευρωπαϊκή πολιτική, συγκεκριμένα στο Κοινό Πλαίσιο Παρακολούθησης και Αξιολόγησης (Common Monitoring and Evaluation Framework, CMEF) για την Κοινή Αγροτική Πολιτική (Common Agricultural Policy, CAP) (Strohbach et al., 2015).

¹⁹ Αφορά ένα σύνολο οικοτόπων (και τα αγρο-οικοσυστήματα) που διαμορφώνονται και συντηρούνται χάρη στην επίδραση παραδοσιακών χρήσεων γης ή έμμεσα λόγω κτηνοτροφίας ή άλλες επιδράσεις που προωθεί ο άνθρωπος π.χ. καύση (Vlami et al., 2021).

²⁰ Έχει αποδειχθεί ότι η ετερογένεια και τα οικοσυστήματα σε πρώιμη φάση οικολογικής διαδοχής έχουν μεγάλη σημασία για τη βιοποικιλότητα στη Μεσογειακή λεκάνη (Lanzas et al., 2021). Η αξία των ψηφίδων του «ανοιχτού τοπίου» με γυμνά εδάφη εξετάζεται και από τους Lepart et al. (2007).

²¹ Υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις σε αντικειμενικά μέτρα της αξιολόγησης της αντιληπτικής και αισθητικής αξίας του τοπίου (Ισπικούδης et al., 1995)

1. Οι οπτικές φυγές, θέσεις και «κάδρα» αξιολόγησης της θέας του τοπίου
2. Οι πορείες, μεταβάσεις και εναλλαγές τοποθεσιών σε μια περιοχή τοπίου
3. Η ποικιλία των χωρικών ποιοτήτων (ετερογένεια και πλούτος μορφών, περιλαμβάνοντας τις γεωμετρίες που εγγράφονται στον χώρο)
4. Η συνολική θελκτικότητα του τοπίου από μία θέση θέας
5. Η συνολική σύνθετη αξιολόγηση της θέας ενός τοπίου: όπως προσδιορίζεται σε πρωτόκολλα αξιολόγησης του τοπίου, όπως ο δείκτης LAP (Landscape Assessment Protocol) που αναπτύχθηκε από τους Vlami et al. (2019).

Στην αξιολόγηση σε επίπεδο των εξεταζόμενων Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου εντός της Περιοχής Μελέτης, εξετάζονται τα παρακάτω κριτήρια βάσει του πρωτοκόλλου που εφαρμόστηκε:

- **Οπτική διάσταση**
Ποιοτικά χαρακτηριστικά που περιλαμβάνουν: ανάγλυφο, κλίμακα θέασης, περιπλοκότητα, υφή, μορφή, γραμμή, χρώμα, κίνηση, ενότητα, ισορροπία, συγκρότηση, και δυναμική της εικόνας (Daniel, 2001).
- **Συναισθηματική διάσταση**
Ποιοτικά χαρακτηριστικά που περιλαμβάνουν: ασφάλεια, κίνητρο, ηρεμία, και αίσθηση ευχαρίστησης.
- **Αισθητική διάσταση**
Ποιοτικά χαρακτηριστικά της θελκτικότητας και ημι-ποσοτική αξιολόγηση της θελκτικότητας του τοπίου ως μετρική του δείκτη LAP σε κλίμακα 1 - 10.
- **Συνολική σύνθετη αξιολόγηση της θέας τοπίου**
Ημι-ποσοτική αξιολόγηση μέσω του δείκτη LAP, σε κλίμακα 1 – 100.

Οικονομική Αξία

Περιγράφει την αξία του τοπίου ως παραγωγικό πόρο για τον άνθρωπο. Την οικονομική αξία του τοπίου ενδεικτικά διαμορφώνουν:

1. Η θέση που το τοπίο κατέχει ως παραγωγικός πόρος στο ΑΕΠ του τόπου (εδώ υπάρχει αναφορά στην πυκνότητα των καλλιεργειών και πόσο κυριαρχούν στο τοπίο, όπως στη δόμηση και στον τουρισμό).
2. Η αξία των οικονομικών δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα και εξαρτώνται απόλυτα από το συγκεκριμένο τοπίο ή περιοχή τοπίου.
3. Ο βαθμός γενικότερης οικονομικής ανάπτυξης με κριτήρια που μπορεί να καταγράψει η οπτική εκτίμηση (όπως διαφαίνεται από έκδηλα στοιχεία στο τοπίο, όπως η δόμηση και το δίκτυο υποδομών).
4. Οι οικοσυστημικές υπηρεσίες και τα οφέλη που προσδίδουν τα τοπία στον άνθρωπο (εδώ υπάρχει έμμεσα και αναφορά στις άυλες πολιτιστικές οικοσυστημικές υπηρεσίες, όπως διαφαίνονται από το τουριστικό ενδιαφέρον των περιοχών).

Στην αξιολόγηση στο επίπεδο των εξεταζόμενων Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου εντός της περιοχής μελέτης εξετάζονται τα παρακάτω κριτήρια βάσει του πρωτοκόλλου που εφαρμόστηκε:

- **Γεωργία**
Ποικιλότητα καλλιεργειών (καθώς η μονοκαλλιέργειες είναι πιο ευάλωτες), καλλιέργεια ελιάς, άλλα οπωροφόρα, καλλιέργεια σιτηρών.
- **Κτηνοτροφία**
Εντατική (ενσταυλισμένη) ή εκτατική και αναφορά στα σημάδια βόσκησης ή υπερβόσκησης στο φυσικό περιβάλλον.
- **Τουρισμός**
Τουριστικές εγκαταστάσεις μεγάλου μεγέθους, άναρχα και μη-προγραμματισμένα τουριστικά χαρακτηριστικά ή αντιθέτως ήπια τουριστική ανάπτυξη ή έλλειψη τουριστικών υποδομών.
- **Βιομηχανικές/μεταποιητικές εγκαταστάσεις ή αποθήκες**
Έντονες, μικρές, μεμονωμένες ή υπαρκτές ως δομές στο τοπίο.
- **Οικισμοί**

Η έκταση και μορφή δόμησης στο χώρο του τοπίου: Από την πόλη στο χωριό και η παρουσία της ασυνεχούς αστικοποίησης εκτός οικισμών.

▪ **Δίκτυα υποδομών**

Διάφορα δίκτυα και γραμμικές μορφές δομών που κυριαρχούν ή κατακερματίζουν το τοπίο (ανεμογεννήτριες, φωτοβολταϊκά έργα, υδροηλεκτρικά έργα/φράγματα, πυλώνες μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, κεραίες και δρόμοι).

Κοινωνική/Πολιτισμική Αξία

Περιγράφει την αξία του τοπίου ως πολιτισμικό αντικατοπτρισμό της κοινωνίας που το χρησιμοποιεί και το διαμορφώνει. Την κοινωνική και πολιτιστική αξία του τοπίου επηρεάζει κάθε στοιχείο που εγγράφεται στο χώρο και περιγράφει την πολιτισμική ταυτότητα της κοινότητας, όπως είναι:

1. Τα στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς που εντοπίζονται στα όριά του (μνημεία, αρχαιολογικοί χώροι, ιστορικοί τόποι, μουσεία, κτιριακά σύνολα αξιόλογης αρχιτεκτονικής, στοιχεία ακόμα ανώνυμης αρχιτεκτονικής).
2. Η υλική και άυλη παρουσία του τοπίου στην πολιτιστική παράδοση του τόπου (Cultural Ecosystem Services).

Στην αξιολόγηση σε επίπεδο των εξεταζόμενων Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου εντός της περιοχής μελέτης εξετάζονται τα παρακάτω κριτήρια βάσει του πρωτοκόλλου που εφαρμόστηκε:

▪ **Στοιχεία παραδοσιακής αρχιτεκτονικής**

Ενεργά αγροτικά χωριά, κηρυγμένοι παραδοσιακοί οικισμοί, θρησκευτικά κτίρια, παραδοσιακά μαντριά.

▪ **Παραδοσιακές μορφές των κτισμάτων**

Μύλοι/υδρόμυλοι, παραδοσιακές λιθόκτιστες αναβαθμίδες, πετρότοιχοι/ξηρολιθιές, ξωκλήσια και άλλοι θρησκευτικοί χώροι, πετρόκτιστα ή πλινθόκτιστα παλιά κτίρια, αξιόλογα ερείπια.

▪ **Πολιτιστική κληρονομιά**

Ιστορικοί τόποι, αρχαιολογικοί χώροι, σημαντικοί θρησκευτικοί χώροι ή άλλοι τόποι ιστορικού ενδιαφέροντος, παρουσία μονοπατιών- παραδοσιακών διαδρομών, θελκτικότητα του τοπίου.

2.1.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΠΙΟΥ: LANDSCAPE CHARACTER ASSESSMENT

Η Landscape Character Assessment (LCA, μτφρ. Αξιολόγηση Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου), είναι μια συστηματική μέθοδος για τον εντοπισμό, την ταξινόμηση και την περιγραφή των διακριτών χαρακτηριστικών των τοπίων. Χρησιμοποιείται ευρέως για το σχεδιασμό, τη διατήρηση και τη διαχείριση του τοπίου, καθώς αποτελεί μια δομημένη προσέγγιση για την εις βάθος κατανόηση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών διαφορετικών τοπίων.

Η ανάγκη για την ανάπτυξη μιας συστηματικής μεθοδολογίας για την κατηγοριοποίηση των τοπίων, είχε διαπιστωθεί ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 1970. Εκείνη την περίοδο, παράλληλα με την ευρύτερη παραδοχή της σημασίας του τοπίου από την επιστημονική κοινότητα, καθιερώθηκαν και τα εννοιολογικά θεμέλια της LCA. Κατά την δεκαετία του 1990 αναπτύχθηκαν οι πρώτες επίσημες μεθοδολογίες για την LCA στο Ηνωμένο Βασίλειο (Swanwick, 2002). Πρωτοστάτες υπήρξαν, αρχαιολογικοί και ιστορικοί οργανισμοί που εστίαζαν τις έρευνές τους στην ενσωμάτωση των πολιτιστικών και φυσικών στοιχείων του τοπίου. Με την αξιοποίηση της τεχνολογίας GIS, δηλαδή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, η μέθοδος εξελίχθηκε και εξειδικεύτηκε ανάλογα με τις ανάγκες του εκάστοτε επιστημονικού πεδίου. Παραδείγματα αποτελούν η HLC για το χαρακτηρισμό του ιστορικού τοπίου, των Dabaut and Carrer (2020), ο χαρακτηρισμός του αστικού τοπίου (Yutian et al., 2022) και άλλοι, ενσωματωμένοι χαρακτηρισμοί (Ata et al., 2024; Brabyn, 2009). Σήμερα, η μέθοδος LCA έχει υιοθετηθεί ευρέως σε όλη την Ευρώπη -και όχι μόνο- ενώ εντοπίζονται προσαρμογές της σε συγκεκριμένες περιοχές όπως η λεκάνη της Μεσογείου. Τα τελευταία χρόνια, λόγω της κλιματικής αλλαγής, η προσέγγιση έχει ενσωματωθεί στις εκτιμήσεις περιβαλλοντικών επιπτώσεων και στις διαδικασίες διαμόρφωσης στρατηγικού σχεδιασμού. Ο συνδυασμός της LCA με τις κλιματικές προβλέψεις, επιτρέπει τον εντοπισμό των ευάλωτων στοιχείων του τοπίου και την ανάπτυξη

στρατηγικών για το μετριασμό των δυσμενών επιπτώσεων στο χαρακτήρα του τοπίου, διασφαλίζοντάς τον.

Figure 1 : The evolution of Landscape Character Assessment

Landscape Evaluation	Landscape Assessment	Landscape Character Assessment
• Focused on landscape value • Claimed to be an objective process • Compared value of one landscape with another • Relied on quantitative measurement of landscape elements	• Recognised role for both subjectivity and objectivity • Stressed differences between inventory, classification and evaluation of landscape • Provided scope for incorporating other people's perceptions of the landscape	• Focuses on landscape character • Divides process of characterisation from making judgements • Stresses potential for use at different scales • Links to Historic Landscape Characterisation • More recent emphasis on need for stakeholders to be involved
Early 1970s ➡	Mid 1980s ➡	Mid 1990s ➡

Εικόνα 11. Οι διαφορές των προσεγγίσεων της αξιολόγησης του τοπίου από το 1970-2000 (Swanwick, 2002).

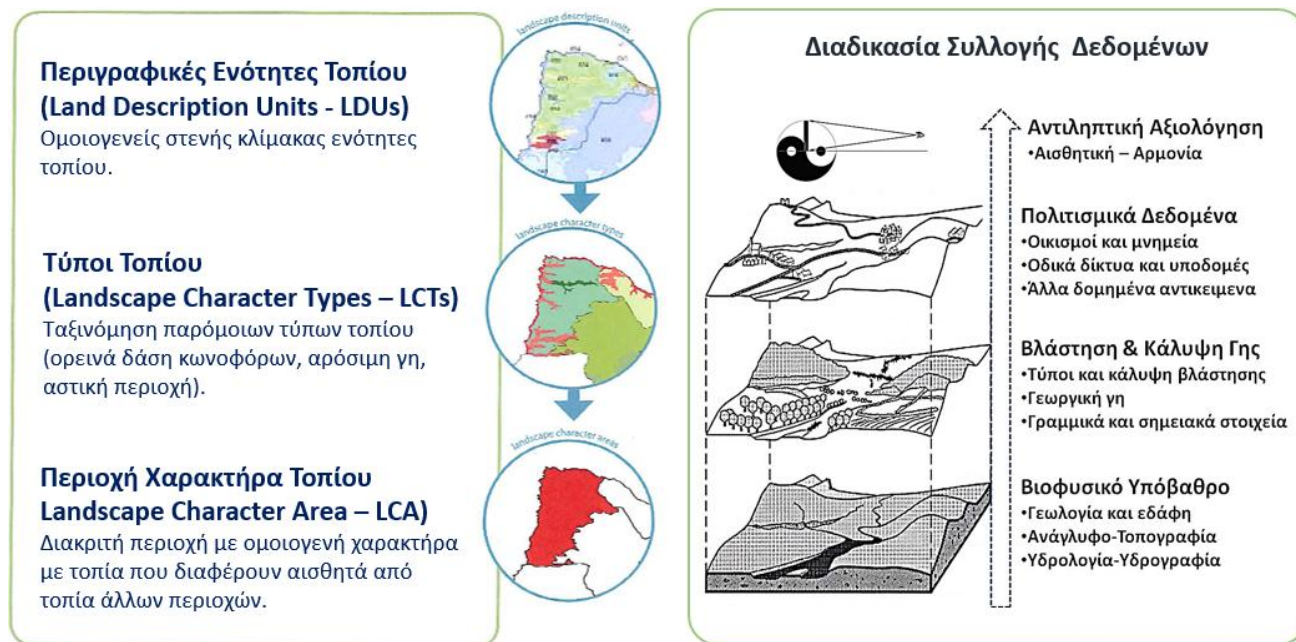
Η Μεσογειακή λεκάνη, χαρακτηρίζεται από ποικίλα τοπία με πλούσια πολιτιστική κληρονομιά. Ως εκ τούτου, η εφαρμογή της LCA σχετίζεται με το βιώσιμο σχεδιασμό των χρήσεων γης για τη διατήρησή της (Vogiatzakis, 2011). Το εγχείρημα παρουσιάζει προκλήσεις καθώς, ιδιαίτερα στην Ανατολική Μεσόγειο, υπάρχει έλλειψη σχετικής βιβλιογραφίας, είναι αναγκαία η προσαρμογή των ορισμών των τοπίων, ενώ, λόγω μη καταγραφής της ιστορικής εξέλιξής τους, δυσχεραίνεται η ενσωμάτωση του «χρονικού βάθους» στις αξιολογήσεις (Griffiths, 2018). Οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα δίνουν έμφαση στην αλληλεπίδραση αντικειμενικότητας και υποκειμενικότητας στις διάφορες μεθοδολογίες LCA. Ταυτόχρονα, υπογραμμίζεται η ανάγκη μιας ισορροπημένης προσέγγισης όσον αφορά στα ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα (Terkenli et al., 2021).

Οι εφαρμογές της LCA για την αξιολόγηση του μεσογειακού -και ειδικότερα του ελληνικού- τοπίου και της ευαισθησίας του στην κλιματική αλλαγή, είναι περιορισμένες (Alexakis et al., 2024; Gkoltsiou and Siakavara, 2022; Vlami et al., 2019; Vogiatzakis, 2011). Τα τελευταία χρόνια προωθείται όμως η χρήση της για την ανάπτυξη πρακτικών βιώσιμης διαχείρισης τοπίου.

Μεθοδολογία Warnock and Griffiths (2015)

Οι Warnock και Griffiths (2015) πρότειναν μια βελτιωμένη μεθοδολογία LCA που εστιάζει στην ενσωμάτωση αντικειμενικών αλλά και υποκειμενικών δεδομένων για την αποτύπωση της πολύπλευρης φύσης των τοπίων. Η προσέγγισή τους συνδυάζει ποσοτικά (κάλυψη και χρήσεις γης, τοπογραφία κ.α.) και ποιοτικά δεδομένα (π.χ. πολιτισμικές αντιλήψεις, ιστορική σημασία). Ως εκ τούτου, η ανάλυση που προκύπτει είναι ολιστική και παρέχει τη δυνατότητα ολοκληρωμένης κατανόησης του χαρακτήρα του τοπίου. Ταυτόχρονα, η μέθοδος λαμβάνει υπόψη την ιστορική εξέλιξη των τοπίων, δηλαδή τις διεργασίες μεταβολών των χρήσεων γης και των πολιτιστικών πρακτικών που διαμόρφωσαν τον χαρακτήρα τους. Τέλος, υπογραμμίζεται η σημασία της συμμετοχής των τοπικών κοινοτήτων και των υπόλοιπων ενδιαφερόμενων στις διαδικασίες, για την διασφάλιση της ακρίβειας της απόδοσης αξιών και νοημάτων των τοπίων. Συνεπώς, η LCA που αναπτύχθηκε από τους Warnock and Griffiths είναι ιδιαίτερα

αποτελεσματική σε περιοχές με πολιτιστική και ιστορική αξία. Στην **Εικόνα 12** φαίνονται συνοπτικά και σε βήματα η διαδικασίες συλλογής δεδομένων και ανάλυσης του τοπίου με τη χρήση της μεθόδου, όπως πραγματοποιήθηκαν και στην παρούσα μελέτη.



Εικόνα 12. Η αξιολόγηση του τοπίου σύμφωνα με τη μέθοδο LCA. Αριστερά: Διαδικασία ανάλυσης και σύνθεσης του χαρακτήρα του τοπίου, από επιμέρους ενότητες και την τυπολογία του. Δεξιά η διαδικασία συλλογής δεδομένων.

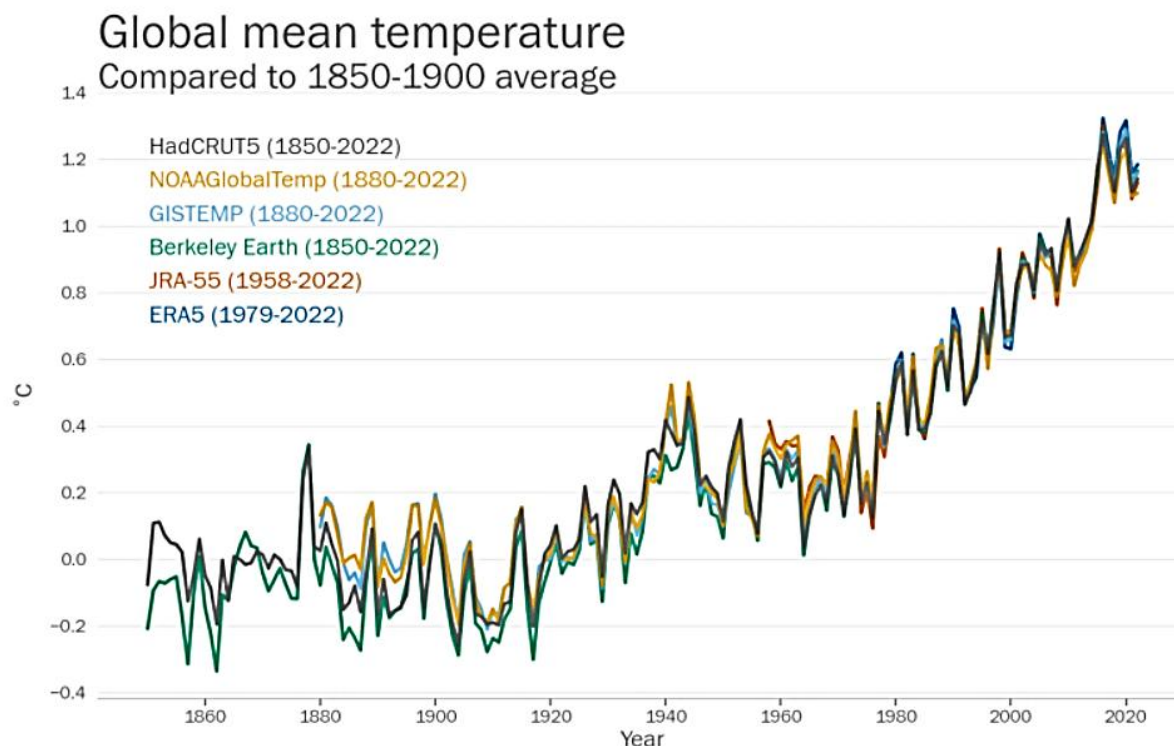
2.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Το κλίμα της γης έχει υποστεί σημαντικές μεταβολές στα 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια της ύπαρξής της. Οι διακυμάνσεις των παραμέτρων που το χαρακτηρίζουν, μπορεί να είναι είτε μεγάλης διάρκειας (εκατομμύρια χρόνια), είτε μικρής (εκατοντάδες και δεκάδες χρόνια) (Speight, 2019; Zalasiewicz and Williams, 2012; Bryant, 1997). Διαμορφώνονται από εξωτερικούς παράγοντες, όπως η τροχιά της γης γύρω από τον ήλιο και εσωτερικούς παράγοντες, όπως η ηφαιστειακή δραστηριότητα της γης, οι συστημικές διεργασίες και αλληλεπιδράσεις της υδρόσφαιρας, της ατμόσφαιρας, της βιόσφαιρας κλπ., η επίδραση των αερίων του θερμοκηπίου (CO_2 , CH_4 , N_2O , O_3 , κ.α.) στην εισερχόμενη και εξερχόμενη ακτινοβολία και οι διάφορες ανθρωπογενείς επιδράσεις.

Η γεωλογική εποχή που διανύουμε, το «Ολόκαινο» (Holocene), είναι μεσοπαγετώδης και χαρακτηρίζεται από θερμό κλίμα με υποχώρηση των παγετώνων και υψηλή στάθμη της θάλασσας (Pages, 2016). Κατά τη διάρκειά της, υπήρξε ένα διάστημα τεσσάρων αιώνων, όπου καταγράφηκαν χαμηλότερες θερμοκρασίες κατά $1,5\text{ }^\circ\text{C}$ από τις σημερινές και ονομάστηκε «Μικρή Εποχή των Παγετώνων» (Little Ice Age, LIA) (Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής, 2011).

Με την είσοδο στον 20^ο αιώνα και τη λήξη του ψυχρού διαστήματος, ξεκινάει μια ανοδική πορεία για τις θερμοκρασιακές τιμές της ατμόσφαιρας (όπως φαίνεται στην **Εικόνα 13**) - με ρυθμό θέρμανσης $0,7\text{ }^\circ\text{C}/100$ χρόνια από το 1880, ο οποίος σχεδόν αγγίζει τους $2\text{ }^\circ\text{C}/100$ χρόνια, από το 1990 έως σήμερα²² (National Centers for Environmental Information - NCEI, 2024; Lindsey et al., 2024; Twardosz et al., 2021; National Academies Press, 2006; Jones et al., 1999). Οι μεταβολές εμφανίζουν χωρική διαφοροποίηση και μεγαλύτερη αύξηση πάνω από την ξηρά, ιδίως στην Ευρώπη (Twardosz et al., 2021).

²² Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι το διάστημα 2011 - 2020 η μέση τιμή της θερμοκρασίας της γης ήταν κατά περίπου $1,1\text{ }^\circ\text{C}$ υψηλότερη από τα προβιομηχανικά επίπεδα (IPCC - AR6, 2023 ; NASA, 2020), ενώ για τη δεκαετία 2013 - 2022 ήταν $1,14\text{ }^\circ\text{C}$, κάτι που επιβεβαιώνει τη μακροχρόνια θέρμανση του πλανήτη (WMO, 2023).

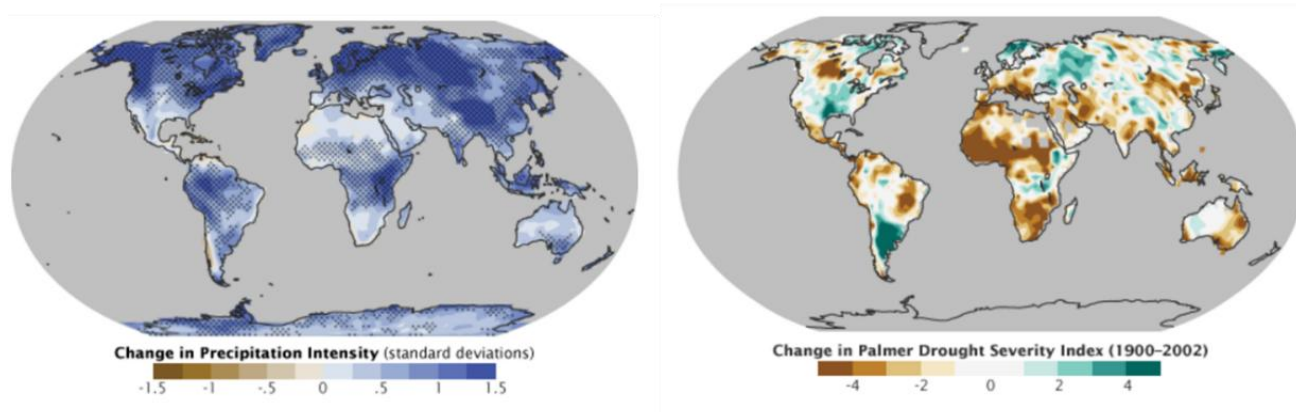


Εικόνα 13. Αύξηση της παγκόσμιας μέσης ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας σε σχέση με τη μέση θερμοκρασία της περιόδου 1850-1900. Η κάθε γραμμή αναπαριστά τη μέση θερμοκρασία ενός διεθνούς συνόλου δεδομένων (WMO, 2023).

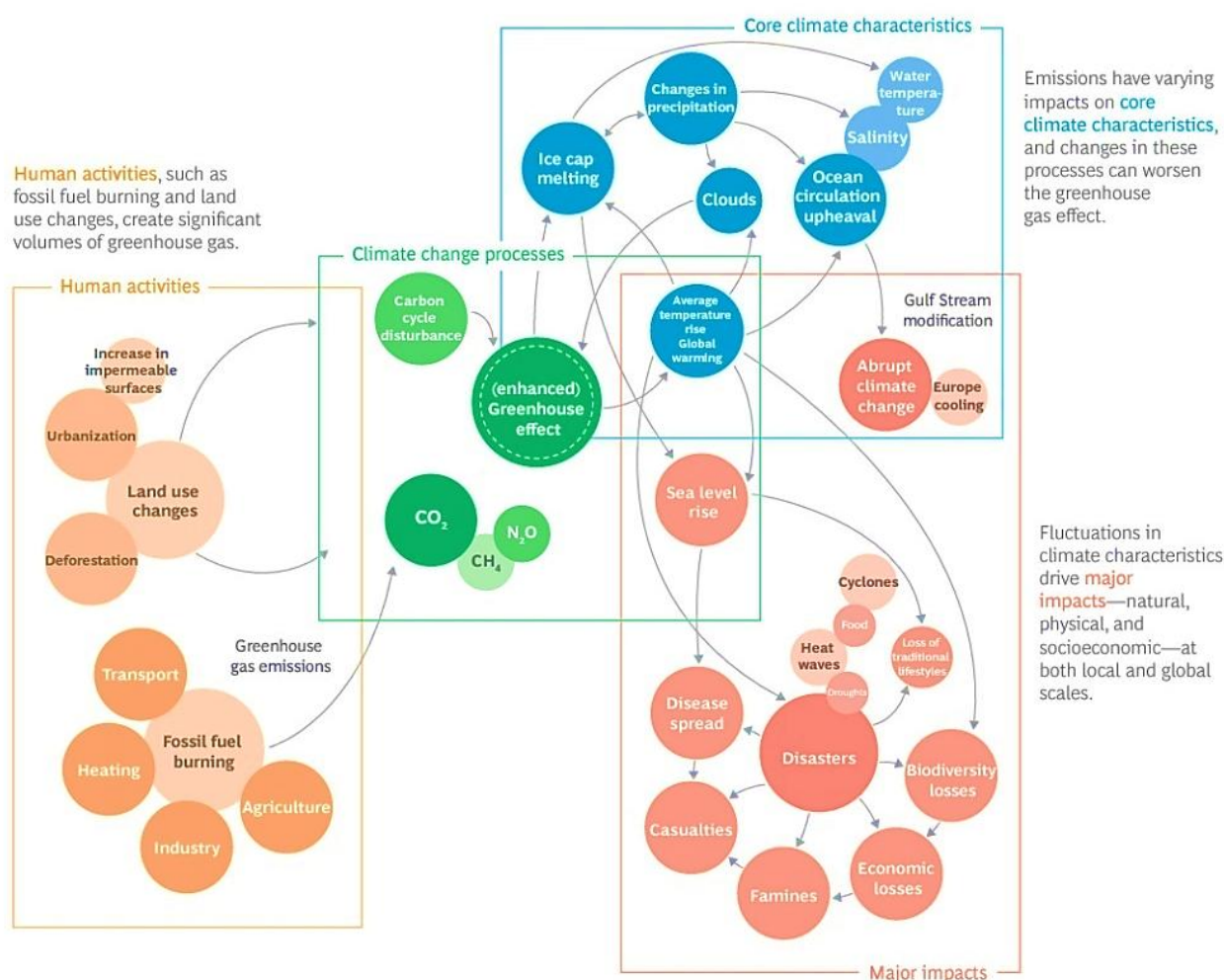
Επειδή η αύξηση της θερμοκρασίας, σε σημαντικό βαθμό, οφείλεται στην ανθρώπινη δραστηριότητα²³, ένας μεγάλος αριθμός επιστημόνων και ερευνητών ονομάζουν την περίοδο, από το 1950 (με την αρχή της «Μεγάλης Επιτάχυνσης»/“Great Acceleration”) έως και σήμερα, «Ανθρωπόκαινο» (Anthropocene) (Chakrabarty, 2018; Malhi, 2017; Lewis and Maslin, 2015; Steffen et al., 2011; Zalasiewicz et al., 2010).

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή στην 6^η Έκθεση Αξιολόγησης αναφέρει ότι η θερμοκρασία αναμένεται να φτάσει ή ακόμα και να υπερβεί τους 1,5 °C μέσα στα επόμενα είκοσι χρόνια, με την ανοδική τάση να συνεχίζεται μέχρι το τέλος του αιώνα (IPCC, 2023). Επιπλέον, έντονες μεταβολές είναι επικείμενες και για τις υπόλοιπες κλιματικές παραμέτρους, όπως οι ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις, η ταχύτητα του ανέμου, η εξατμισοδιαπνοή, κλπ. αλλά και κλιματικούς δείκτες, όπως η διάρκεια και η συχνότητα ξηρασίας, ηλιοφάνειας ή βροχοπτώσεων. Οι μεταβολές αυτές θα διαφέρουν στο βαθμό και στην κατανομή τους στις διάφορες περιοχές της χώρας. Παρότι υπάρχει αβεβαιότητα ως προς τις λεπτομέρειές τους, είναι βέβαιες οι βαθιές επιπτώσεις που θα έχουν στη λειτουργία των οικοσυστημάτων και στους διάφορους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας (Εικόνα 15).

²³ Ο τρόπος με τον οποίο ο άνθρωπος επηρεάζει το κλίμα, είναι κυρίως μέσω των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου που προέρχονται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Η συσσώρευση των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, έχει ως αποτέλεσμα τον εγκλωβισμό μέρους της ακτινοβολίας που εξέρχεται από τη γη προς το διάστημα (είτε ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία, είτε εκπεμπόμενη θερμική ακτινοβολία) και την επανεκπομπή του προς τη γη. Το γεγονός αυτό, οδηγεί σε αύξηση της θερμοκρασίας αποσταθεροποιώντας το ενεργειακό ισοζύγιο του πλανήτη (European Parliament, 2023; Yoro and Daramola, 2020; Mikhaylov et al., 2020; Speight, 2019). Υψηλότερη θερμοκρασία, σημαίνει αύξηση της εξάτμισης και συγκέντρωση μεγαλύτερης ποσότητας νερού στην αέρια του μορφή. Σημειώνεται ότι αύξηση ενός βαθμού Κελσίου της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας, προκαλεί αύξηση κατά 7% της ποσότητας των υδρατμών. Οι υδρατμοί, ως αέριο του θερμοκηπίου, απορροφούν επιπλέον θερμότητα εκπεμπόμενη από τη γη, ενισχύοντας πολλαπλασιαστικά το φαινόμενο (NASA, 2022). Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, οι μεταβολές του ενεργειακού ισοζυγίου της γης, επηρεάζουν τον κύκλο του νερού και τον κύκλο των θρεπτικών στοιχείων της φύσης, μεταβάλλοντας τη σύνθεση και τις δυναμικές των κοινοτήτων των οικοσυστημάτων.



Εικόνα 14. Αναμενόμενη αύξηση της έντασης των βροχοπτώσεων έως το τέλος του 21^{ου} αιώνα (αριστερά) και επιδείνωση των περιόδων ξηρασίας από το 1900 έως το 2002 (δεξιά) (NASA, 2010).



Εικόνα 15. Το κλίμα είναι ένα πολυ-παραγοντικό σύστημα με αλληλεπιδράσεις και συνδέσεις μεταξύ των μερών του. Η αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου επιδρά στα επιμέρους συστήματα και ανατροφοδοτείται από αυτά (GRID-Arendal, 2005).

2.2.1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ

Σε μια επιχείρηση πρόβλεψης των μελλοντικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, αλλά και διαμόρφωσης πολιτικών μείωσης και μετριασμού τους, η IPCC, υιοθέτησε πέντε κλιματικά σενάρια, γνωστά ως RCPs (Representative Concentration Pathways). Τα RCPs είναι «σενάρια που εκφράζουν πιθανές μελλοντικές κλιματικές εκβάσεις, σύμφωνα με διαφορετικές τροχιές συγκέντρωσης αερίων

θερμοκηπίου» ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας. Αναπτύχθηκαν από την επιστημονική κοινότητα για την 5^η Έκθεση Αξιολόγησης της IPCC (AR5), ώστε να αξιοποιηθούν στη μοντελοποίηση των πιθανών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής (van Vuuren et al., 2011a). Είναι τέσσερα σε αριθμό και κυμαίνονται από πολύ υψηλές (RCP8.5) έως πολύ χαμηλές μελλοντικές συγκεντρώσεις (RCP2.6). Οι αριθμητικές τους τιμές αναφέρονται στις συγκεντρώσεις το έτος 2100. Το αριθμητικό μέρος των σεναρίων RCP περιγράφει το επίπεδο μεταβολής του ενεργειακού ισοζυγίου του συστήματος Γης - Ατμόσφαιρας σε W/m^2 το 2100 σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα (Εικόνα 16). Το κάθε σενάριο αναπτύσσεται αναλυτικότερα παρακάτω, ενώ λεπτομέρειες για τις τάσεις τους σχετικά με την ενίσχυση ακτινοβολίας (επίδραση στο ενεργειακό ισοζύγιο – Radiative Forcing, RF) και τις εκπομπές CO_2 (σε δισεκατομμύρια τόνους) φαίνονται στην Εικόνα 17 :

Name	Radiative forcing	Concentration (p.p.m.)	Pathway	Model providing RCP*	Reference
RCP8.5	$>8.5 W m^{-2}$ in 2100	$>1,370 CO_2$ -equiv. in 2100	Rising	MESSAGE	55,56
RCP6.0	$\sim 6 W m^{-2}$ at stabilization after 2100	$\sim 850 CO_2$ -equiv. (at stabilization after 2100)	Stabilization without overshoot	AIM	57,58
RCP4.5	$\sim 4.5 W m^{-2}$ at stabilization after 2100	$\sim 650 CO_2$ -equiv. (at stabilization after 2100)	Stabilization without overshoot	GCAM	48,59
RCP2.6	Peak at $\sim 3 W m^{-2}$ before 2100 and then declines	Peak at $\sim 490 CO_2$ -equiv. before 2100 and then declines	Peak and decline	IMAGE	60,61

* MESSAGE, Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impact, International Institute for Applied Systems Analysis, Austria; AIM, Asia-Pacific Integrated Model, National Institute for Environmental Studies, Japan; GCAM, Global Change Assessment Model, Pacific Northwest National Laboratory, USA (previously referred to as MiniCAM); IMAGE, Integrated Model to Assess the Global Environment, Netherlands Environmental Assessment Agency, The Netherlands.

Εικόνα 16. Περιγραφικός πίνακας των τεσσάρων σεναρίων συγκέντρωσης αερίων του θερμοκηπίου RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 και RCP8.5, όπου αναφέρονται στοιχεία σχετικά με την ενίσχυση της ακτινοβολίας (radiative forcing), τη συγκέντρωση CO_2 (σε ppm), την τάση τους στο χρόνο (αυξητική/σταθεροποιητική/πτωτική) και το υπολογιστικό μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε (Moss et al., 2010).

▪ RCP2.6

Το RCP2.6 είναι ένα αυστηρό σενάριο μετριασμού, δηλαδή, προϋποθέτει επιθετικά μέτρα μετριασμού και ταχεία μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Ως συνέπεια των μέτρων, η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας αναμένεται να περιοριστεί κάτω από τους $2^\circ C$ σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα. Απαιτεί ουσιαστικές τεχνολογικές εξελίξεις και αλλαγές στην παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας. Η ενίσχυση της ακτινοβολίας κορυφώνεται γύρω στα $3 W/m^2$, περί το 2030-2040 και στη συνέχεια μειώνεται στα $2,6 W/m^2$ έως το 2100 (van Vuuren et al., 2011a).

▪ RCP4.5

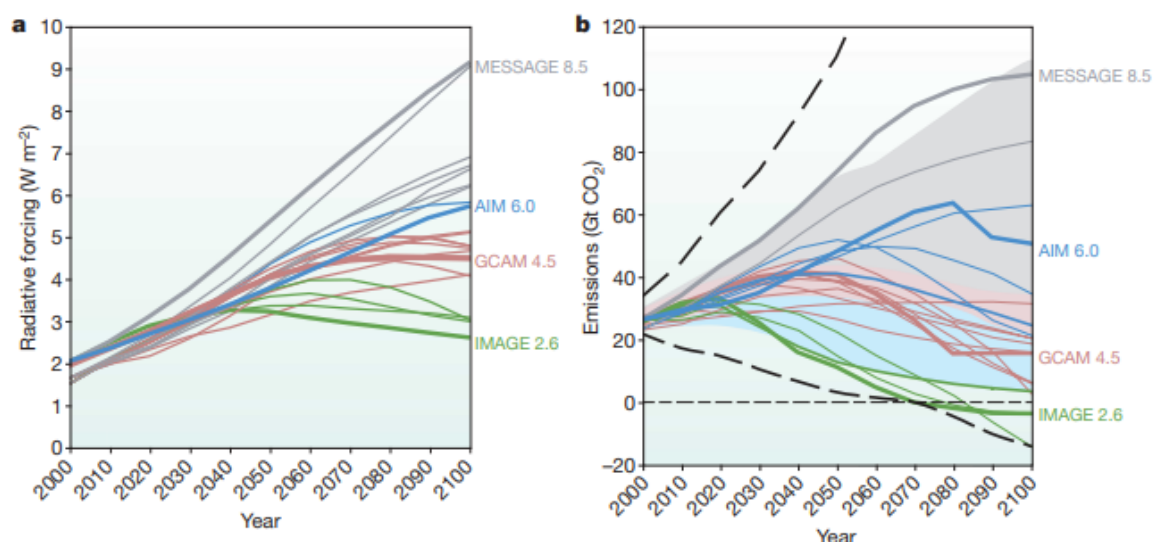
Το RCP4.5 είναι ένα σενάριο σταθεροποίησης, άρα μεταφράζεται σε εφαρμογή μέτρων πολιτικών μετριασμού και ταχεία μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Απαιτεί ουσιαστικές τεχνολογικές εξελίξεις και αλλαγές στην παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας. Η ενίσχυση της ακτινοβολίας κορυφώνεται περί το 2040 και στη συνέχεια -μετά από ελαφριά μείωση- σταθεροποιείται στα $4,5 W/m^2$, έως το 2100. Είναι ένα λιγότερο αυστηρό σενάριο από το RCP2.6, αλλά εξακολουθεί να στοχεύει στη σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα (Thomson et al., 2011).

▪ RCP6.0

Το RCP6.0 είναι αντίστοιχα ένα σενάριο σταθεροποίησης και μεταφράζεται σε μέτρια ή και χαμηλή προσπάθεια μετριασμού. Περιλαμβάνει τεχνολογίες και στρατηγικές που στοχεύουν στη σταθεροποίηση των εκπομπών χωρίς ουσιαστικές μειώσεις. Η ενίσχυση της ακτινοβολίας κορυφώνεται το 2080 και στη συνέχεια σταθεροποιείται στα $6,0 W/m^2$ μετά το 2100 (Masui et al., 2011).

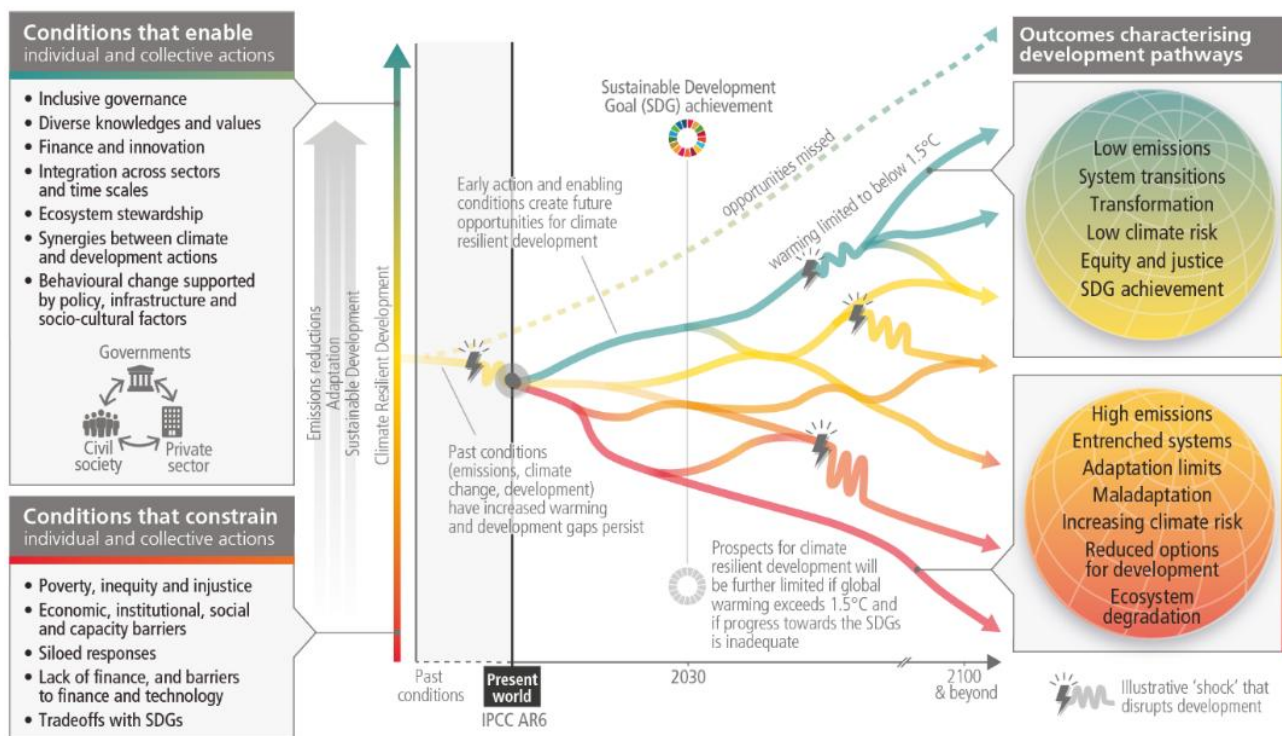
▪ RCP8.5

Το RCP8.5 είναι ένα σενάριο υψηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και μεταφράζεται στη μη ανάληψη μέτρων και πολιτικών για το μετριασμό των εκπομπών. Υποθέτει συνεχείς αυξήσεις στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, κυρίως λόγω της υψηλής εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα (αλλά και της υψηλής πληθυσμιακής αύξησης και μικρής τεχνολογικής ανάπτυξης). Ως αποτέλεσμα, αναμένονται τα υψηλότερα επίπεδα υπερθέρμανσης του πλανήτη και σημαντικές κλιματικές επιπτώσεις. Η ενίσχυση της ακτινοβολίας έχει συνεχή αυξητική τάση και φτάνει τα $8,5 W/m^2$ έως το 2100 (Riahi et al., 2011).



Εικόνα 17. Ενίσχυση ακτινοβολίας και εκπομπές CO₂ στα διαφορετικά RCPs. (α) Ενίσχυση της ακτινοβολίας σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα. Τα τέσσερα βασικά σενάρια RCP, απεικονίζονται με έντονες γραμμές. (β) Τα RCPs με βάση τις εκπομπές CO₂ ενέργειας και βιομηχανίας. Οι διακεκομμένες γραμμές αντιπροσωπεύουν το μέγιστο και το ελάχιστο του εύρους των εκπομπών (Moss et al., 2010).

Τα βασικά σενάρια RCP που αναπτύχθηκαν παραπάνω (ένα αυστηρό, δύο σταθεροποιητικά και ένα ακραίο-υψηλών εκπομπών), παρέχουν ένα πλαίσιο για την ανάλυση των πιθανών αποτελεσμάτων πολιτικών για το κλίμα και των επιπτώσεών τους στο περιβάλλον και τις ανθρώπινες κοινωνίες. Η 6^η Έκθεση της IPCC αναφέρει ότι τα περιθώρια της βιώσιμης ανάπτυξης, που απαιτείται για το μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, στενεύουν. Παρότι έχουν χαθεί ευκαιρίες και οι εντεινόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σταδιακά ξεπερνούν την ικανότητα της φύσης και των κοινωνιών να προσαρμοστούν ή να τις μετριάσουν (UNEP, 2021), υπάρχουν ακόμα πιθανά «μονοπάτια ανθεκτικότητας», τα οποία όμως περιορίζονται προοδευτικά με την αύξηση της θερμοκρασίας (Εικόνα 18).



Εικόνα 18. Η Κλιματικά Ανθεκτική Ανάπτυξη (Climate Resilient Development, CRD) είναι η διαδικασία εφαρμογής μέτρων προσαρμογής και μετριασμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου για την υποστήριξη της βιώσιμης ανάπτυξης (IPCC, 2023).

2.3 ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΤΟΠΙΟΥ

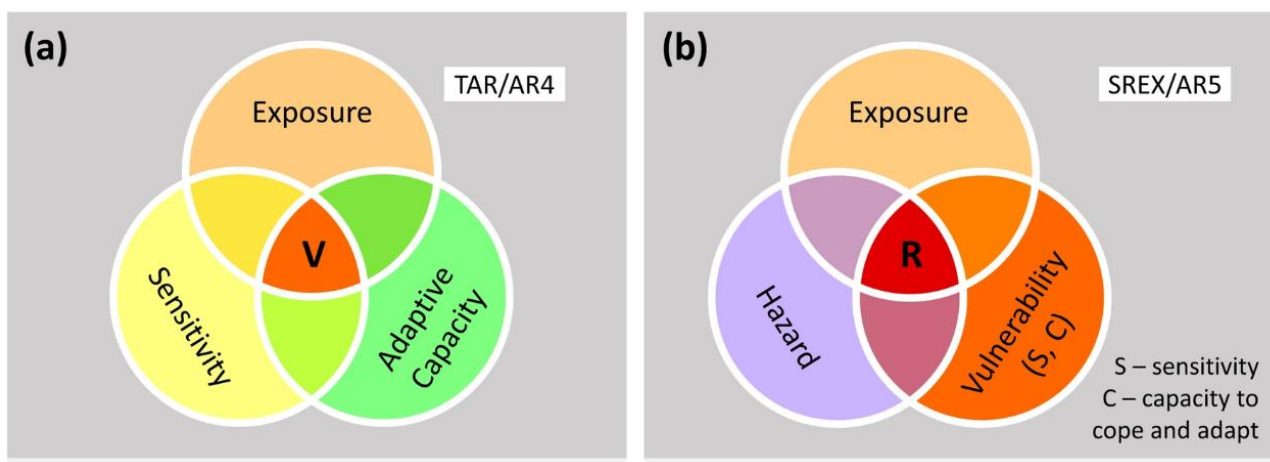
2.3.1. ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΤΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

Η έννοια της τρωτότητας του τοπίου εισήχθη στις αρχές της δεκαετίας του 2000, βασιζόμενη σε παλαιότερες έρευνες της επιστήμης της οικολογίας (Abbitt et al., 2000; Farina, 2000; Kepner et al., 2000; Winter, 2000; Carobianco et al., 1999). Η συμπερίληψη της τρωτότητας στις πολιτικές για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή ξεκίνησε με την 3^η Έκθεση Αξιολόγησης (Third Assessment Report, TAR) της IPCC (2001), όπου έγινε μια προσπάθεια διεξοδικής μελέτης και ορισμού της, σε σχέση με τις κλιματικές μεταβολές. Στην ίδια έκθεση έγινε και η πρώτη επίσημη αναφορά στο τοπίο²⁴ από την επιτροπή. Κατά μια έννοια η τρωτότητα στην κλιματική αλλαγή, εκφράζει μέρος του κλιματικού ρίσκου, και είναι συνάρτηση τριών στοιχείων: της ευαισθησίας, της έκθεσης και της προσαρμοστικής ικανότητάς. Η σχέση που συνδέει τα στοιχεία μεταξύ τους είναι η παρακάτω, σύμφωνα με το A.2.D.2. παραδοτέο:

$$V = (E+S) - AC$$

Όπου V: Vulnerability
E: Exposure
S: Sensitivity
AC: Adaptive Capacity

Άλλες πηγές ορίζουν την τρωτότητα με τις συναρτήσεις: $V = E * S * AC$ (Weis et al. 2016), $V = E * S * (-AC)$ ή μόνο σε συνάρτηση της προσαρμοστικής ικανότητας και της ευαισθησίας ($V = f [S, 1/AC]$), όπως υιοθετήθηκε στο AR5 της IPCC (Lioubimtseva, 2022; Subiyanto et al., 2020). Στην Εικόνα 19 φαίνονται οι διαφορετικές προσεγγίσεις σε διάγραμμα Venn.



Εικόνα 19. Τα πλαίσια αξιολόγησης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής της IPCC. (α) Η τρωτότητα (V) σύμφωνα με τις εκθέσεις TAR/AR4 και (β) το ρίσκο (R) σύμφωνα με την SREX/AR5.

▪ Τρωτότητα – Vulnerability (V)

Η τρωτότητα ορίζεται ως ο βαθμός στον οποίο ένα σύστημα είναι επιρρεπές και/ή (TAR, IPCC 2001) αδυνατεί να αντιμετωπίσει τις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, συμπεριλαμβανομένης της κλιματικής μεταβλητότητας και των ακραίων φαινομένων. Είναι συνάρτηση του χαρακτήρα, του μεγέθους και του ρυθμού της κλιματικής αλλαγής και διακύμανσης (βλ. TAR, IPCC 2001) στην οποία

²⁴ Το τοπίο είχε ήδη κινήσει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας, ως υπόβαθρο για τη μελέτη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, όπως σηματοδοτήθηκε και από τη Σύμβαση της Φλωρεντίας το 2000 (2.1.1). Σημαντική παλαιότερη μελέτη που αναφέρεται στην τρωτότητα του τοπίου, όχι όμως συγκεκριμένα υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής, πραγματοποιήθηκε το 1984 και εστίαζε στις οπτικές μεταβολές, δηλαδή στην επίδραση της τρωτότητας στην αντιληπτική διάσταση του τοπίου (Litton and Service, 1984).

εκτίθεται ένα σύστημα, της ευαισθησίας του και της προσαρμοστικής του ικανότητας (Estoque et al., 2023).

▪ **Έκθεση – Exposure (E)**

Η έκθεση υποδηλώνει το βαθμό στον οποίο ένα τοπίο εκτίθεται σε σημαντικές κλιματικές διακυμάνσεις. Περιλαμβάνει την εξέταση παραγόντων όπως η συχνότητα, η διάρκεια και η ένταση των κλιματικών γεγονότων (IPCC, 2001).

▪ **Ευαισθησία – Sensitivity (S)**

Η ευαισθησία αναφέρεται στο βαθμό στον οποίο ένα σύστημα ή τα συστατικά του είναι πιθανό να επηρεαστούν από τις τάσεις που σχετίζονται με το κλίμα. Οι επιπτώσεις μπορεί να είναι άμεσες ή έμμεσες, θετικές, ή αρνητικές (Cuevas, 2011; Mudombi, 2011; Schneider et al., 2001)

▪ **Προσαρμοστική Ικανότητα - Adaptive Capacity (AC)**

Η προσαρμοστική ικανότητα είναι η ικανότητα ενός συστήματος να προσαρμόζεται σε πιθανές καταστροφές, να εκμεταλλεύεται ευκαιρίες ή να ανταποκρίνεται στις επιπτώσεις. Περιλαμβάνει κοινωνικο-οικονομικούς, θεσμικούς και οικολογικούς παράγοντες που συμβάλλουν στην ανθεκτικότητά του (Adger et al., 2005)

Οι συνιστώσες της τρωτότητας είναι αλληλένδετες για τον προσδιορισμό της συνολικής τρωτότητας ενός συστήματος (Εικόνα 19). Η ευαισθησία και η έκθεση, αλληλοεπιδρούν για να καθορίσουν τις πιθανές επιπτώσεις. Για παράδειγμα, ένα εξαιρετικά ευαίσθητο σύστημα που εκτίθεται σε σημαντικές κλιματικές αλλαγές, πιθανότατα θα έχει σοβαρές επιπτώσεις. Ταυτόχρονα, η προσαρμοστική ικανότητα, επηρεάζει το βαθμό στον οποίο οι πιθανές επιπτώσεις μεταφράζονται σε απτά, δυσμενή αποτελέσματα. Κατά συνέπεια, συστήματα με υψηλή προσαρμοστικότητα διαθέτουν την ικανότητα αντιμετώπισης ή/και ανάκαμψης ή/και προσαρμογής στις διάφορες κλιματικές πιέσεις, μειώνοντας το συνολικό βαθμό τρωτότητας (Füssel and Klein, 2006).

2.3.2. ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΤΟΠΙΟΥ

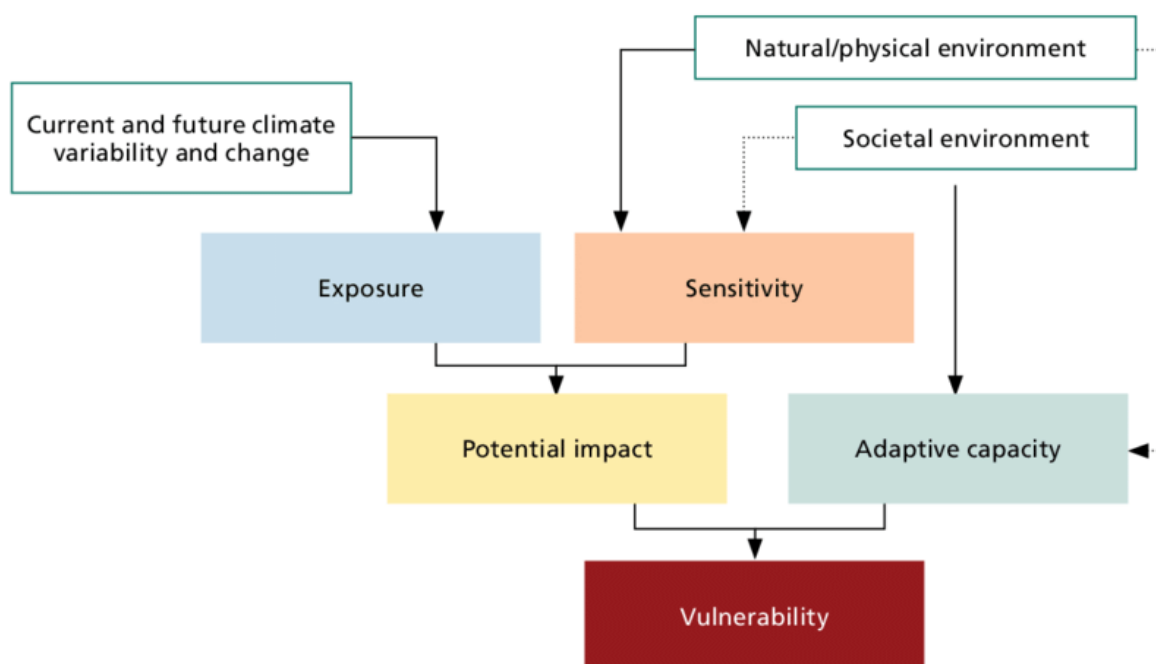
Η έννοια της τρωτότητας χρησιμοποιείται από πολλούς κλάδους σε σχέση με ποικίλα συστήματα, φαινόμενα και απειλές. Κατά συνέπεια, ο ορισμός της μεταβάλλεται αναλόγως της επιστήμης που τη μελετά και του αντικειμένου/συστήματος υπό μελέτη (Barnett et al. 2008).

Σύμφωνα με τους ορισμούς του 2.3.1, τα χαρακτηριστικά του τοπίου συντελούν στη διαμόρφωση της συνολικής του τρωτότητας²⁵. Η σταθερότητα του εδάφους, το επίπεδο βιοποικιλότητας, ή η «υγεία» των οικοσυστημάτων του τοπίου, σχετίζονται με τη διάσταση της ευαισθησίας (McKenzie et al., 2019; Ladányi et al., 2015; Bergengren et al., 2011). Συνεπώς, τοπία με εύθραυστα/διαβρωμένα εδάφη ή χαμηλή βιοποικιλότητα είναι πιο ευαίσθητα στις κλιματικές μεταβολές. Η έκθεση σχετίζεται με γεωγραφικά χαρακτηριστικά του τοπίου (εγγύτητα σε ακτές, υψόμετρο, κλπ.), ή το κλίμα του. Επομένως, τοπία που είναι συχνά αποδέκτες ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως καταιγίδες, ξηρασία κ.α. θεωρούνται εκτεθειμένα (Bede-Fazekas et al., 2017; Kerns et al., 2016; Ashcroft and Gollan, 2012; Ekeboom et al., 2003). Τέλος, η προσαρμοστική ικανότητα, σχετίζεται με τις πρακτικές διαχείρισης του τοπίου, δηλαδή τις χρήσεις γης, τις υποδομές, το θεσμικό πλαίσιο κ.α. Συνεπώς, τοπία όπου εφαρμόζονται ορθές πρακτικές διαχείρισης, ή απαρτίζονται από ενεργές τοπικές κοινότητες έχουν μεγαλύτερη προσαρμοστική ικανότητα (Elias et al., 2018; Holland et al., 2017; Czúcz et al., 2011; Metzger et al., 2006).

Για τον προσδιορισμό της τρωτότητας του τοπίου πρέπει να συνεκτιμώνται όλες οι παραπάνω παράμετροι, καθώς αντανακλούν την πολυπλοκότητά του και την αλληλεπίδραση, τόσο σταθερή όσο

²⁵ Στη βιβλιογραφία, υπάρχουν πολλές αναφορές για το τοπίο ως σύστημα ή ως αποτέλεσμα συστημάτων, οπότε η αντιμετώπισή του ως τέτοιο, είναι δόκιμη και στην παρούσα μελέτη (Kosenko, 2016; Yilmaz and Köylü, 2014; Murphy and Hedfors, 2011; Ludwig and Tongway, 2000; Benda et al., 1998; Demek, 1978). Καθώς η δομή και η λειτουργία του συνδιαμορφώνεται από την αλληλεπίδραση φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων, αποτελεί ιδανικό υπόβαθρο για τη μελέτη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

και δυναμική, μεταξύ των υλικών και άυλων διαστάσεων του²⁶. Συνεπώς, το τοπίο θα πρέπει να αντιμετωπίζεται όχι μόνο ως φυσικό, αγροτικό, πολιτιστικό κλπ., αλλά ως ο συνδυασμός τους (Luginbuhl, 2007). Σκοπός είναι η ανάπτυξη γνώσης και κατανόησης του «χαρακτήρα του τοπίου».



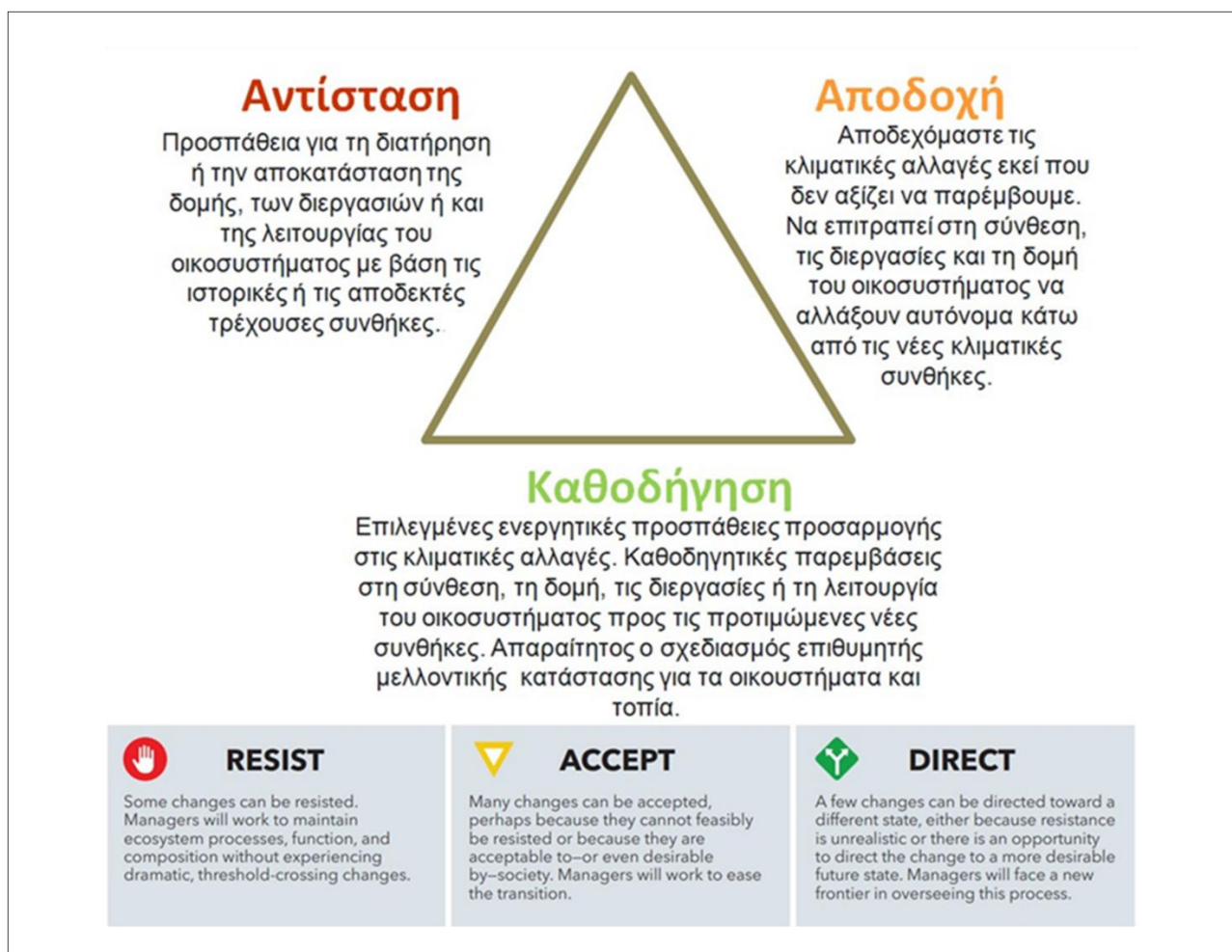
Source: GIZ, 2014

Εικόνα 20. Τα συστατικά της τρωτότητας και τα φαινόμενα που τα επηρεάζουν (Meybeck et al., 2019).

Βάσει των παραπάνω, ένα σημαντικό στοιχείο για την εκτίμηση της τρωτότητας του τοπίου είναι ο ορισμός της βάσης αναφοράς ή του βέλτιστου κατά περίπτωση τοπίου. Δηλαδή, πρέπει να αναγνωριστεί η κατάσταση που προσδιορίζει τον χαρακτήρα του τοπίου, ώστε οι όποιες συγκρίσεις, παραδοχές, διαχειριστικές προτάσεις, κλπ. να γίνονται σύμφωνα με αυτήν. Συνεπώς, η έννοια των συνθηκών αναφοράς καθώς και η έννοια της ιδεατής μελλοντικής κατάστασης (future desired state) αποτελούν σημαντικές πτυχές στην προσέγγιση της αξιολόγησης της τρωτότητας (Εικόνα 21). Οποιαδήποτε ανάλυση της μελλοντικής τρωτότητας απαιτεί μια πολυδιάστατη προσέγγιση στην αξιολόγηση (π.χ. Bolte et al., 2007).

Για τη μελέτη της τρωτότητας τοπίου, οι ερευνητές αξιοποιούν ένα συνδυασμό μεθόδων και διεπιστημονικών προσεγγίσεων, ενώ τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί η χρήση των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών (Jamwal et al., 2020; Chen et al., 2010). Σε συνδυασμό με επιτόπιες έρευνες και τηλεπισκόπηση, αξιολογήσεις κοινωνικο-οικονομικών παραγόντων και κλιματικά μοντέλα και σενάρια, δημιουργείται μια ολοκληρωμένη εικόνα της τρωτότητας του τοπίου στην κλιματική αλλαγή. Επιπλέον, διευκολύνεται η διαδικασία διαμόρφωσης αποτελεσματικών στρατηγικών μετριασμού και προσαρμογής (Pettorelli et al., 2014; IPCC, 2007; Yohe and Tol, 2002). Δυστυχώς δεν έχουν υλοποιηθεί αρκετές μελέτες για την τρωτότητα του τοπίου στην κλιματική αλλαγή, ιδιαίτερα στην Ελλάδα. Η σχετική έρευνα συνήθως επικεντρώνεται στους διαφορετικούς τομείς προτεραιότητας, όπου η συστηματοποίηση και τυποποίηση της ερευνητικής διαδικασίας είναι απλούστερες.

²⁶ Σύμφωνα με τους Tress et al. (2003), η μελέτη του τοπίου αποτελεί περιοχή έρευνας όπου διασταυρώνονται διαφορετικών αντικειμένων ειδικότητες και ενσωματώνει προσεγγίσεις τόσο από την οικολογία, όσο και από τις ανθρωπιστικές επιστήμες, τη γεωγραφία και τις επιστήμες της τέχνης και του πολιτισμού.



Εικόνα 21. Προσέγγιση RAD (Resist, Accept, Direct) που προωθείται από διαχειριστές οικοσυστημάτων στις ΗΠΑ για το σχεδιασμό της αντιμετώπισης των ενδεχόμενων προβλημάτων από την κλιματική αλλαγή (Lynch et al., 2022, 2021).

2.4 Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ NATURA GR3000005: ΣΟΥΝΙΟ – ΝΗΣΙΔΑ ΠΑΤΡΟΚΛΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΖΩΝΗ

2.4.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗ

Η Λαυρεωτική, δηλαδή η νοτιοανατολική άκρη της Αττικής χερσονήσου, αποτελεί μια ιστορική και οικολογικά σημαντική περιοχή. Περιλαμβάνει την περιοχή GR3000005: Σούνιο – Νησίδα Πατρόκλου και Παράκτια Θαλάσσια Ζώνη, που ήδη από το 2006 έχει ενταχθεί στο δίκτυο Natura 2000, για την προστασία της βιοποικιλότητας και των φυσικών οικοσυστημάτων.

Η περιοχή έχει πλούσια μεταλλευτική ιστορία από τα αρχαία χρόνια και αναπτύχθηκε ιδιαίτερα κατά την κλασική περίοδο (5^{ος}-4^{ος} αιώνας π.Χ.), καθώς τα ορυχεία αργύρου τροφοδοτούσαν την οικονομία της Αθήνας. Κατά συνέπεια, εντός των ορίων της περιοχής απαντώνται πολυάριθμες μεταλλευτικές στοές και σήραγγες από τα αρχαία ορυχεία και διαφυλάσσονται εξορυκτικά εργαλεία. Επιπλέον, στο Λαύριο διατηρούνται νεοκλασικά κτίρια του 19^{ου} αιώνα που ανεγέρθηκαν όταν η μεταλλευτική βιομηχανία αναβιώθηκε από Ευρωπαίους επενδυτές. Τέλος, το αρχαιολογικό ενδιαφέρον που παρουσιάζει η περιοχή δεν οφείλεται μόνο στην μεταλλευτική της ιστορία, αλλά και σε αρχαία μνημεία, όπως ο Ναός του Ποσειδώνα (5^{ος} αιώνας π.Χ.), το ιερό τέμενος της Αθηνάς Σουνιάδος και τα τείχη του

φρουρίου του ακρωτηρίου Σουνίου στο νοτιοανατολικό άκρο της περιοχής, που βλέπουν στη θάλασσα (Efesiou et al., 2022; Kayafa, 2018; Voudouris et al., 2021; Voudouris and Melfos, 2023; Yildiz, 2023)²⁷.

Σήμερα, η Λαυρεωτική περιλαμβάνει το Λαύριο, το Σούνιο και μικρούς γειτονικούς οικισμούς (σύνολο 69), όπως ο Άγιος Κωνσταντίνος και η Κερατέα. Το Λαύριο είναι ο κεντρικός αστικός οικισμός, με ολοένα αυξανόμενο πληθυσμό, λόγω της βιομηχανικής και τουριστικής ανάπτυξης. Ο μεγαλύτερος αριθμός κατοίκων εντοπίζεται κατά μήκος της ακτής και στο Λαύριο, ενώ το εσωτερικό είναι πιο αραιοκατοικημένο.



Εικόνα 22. Οι Δημοτικές Ενότητες του Δήμου Λαυρεωτικής και το έμβλημα του που απεικονίζει "μεταλλευτική κάμινο εκπέμπουσα καπνό" (πάνω δεξιά).

Σύμφωνα με το Πρόγραμμα Καλλικράτης, ο Δήμος Λαυρεωτικής (Δ.Ε. Κερατέας και Λαυρεωτικής, Τ.Κ. Αγίου Κωνσταντίνου) ανήκει στην Περιφέρεια Αττικής. Δημιουργήθηκε από τη συνένωση των πρώην Δήμων Λαυρεωτικής, Κερατέας και της Κοινότητας Αγίου Κωνσταντίνου. Έχει έκταση 176,87 km² και πληθυσμό 25.199 κατοίκους (ίσο περίπου αριθμό ανδρών-γυναικών), σύμφωνα με την Απογραφή του 2021 (ΕΛΣΤΑΤ, 2022). Έδρα του Δήμου είναι το Λαύριο, ενώ το έμβλημά του απεικονίζει "μεταλλευτική κάμινο εκπέμπουσα καπνό," όπως καθορίστηκε από το Β.Δ. της 22 Νοεμβρίου 1891 (ΦΕΚ 333). Τα όρια των Δημοτικών Ενοτήτων και Τοπικής Κοινότητας του Δήμου Λαυρεωτική φαίνονται στην παραπάνω εικόνα.

²⁷ Το ακρωτήριο του Σουνίου, η νοτιότερη άκρη της Αττικής, υπήρξε κομβικό σημείο στρατηγικής σημασίας στην αρχαιότητα, από όπου, οι Αθηναίοι ήλεγχαν το θαλάσσιο πέρασμα προς το Αιγαίο και την πρόσβαση στον Πειραιά. Παράλληλα, η θέση αυτή εξασφάλιζε την προστασία της Λαυρεωτικής χερσονήσου. Το φρούριο και τα ιερά του Σουνίου ανήκαν στον δήμο των Σουνιέων, που ιδρύθηκε με τη μεταρρύθμιση του Κλεισθένη το 510 π.Χ., ως μέρος της Λεοντίδας φυλής. Ο δήμος εκτεινόταν στην περιοχή μεταξύ Λαυρίου, Μεγάλων Πεύκων, Καμάριζας και του ακρωτηρίου, ενώ ο οικισμός στο φρούριο πιθανότατα λειτουργούσε ως το κέντρο του. Η περιοχή παρουσιάζει ίχνη ανθρώπινης δραστηριότητας ήδη από την Πρώιμη Εποχή του Χαλκού (3.000 π.Χ.), όπως τεκμηριώνεται από την παρουσία τάφων. Στο υψηλότερο σημείο του φρουρίου βρισκόταν το ιερό τέμενος του Ποσειδώνα. Από την κύρια είσοδο των τειχών στο βορειοδυτικό τμήμα, ένας δρόμος οδηγούσε στο πρόπυλο του ιερού, διασχίζοντας τον οικισμό που κάλυπτε τις πλαγιές. Σήμερα, η πρόσβαση στο φρούριο γίνεται από το ανατολικό τμήμα του τείχους. Στον κόλπο βόρεια του ακρωτηρίου υπήρχε το λιμάνι, ενώ στη βραχώδη ακτή, κοντά στην είσοδό του, διαμορφώνονταν νεώσοικοι για τον ελλιμενισμό πολεμικών πλοίων. Επιπλέον, έχουν εντοπιστεί κατάλοιπα κλασικών και ρωμαϊκών χρόνων, όπως οικιστικά ίχνη και νεκροταφεία στην ευρύτερη περιοχή (Papadimitriou et al., 2020).

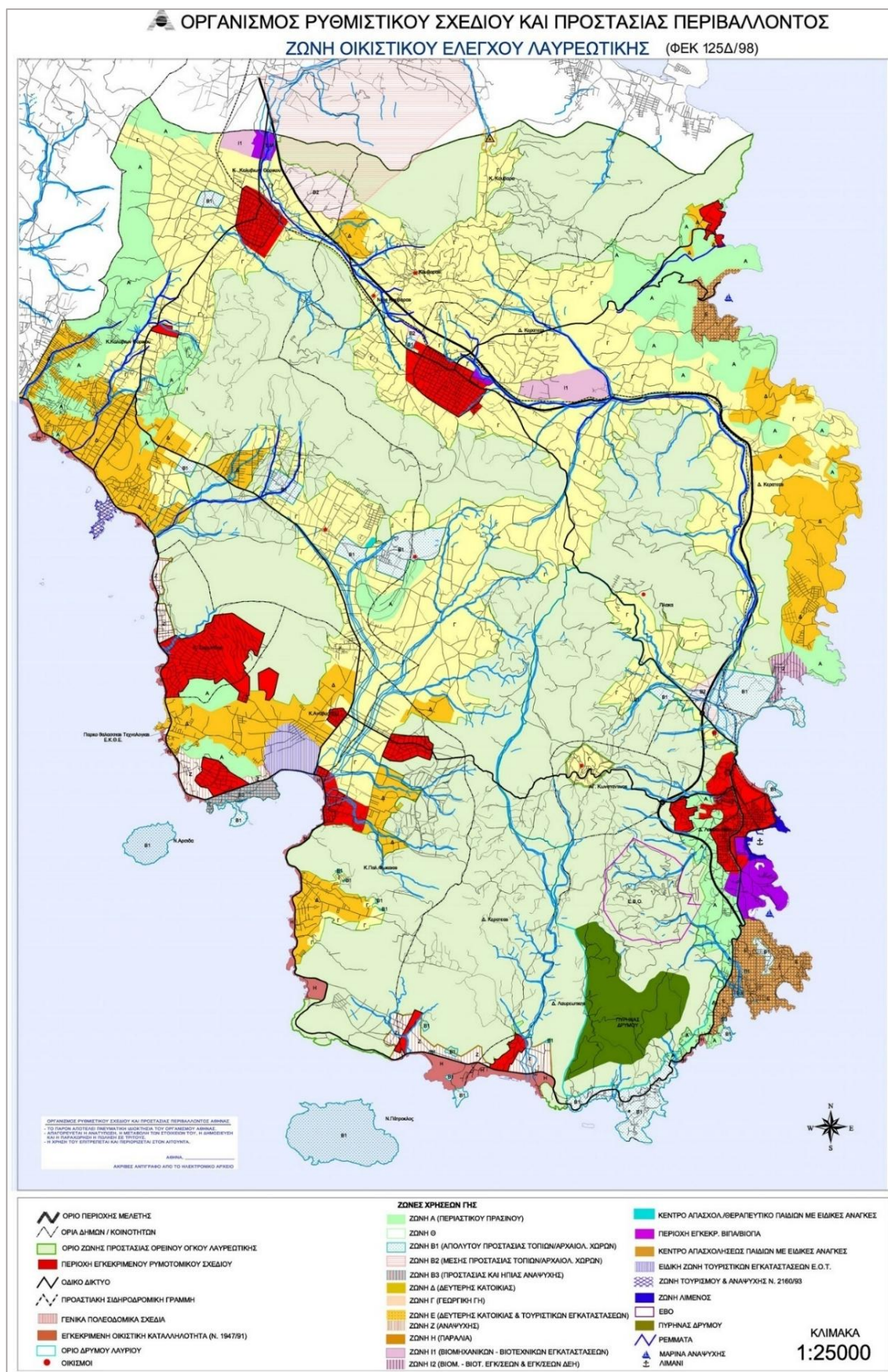
Το ανάγλυφο της περιοχής της Λαυρεωτικής είναι τραχύ, με κυματιστούς λόφους και απότομες πλαγιές (κλίσεις πάνω από 40% στην περιοχή του Σουνίου). Τα υψόμετρα ποικίλλουν, αλλά το μέγιστο ύψος δεν ξεπερνάει τα 636 m (Πάνειον όρος). Παρότι δεν απαντώνται μεγάλα ποτάμια, υπάρχουν ωστόσο ορισμένα εποχιακά ρέματα ειδικά κατά τη χειμερινή περίοδο των βροχών. Η διαχείριση του νερού είναι δύσκολη λόγω των περιορισμένων πόρων γλυκού νερού. Το έδαφος είναι βραχώδες, από ασβεστόλιθο μάρμαρο και σχιστόλιθο, ενώ εντοπίζονται κοιτάσματα ορυκτών μολύβδου, αργύρου και ψευδαργύρου. Εντούτοις, στις περιοχές που το έδαφος είναι αργιλώδες, υποστηρίζεται μεσογειακή βλάστηση, μακκίας και φρυγάνων, ενώ μεγάλες εκτάσεις καταλαμβάνονται από πευκοδάση. Επιπλέον, τεκμηριώνεται η παρουσία προστατευόμενων και ενδημικών ειδών χλωρίδας όπως η κενταύρια (*Centaurea laureotica* Halácsy, Οικ. Asteraceae και είδη των γενών *Silene*, *Iris* και *Crocus*, ενώ η πανίδα περιλαμβάνει μεσογειακές χελώνες, σαύρες, διάφορα είδη πτηνών (αποδημητικά και μη όπως Αρπακτικά είδη του γένους *Falco*, νυχτοπούλια, όπως είδη κουκουβάγιας και μπούφοι), κορμοράνοι, γλάροι κ.α., κυρίως λόγω του παράκτιου οικοτόπου.

Γενικά, το τοπίο απαρτίζεται από διαφορετικά είδη κάλυψης που εναλλάσσονται μεταξύ θαμνωδών εκτάσεων, βοσκοτόπων και αγροτεμαχίων, δασικών εκτάσεων και αστικής ανάπτυξης γύρω από το Λαύριο. Οι χρήσεις γης είναι κυρίως παραδοσιακές (γεωργία, κτηνοτροφία, δασοκομία), όμως τελευταία ο τουρισμός και η οικιστική ανάπτυξη κερδίζουν έδαφος, ιδιαίτερα στις παράκτιες περιοχές. Οι εξορυκτικές δραστηριότητες ήταν ιστορικά σημαντικές, αλλά πλέον έχουν εκλείψει (Εικόνα 23).

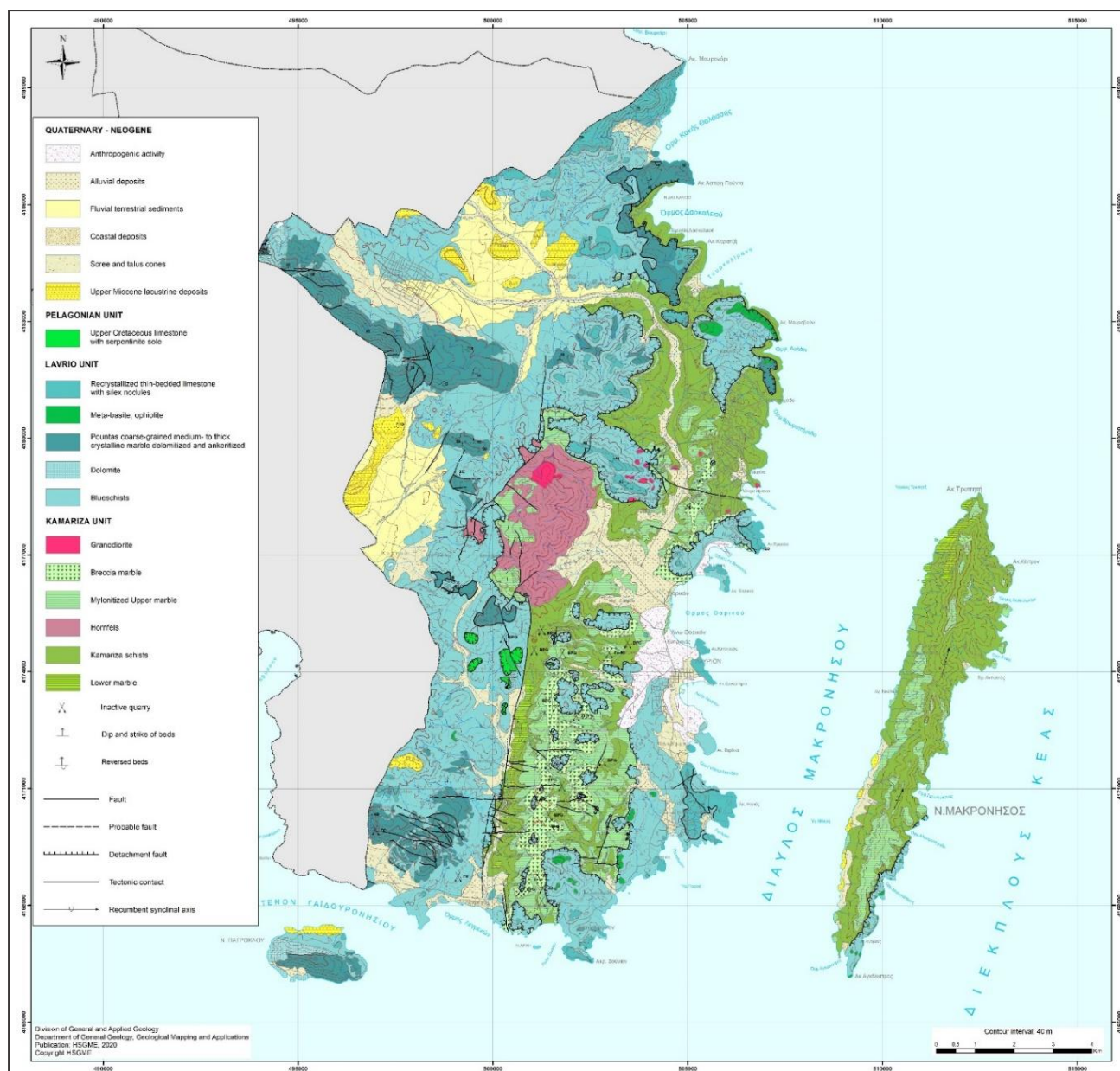
Το κλίμα της Λαυρεωτικής είναι μεσογειακό, με ζεστά, ξηρά καλοκαίρια και ήπιους, υγρούς χειμώνες. Το καλοκαίρι, οι θερμοκρασίες συνήθως υπερβαίνουν τους 30°C, ενώ το χειμώνα κυμαίνεται μεταξύ 5–15°C. Η υγρή περίοδος (Οκτώβρης – Απρίλης) έχει ετήσιο μέσο όρο κατακρημνισμάτων 400-500 mm (ΣΜΠΕ, 2020).

Η περιοχή της Λαυρεωτικής έχει χαρακτηριστεί ως γεωπάρκο²⁸ από το 2023 και ανήκει στο σχετικό Ευρωπαϊκό Δίκτυο της UNESCO (Εικόνα 24, Εικόνα 25). Στο Γεωπάρκο της Λαυρεωτικής απαντώνται πέντε διαφορετικά είδη κοιτασμάτων και περισσότερα ορυκτά από οποιαδήποτε άλλη περιοχή (12% των γνωστών ορυκτών ειδών παγκοσμίως, απαντώνται στο Γεωπάρκο της Λαυρεωτικής) (Voudouris et al., 2021).

²⁸ Ως γεωπάρκα της UNESCO ορίζονται περιοχές στις οποίες εντοπίζονται γεωλογικά μνημεία διεθνούς σημασίας (περιοχές σημαντικής γεωλογικής κληρονομιάς). Η αναγνώριση της αξίας τους από τις τοπικές κοινότητες μπορεί να οδηγήσει στην βιώσιμη ανάπτυξη της περιοχής (Du and Girault, 2018).

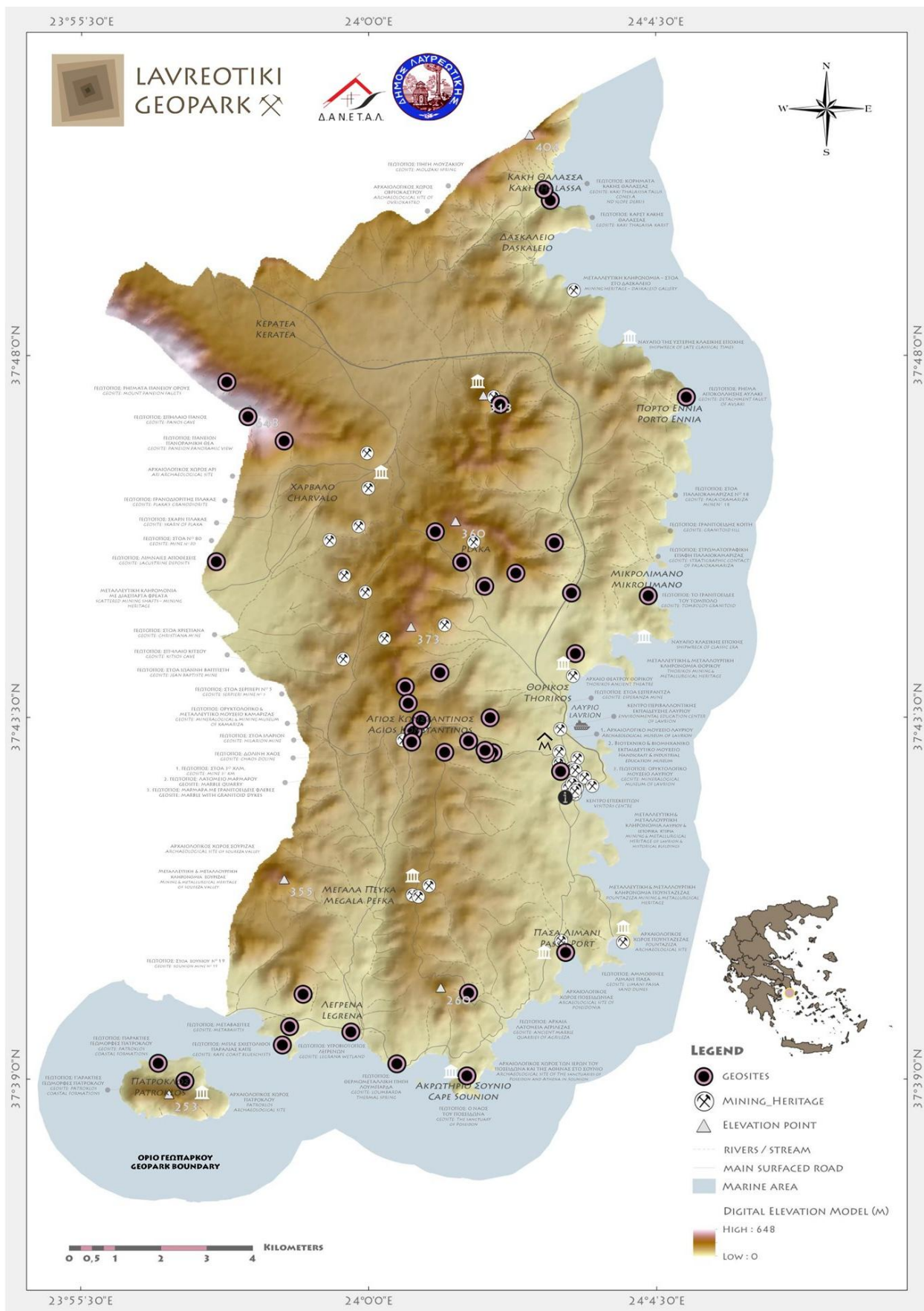


Εικόνα 23. Χάρτης Απεικόνισης της Ζώνης Οικιστικού Ελέγχου Λαυρεωτικής και χρήσεων γης (ΥΠΕΚΑ, 2024).



Εικόνα 24. Γεωλογική σύνθεση του Γεωπάρκου Λαυρεωτικής. Στο υπόμνημα, παρατηρούνται οι τρεις βασικές τεκτονικές ενότητες: Καμάριζα (Κατώτερη τεκτονική ενότητα), γαλαζόλιθος Λαυρίου (Μέση τεκτονική μονάδα) και Μπερζέκος ή Πελαγονική Ενότητα (Ανώτερη τεκτονική ενότητα). Οι δύο πρώτες ενότητες αποτελούνται από μάρμαρα και σχιστόλιθους, ενώ η τελευταία από μη μεταμορφωμένους ασβεστόλιθους, ραδιολαρίτες και σερπεντινίτες της Κρητιδικής περιόδου²⁹(Voudouris et al., 2021).

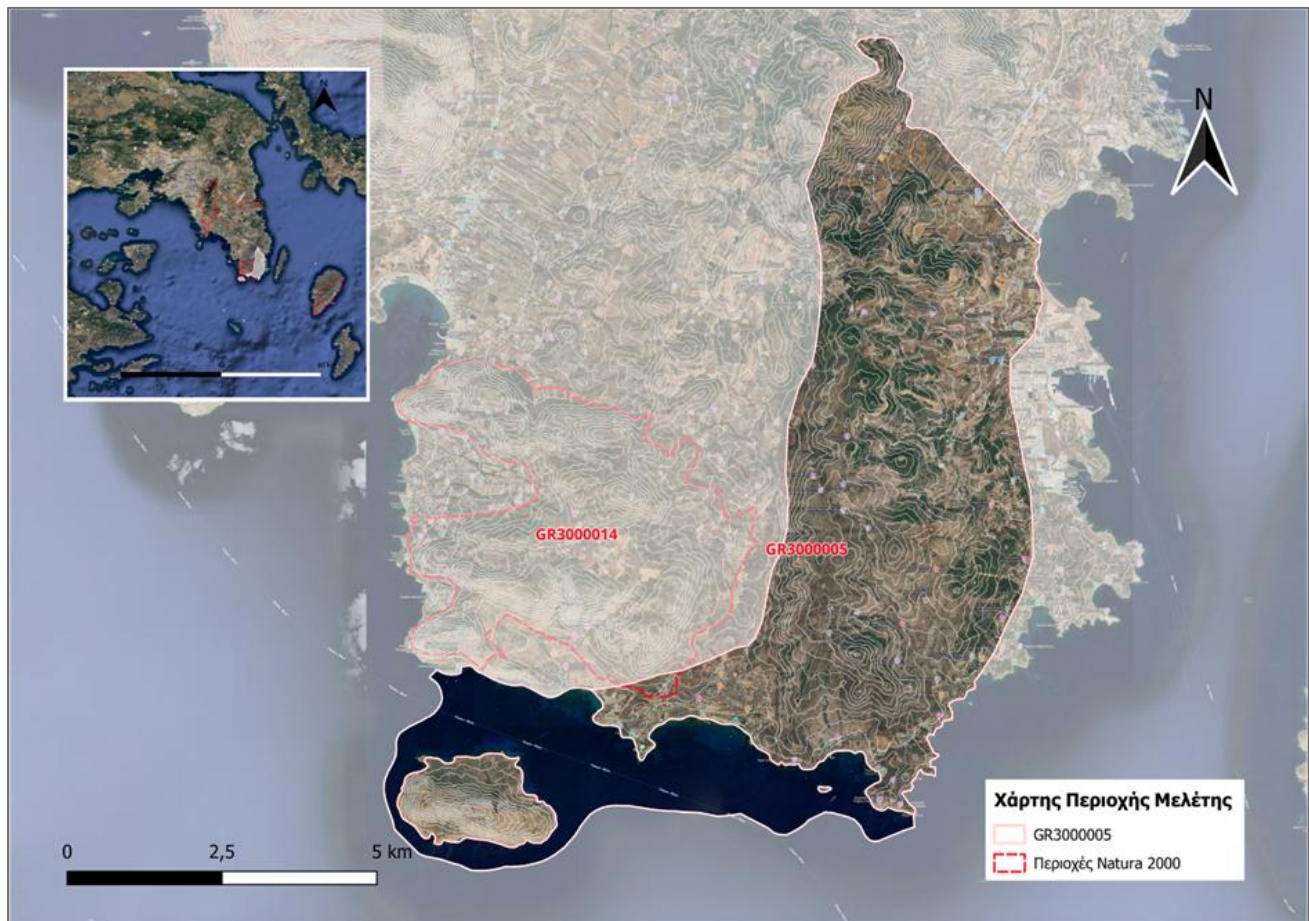
²⁹ <https://geoparklavreotiki.gr/geologia-geomorfologia/>



Εικόνα 25. Το γεωπάрко Λαυρεωτικής είναι μια περιοχή με έκταση 262 km², με σημαντικό περιβαλλοντικό – γεωφυσικό πλούτο. Περιλαμβάνει περίπου 1000 μεταλλευτικές στοές και ιαόριθμα φρεάτια και πάνω από 50 γεώτοπους (Lavreotiki Geopark, 2024).

2.4.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ GR3000005

Η περιοχή μελέτης αφορά στο σύνολο της Ειδικής Ζώνης Διατήρησης (ΕΖΔ) του Δικτύου Natura 2000 κωδικό GR3000005 και ονομασία «Σούνιο – Νησίδα Πατρόκλου και παράκτια θαλάσσια ζώνη» της Περιφέρειας Αττικής (Εικόνα 1). Η ΕΖΔ βρίσκεται στο νότιο τμήμα της Αττικής, έχει συνολική έκταση 5382.27 ha³⁰ και αποτελεί τμήμα του Εθνικού Πάρκου Σχοινιά – Μαραθώνα³¹. Το υψόμετρο κυμαίνεται από μηδέν μέτρα στην επιφάνεια της θάλασσας έως το υψηλότερο σημείο των λόφων της στα 312 m (δυτικά της αγροτικής περιοχής «Μαρκάτι»).



Εικόνα 26. Η περιοχή μελέτης GR3000005: Σούνιο – Νησίδα Πατρόκλου και Παράκτια Θαλάσσια Ζώνη του δικτύου Natura 2000.

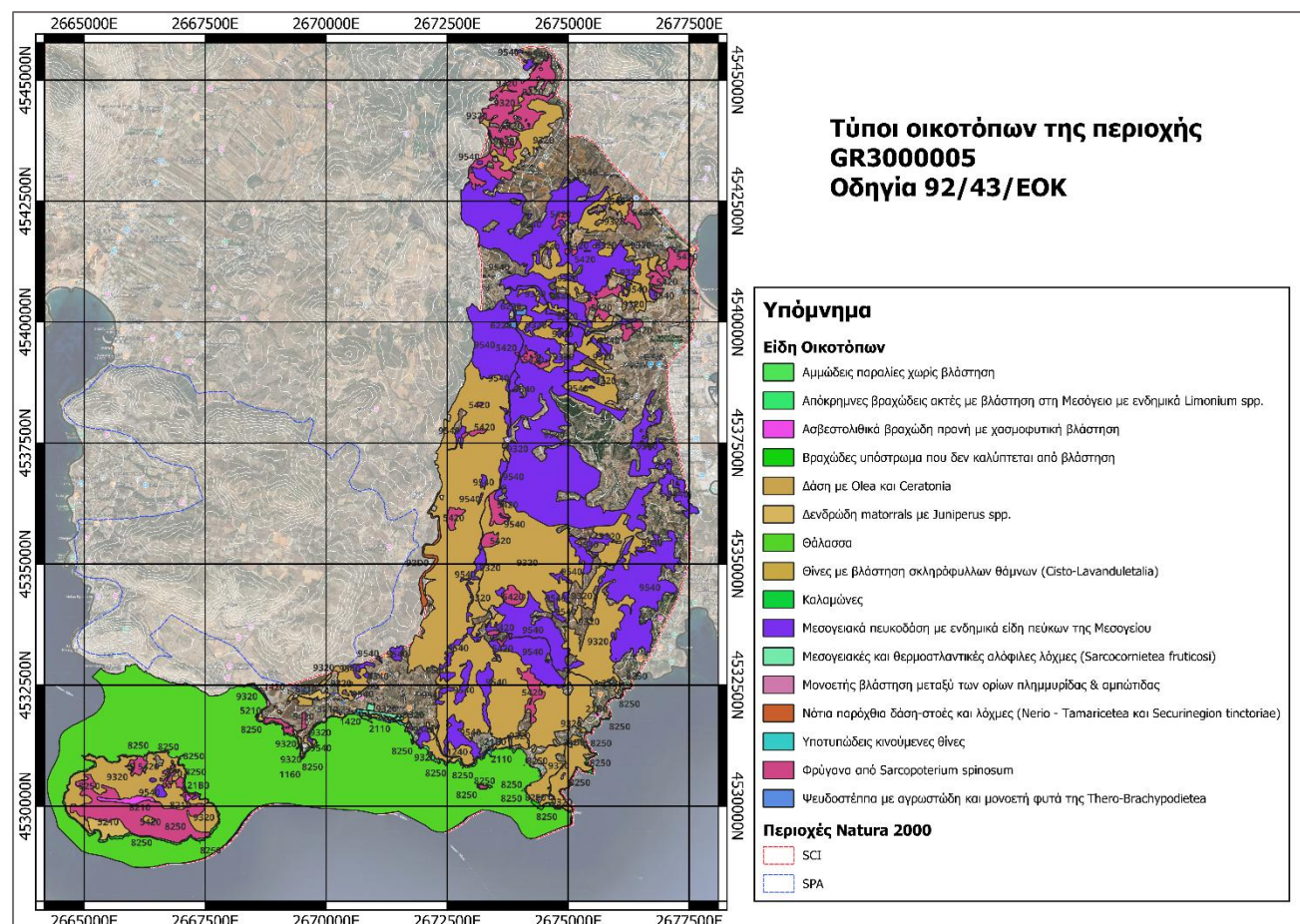
Η GR3000005 είναι μια περιοχή με οικολογική και πολιτιστική σημασία. Περιλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα του Εθνικού Δρυμού Σουνίου, αρκετούς χερσαίους και θαλάσσιους βιότοπους³² (Εικόνα 27) και πληθώρα αρχαιολογικών χώρων και μνημείων, όπως το ιερό του Ποσειδώνα στο Σούνιο και τα αρχαία μεταλλεία του Λαυρίου.

Η οικολογική αξία του τοπίου της συντίθεται, πέρα από τα θαλάσσια οικοσυστήματα, από χερσαία μεσογειακά οικοσυστήματα πευκοδασών χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis* Mill., Pinaceae), μακκίας και φρυγάνων, στα οποία εντοπίζονται ενδημικά και προστατευόμενα είδη φυτών όπως τα *Centaurea raphanina* subsp. *Mixta*, Asteraceae και *Onobrychis ebenoides*, Fabaceae.

³⁰ Από τη συνολική έκταση της περιοχής, η χερσαία έκταση είναι 4219.42 ha. Η περίμετρος της είναι 45.3 km, ενώ το 21,89% είναι θαλάσσια έκταση.

³¹ Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Πάρκου Σχοινιά – Μαραθώνα.

³² Όπως τα λιβάδια Ποσειδωνίας (*Posidonia oceanica*) ενός είδους θαλασσίου φανερογάμου ενδημικό στη Μεσόγειο θάλασσα (Maidanou, 2018).



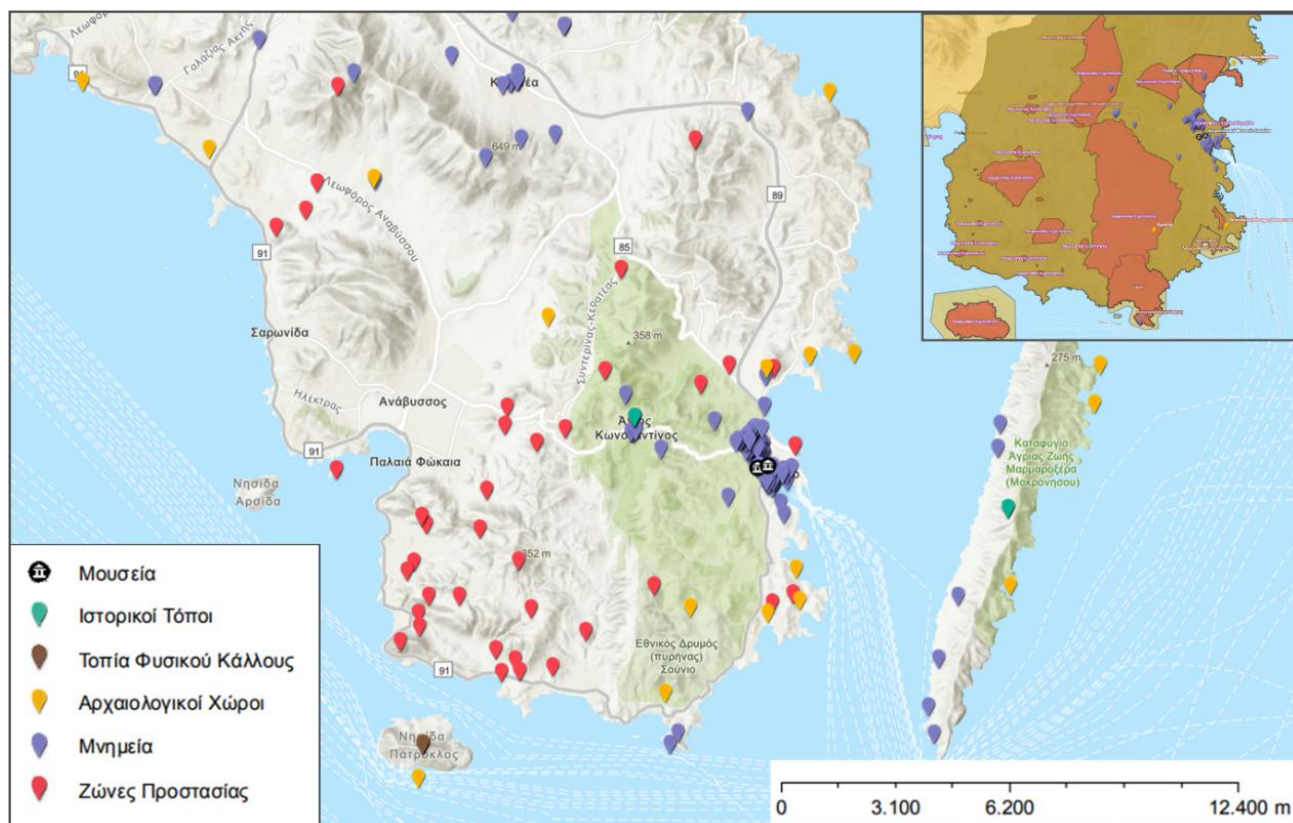
Εικόνα 27. Αποτύπωση των τύπων οικοτόπων της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ που απαντώνται στην περιοχή GR3000005 με κυριότερους τους: 1210 (1,10243 ha), 1240 (4,81707 ha), 1420 (6,1048 ha), 2110 (4,39428 ha), 2260 (1,59781 ha), 5210 (28,3919 ha), 5420 (317,824 ha), 6220 (3,33491 ha), 8210 (7,77739 ha), 92D0 (9,51987 ha), 9320 (1416,2 ha), 9540 (1137,32 ha) (votaniki, 2019).



Εικόνα 28. Απεικόνιση χαρακτηριστικών ειδών χλωρίδας που απαντώνται στην περιοχή GR3000005. Από αριστερά πάνω: *Sarcopoterium spinosum* (L.) Spach, Rosaceae, *Thymra capitata* (L.) Cav., Lamiaceae, *Quercus coccifera* L., Fagaceae, *Ziziphus lotus* (L.) Lam., Rhamnaceae, *Pinus halepensis* Mill., Pinaceae, *Brachypodium retusum* (Pers.) P.Beauv., Poaceae, *Cistus monspeliensis* L., Cistaceae, *Phlomis purpurea* L., Lamiaceae.

Ταυτόχρονα, σε όλη την έκταση της περιοχής και ιδιαίτερα στο κεντρικό και βόρειο τμήμα της εντοπίζονται σπήλαια και καρστικοί σχηματισμοί με απολιθώματα και σπάνια ενδιαιτήματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ιδιαίτερης γεωμορφής αποτελεί το Έγκοιλο Χάος, μία κυκλική δολίνη κατακρήμνισης με σχηματισμούς από ασβεστόλιθο και σχιστόλιθο³³. Η πανίδα της περιοχής περιλαμβάνει θαλάσσια προστατευόμενα είδη, όπως η μεσογειακή φώκια *Monachus monachus*, ερπετά όπως η χελώνα *Testudo hermanni* και η οχιά *Vipera ammodytes*, καθώς και μεταναστευτικά πουλιά, όπως ο μύχος της Μεσογείου (*Puffinus yelkouan*).

Η πολιτιστική αξία της GR3000005 συνίσταται από αρχαιολογικά και ιστορικά στοιχεία, όπως αρχαία μεταλλεία, εργαστήρια και ορυχεία, στην ευρύτερη περιοχή των οποίων εντοπίζονται και καρστικοί σχηματισμοί με αρχαιολογικό ενδιαφέρον. Ταυτόχρονα στο ακρωτήριο του Σουνίου απαντώνται τα παγκοσμίου φήμης ιερά, του Ποσειδώνος και της Αθηνάς. Οι περιοχές και τα σημεία εντός της GR3000005 με πολιτιστικό ενδιαφέρον, απεικονίζονται στην **Εικόνα 29** της γεωπύλης της Διεύθυνσης Διαχείρισης Εθνικού Αρχείου Μνημείων του Υπουργείου Πολιτισμού.



Εικόνα 29. Περιοχές προστατευόμενων χώρων υψηλής πολιτιστικής αξίας στη χερσόνησο Λαυρεωτικής³⁴.

Σύμφωνα με επιστημονικές πηγές, οι κίνδυνοι που απειλούν την περιοχή με υποβάθμιση, οφείλονται σε ανθρώπινες πιέσεις όπως η αστικοποίηση, πυρκαγιές αλλά και η έντονη ρύπανση που στον Σαρωνικό κόλπο απειλεί τα λιβάδια Ποσειδωνίας (Arianoutsou et al., 2024; Vallianatou and Yannitsaros, 2009; Varela et al., 2020). Κρατικές πρωτοβουλίες και προτάσεις για την προστασία της περιλαμβάνουν την επέκταση της προστατευόμενης ζώνης για να περιλάβει τις θαλάσσιες περιοχές γύρω από το Σούνιο και τη νησίδα Πατρόκλου, την ενίσχυση διαχειριστικών μέτρων για αποτροπή πυρκαγιών και υπερβόσκησης, την ολοκληρωμένη παρακολούθηση της ρύπανσης στη θαλάσσια ζώνη και την προώθηση περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και τουρισμού χαμηλού αντίκτυπου (ΠεΣΠΚΑ Αττικής, 2020).

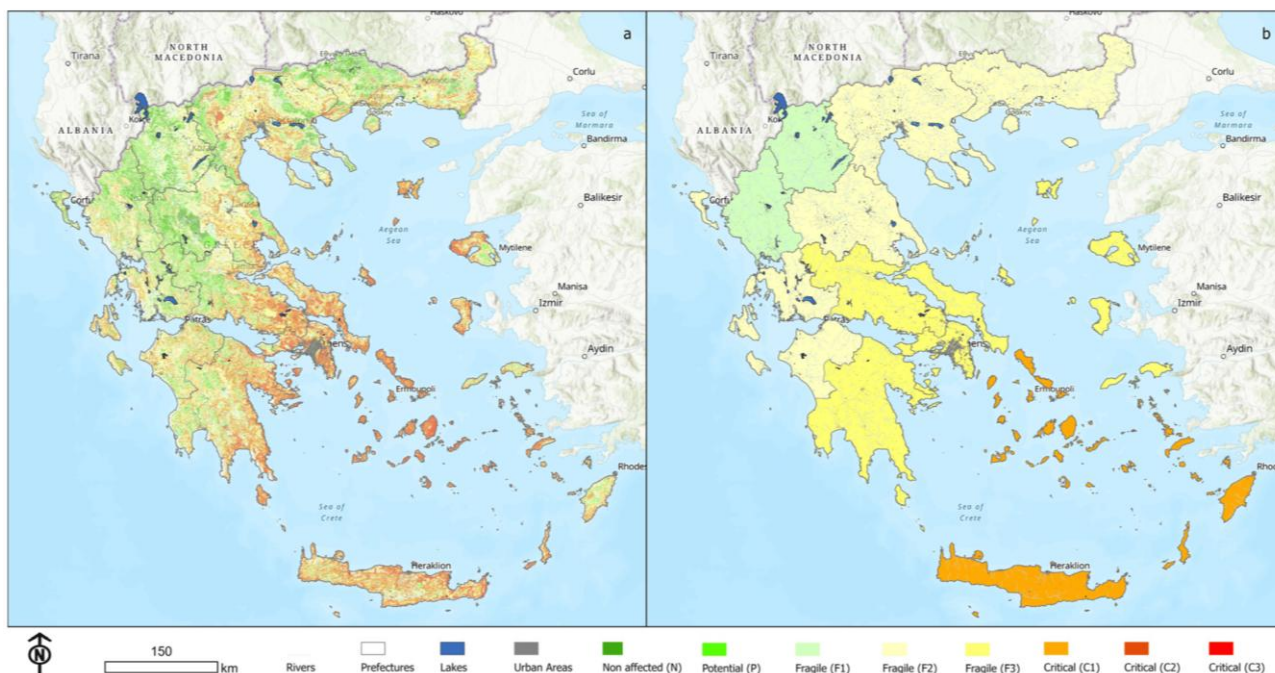
³³https://www.topoguide.gr/geology/geology_karst.php

³⁴<https://www.arxaiologikoktimatologio.gov.gr/>

2.4.3. ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Σύμφωνα με την πρόσφατη Ειδική Έκθεση για την Καταπολέμηση της ερημοποίησης στην ΕΕ (European Court of Auditors, 2018) οι προβλέψεις για την κλιματική αλλαγή, οδηγούν σε αντίστοιχα συμπεράσματα για την αύξηση του κινδύνου ερημοποίησης, με εντονότερα να προσδιορίζεται το φαινόμενο στις νότιες περιοχές της Ευρώπης. Σε αυτές τις περιοχές, καταγράφονται ήδη θερμές ημέρημοι, όπου το κλίμα σταδιακά μετατρέπεται από εύκρατο σε ξηρό. Με τον όρο ερημοποίηση περιγράφεται η υποβάθμιση της γης σε ξηρές περιοχές, από παραγωγική γη σε έρημο, ενσωματώνοντας τόσο της ανθρωπογενείς, όσο και τις κλιματικές παραμέτρους που οδηγούν σε αυτή την υποβάθμιση (Aubréville and Chevalier, 1949). Άμεσες και βραχυπρόθεσμες συνέπειες της ερημοποίησης είναι η μείωση της παραγωγής τροφίμων, ο περιορισμός ή απώλεια της γονιμότητας των εδαφών, η μεταβολή της φυσικής βλάστησης, η αλλαγή της σύνθεσης της βιοποικιλότητας και απώλεια αυτής, η υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων και η διάβρωση³⁵.

Η χερσόνησος της Λαυρεωτικής, παρουσιάζει αυξημένη τρωτότητα στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Οι κλιματικοί κίνδυνοι συνίστανται κατά κύριο λόγο από αύξηση έντασης και συχνότητας φαινομένων όπως οι δασικές πυρκαγιές και οι πλημμύρες³⁶ που τελικά καθιστούν το τοπίο πιο ευπαθές στη διαδικασία της ερημοποίησης. Η προστατευόμενη περιοχή GR3000005, αναμένεται να εμφανίσει ιδιαίτερα υψηλό βαθμό τρωτότητας, λόγω των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της και των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων εντός των ορίων της.



Εικόνα 30. Χάρτες τρωτότητας ερημοποίησης (α) χωρική κατανομή για το δείκτη ESAI και (β) μέσος όρος ESAI ανά Περιφέρεια για την περίοδο 1984–2004 (Kalogeropoulos et al., 2024).

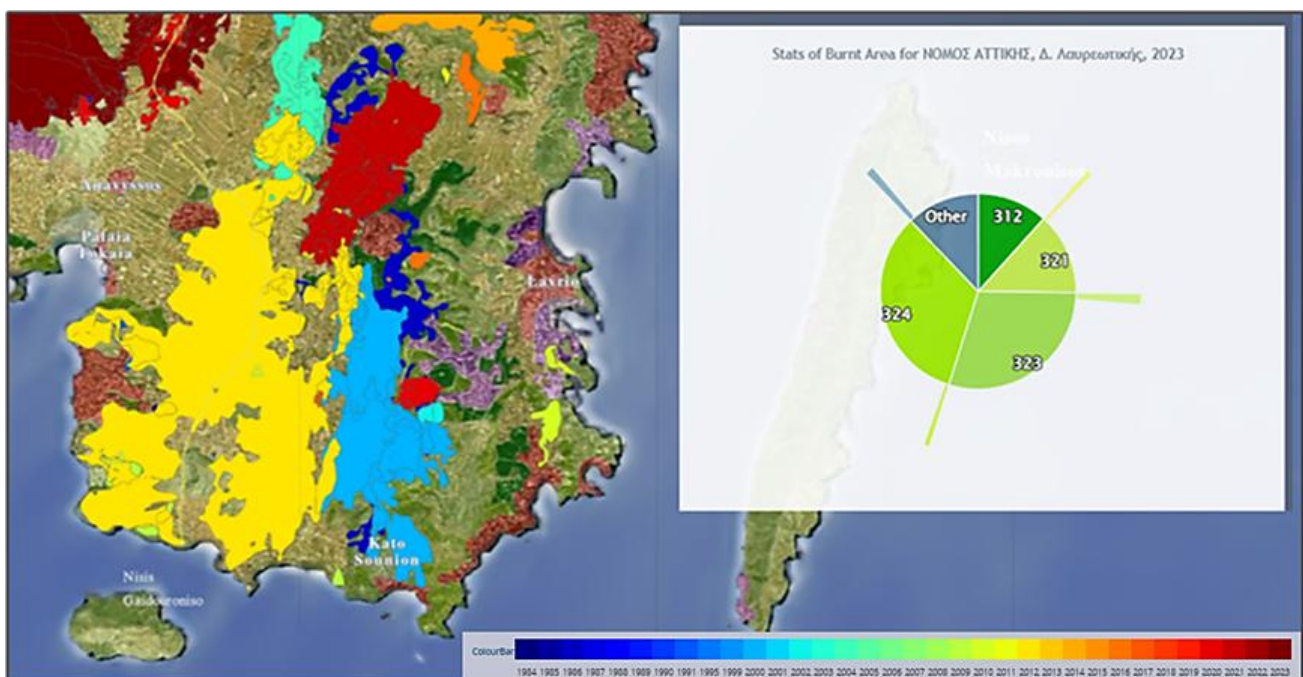
³⁵ Αφορά στην τρωτότητα του εδάφους στα διάφορα κλιματικά φαινόμενα και συγκεκριμένα στις βροχοπτώσεις, τις επακόλουθες απορροές, αλλά και στον άνεμο. Αποτελεί την κύρια μορφή υποβάθμισης των εδαφών παγκοσμίως (Bridges and Oldeman, 1999; Lal, 2001), ενώ στην Ελλάδα εκτιμάται ότι οι απώλειες εδαφών είναι της τάξης 150-300 x10⁶ t (Kosmas et al., 2001).

³⁶ Η προστατευόμενη περιοχή δεν ανήκει στις ζώνες δυνητικά υψηλού κινδύνου πλημμύρας, σύμφωνα με τις μελέτες και τους χάρτες επικινδυνότητας του ΥΠΕΝ. Εξαιρέση αποτελεί η κοιλάδα Θορικού που όμως βρίσκεται οριακά εκτός της περιοχής μελέτης

(https://floods.vpeka.gr/wp-content/uploads/2023/12/GR06_P05_S1_MD_T50_05000-41700.jpg)

Οι έντονες κλίσεις των λόφων, η μεγάλη ακτογραμμή, δραστηριότητες όπως η υπερβόσκηση και η αποψίλωση δέντρων, λόγω της βιομηχανικής και οικιστικής ανάπτυξης, υποβαθμίζουν τα οικοσυστήματα και αυξάνουν την ευαισθησία της GR3000005 στα φαινόμενα της διάβρωσης και της ερημοποίησης. Ταυτόχρονα, η υψηλή δασοκάλυψη της περιοχής, που φθάνει το 21,16% για την κατηγορία οικοτόπων «Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά είδη πεύκων της Μεσογείου» (συνολικό ποσοστό για τη Λαυρεωτική 46,8%), την καθιστά ευάλωτη σε δασικές πυρκαγιές, οι οποίες αναμένεται να αυξηθούν σε συχνότητα και ένταση λόγω της κλιματικής αλλαγής. Δεδομένου ότι για την πλήρη φυσική αποκατάσταση ενός καμένου πευκοδάσους απαιτούνται περίπου 30 έτη, η αναμενόμενη αύξηση της συχνότητας των περιστατικών πυρκαγιών, μπορεί να οδηγήσει σε εξάντληση της υπάρχουσας τράπεζας σπερμάτων και συνεπώς σε μείωση της φυσικής αναγέννησης των δασικών οικοσυστημάτων.

Ήδη, λόγω των παρατεταμένων συνθηκών ξηρασίας και τους ισχυρούς ανέμους της εκτεθειμένης χερσονήσου, εδώ και αρκετά χρόνια σημειώνονται καταστροφικά φαινόμενα πυρκαγιών στην περιοχή, με τα πιο πρόσφατα να έχουν συμβεί μετά το 2020 (Εικόνα 31) (Arianoutsou et al., 2024; Tzamtzis et al., 2023). Ταυτόχρονα, η αύξηση της ξηρασίας, σε συνδυασμό με ανθρωπογενείς πιέσεις στους φυσικούς πόρους, όπως η τουριστική και η αγροτική δραστηριότητα, έχουν οδηγήσει σε εξάντληση των αποθεμάτων των υπογείων υδάτων, σύμφωνα με το σύστημα παρακολούθησης Υπόγειων Νερών της Ελληνικής Αρχής Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών (ΕΑΓΜΕ), όπως φαίνεται στην Εικόνα 32. Λόγω της εκτεταμένης παράκτιας ζώνης της περιοχής, μέρος της φαίνεται να απειλείται με καταβύθιση από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, σύμφωνα με δεδομένα χαρτών της επιστημονικής κοινότητας Climate Central³⁷.

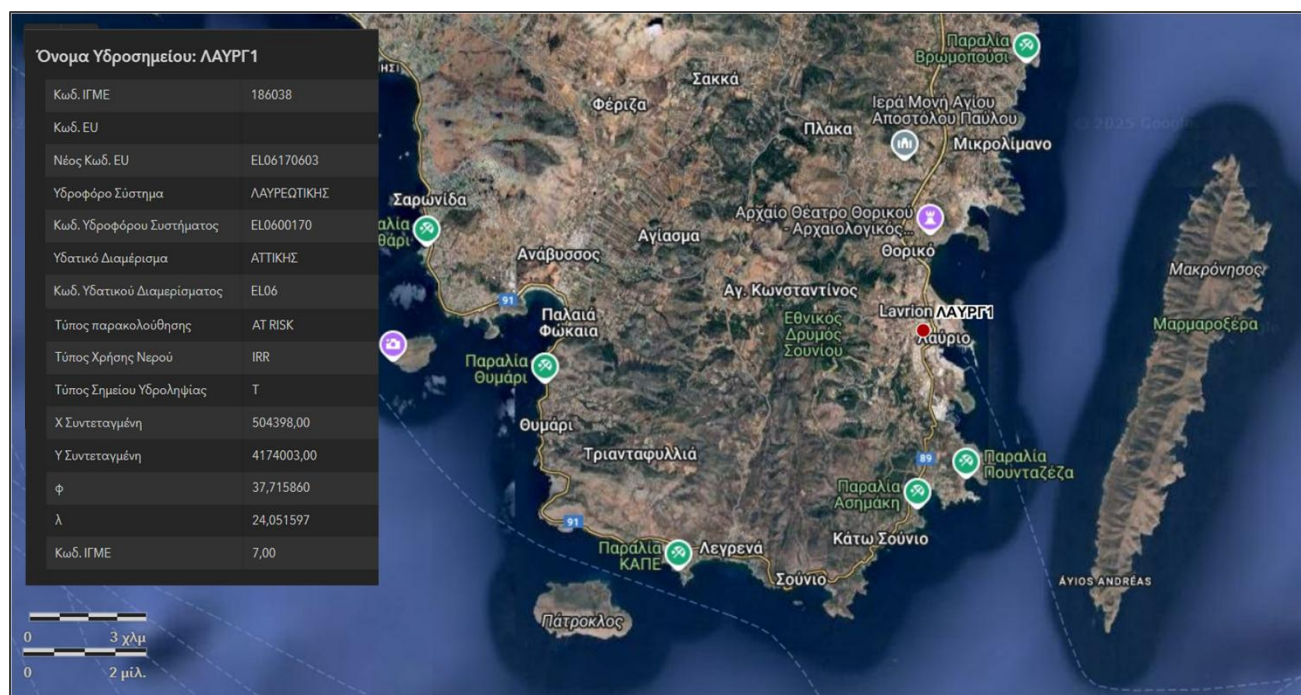


Εικόνα 31. Χρονικό πυρκαγιών στην χερσόνησο της Λαυρεωτικής³⁸. Στο διάγραμμα πάνω δεξιά απεικονίζεται το ποσοστό των καμένων εκτάσεων βάσει κατηγορίας κάλυψης γης του CORINE Land Cover.

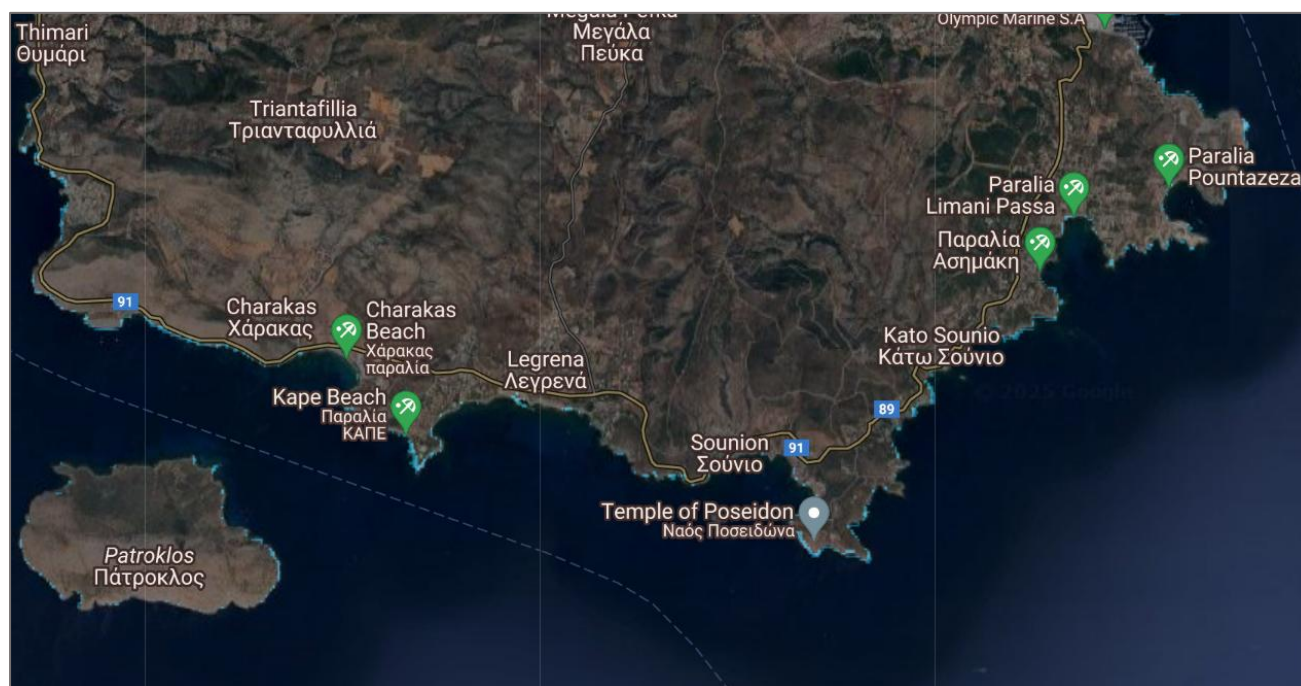
Συμπερασματικά, οι κλιματικές μεταβολές, αναμένεται να επηρεάσουν τη βλάστηση και τις ανθρώπινες δραστηριότητες, στοιχεία που παίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του χαρακτήρα του τοπίου.

³⁷ <https://www.climatecentral.org/>

³⁸ http://ocean.space.noa.gr/diachronic_bsm/



Εικόνα 32. Κατάσταση ρίσκου του σημείου υδροληψίας Λαυρίου του ΔΙΠΥΝ της ΕΑΓΜΕ³⁹



Εικόνα 33. Προβολή για το έτος 2050 της ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Με ανοιχτό γαλάζιο φαίνονται οι περιοχές της παράκτιας ζώνης της περιοχής Natura 2000 που αναμένεται να βυθιστούν⁴⁰.

³⁹ <https://gaia.igme.gr>

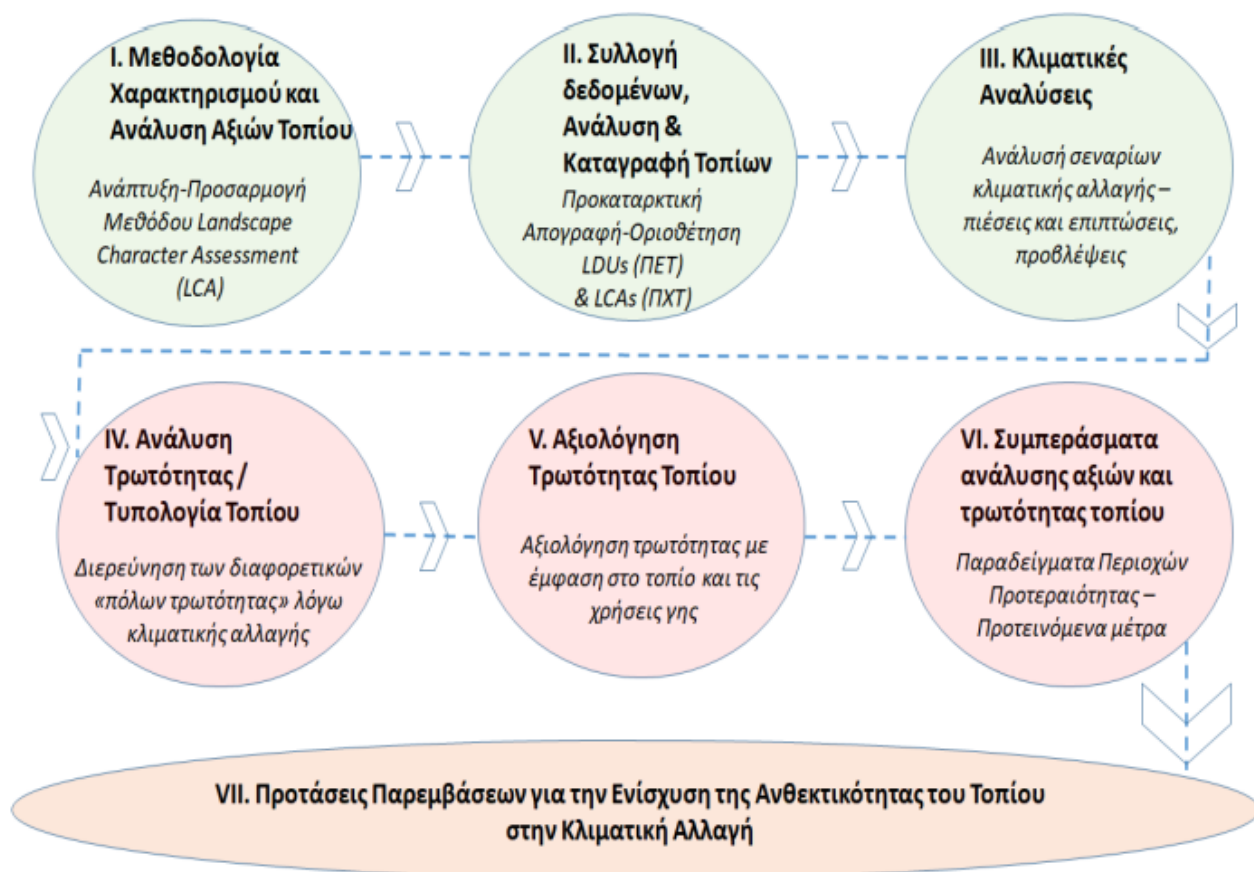
⁴⁰ <https://coastal.climatecentral.org>

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

3.1 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ

Στην παρούσα μελέτη προωθούνται επτά βήματα για την πιλοτική εφαρμογή στην ανάλυση τοπίων και στην προώθηση διακριτών παρεμβάσεων για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας του τοπίου στην κλιματική αλλαγή. Τα βήματα αυτά μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις βασικές κατηγορίες και περιλαμβάνουν τα παρακάτω, όπως απεικονίζονται και στην **Εικόνα 34**:

- Αξιολόγηση Τοπίου
 - I) Ανάλυση Αξιών Τοπίου
 - II) Ανάλυση και Καταγραφή Τυπολογιών Τοπίου
 - III) Συμπεράσματα Ανάλυσης
- Αξιολόγηση της Τρωτότητας του Τοπίου στην Κλιματική Αλλαγή
 - IV) Ανάλυση Τρωτότητας Τοπίου
 - V) Αξιολόγηση Τρωτότητας Τοπίου
 - VI) Συμπεράσματα Ανάλυσης & Τρωτότητας Τοπίου – Εντοπισμός Περιοχών Προτεραιότητας
- Προτάσεις Προσαρμογής του Τοπίου στην Κλιματική Αλλαγή
 - VII) Προτάσεις Παρεμβάσεων για την Ενίσχυση της Ανθεκτικότητας του Τοπίου στην Κλιματική Αλλαγή



Εικόνα 34. Βήματα έρευνας των τοπίων και των χρήσεων γης όπως αναπτύσσονται στο A2D2 του LifeAdaptInGR.

Τα παραπάνω στάδια έχουν προσαρμοστεί στην προσέγγιση της Αξιολόγησης Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου (Landscape Character Assessment) και εν μέρει αξιοποιούνται στην παρούσα μελέτη. Σύμφωνα με την διάταξη αυτή, η έρευνα χωρίζεται σε δύο δέσμες. Αρχικά στη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων και δευτερευόντως στην αξιολόγηση της τρωτότητας σύμφωνα με την οριοθετημένη τυπολογία τοπίου. Τα στάδια των δεσμών τροφοδοτούν τις προτάσεις στο τέλος του έργου. Οι προτάσεις διαμορφώνονται και σύμφωνα με την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων προσαρμογής που προτείνονται στο αντίστοιχο ΠεΣΠΚΑ της περιοχής μελέτης και αφορούν στις χρήσεις γης και στο τοπίο. Ιδιαίτερη μνεία γίνεται, σε τοπία προτεραιότητας, σε περίπτωση που αυτά εντοπιστούν. Τα μέτρα μπορεί να είναι θεσμικού, τεχνικού, οικονομικού και άλλου χαρακτήρα.

Η Αξιολόγηση Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου LCA που εφαρμόζεται εδώ είναι πρωτότυπη και σύνθετη, προσαρμοσμένη στις ειδικές ανάγκες αυτής της μελέτης. Βασικό πρώτο βήμα στην εφαρμογή της, ήταν η ταχεία ανάλυση του τοπίου (landscape analysis). Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν περαιτέρω αναλύσεις στα δεδομένα που συλλέχθηκαν και εξετάστηκε η τυπολογία των τοπίων, κατόπιν ταξινόμησης των επιμέρους χαρακτηριστικών τους. Οι μελλοντικές προβολές σεναρίων κλιματικής αλλαγής ήταν το τελευταίο βήμα της πρώτης δέσμης, πριν την είσοδο στη διαδικασία εκτίμησης της τρωτότητας. Περιλάμβαναν την απεικόνιση των κλιματικών μεταβολών διαφόρων παραμέτρων και δεικτών σε όλη την έκταση της περιοχής μελέτης και την συγκέντρωση και καταγραφή των σημαντικότερων αποτελεσμάτων.

Στην δεύτερη δέσμη, πραγματοποιήθηκε διερεύνηση της τρωτότητας σε διάφορα πεδία (κλιματικούς δείκτες και χαρακτηριστικά τοπίων) και αξιολόγηση-τεκμηρίωσή της. Μέσω της διαδικασίας αυτής επιχειρήθηκε προτεραιοποίηση ορισμένων τοπίων και μέτρων στον σχεδιασμό αντιμετώπισης των απειλών της κλιματικής αλλαγής. Βασική αναφορά έγινε και στις πολιτικές προσαρμογής που έχουν ήδη τεθεί (π.χ. ΠεΣΠΚΑ), με σχολιασμό κατόπιν της ανάλυσης των τοπικών συνθηκών.

3.2 ΑΝΑΛΥΣΗ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΠΙΟΥ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

3.2.1. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για την συγκέντρωση των δεδομένων που απαιτούνται για τη διαμόρφωση της τυπολογίας του τοπίου και στη συνέχεια των Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου, αναζητήθηκαν πληροφορίες για τα κριτήρια της βλάστησης, των λεκανών νερού, τη γεωλογία, την τοπογραφία και τη χρήση γης/ κάλυψη γης.

Αναλυτικότερα, οι τύποι βλάστησης βοήθησαν στη διάκριση περιοχών διαφορετικού χαρακτήρα, καθώς η GR3000005 περιλαμβάνει παράκτιες θαμνώδεις εκτάσεις, πευκοδάση και άλλη μεσογειακή βλάστηση. Οι τύποι και η πυκνότητα της βλάστησης χρησιμοποιήθηκαν για την κατηγοριοποίηση περιοχών σε δασικές, χορτολιβαδικές, γεωργικές κ.α. Ομοίως οι λεκάνες ή οι περιοχές αποστράγγισης, ειδικά εκείνες που συνδέονται με τοπικούς ποταμούς, ρυάκια ή την ακτογραμμή, επηρεάζουν τον τρόπο διαμόρφωσης και χρήσης της γης. Ως εκ τούτου, οι παράκτιες λεκάνες και οι εσωτερικές αποχετευτικές περιοχές συνυπολογίστηκαν στη διαδικασία οριοθέτησης. Επιπλέον, οι υψομετρικές αλλαγές, οι πλαγιές και οι μορφές του εδάφους όπως λόφοι, οροπέδια και κοιλάδες υπήρξαν βασικές για τον καθορισμό των Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου. Η περιοχή μελέτης έχει απόκρημνο έδαφος με γκρεμούς, λόφους και παράκτιες πεδιάδες. Συνεπώς, διαφοροποιούνται τα παράκτια τοπία και οι ανυψωμένες ή απόκρημνες εσωτερικές περιοχές. Τέλος, οι χρήσεις γης (γεωργία, τουρισμός, διατήρηση-προστασία) και οι ιστορικές χρήσεις (ορυχεία, αγροτικοί οικισμοί) καθορίζουν τοπία επηρεαζόμενα από τον άνθρωπο έναντι περισσότερων φυσικών ή ημιφυσικών περιοχών. Στην οριοθέτηση λοιπόν των Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου βασικό ρόλο έπαιξε και η χρήση της γης στις επιμέρους περιοχές της GR3000005. Στον παρακάτω πίνακα είναι καταγεγραμμένα όλα τα εργαλεία και οι πηγές δεδομένων που αξιοποιήθηκαν στη διαδικασία αναγνώρισης των επιμέρους στοιχείων που διαμορφώνουν τις Περιοχές Χαρακτήρα Τοπίου.

Πίνακας 1. Πηγές δεδομένων που αξιοποιήθηκαν στη διαμόρφωση των Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου.

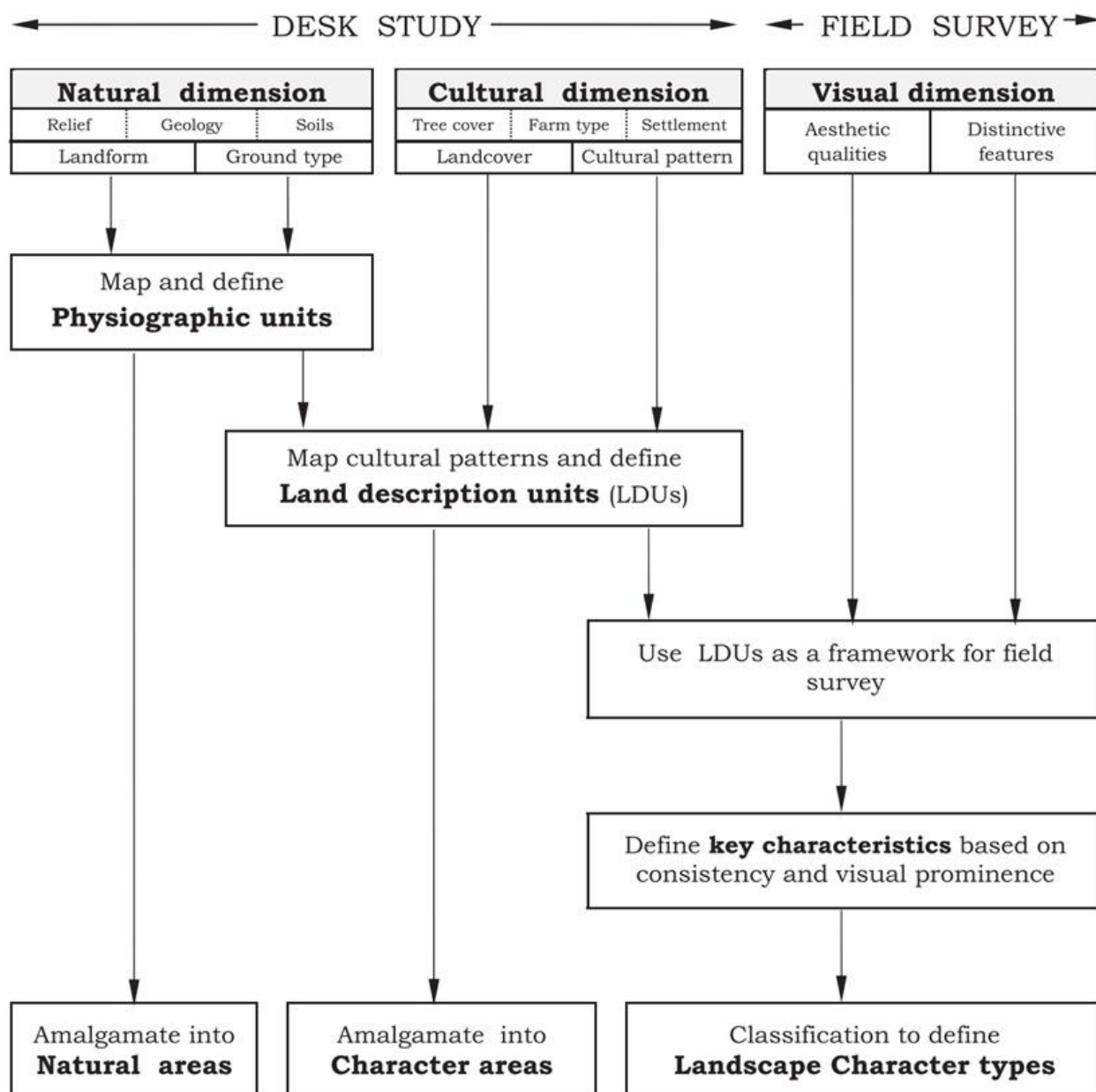
Κατηγορία	Φορέας	Πηγή
Δορυφορικά Εργαλεία	Google	Google Earth
		Google Maps
	NASA	WorldWind
	ESRI	ArcGIS Online
Ηλεκτρονικοί χάρτες/Γεωπύλες	ΓΥΣ	Γεω-ευρετήριο
	Ελληνικό Κτηματολόγιο	Γεωπύλη γεωχωρικών δεδομένων INSPIRE
	ΟΦΥΠΕΚΑ	Εθνικός Κόμβος Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή
	ΕΑΓΜΕ - ΙΓΜΕ	Γεωπύλη Δεδομένων
	ΡΑΑΕΥ	Γεωπληροφοριακός χάρτης
	ΕΜΠ	ΦΙΛΟΤΗΣ – Βάση δεδομένων για την ελληνική φύση
	Επιμελητήριο Κυκλάδων	Διαδραστικός Χάρτης
	EEA	Copernicus Browser
		Copernicus Data Space Ecosystem
		Natura 2000 Viewer
Βάσεις Γεωχωρικών Δεδομένων	ΥΠΕΝ	Διαδικτυακή Πύλη Γεωχωρικών Πληροφοριών
	EEA	Geospatial Data Catalogue
		CORINE Land Cover-CLMS
		EBV Data Portal-EUNIS
	EuroGeographics	EuroDEM
		Open Maps for Europe 2 (OME2)
	JRC	ESDAC
	NASA	SRTM
Μηχανές Αναζήτησης Επιστημονικών Άρθρων	OpenStreetMap Foundation	OpenStreetMap
	Google Scholar	Διάφορα άρθρα
	Research Gate	
	Academia Edu	
	ScienceDirect	
Ηλεκτρονικές Βιβλιοθήκες	Γαλλική Σχολή Αθηνών	Πλατφόρμα Archimage
	Βρετανική Σχολή Αθηνών	Πλατφόρμα AMBROSIA Ψηφιακή Συλλογή ASCSA
	Γεννάδειος Βιβλιοθήκη	
	Βιβλιοθήκη Blegen	
	Ιστορική Βιβλιοθήκη Ιδρύματος Αικατερίνης Λασκαρίδη	Ηλεκτρονικό αρχείο
Στατιστικά Στοιχεία	ΕΛΣΤΑΤ	Απογραφή Πληθυσμού-Κατοικιών 2021
		Διάρθρωση Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων 2023

Η επεξεργασία και οπτικοποίηση των γεωχωρικών δεδομένων σε αυτό το στάδιο πραγματοποιήθηκε με την αξιοποίηση του λογισμικού συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών ανοιχτού κώδικα QGIS⁴¹. Τα στοιχεία αυτά ταυτοποιήθηκαν με τη χρήση δορυφορικών εργαλείων (Google Earth) και πραγματοποιήθηκε μια προκαταρκτική οριοθέτηση των περιοχών τοπίου. Η οριοθέτηση, στη συνέχεια, τεκμηριώθηκε από επιτόπια παρατήρηση με συνεπείς μεθόδους καταγραφής δεδομένων για τη διατήρηση της ακεραιότητας της αξιολόγησης, όπως τυποποιημένα έντυπα, εργαλεία ψηφιακής εγγραφής και συλλογή φωτογραφικού υλικού, όπως παρουσιάζεται αναλυτικότερα παρακάτω.

3.2.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ ΤΟΠΙΟΥ

Προκειμένου να γίνει ο προσδιορισμός των τοπίων στην περιοχή μελέτης ακολουθήθηκε η διαδικασία που προτείνεται για τον προσδιορισμό μονάδων περιγραφής τοπίου, από τους Warnock και Griffiths (2015). Πιο συγκεκριμένα, υλοποιήθηκε η σύνθεση σχετικών μονάδων περιγραφής τοπίου βάσει των διαθέσιμων χαρτογραφικών δεδομένων και σύμφωνα με το γενικό πλαίσιο που προτείνεται στο διάγραμμα της **Εικόνας 35**.

⁴¹ Αξιοποιήθηκε ιδιαίτερα η επέκταση QuickMapServices για την προσθήκη υπηρεσιών από διάφορους χάρτες ως υπόβαθρα.



Εικόνα 35. Γενικό διάγραμμα αξιολόγησης χαρακτήρων τοπίου, κατά Warnock και Griffiths (2015).

Επισημαίνεται ότι καθώς η επιλογή και οριοθέτηση των τοπίων είναι μια υποκειμενική διαδικασία, είναι δύσκολο να εφαρμοστούν απολύτως αντικειμενικά κριτήρια. Για την οριοθέτησή τους στην παρούσα μελέτη, η έρευνα διακρίθηκε σε δύο βήματα: την έρευνα γραφείου/δευτερογενών στοιχείων και την έρευνα πεδίου. Στη συνέχεια, συλλέχθηκαν τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από τις δύο φάσεις και προέκυψαν τα τελικά συμπεράσματα.

Βήμα Ι: Έρευνα Γραφείου

Αρχικά, πριν από την επίσκεψη του πεδίου, πραγματοποιήθηκε μια πρώτη συλλογή πληροφοριών με ανασκόπηση βιβλιογραφίας και διαδικτυακών πηγών και στη συνέχεια κατασκευή αρχείων GIS για τα στοιχεία που αναφέρθηκαν παραπάνω. Το σύνολο των πηγών αναφέρεται στο 3.2.1. Τα δεδομένα που τελικά χρησιμοποιήθηκαν ως βάση για τον προσδιορισμό των Χαρακτήρων Τοπίου στην περιοχή μελέτης GR3000005 είναι τα εξής:

- Τα δεδομένα του έργου Corine Land Cover⁴² για το έτος 2018, για την Ελλάδα.
- Το ψηφιακό μοντέλου εδάφους για την περιοχή μελέτης, όπως περικόπηκε από το σχετικό ψηφιδωτό αρχείου του έργου Copernicus⁴³.
- Τα δεδομένα για τις παρόχθιες ζώνες, βάσει του σχετικού αρχείου του έργου Copernicus⁴⁴.

Τα βήματα και οι παραδοχές που εφαρμόστηκαν για τον προσδιορισμό των χαρακτήρων τοπίου είναι τα εξής:

1. Οι χρήσεις γης της περιοχής ομαδοποιήθηκαν στις γενικές μονάδες τοπίου
 - Αγροτικό τοπίο (περιλαμβάνει τις εντατικά καλλιεργούμενες εκτάσεις)
 - Ανθρωπογενές τοπίο (περιλαμβάνει εκτάσεις κυριαρχούμενες από κατασκευές, πόλεις, οικισμούς κλπ.)
 - Παραδοσιακό αγροτικό τοπίο (περιλαμβάνει τις εκτάσεις με μη εντατικές και παραδοσιακές καλλιέργειες, παραδοσιακές αγροκτηνοτροφικές πρακτικές, λιβάδια και βοσκοτόπια)
 - Δάση και δασικές εκτάσεις (περιλαμβάνει όλες τις φυσικές μονάδες βλάστησης)
 - Θαλάσσιο τοπίο (περιλαμβάνει τις παραλίες, τους αμμόλοφους και τις λιμνοθάλασσες).
2. Ομαδοποίηση σύμφωνα με το υψόμετρο και ως εξής:
 - πεδινές εκτάσεις, με υψόμετρο μέχρι 40 m
 - λοφώδεις εκτάσεις, με υψόμετρο από 40 έως 250 m
 - πρόποδες ορέων, με υψόμετρο από 250 έως 600 m
 - ορεινές εκτάσεις, με υψόμετρο από 600 έως 1000 m
 - εκτάσεις των κορυφογραμμών και των υψηλών κορυφών, με υψόμετρο μεγαλύτερο των 1000 m και μέχρι τις κορυφογραμμές/κορυφές των βουνών της περιοχής.
3. Ομαδοποίηση της σύνθεσης των παραπάνω δύο κατηγοριών σύμφωνα με το αν βρίσκονται εντός ή εκτός παρόχθιας ζώνης.
4. Συνθετική απόδοση όλων των παραπάνω.

Η επεξεργασία, η σύνθεση, η ανάλυση και η χωρική απόδοση των επιμέρους επιπέδων (layers) και των αποτελεσμάτων υλοποιήθηκε σε κελιά 500x500 m, για την τυποποίηση των αποτελεσμάτων στην κλίμακα της περιοχής μελέτης. Όλες οι επεξεργασίες και αναλύσεις υλοποιήθηκαν στο Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών QGIS⁴⁵.

Βήμα II: Έρευνα Πεδίου

Κατόπιν της έρευνας γραφείου οργανώθηκε επιτόπια έρευνα με σκοπό να επιβεβαιωθούν ή -αν υπάρχει ανάγκη- να προσαρμοστούν τα όρια των Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου σύμφωνα με επιλεγμένα σημεία δειγματοληψίας. Επίκεντρο της έρευνας ήταν οι τέσσερις αξίες του τοπίου. Η διαδικασία περιλάμβανε τα εξής βήματα:

1. Επίσκεψη της περιοχής μελέτης και καταγραφή πεδίου στο εύρος της περιοχής Natura 2000 με κωδικό GR3000005, με συλλογή τοπογραφικών στοιχείων και φωτογραφικού υλικού ανά περίπου 1 km.
2. Επίσκεψη σημείων δειγματοληψίας (3.2.3) και συμπλήρωση των πρωτοκόλλων της ΕΛΛΕΤ και LAP (Landscape Assessment Protocol).
3. Βιντεοσκόπηση του τοπίου από τα σημεία δειγματοληψίας με τη χρήση UAV τεχνολογίας για επιβεβαίωση της καταλληλότητάς τους.
4. Επισκόπηση του πεδίου για επιλογή εναλλακτικών σημείων στις περιπτώσεις που το τοπίο διαφοροποιούνταν από την αρχικά διαμορφωμένη εικόνα.

⁴² <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>

⁴³ <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem/eu-dem-v1.1>

⁴⁴ <https://land.copernicus.eu/local/riparian-zones>

⁴⁵ <https://qgis.org/en/site/>

5. Εκ νέου βιντεοσκόπηση και συμπλήρωση πρωτοκόλλων για τα εναλλακτικά σημεία θέας.

Η διαδικασία περιλάμβανε σημαντικό βαθμό δοκιμής και λάθους καθώς η εικόνα του πεδίου διέφερε από την ήδη διαμορφωμένη από την μελέτη γραφείου. Τα σημεία συλλογής δεδομένων/δειγματοληψίας τοπίου, εκτείνονται σε όλη την έκταση της περιοχής μελέτης.

Συμπεράσματα της Σύνθεσης Δεδομένων των Βημάτων I και II

Σε συνέχεια της επίσκεψης πεδίου, το υλικό που συγκεντρώθηκε, οργανώθηκε βάσει των παρακάτω βημάτων:

1. Μεταφορά αποθήκευση και αρχειοθέτηση όλων των ψηφιακών δεδομένων (φωτογραφίες, βίντεο, συνεντεύξεις)
2. Μεταφορά δεδομένων από τα πρωτόκολλα πεδίου σε βάση δεδομένων.
3. Ολοκλήρωση σχεσιακών βάσεων δεδομένων στο QGIS.
4. Επιβεβαίωση και τελικές διορθώσεις-προσαρμογές στα όρια των Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου.
5. Συζήτηση με συνεργάτες/εμπειρογνώμονες για προκαταρκτικές οριοθετήσεις και συλλογές πληροφοριών.

3.2.3. ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΣΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΤΟΠΙΟΥ

Στην παρούσα μελέτη, η επιλογή των σημείων δειγματοληψίας του τοπίου πραγματοποιήθηκε κατόπιν της προκαταρκτικής οριοθέτησης των Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου, κατά την έρευνα γραφείου και επιβεβαιώθηκε στην έρευνα πεδίου. Ο αριθμός των σημείων διαφέρει από τον αριθμό των Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου. Αρχικά, είχε επιλεγεί συστηματική προσέγγιση με δειγματοληψία κάθε περίπου 1 km. Στην πράξη αυτό δεν κατέστη δυνατό λόγω αδυναμίας πρόσβασης σε ορισμένα σημεία. Συνεπώς, από τον αρχικό σχεδιασμό υπήρξαν διαφοροποιήσεις. Εν τούτοις, η μεγάλη πυκνότητα και ο αριθμός των σημείων δειγματοληψίας οδήγησε σε ικανοποιητική κάλυψη της συνολικής έκτασης της GR3000005 και αποτελεσματικής αποτύπωσης της έντονης χωρικής παραλλακτικότητας του αναγλύφου της. Τα κριτήρια που καθοδήγησαν την επιλογή της θέσης και του αριθμού των σημείων δειγματοληψίας του τοπίου, είναι τα παρακάτω:

- Θα έπρεπε να είναι ένας ικανός αριθμός θέσεων ώστε να καλύπτεται η έκταση της συνολικής περιοχής Natura 2000 με κωδικό GR3000005, αλλά ταυτόχρονα να μπορεί να ολοκληρωθεί η επισκόπηση της περιοχής μελέτης σε μικρό χρονικό διάστημα (2 ημέρες) και να οργανωθεί/ψηφιοποιηθεί το υλικό σε εύλογο χρονικό διάστημα.
- Η επιλογή των θέσεων θα έπρεπε να είναι αντιπροσωπευτική των χαρακτηριστικών σχηματισμών, στοιχείων και επιμέρους περιοχών της GR3000005.
- Ορισμένες από τις θέσεις θα πρέπει να βρίσκονται εντός ή πλησίον σπάνιων σχηματισμών/οικοσυστημάτων ή περιοχών με εξέχοντα πολιτιστικά χαρακτηριστικά, δηλαδή τοπίων προτεραιότητας, εφόσον αυτά υπάρχουν⁴⁶.

Πρωτόκολλα Πεδίου

Τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιήθηκαν για την συλλογή των δεδομένων είναι στην ουσία φύλλα καταγραφής της επισκόπησης για την αναγνώριση και αξιολόγηση στο πεδίο. Η συστηματική καταγραφή των συνθηκών για κάθε σημείο στην περιοχή μελέτης επιτρέπει τις ποιοτικές και ποσοτικές αναλύσεις- περιγραφική στατιστική και καθοδηγεί την τυποποιημένη συλλογή πληροφοριών κατά τις επισκοπήσεις τοπίου (landscape survey)⁴⁷. Με τη συμπλήρωσή τους προκύπτει μια γενική περιγραφή τοπογραφίας-ανάγλυφου και χρήσεων γης, μια τυποποιημένη περιγραφή στοιχείων και σχηματισμών τοπίου και κριτήρια οπτικής αξιολόγησης τοπίου (Εικόνα 36 και Εικόνα 37).

⁴⁶ Στην παρούσα μελέτη, τέτοια παραδείγματα αποτελούν το ακρωτήριο του Σουνίου, το Έγκοιλο Χάος και ο υγρότοπος των Λεγραινών.

⁴⁷ Γενικότερα παρατηρείται μια τάση ποσοτικοποίησης των καταγραφών σε έρευνες για τον χαρακτηρισμό και την περιγραφή τοπίων (T. S. Terkenli et al., 2021).

Για να είναι τυποποιημένες και συγκριτικές οι εκτιμήσεις, χρησιμοποιείται μια ολιγάριθμη κλίμακα βαθμολόγησης στοιχείων και σχηματισμών τοπίου όπως είναι οι κλίμακες Likert και Dafor (οι οποίες χρησιμοποιούνται ευρέως στις ταχείς αξιολογήσεις πεδίου - rapid field assessment surveys). Ειδικότερα, σε κάθε στοιχείο του πρωτοκόλλου αξιολογείται αν ο βαθμός «αξίας», αφθονίας ή σπουδαιότητας είναι χαμηλός, υψηλός ή ανύπαρκτος. Προωθείται η τάση να υπάρχουν σκορ που είναι χαμηλά στις χαμηλές αξίες και υψηλά στις υψηλές (π.χ. 1 έως 5) ή ανύπαρκτο (0). Τίθενται τα παρακάτω όρια βαθμολογήσεων:

- **0:** ανύπαρκτο
- **1:** χαμηλότερη τιμή, ίχνη παρουσίας ή ελάχιστη σημασία στην κλίμακα του τοπίου (αντιστοιχεί στο Rare, δηλαδή < 5% κάλυψη του στοιχείου ή σχηματισμού στο χώρο)
- **2:** χαμηλή ή μικρή παρουσία, σημασία ή σπουδαιότητα (αντιστοιχεί στο occasional, δηλαδή 5-15% κάλυψη του στοιχείου ή σχηματισμού στον χώρο)
- **3:** μέτρια ή ενδιάμεση σημασία (αντιστοιχεί στο Frequent, δηλαδή 15-30%)
- **4:** υψηλή (αντιστοιχεί στο Abundant, δηλαδή 30-50%)
- **5:** κυρίαρχη ή εξέχουσα σημασία ή σπουδαιότητα (αντιστοιχεί στο Dominant, δηλαδή 50-100%)

Landscape Assessment Protocol - LAP

Site Name.....Coordinates.....
Recorder Name.....Date.....Time Start.....Time Stop.....
Primary landscape anthropogenic pressures.....

Metrics to be scored (10-0 scale)

- | | |
|--|--|
| ☐ Land Use Pattern (L) | ☐ Landscape Attractiveness (A) |
| ☐ Vegetation (I) | ☐ Smellscape Pleasantness (P) |
| ☐ Flora (B) | ☐ Wildlife & Wildlife Habitat (B) |
| ☐ Road Network (H) | ☐ Buildings (H) |
| ☐ Modern Anthropogenic Interference (H) | |
| ☐ Pollution, Garbage & Debris (P) | |
| ☐ Agriculture (L) | |
| ☐ Livestock Grazing (I) | |
| ☐ Hydrologic Alteration (I) | |
| ☐ Shorelines &/or Riparian Conditions (I) | |
| ☐ Soundscape Quality (A) | |

LAP CI

Sum

Overall Score
(Total divided by number
scored X 10)

THEMATIC CATEGORIES (METRICS)

LAND-USE (L)
HUMAN STRUCTURES (H)
POLLUTION (P)
BIODIVERSITY (B)
ECOSYSTEM INTEGRITY (I)
AESTHETIC QUALITY (A)

LAP CI - INDEX RATING

LAP INDEX	COLOR & SCORE	QUALITY CLASS
≥85	Dark Green 5	Excellent
70-84	Green 4	Good
50-69	Yellow 3	Moderate
31-49	Orange 2	Poor
≤30	Red 1	Bad

Landscape Assessment Protocol—LAP—Scoring Criteria Guidance Sheet															
Land Use Pattern	Vegetation	Flora	Road Network	Modern Anthropogenic Interference	Pollution, Garbage & Debris	Agriculture	Livestock Grazing	Hydrologic Alteration	Shorelines &/or Riparian Conditions	Soundscape Quality	Landscape Attractiveness	Smellscape Pleasantness	Wildlife & Wildlife Habitat	Buildings	
Original landforms, vegetation or structures	Natural vegetation >70%	Native flora, natural	No modern paved roads; only small dirt roads	Human-built structures are traditional	No garbage, and no heavy construction	If agriculture present	Livestock grazing conditions	All river and streams in apparently good condition	All shorelines natural. No roads, buildings, harbors	100% natural and traditional	Exceptionally attractive; richly	No unpleasant smells; natural and culturally	Wildlife habitat-rich landscape	If outside defined settlement, modern buildings	10
Original landforms dominate	>70% natural vegetation	flora present	Only small dirt roads	Slight influence of human-made	Very small quantities of garbage	Biodiversity rich	Slight evidence of negative impact	although present	All shorelines in near-natural condition	Nearly all natural and traditional	High attractiveness	pleasant	Good conditions for wildlife	settlement, modern buildings	9
Moderately degraded	<50% natural vegetation	Impacted by human pressures	Few roads; no large highways	Modern anthropogenic structures	Noticeable scattered trash	Moderate agricultural impact	Moderate evidence of negative impact	Significant negative anthropogenic hydrology	Moderate change apparent	Small road and/or scattered	Average attractiveness	Moderate artificial	Moderate wildlife populations	Moderate landscape degradation	8
Few natural and vegetation	<30% natural vegetation	Disturbed plant communities	Road network nearly dominant	High anthropogenic structures	Several areas of garbage dumping	At least up to 50% of landscape intensive agriculture	Overgrazed conditions	Degraded hydrology	Most of the shorelines and/or riparian zones built up; altered by	>70% modern anthropogenic mechanical sounds	Poor attractiveness	Unpleasant smells related to	Poor, human-altered wildlife habitat	If outside defined settlement, several modern	7
No or minimal natural	No natural vegetation; no real	Non-native	Road network dominant	Totally degraded by modern	Severe dumping	Excessive intensive agriculture	Noticeable vegetation degeneration	Totally degraded hydrology	Shorelines and/or riparian zones	100% degraded	Degraded by drab; unattractive	Very unpleasant smell from	Nearly no wildlife habitat	settlement, several modern	6
															5
															4
															3
															2
															1-0

Εικόνα 36. Το πρωτόκολλο Landscape Assessment Protocol (LAP) που αξιολογεί την ποιότητα του τοπίου μέσω μιας συστηματικής προσέγγισης και πολλαπλά κριτήρια, που ενσωματώνουν οικολογικές, πολιτιστικές και οπτικές πτυχές. Ο πίνακας αξιολόγησης περιλαμβάνει 15 μετρικές (κριτήρια αξιολόγησης του τοπίου) που απαρτίζουν έξι θεματικές κατηγορίες οπτικής αντίληψης των ποιοτικών χαρακτηριστικών του τοπίου. Η κλίμακα βαθμολόγησης είναι από 0-10, όπου: ≤30 χαρακτηρίζεται ως ΚΑΚΟ, 31-49 χαρακτηρίζεται ως ΠΤΩΧΟ, 50-69 χαρακτηρίζεται ως ΜΕΤΡΙΟ, 70-84 χαρακτηρίζεται ως ΚΑΛΟ, 85≤ χαρακτηρίζεται ως ΥΨΗΛΟ.

Μέθοδος Διατομής Τοπίων - Πρωτόκολλο Πεδίου LIFE-IP AdaptInGR

Παρατηρητής	Ημερομηνία
Όρα	Συντεταγμένες
Αριθμός θέσης	Καιρός
Ονομασία θέσης	Ορατότητα

ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ

Ανάγλυφο	Επίπεδο	Κυματισμός	Λοφώδεις	Ημιορεινό	Ορεινό
1. Καλλιέργειες i. Μεγάλη πυκνότητα φυτεύσεων ii. Μεγάλη πυκνότητα φυτεύσεων iii. Άλλες καλλιέργειες με μεγάλη πυκνότητα φυτεύσεων iv. Άλλες καλλιέργειες με μικρή πυκνότητα φυτεύσεων v. Αγροοικονομική με σημαντικά βόδια από φυσική βλάστηση vi. Χώρα χωρίς/μεταποιημένη vii. Άλλο			4. Παράκτια όλη, υγρά, υδρογραφία i. Φυσικοί υγρά υδροί ii. Τεχνητο υδροί iii. Αρμόνες iv. Παράκτια βλάστηση και γήριμο v. Παράκτιο δάσος vi. Ποταμοί vii. Ρέματα viii. Ρέματα εφήμερης ροής ix. Άλλο		
2. Βλάστηση και χλωρίδα i. Λειμνές ii. Πολυετή και τριετή οικόπεδα iii. Παράκτια βλάστηση iv. Επιδερμική βλάστηση v. Άλλο			5. Γυμνό έδαφος i. Εκτεταμένο - ενδιάμεσο - περιορισμένο ii. Με βλάστηση ή βραχοστρωματισμούς iii. Με πέτρες iv. Με άμμο v. Άλλο		
3. Δασικές εκτάσεις και θάμνιες i. Μικτές δασικές εκτάσεις ii. Ουδέτερες δασικές iii. Απομονωμένα δέντρα iv. Ουδέτερες v. Απομονωμένοι θάμνοι vi. Σπάνια είδη ποιών vii. Σπάνια είδη δέντρων και θάμνων viii. Άλλο			6. Αντίληψη βιοποικιλότητας i. Ποιότητα φυσικών οικοτόπων ii. Σπάνια είδη ενδιαιτημάτων iii. Ποιότητα ενδιαιτημάτων iv. Ποιότητα ενδιαιτημάτων v. Φυσικότητα τοπίων vi. Άλλο		

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ

1. Γεωργία i. Παιδιάματα καλλιέργειών ii. Καλλιέργεια όλης iii. Άλλα επωφελέστερα δέντρα iv. Καλλιέργεια αμπέλων v. Άλλο vi. Άλλο	4. Βιομηχανικές μεταποιητικές εγκαταστάσεις - αποθήκες i. Έκτονος και κυρίαρχος στο τοπίο ii. Μικρές και ηπιές μορφές iii. Μεμονωμένες μορφές iv. Χωρίς εμφανή δομή ή παρουσία	5. Οικισμοί i. Πολύ-αστικό ή περιστατικό περιβάλλον ii. Χωριά iii. Χωρική διάσπαρση κατοίκησης iv. Καθόλου κατοίκηση v. Άνοχη δομή - ασυνήθιστη αστικοποίηση	6. Δίκτυα υποδομών-Τραμικές δομές κ.α. i. Αντιμεταφορική ii. Φυτοβόλτα iii. Υδροηλεκτρικές μονάδες iv. Εξοπλισμός - Λατομεία v. Κρατικές τηλεπικοινωνιών vi. Πολύτιμες μεταφορές ηλεκτρικής ενέργειας vii. Δρόμοι και άλλες υποδομές μεταφορών
--	---	--	--

ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ - ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ

1. Στοιχεία παραδοσιακής αρχιτεκτονικής i. Ενεργά κατοικημένα χωριά ii. Παραδοσιακοί οικισμοί iii. Παραδοσιακά κτίρια iv. Παραδοσιακά μνημεία	3. Πολιτιστική κληρονομιά i. Ιστορικοί τόποι ii. Αρχαιολογικοί χώροι iii. Θρησκευτικοί χώροι iv. Διοίκηση διαρκούς ταυτότητας v. Μονοπάτια vi. Βελτιστοποίηση [αφ]	2. Παραδοσιακές μορφές κτισμάτων i. Μόλις/υδρομολογία ii. Παραδοσιακές ανατολίτιδες iii. Πετρότοποι/Προβλές iv. Σωκλήρια και άλλα θρησκευτικά κτίρια v. Πετρόκτιστα παλιά κτίρια vi. Αξιολόγια κτίρια
--	---	--

ΑΝΤΙΛΗΠΤΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ

1. Οπτική διάσταση

Ανάγλυφο	• κυρίαρχο	• δυνατό	• διακεκομμένο	• αδύναμο
Κλίμακα θέσης	• οικία	• μικρή	• μεσαία	• μεγάλη
Περιβάλλον Χώρος (Enclosure)	• κλειστός	• ανοιχτός	• εκτεταμένος	
Περιπλοκότητα	• ομοιόμορφο	• απλό	• ποικίλο	• πολύποικλο
Υφή	• απλή	• μέση	• τραχιά	• πολύ τραχιά
Μορφή	• ορθή	• επικλινή	• κυματοειδής	• οριζόντια
Γραμμή	• ευθεία	• γωνίες (angular)	• στροφές	• μισανδριζόντια
Χρώμα	• μονόχρωμο	• θάμνο	• πολύχρωμο	• φανταχτερό
Κίνηση	• συνεχής	• ήρεμη	• ενεργητική	
Ενότητα	• ενωποιημένη	• διακεκομμένη	• κατακεκομμένη	• χαστική
Ισορροπία	• ισορροπημένο	• μη ισορροπημένο		
Συγκρότηση	• τυχαία (καμία συγκρότηση)	• μετρία συγκρότηση		
Δυναμική της εικόνας	• γενικευμένη απέναντι	• διαχτυμένη		

2. Συναισθηματική διάσταση

Ασφάλεια	• Άνετα	• Με ασφάλεια	• Διαταραγμένο	• Απειλητικό
Κίνητρο	• Μονότονο	• Ήπιο	• Ενδιαφέρον	• Συνταρακτικό
Ήρεμα	• Χωρίς προσβαστικότητα	• Απομονωμένο	• Διαβήσιμο	• Ήρεμο, με ασφάλεια
Αίσθημα ευχαρίστησης	• Ευχάριστο	• Δυσάρεστο	• Ελκυστικό	• Ομορφό

3. Αισθητική διάσταση

• Εξαιρετική θελκτικότητα	• Υψηλή θελκτικότητα	• Μέτρια θελκτικότητα
• Μη θελκτικό	• Αποθνήσκον (αδύναμο-υποβιβασμένο)	

Εξέχοντα χαρακτηριστικά κλειδιά και γιατί είναι σημαντικά

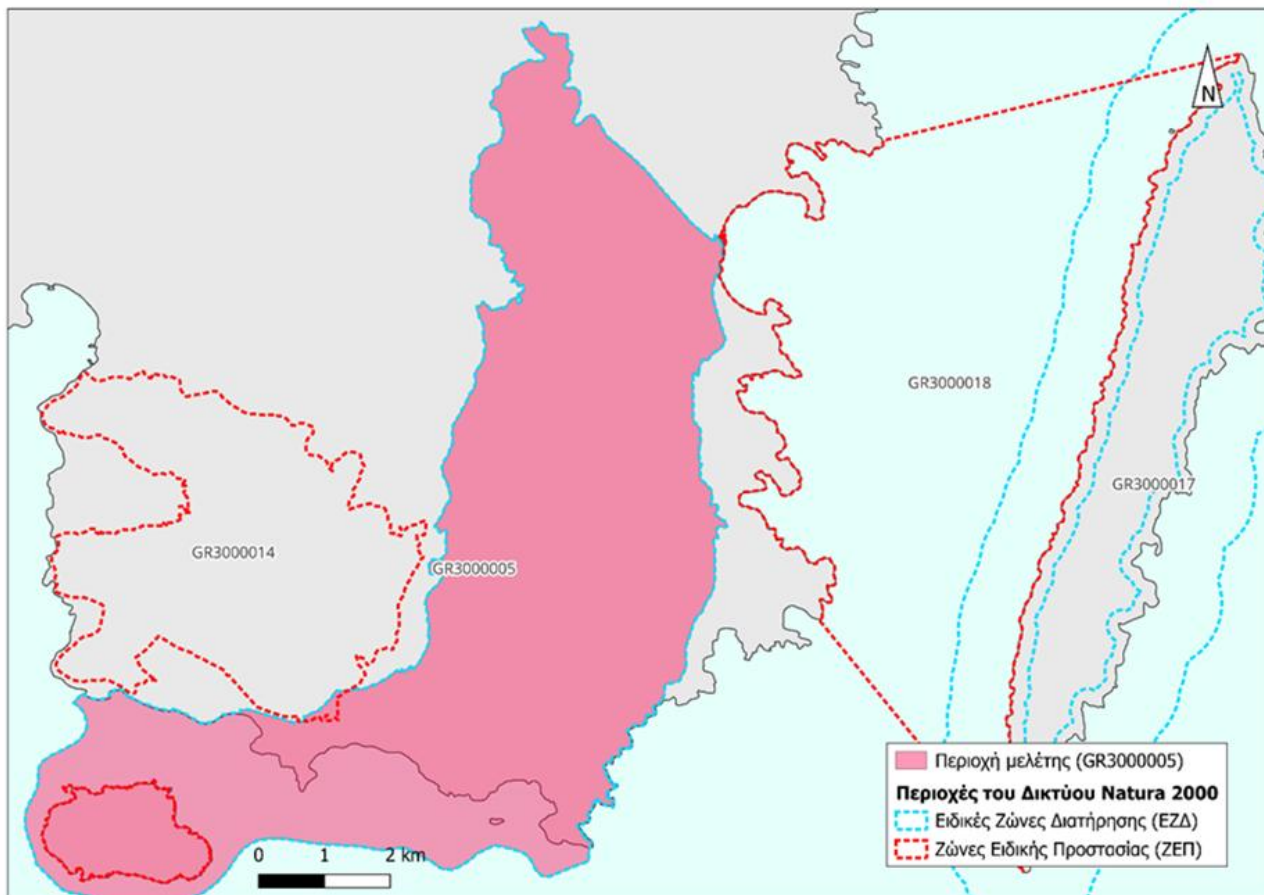
Θετικό	Αρνητικό
--------	----------

Σκίτσο από τη θέση θέας

Εικόνα 37. Το πιλοτικό πρωτόκολλο πεδίου που στοχεύει στην περιγραφή και αξιολόγηση Περιχώρων Τοπίου στα πλαίσια του συγκεκριμένου έργου. Οι πρώτες δυο σελίδες (πάνω) αναφέρονται σε μια ημι-ποσοτική αξιολόγηση των τριών πρώτων διαστάσεων του τοπίου (οικολογική, οικονομική, κοινωνική-πολιτιστική). Στο κάτω μέρος υπάρχει αναφορά στις αντιληπτικές διαστάσεις (οπτική, συναισθηματική, αισθητική) με μια ποιοτική διαβάθμιση. Τέλος, υπάρχει χώρος για αναφορά στα χαρακτηριστικά του τοπίου και περαιτέρω σημειώσεις. Το πρωτόκολλο είναι προκαταρκτικό και δοκιμάζεται για πρώτη φορά στο πλαίσιο των μελετών περίπτωσης του παραδοτέου C.4.D.1 της υποδράσης C.4.1. του LIFE-IP AdaptInGR.

3.3 ΟΙ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ ΤΟΠΙΟΥ ΤΗΣ GR3000005

3.3.1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ ΤΟΠΙΟΥ

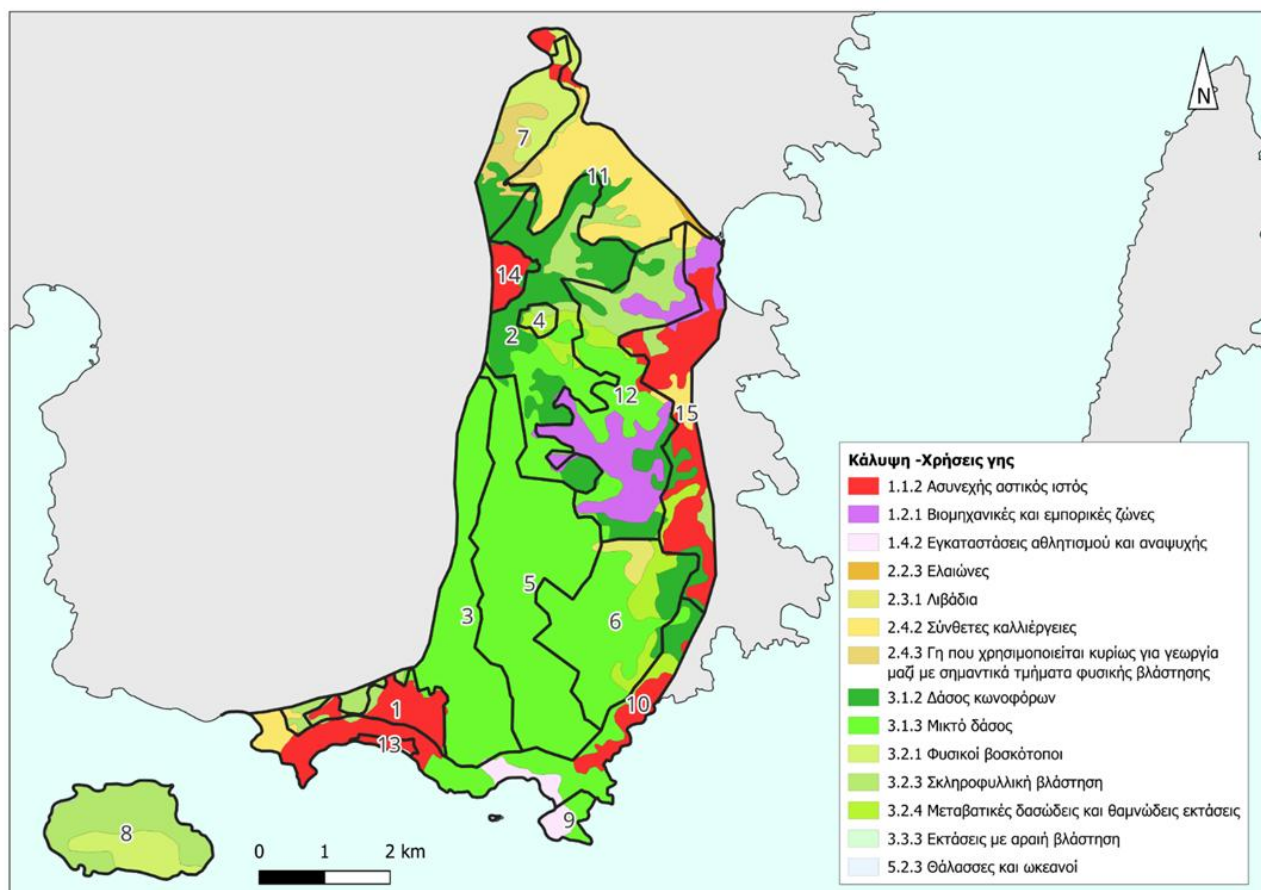


Εικόνα 38. Η περιοχή μελέτης.

Όπως αναφέρθηκε στα κεφάλαια 3.2.1 και 3.2.2, η τυπολογία τοπίου της περιοχής μελέτης, διαμορφώθηκε κυρίως σύμφωνα με το έργο Corine Land Cover 2018, το οποίο περιορίστηκε στα όριά της, όπως φαίνεται στην (Εικόνα 39).

Από τη συσχέτιση των πολυγώνων και των μονάδων βλάστησης – χρήσεων γης της Εικόνα 39, με τις κατηγορίες κάλυψης από βλάστηση και όπως ορίστηκαν και παρουσιάζονται στον Πίνακας 2, η φυτοκάλυψη στην περιοχή μελέτης κατανέμεται στις επιφάνειες με βλάστηση ως εξής:

- Ποσοστό επιφάνειας 52,39 % παρουσιάζεται με πολύ υψηλή φυτοκάλυψη (80-100%). Αφορά κύρια στα δάση κωνοφόρων και στα μεικτά δάση.
- Ποσοστό 1,58 %, καταγράφεται με υψηλή φυτοκάλυψη (60-80%). Αφορά κύρια στη Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης.
- Ποσοστό 26,53 %, καταγράφεται με μέτρια φυτοκάλυψη (40-60%). Αφορά κύρια στους Ελαιώνες, στα Λιβάδια και στις Σύνθετες καλλιέργειες.
- Ποσοστό ~0,00 %, καταγράφεται με χαμηλή φυτοκάλυψη (20-40%). Αφορά κύρια σε Εκτάσεις με αραιή βλάστηση.
- Ποσοστό 19,14 %, καταγράφεται με πολύ χαμηλή φυτοκάλυψη (1-20%). Αφορά κύρια στον Ασυνεχή αστικός ιστό, στις Βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες και σε Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής.
- Ποσοστό 0,36 %, καταγράφεται με μηδενική φυτοκάλυψη και αφορά στις ελεύθερες επιφάνειες υδάτων.



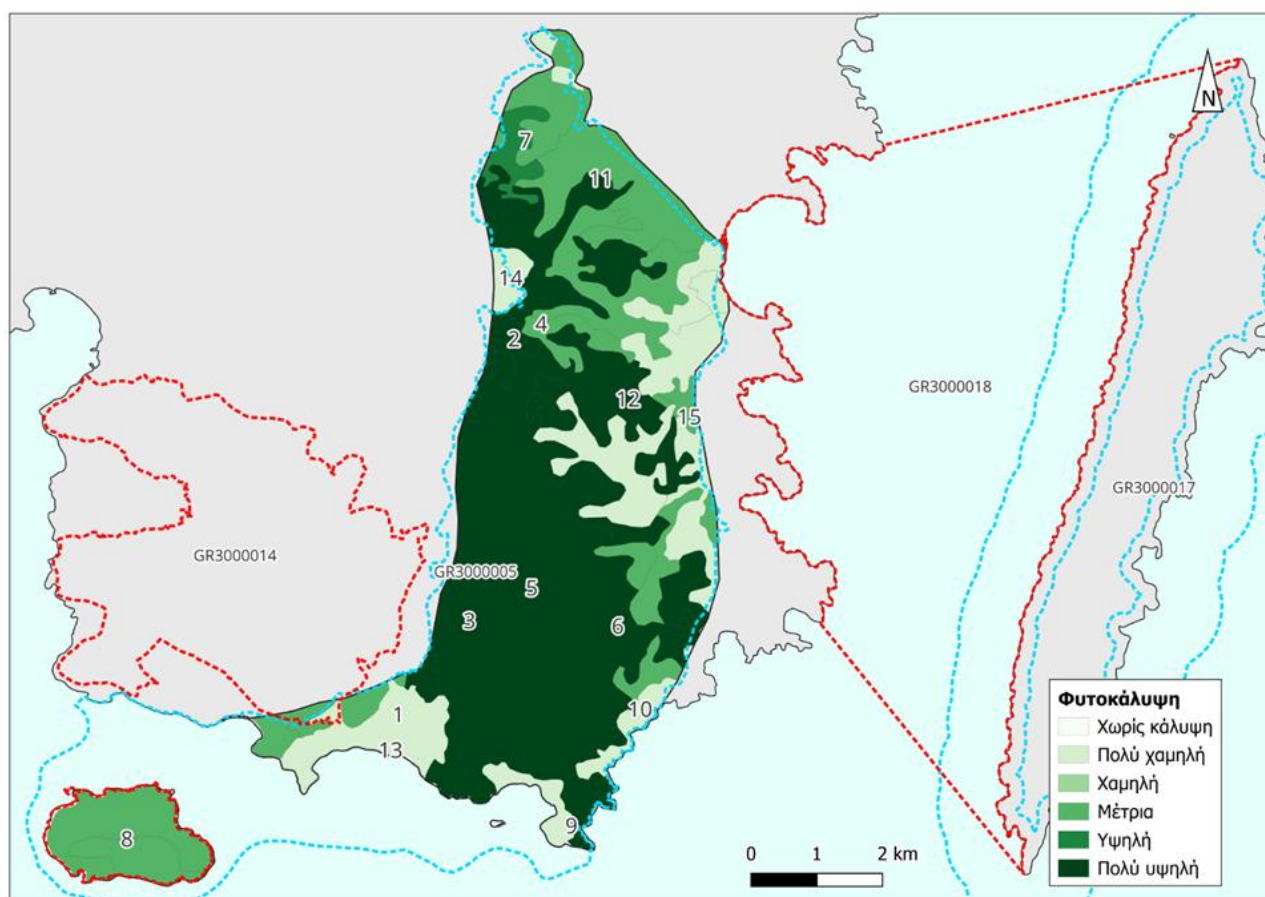
Εικόνα 39. Μονάδες βλάστησης - χρήσεων γης, σύμφωνα με τη χαρτογράφηση Corine Land Cover 2018.

Πίνακας 2. Κατάταξη σε κατηγορίες φυτοκάλυψης των μονάδων βλάστησης - χρήσεων γης, στην περιοχή μελέτης.

Κωδικός CLC2018	Ονομασία	Κατηγορία κάλυψης
112	Ασυνεχής αστικός ιστός	1
121	Βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες	1
142	Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής	1
223	Ελαιώνες	3
231	Λιβάδια	3
242	Σύνθετες καλλιέργειες	3
243	Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης	4
312	Δάσος κωνοφόρων	5
313	Μικτό δάσος	5
321	Φυσικοί βοσκότοποι	3
323	Σκληροφυλλική βλάστηση	2
324	Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις	3
333	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	2
523	Θάλασσες και ωκεανοί	0

0: Χωρίς κάλυψη, 1: Πολύ χαμηλή, 2: Χαμηλή, 3: Μέτρια, 4: Υψηλή, 5: Πολύ υψηλή.

Η θεματική απόδοση των αποτελεσμάτων παρουσιάζεται στην **Εικόνα 40**.



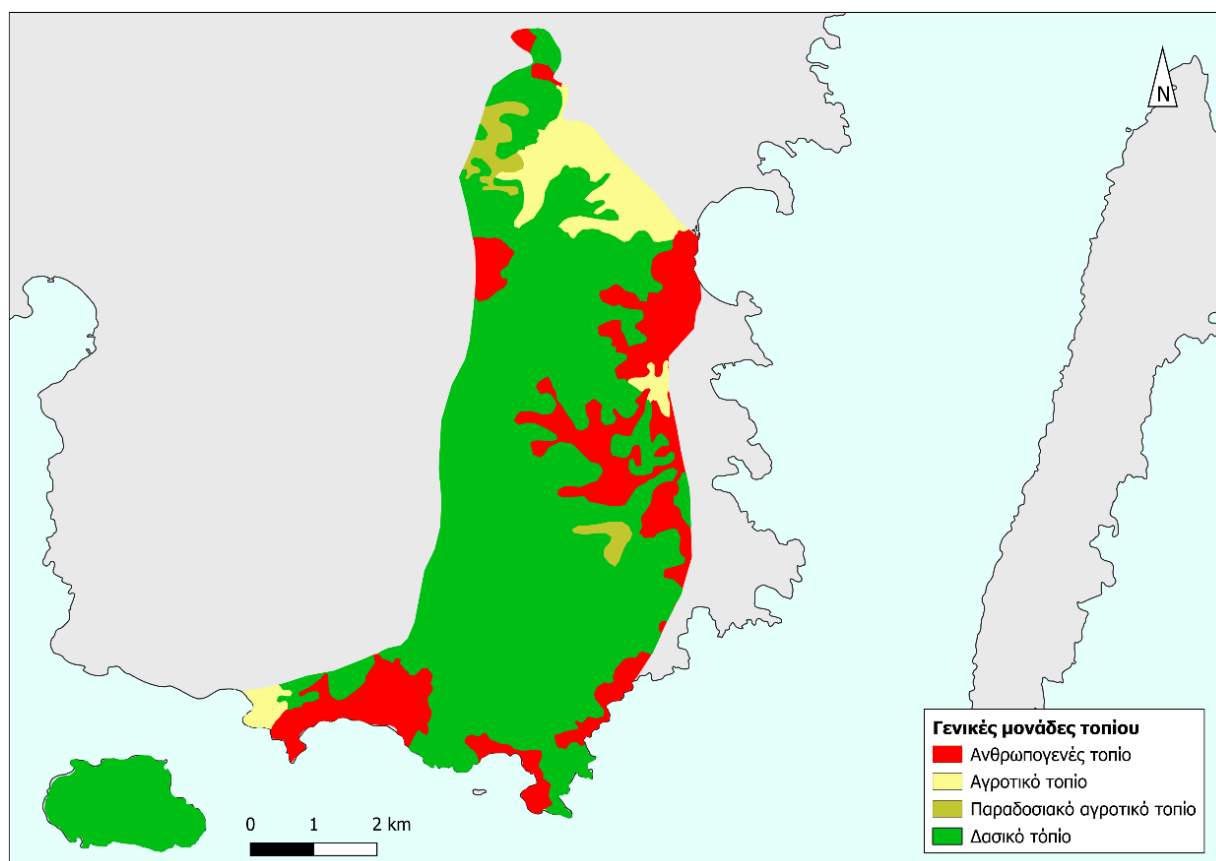
Εικόνα 40. Φυτοκάλυψη ανηγμένη στα πολύγωνα των μονάδων βλάστησης χρήσεων γης.

Από την ομαδοποίηση των κατηγοριών των μονάδων βλάστησης και χρήσεων γης, όπως παρουσιάστηκαν παραπάνω, προέκυψαν οι εξής γενικές μονάδες τοπίου (**Εικόνα 41**):

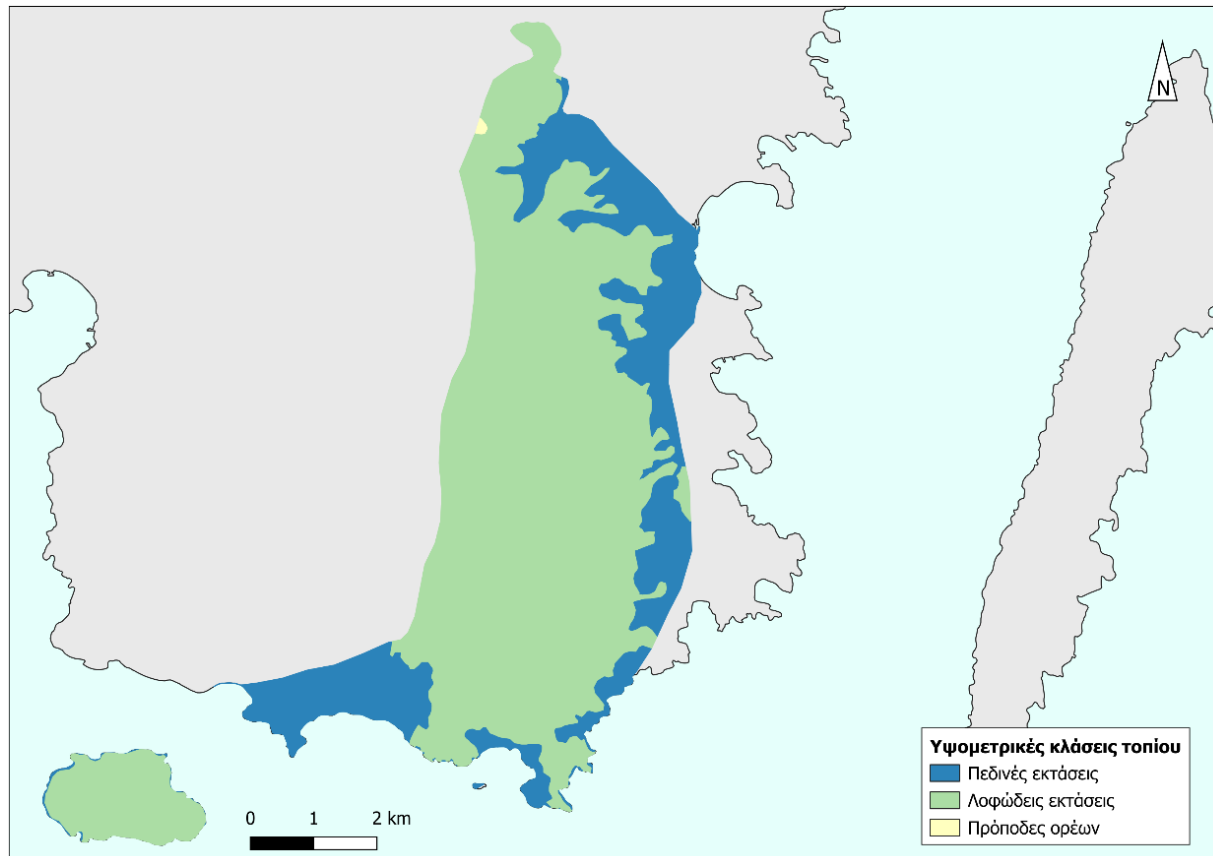
1. Ανθρωπογενές τοπίο (περιλαμβάνει εκτάσεις κυριαρχούμενες από κατασκευές, πόλεις, οικισμούς κλπ.),
2. Αγροτικό τοπίο (περιλαμβάνει τις εντατικά καλλιεργούμενες εκτάσεις),
3. Παραδοσιακό αγροτικό τοπίο (περιλαμβάνει τις εκτάσεις με μη εντατικές και παραδοσιακές καλλιέργειες, παραδοσιακές αγροκτηνοτροφικές πρακτικές, λιβάδια και βοσκοτόπια),
4. Δασικό τοπίο (περιλαμβάνει όλες τις φυσικές μονάδες βλάστησης)
5. Λιμναίο τοπίο, περιλαμβάνει τις μεγάλες λίμνες της περιοχής με τους υδροβιοτόπους τους.
6. Παράκτιο τοπίο (περιλαμβάνει τις εκτάσεις κατά μήκος της ακτογραμμής, πχ τις παραλίες, τους αμμόλοφους, τα βράχια της ακτογραμμής και τις λιμνοθάλασσες).

Από την ομαδοποίηση σύμφωνα με το υψόμετρο προσδιορίστηκαν χωρικά οι εξής υψομετρικές κλάσεις τοπίου (**Εικόνα 42**):

1. Πεδινές εκτάσεις, με υψόμετρο μέχρι 40 m,
2. Λοφώδεις εκτάσεις, με υψόμετρο από 40 έως 250 m,
3. Πρόποδες ορέων, με υψόμετρο από 250 έως 600 m,
4. Ορεινές εκτάσεις, με υψόμετρο από 600 έως 1000 m, και
5. Εκτάσεις των κορυφογραμμών και των υψηλών κορυφών, με υψόμετρο μεγαλύτερο των 1000 m και μέχρι τις κορυφογραμμές/κορυφές των βουνών.



Εικόνα 41. Χωρική απόδοση των γενικών μονάδων τοπίου, στην περιοχή μελέτης.



Εικόνα 42. Υψομετρικές κλάσεις τοπίου για την περιοχή μελέτης.

Από τη χωρική επίθεση των παραπάνω κλάσεων τοπίου, προέκυψε ο χάρτης Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου για την περιοχή μελέτης, όπως παρουσιάζεται στην αρχική του σύνθεση με βάση τη διαμορφωμένη τυπολογία τοπίου (Εικόνα 43) και στην τελική του, με τη συμπερίληψη τοπίων-ορόσημων εντός της GR3000005 (Εικόνα 44).

Οι περιοχές χαρακτήρα τοπίου που αναγνωρίστηκαν είναι οι εξής:

A. Ανθρωπογενές τοπίο:

1. Ανθρωπογενές, πεδινό
2. Ανθρωπογενές, πεδινό, παρόχθιο
3. Ανθρωπογενές, λοφώδες
4. Ανθρωπογενές, λοφώδες, παρόχθιο
5. Ανθρωπογενές, προπόδων ορέων
6. Ανθρωπογενές, προπόδων ορέων, παρόχθιο
7. Ανθρωπογενές, ορεινό
8. Ανθρωπογενές, των κορυφογραμμών και των υψηλών κορυφών

B. Αγροτικό τοπίο:

1. Αγροτικό τοπίο, πεδινό
2. Αγροτικό τοπίο, πεδινό, παρόχθιο
3. Αγροτικό τοπίο, λοφώδες, παρόχθιο
4. Αγροτικό τοπίο, προπόδων ορέων
5. Αγροτικό, προπόδων ορέων, παρόχθιο
6. Αγροτικό, ορεινό
7. Αγροτικό, ορεινό, παρόχθιο

Γ. Παραδοσιακό, αγροτικό τοπίο:

8. Παραδοσιακό, αγροτικό τοπίο, πεδινό
9. Παραδοσιακό, αγροτικό τοπίο, πεδινό, παρόχθιο
10. Παραδοσιακό, αγροτικό τοπίο, λοφώδες
11. Παραδοσιακό, αγροτικό τοπίο, λοφώδες, παρόχθιο
12. Παραδοσιακό, αγροτικό τοπίο, προπόδων ορέων

13. Παραδοσιακό, αγροτικό τοπίο, προπόδων ορέων, παρόχθιο
14. Παραδοσιακό, αγροτικό τοπίο, ορεινό
15. Παραδοσιακό, αγροτικό τοπίο, ορεινό, παρόχθιο
16. Παραδοσιακό, αγροτικό τοπίο, των κορυφογραμμών και των υψηλών κορυφών

Δ. Δασικό τοπίο:

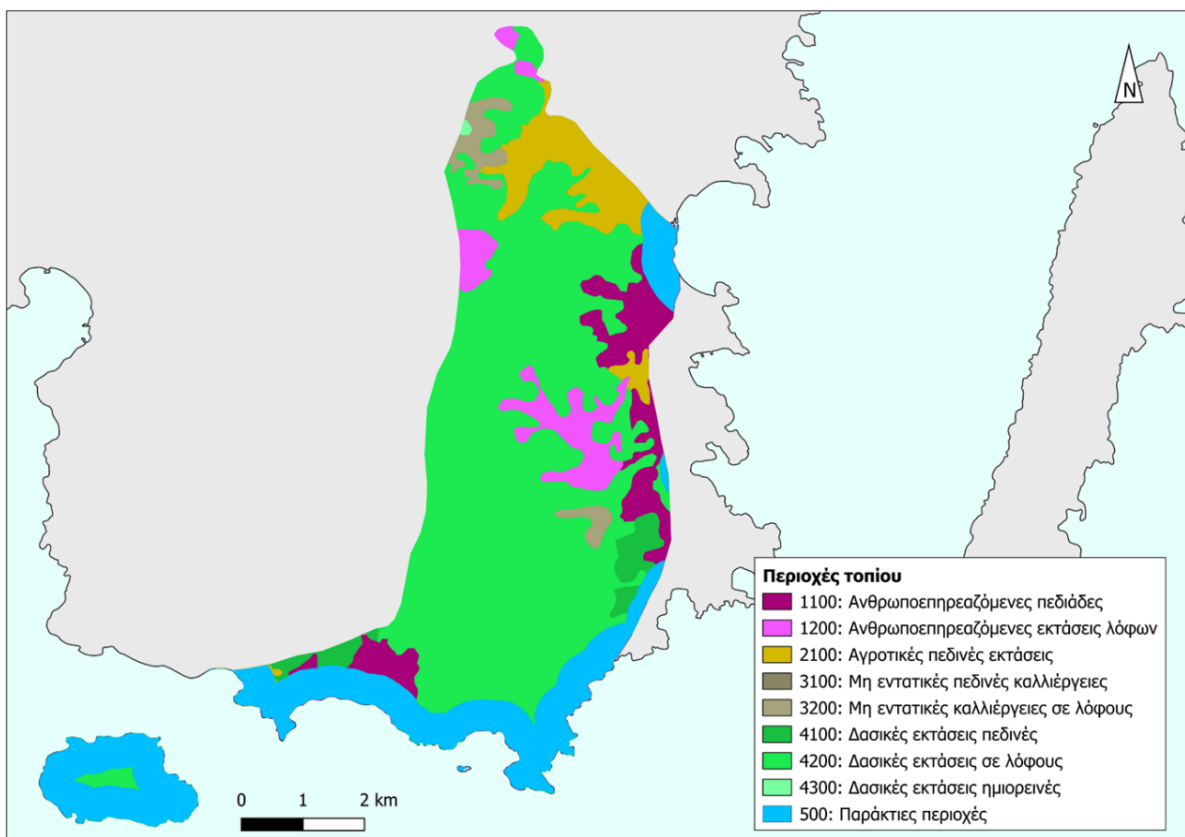
1. Δασικό τοπίο, πεδινό
2. Δασικό τοπίο πεδινό, παρόχθιο
3. Δασικό τοπίο, λοφώδες
4. Δασικό τοπίο, λοφώδες, παρόχθιο
5. Δασικό τοπίο, προπόδων ορέων
6. Δασικό τοπίο, προπόδων ορέων, παρόχθιο
7. Δασικό τοπίο, ορεινό
8. Δασικό τοπίο, ορεινό, παρόχθιο
9. Δασικό τοπίο, των κορυφογραμμών και των υψηλών κορυφών
10. Δασικό τοπίο, των κορυφογραμμών και των υψηλών κορυφών, παρόχθιο

Ε. Τοπίο των λιμνών και των κατακλυζόμενων εκτάσεων:

1. Λίμνες και κατακλυζόμενες εκτάσεις
2. Παρόχθια πλατό, σε λόφους
3. Παρόχθια πλατό, στους πρόποδες ορέων

ΣΤ. Παράκτιο τοπίο

1. Παράκτιο τοπίο



Εικόνα 43. Περιοχές χαρακτήρα τοπίου στην περιοχή μελέτης.



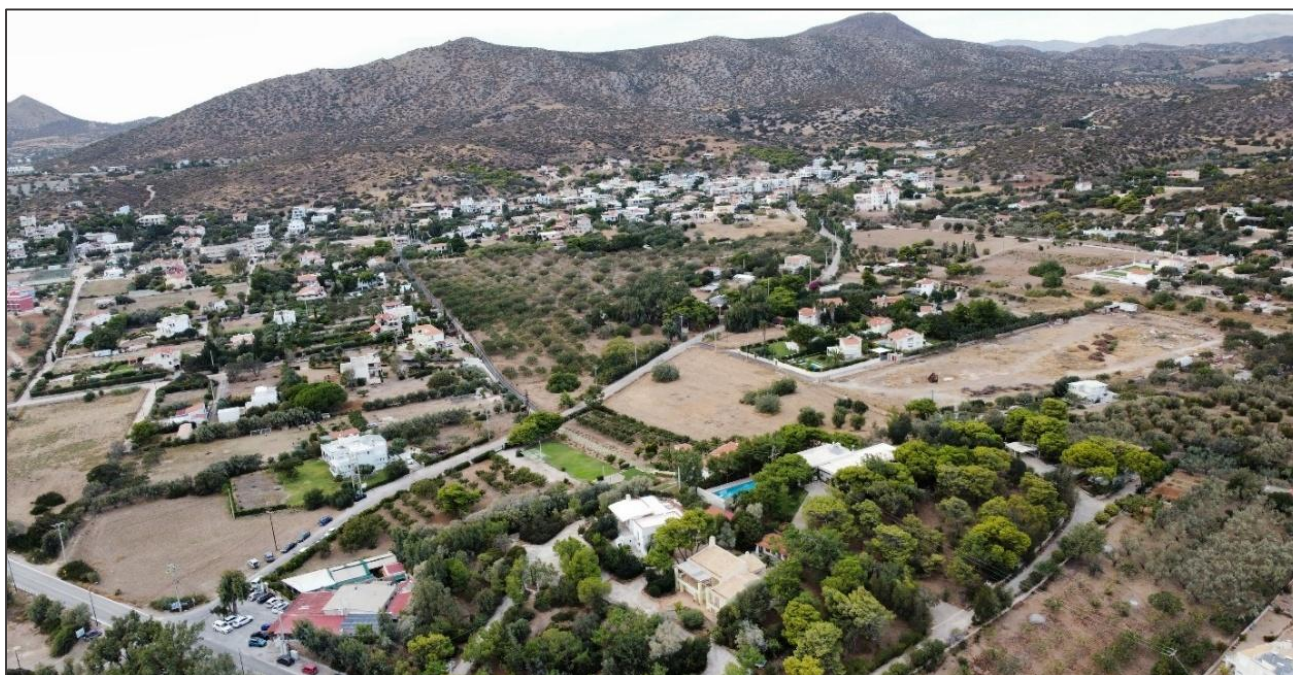
Εικόνα 44. Περιοχή μελέτης, όπου με αριθμούς και λευκό περίγραμμα σημειώνονται οι 15 επιλεγμένες περιοχές τοπίου.

Στην περιοχή μελέτης έχουν αναγνωρισθεί και πιλοτικά μελετηθεί με εργασίες πεδίου 15 διαφορετικές περιοχές τοπίου και όπως παρουσιάζονται στον **Πίνακα 3** και την **Εικόνα 44**.

Πίνακας 3. Οι 15 περιοχές τοπίου που επιλέχθηκαν για την περιοχή μελέτης.

Ονομασία περιοχής τοπίου	Έκταση (m ²)	A/A
Αστικές περιοχές Λεγκαρνά	977823,263	1
Δάση και μεταβατικές λοφώδεις εκτάσεις	4805573,501	2
Δυτικές βραχώδεις πλαγιές με χαμηλή βλάστηση	4244169,507	3
Έγκοιλο Χάος	223651,197	4
Ζώνη Α8 Εθνικού Δρυμού Αρχ. Σούριζα-Αγριλέζα	6175711,103	5
Ημιφυσική έκταση κοιλάδας Αγριλέζας	3917084,936	6
Λόφοι Μαρκάτι Ριμπάρι	1907092,937	7
Νησίδα Πάτροκλος	2775031,549	8
Νησίδα Σουνίου	403924,05	9
Παράκτια Τουριστική Ζώνη	3810882,570	10
Πεδινές Αγροτικές εκτάσεις Μαρκάτι	3313715,276	11
Περίχωρα Λαυρίου με αγροτική και βιομηχανική δραστηριότητα	5530846,902	12
Υγρότοπος Λεγραιών	146039,384	13
Αστικές Περιοχές Αγ. Κωνσταντίνος	490009,017	14
Αστικές Περιοχές Λαύριο	3470519,058	15

3.3.2. ΠΧΤ1: ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ – ΛΕΓΓΡΑΙΝΑ

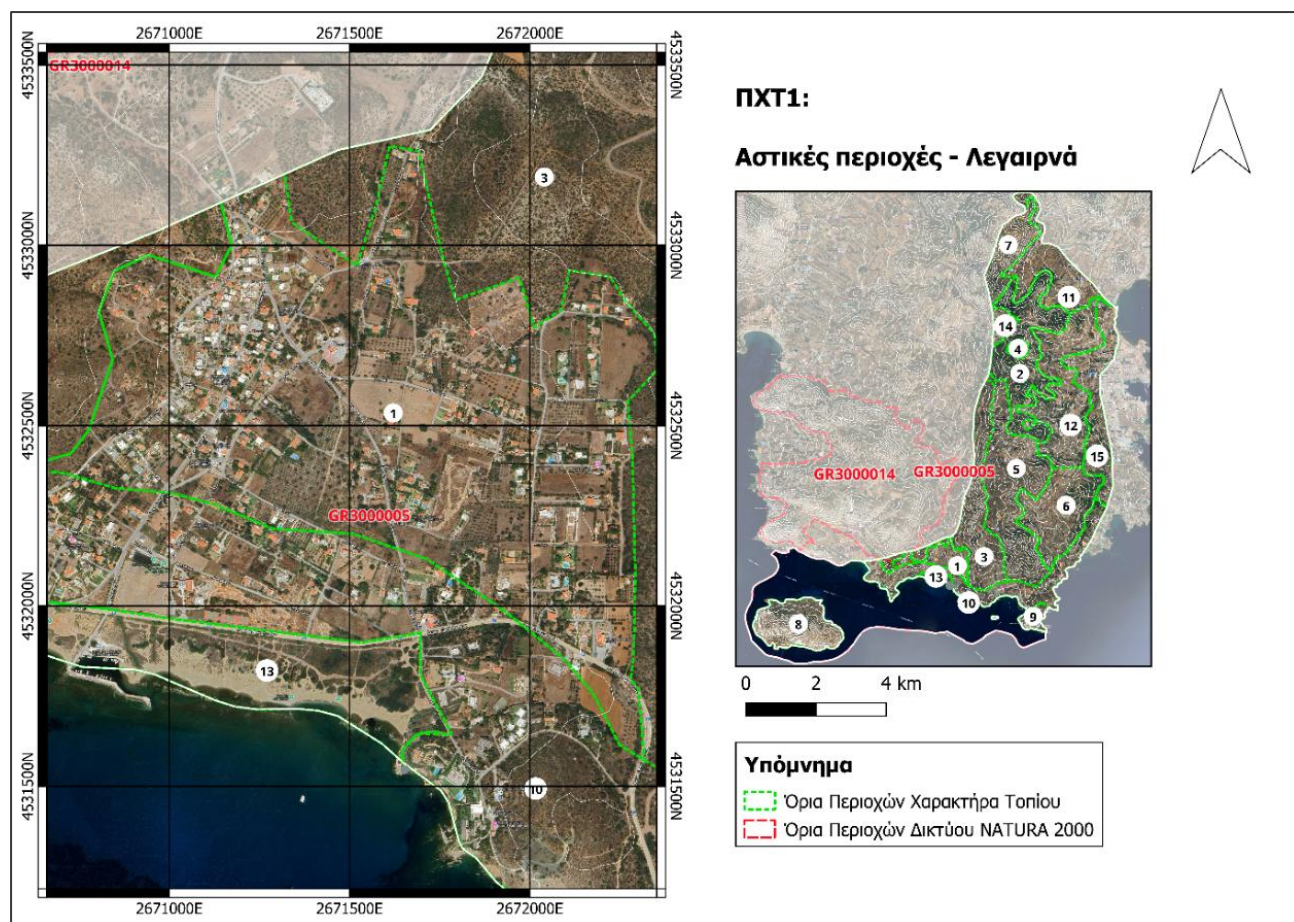


Εικόνα 45. Όψη των Λεγγραινών από τους λόφους του Σουνίου δυτικά, με χρήση UAV τεχνολογίας.

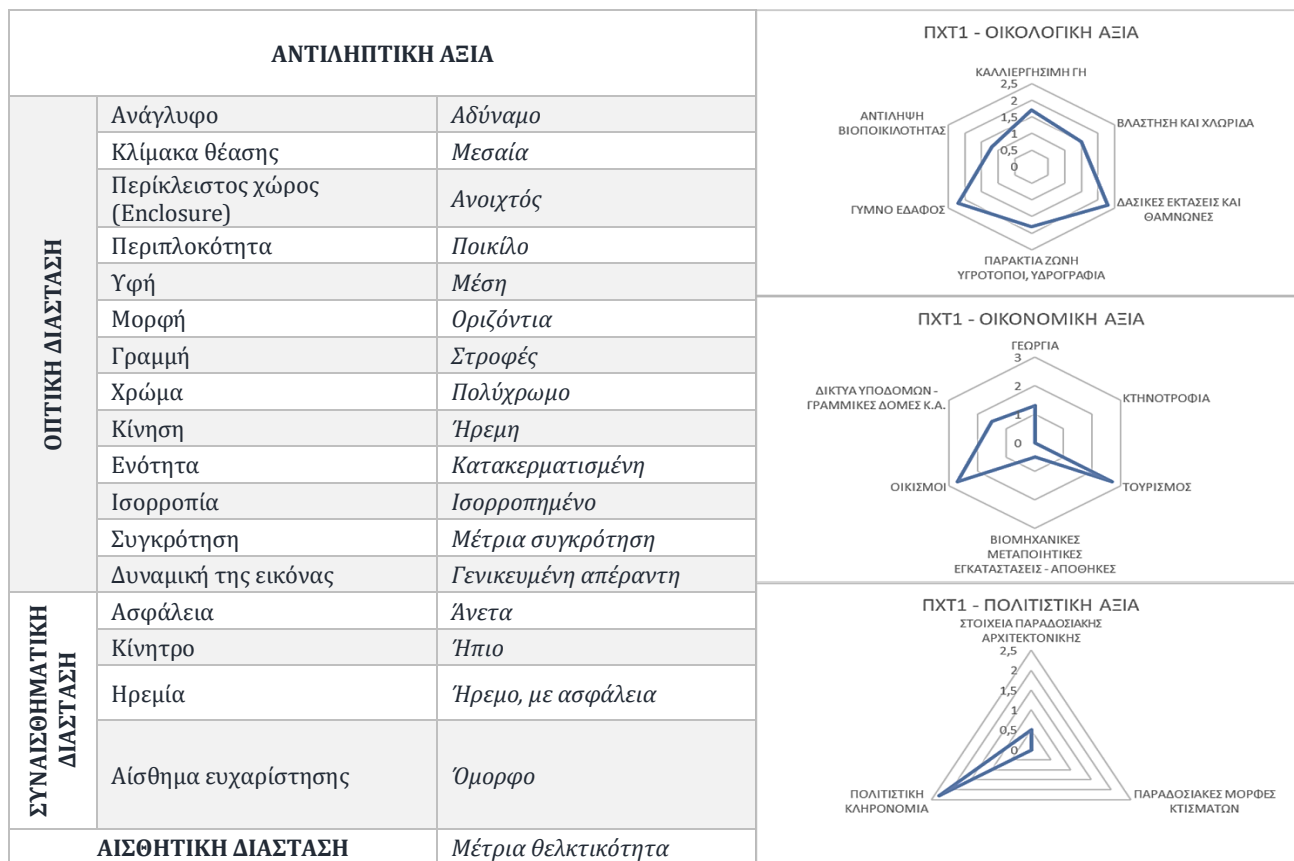
Ο οικισμός Λεγγραινών βρίσκεται σε παραθαλάσσια περιοχή της Λαυρεωτικής, με μέσο υψόμετρο περίπου 20-30 μέτρα. Το τοπίο χαρακτηρίζεται από μικρή κλίση και αραιή, χαμηλή μεσογειακή βλάστηση. Η γεωλογία του περιλαμβάνει κυρίως σχιστόλιθους και ασβεστόλιθους ενώ η υδρολογία της περιοχής περιορίζεται σε εποχικά ρέματα που αποστραγγίζουν τις γύρω πλαγιές προς τη θάλασσα. Η πολιτιστική διάσταση περιλαμβάνει στοιχεία παραδοσιακής αρχιτεκτονικής και μικρές εκκλησίες.



Εικόνα 46. Όψη των Λεγγραινών από τα δυτικά με χρήση UAV τεχνολογίας. Στα αριστερά της εικόνας φαίνεται ο υγρότοπος της περιοχής, με σημαντική αξία για τη βιοποικιλότητα.



Εικόνα 47. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ1 με Google Satellite στο QGIS.

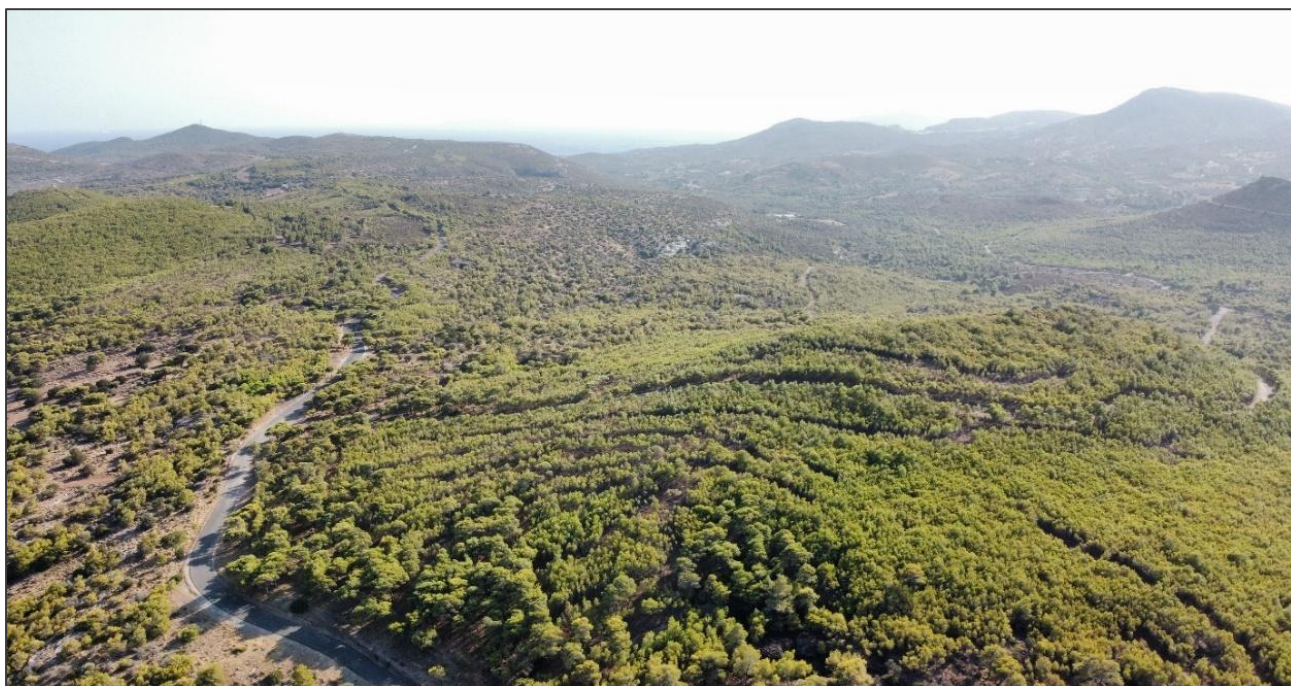


3.3.3. ΠΧΤ2: ΔΑΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΕΣ ΛΟΦΩΔΕΙΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ

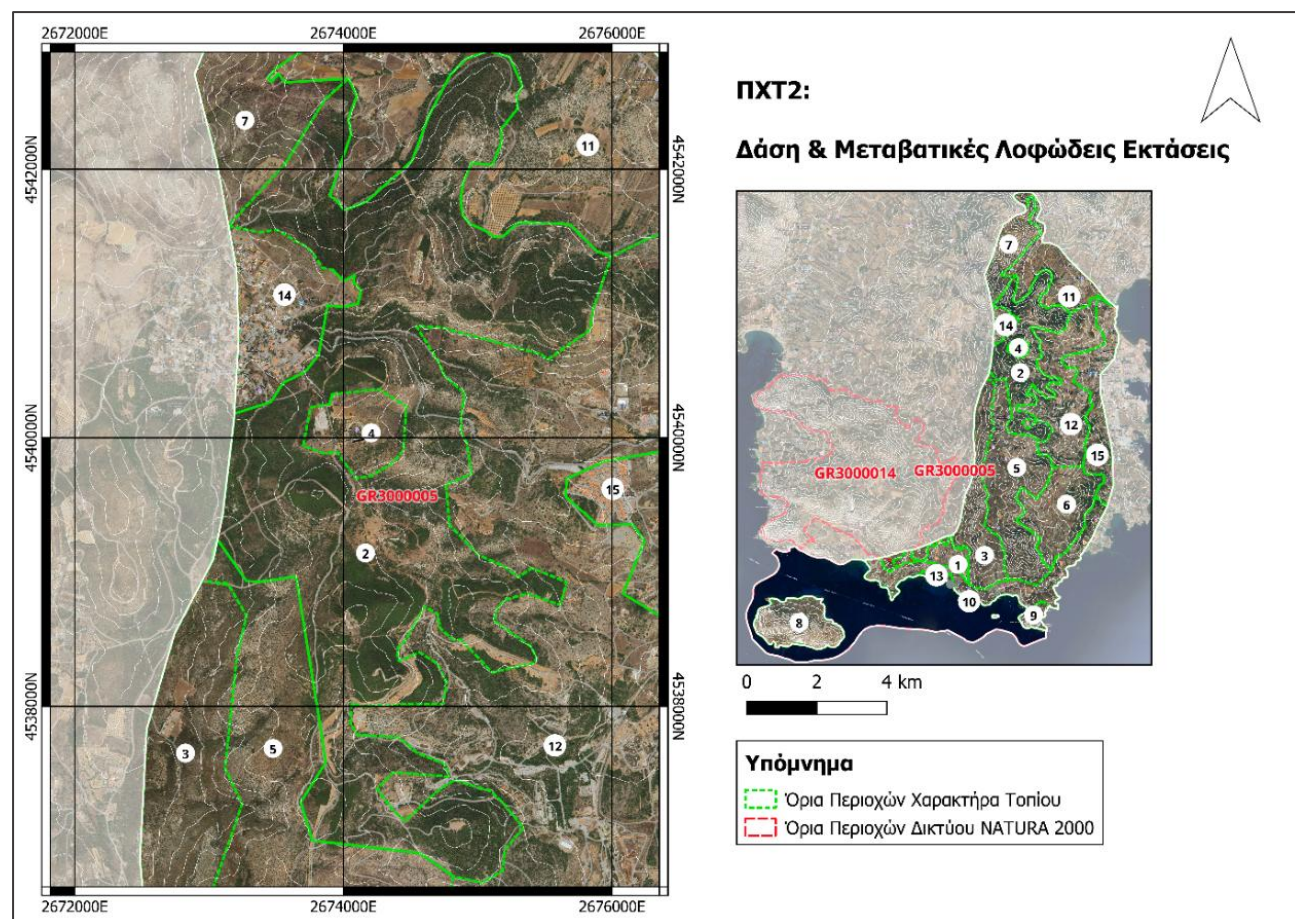


Εικόνα 48. Όψη μέρους του Εθνικού Δρυμού Σουνίου με τη χρήση UAV τεχνολογίας από την περιοχή του Έγκοιλου Χάους.

Η ΠΧΤ2 ανήκει στον Εθνικό Δρυμό Σουνίου, με μέσο υψόμετρο τα 200 m. Η βλάστηση που κυριαρχεί αποτελείται από φρύγανα αλλά ιδιαίτερα από πεύκα με χαρακτηριστικό είδος τη χαλέπιο πεύκη (*Pinus halepensis* Mill., Pinaceae). Περιέχει ορισμένα αρχαία λατομεία και συνορεύει με τη βιομηχανική και αγροτική ζώνη του Λαυρίου. Υδρολογικά, έχει μικρά ρέματα με περιορισμένη ροή.



Εικόνα 49. Απεικόνιση της εκτενούς έκτασης με χαλέπιο πεύκη που είναι χαρακτηριστικό της περιοχής στο άνω μέρος των λόφων της Λαυρεωτικής με χρήση UAV τεχνολογίας από το Έγκοιλο Χάος.



Εικόνα 50. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ2 με Google Satellite στο QGIS.

ΑΝΤΙΛΗΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ			ΠΧΤ2 - ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΞΙΑ	
ΟΠΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ	Ανάγλυφο	Δυνατό		
	Κλίμακα θέασης	Μεσαία		
	Περίκλειστος χώρος (Enclosure)	Ανοιχτός		
	Περιπλοκότητα	Ομοιόμορφο		
	Υφή	Μέση		
	Μορφή	Κυματοειδής		
	Γραμμή	Στροφές		
	Χρώμα	Μονόχρωμο		
	Κίνηση	Συνεχής		
	Ενότητα	Ενοποιημένη		
	Ισορροπία	Ισορροπημένο		
	Συγκρότηση	Μέτρια συγκρότηση		
	Δυναμική της εικόνας	Γενικευμένη απέραντη		
ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ	Ασφάλεια	Με ασφάλεια		
	Κίνητρο	Ενδιαφέρον		
	Ηρεμία	Διαθέσιμο		
	Αίσθημα ευχαρίστησης	Όμορφο		
ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ		Υψηλή θελκτικότητα		

3.3.4. ΠΧΤ3: ΔΥΤΙΚΕΣ ΒΡΑΧΩΔΕΙΣ ΠΛΑΓΙΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ

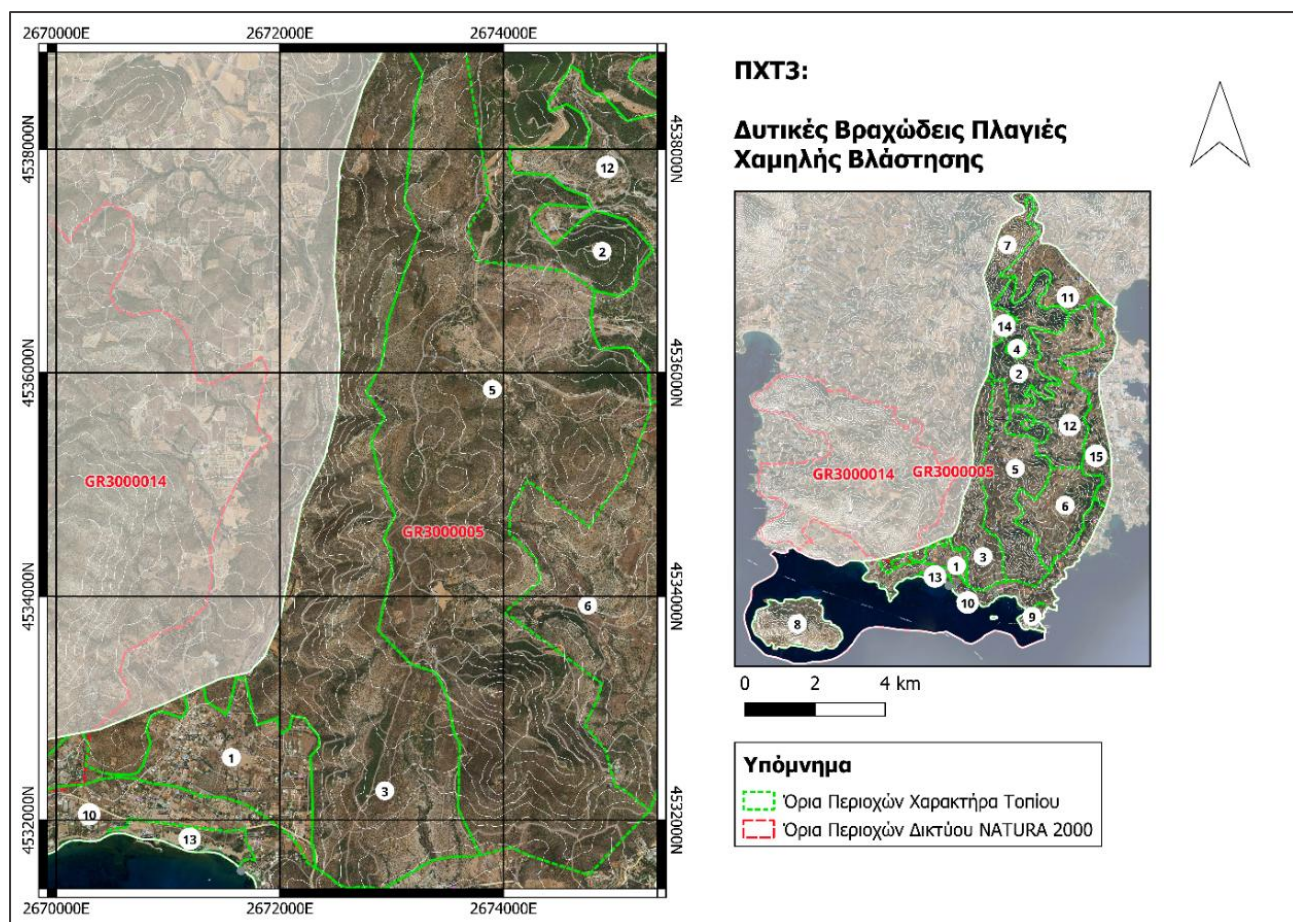


Εικόνα 51. Όψη των δυτικών πλαγιών από τα Λεγραινά με χρήση UAV τεχνολογίας.

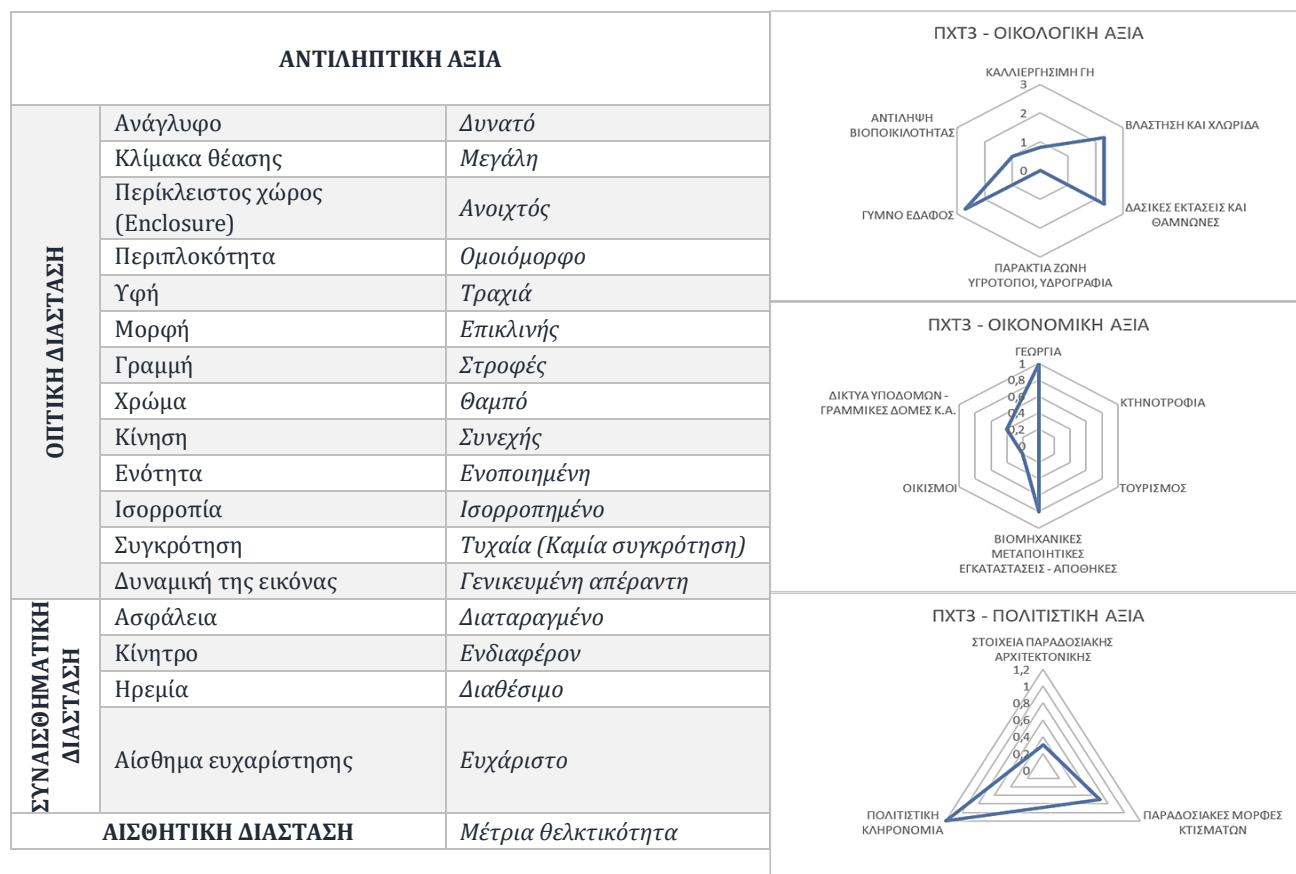
Τα υψόμετρα της ΠΧΤ3 κυμαίνονται από 50 έως 300 μέτρα. Η περιοχή περιλαμβάνει απότομες κλίσεις κυρίως με βραχώδη ασβεστολιθικά πρανή και φρύγανα. Η περιοχή είναι άγονη και δεν περιλαμβάνει μνημεία, λατομεία ούτε οικίες. Έχει δυτικό προσανατολισμό, στην κοιλάδα του Αγίου Κωνσταντίνου και των Λεγραινών.



Εικόνα 52. Όψη του άνω τμήματος της ΠΧΤ3, όπου τεκμηριώνεται η παρουσία ξηροφυτικής βλάστησης, νεαρών δενδρυλλίων χαλέπιου πεύκης και το έντονα πετρώδες έδαφος.



Εικόνα 53. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ3 με Google Satellite στο QGIS.



3.3.5. ΠΧΤ4: ΕΓΚΟΙΛΟ ΧΑΟΣ

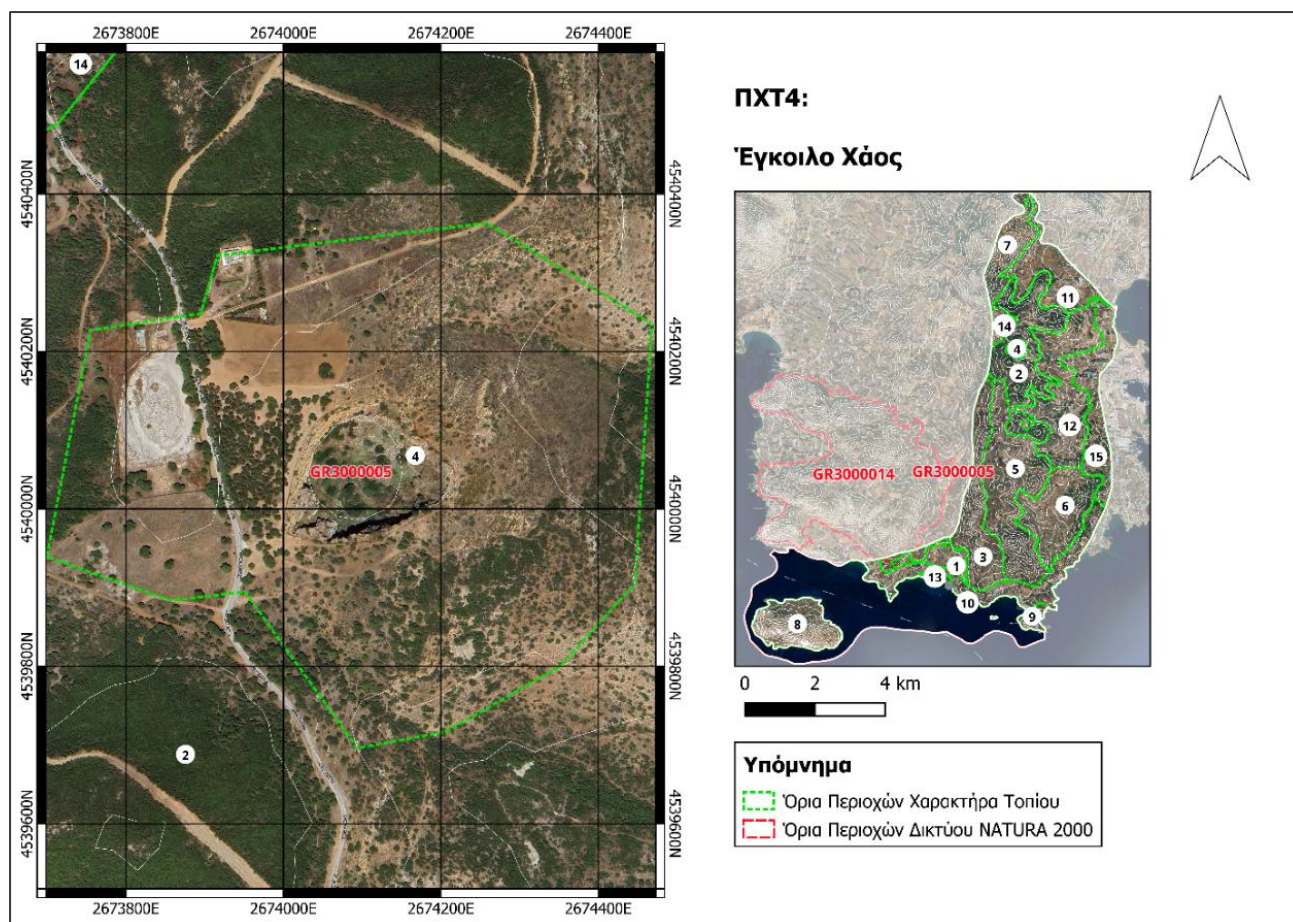


Εικόνα 54. Αεροφωτογραφία του Έγκοιλου Χάους από τα δυτικά με τη χρήση UAV τεχνολογίας.

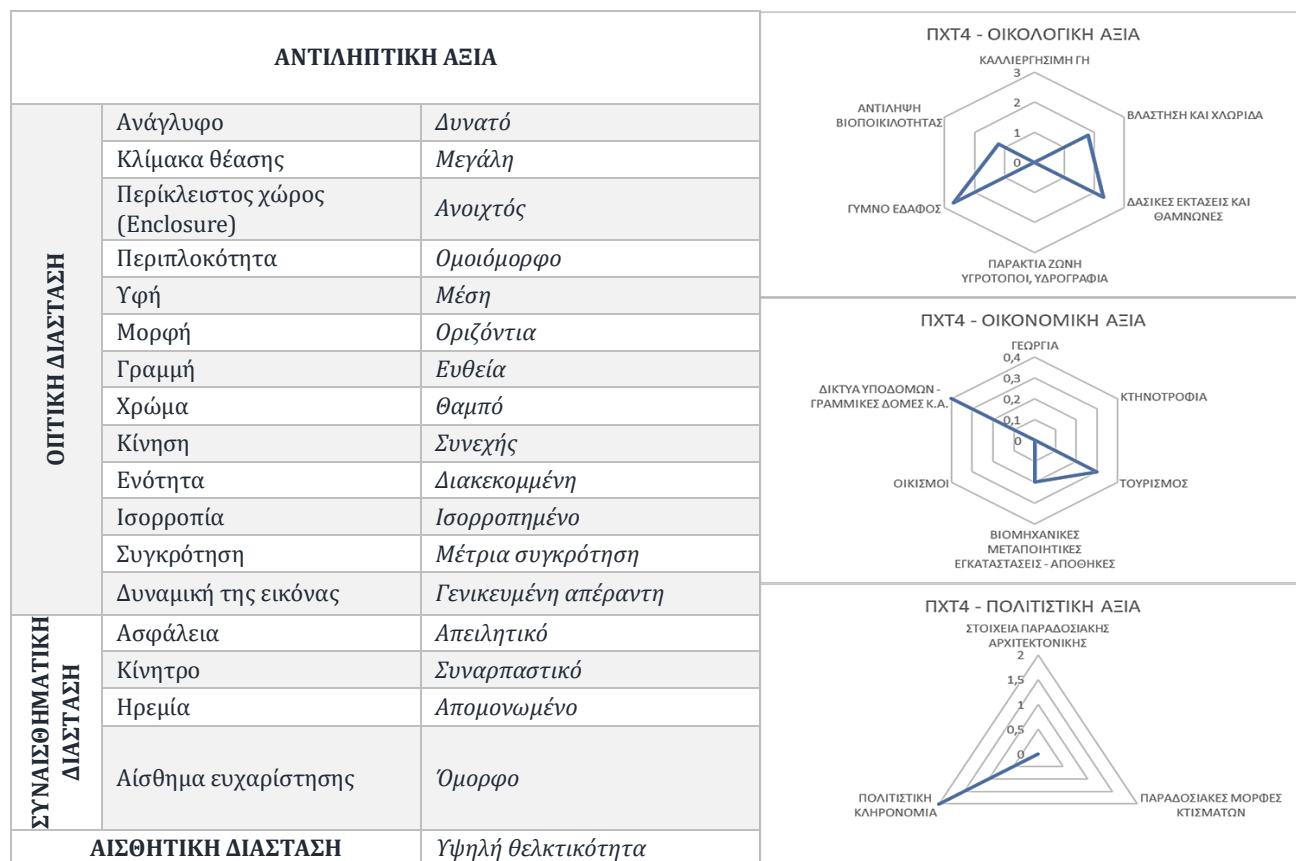
Το βάραθρο του Έγκοιλου Χάους, έχει διάμετρο περίπου 120 m και βάθος περίπου 55 m. Βρίσκεται νοτιοανατολικά της Καμάριζας (Άγιος Κωνσταντίνος) Λαυρίου. Στα τοιχώματά του, αλλά και στην ευρύτερη γύρω περιοχή, παρατηρούνται είσοδοι μεταλλευτικών στοών. Πιθανολογείται ότι στο παρελθόν αποτελούσε κάποιο σπήλαιο, η οροφή του οποίου κατέρρευσε, είτε από τη διάβρωση του νερού της βροχής, είτε από κάποιον έντονο σεισμό.



Εικόνα 55. Όψη του Έγκοιλου Χάους και των παραλίων του Λαυρίου από τα δυτικά με τη χρήση UAV τεχνολογίας.



Εικόνα 56. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ4 με Google Satellite στο QGIS.



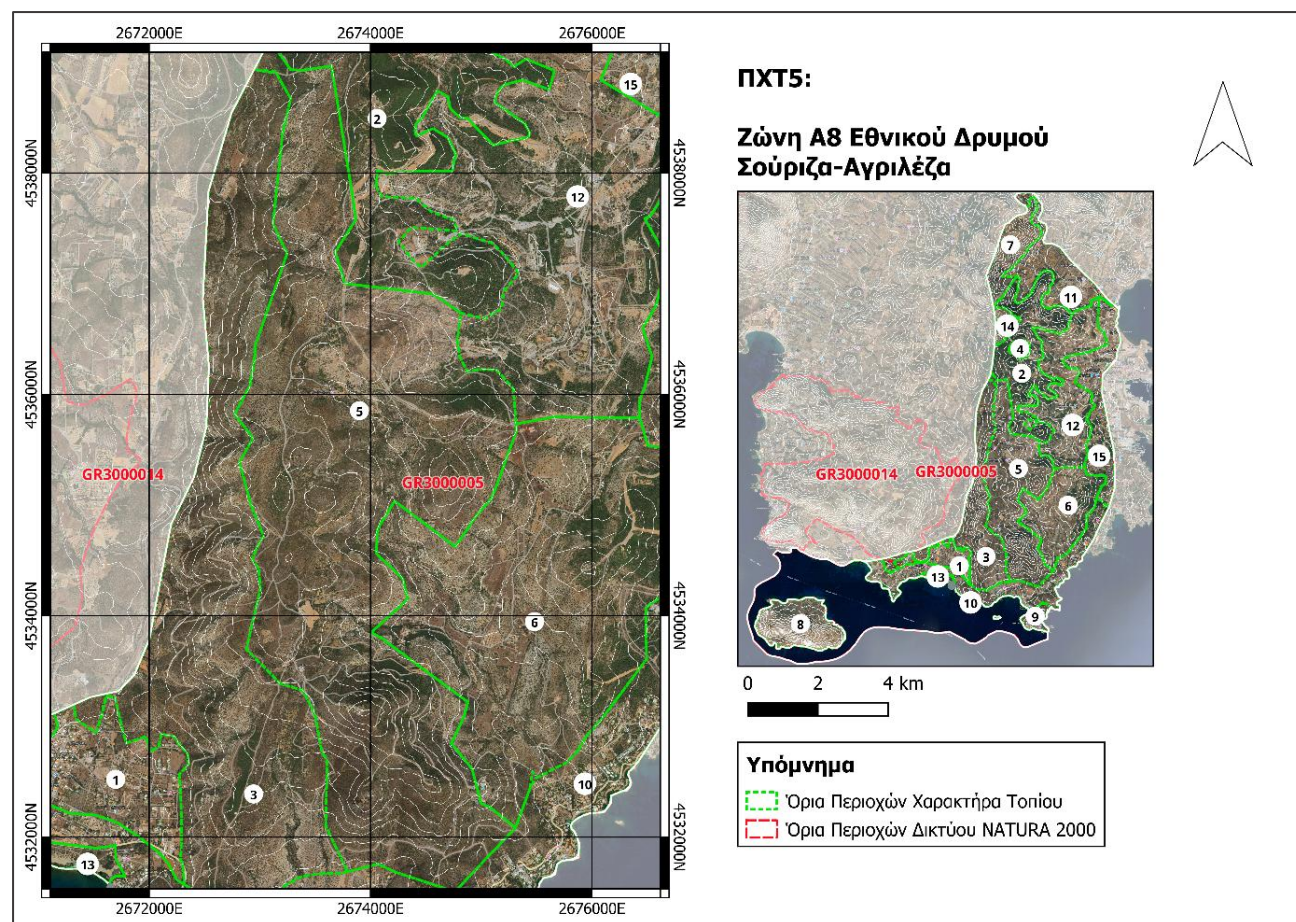
3.3.6. ΠΧΤ5: ΖΩΝΗ Α8 ΕΘΝΙΚΟΥ ΔΡΥΜΟΥ ΣΟΥΡΙΖΑ-ΑΓΡΙΛΕΖΑ

Εικόνα 57. Όψη τμήματος της Ζώνης Α8 με χρήση UAV τεχνολογίας από τη θέση του αρχαίου μεταλλουργικού εργαστηρίου Νέγρη.

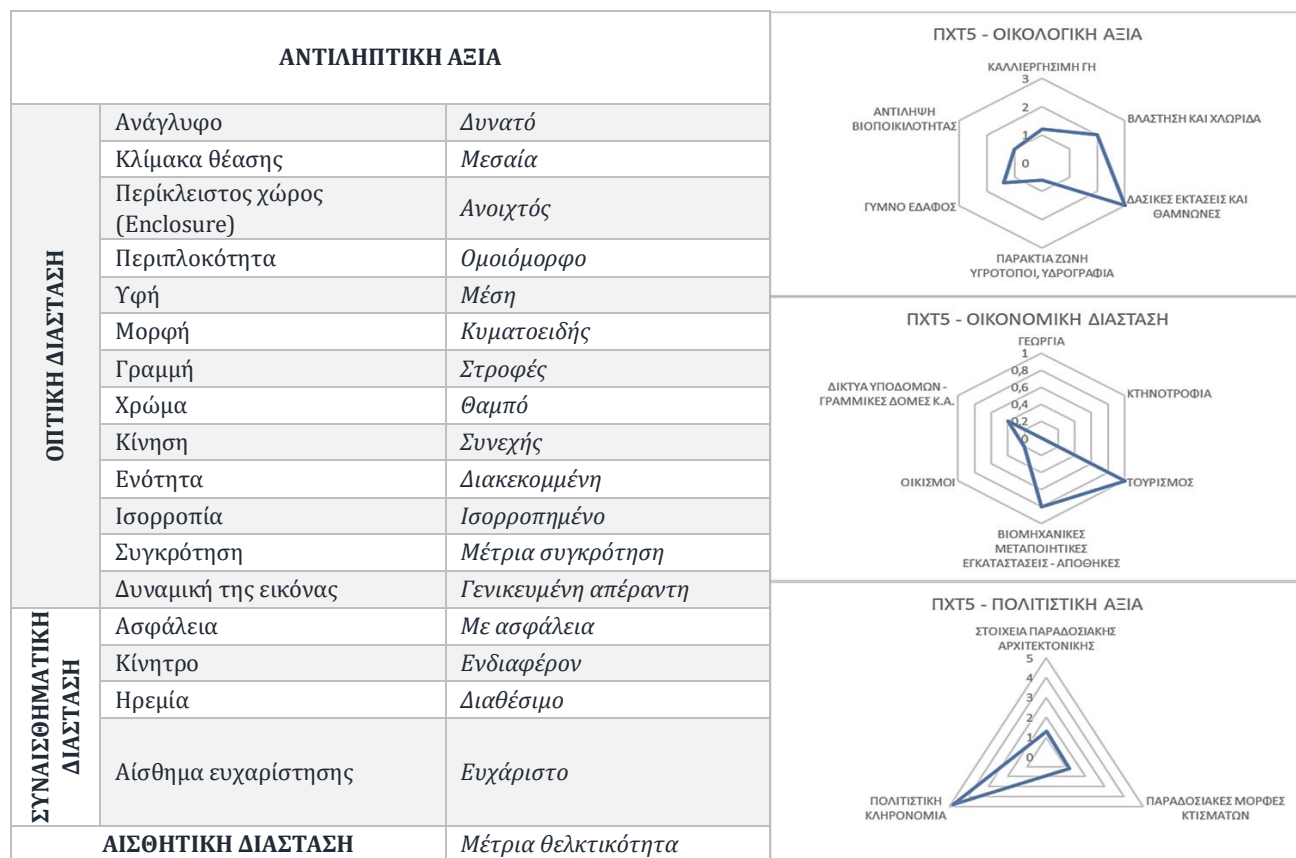
Η Ζώνη Α8 ανήκει στον Εθνικό Δρυμό Σουνίου, με υψόμετρα που κυμαίνονται από 100 έως 300 μέτρα. Οι απότομες κλίσεις και τα βραχώδη ασβεστολιθικά πρανή κυριαρχούν, ενώ η βλάστηση αποτελείται από φρύγανα, πεύκα και χαλέπιο πεύκη. Η περιοχή περιέχει αρχαία λατομεία και μεταλλευτικά κατάλοιπα που συνδέονται με την ιστορική εξόρυξη μεταλλευμάτων στην περιοχή. Υδρολογικά, φιλοξενεί μικρά ρέματα με περιορισμένη ροή.



Εικόνα 58. Απεικόνιση των ερειπίων των κατοικιών των μεταλλωρύχων στην περιοχή «Σούριζα» με χρήση UAV τεχνολογίας.



Εικόνα 59. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ5 με Google Satellite στο QGIS.



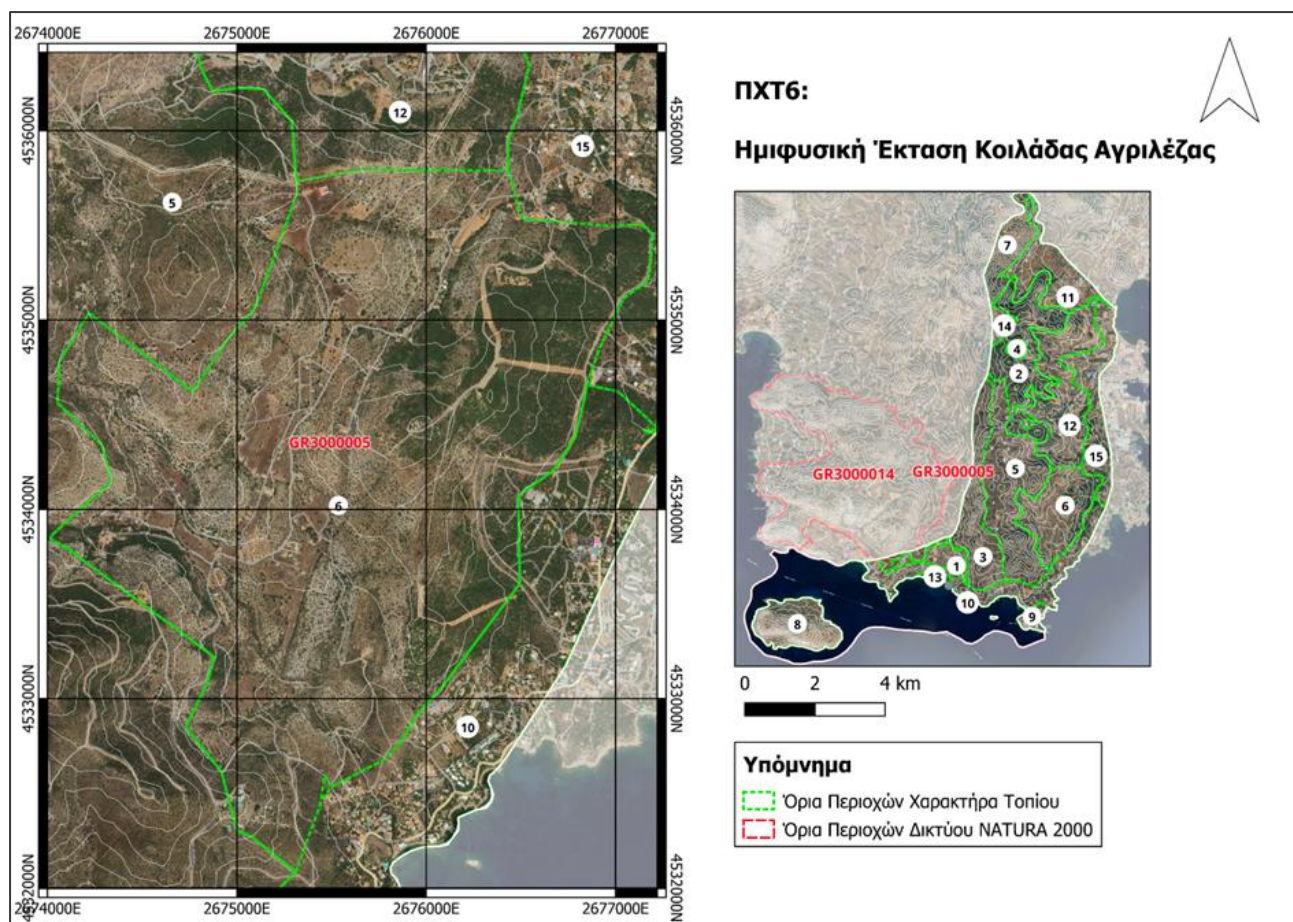
3.3.7. ΠΧΤ6: ΗΜΙΦΥΣΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ ΚΟΙΛΑΔΑΣ ΑΓΡΙΛΕΖΑΣ

Εικόνα 60. Απεικόνιση του βόρειου μέρους της κοιλάδας Αγριλέζας, με θέα το Κάτω Σούνιο, με τη χρήση UAV τεχνολογίας.

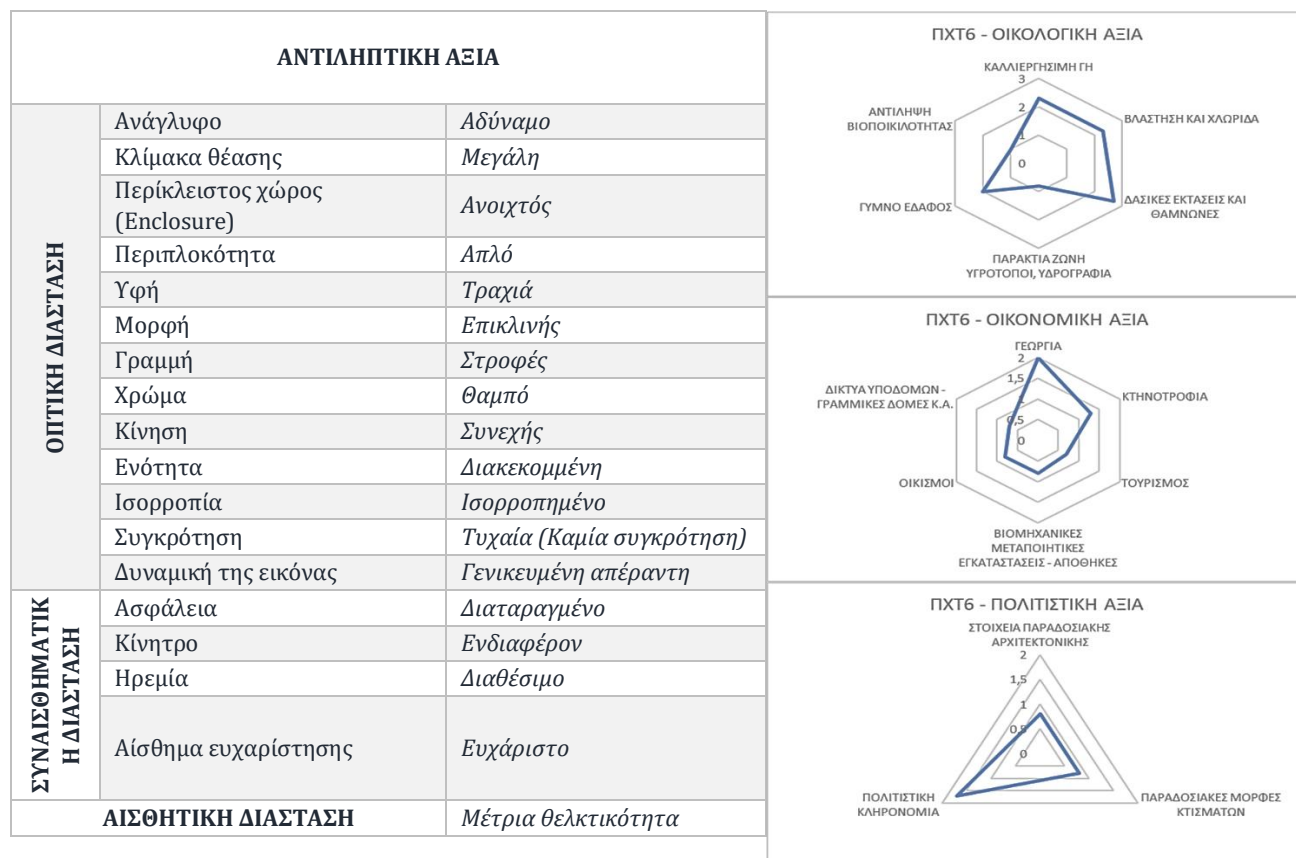
Η Κοιλάδα Αγριλέζας εκτείνεται σε υψόμετρο 50-150 μέτρων, με ήπιες κλίσεις και σχετικά εύφορο έδαφος. Στο ανώτερο τμήμα της κοιλάδας, κυριαρχούν τα φρύγανα και η μακκία, ενώ προς τα κατώτερα σημεία υπάρχουν καλλιέργειες και διάσπαρτα νεαρά πεύκα φυσικής αναγέννησης. Η γεωλογία περιλαμβάνει σχιστόλιθους και αργιλοαμμώδη εδάφη. Η κοιλάδα περιλαμβάνει σημεία υδροληψίας, καθώς διαθέτει φυσικά ρέματα και μικρούς ταμιευτήρες νερού, οι οποίοι στο παρελθόν κάλυπταν τις ανάγκες άρδευσης και υδροδότησης. Πολιτιστικά, η περιοχή συνδέεται με την ιστορική εξόρυξη μεταλλευμάτων της Λαυρεωτικής, εφόσον αποτελεί φυσική συνέχεια της Ζώνης Α8.



Εικόνα 61. Απεικόνιση της βλάστησης της περιοχής κοντά σε ανενεργά πλέον ρέματα, η οποία αποτελείται από μικρά πεύκα και φρύγανα.



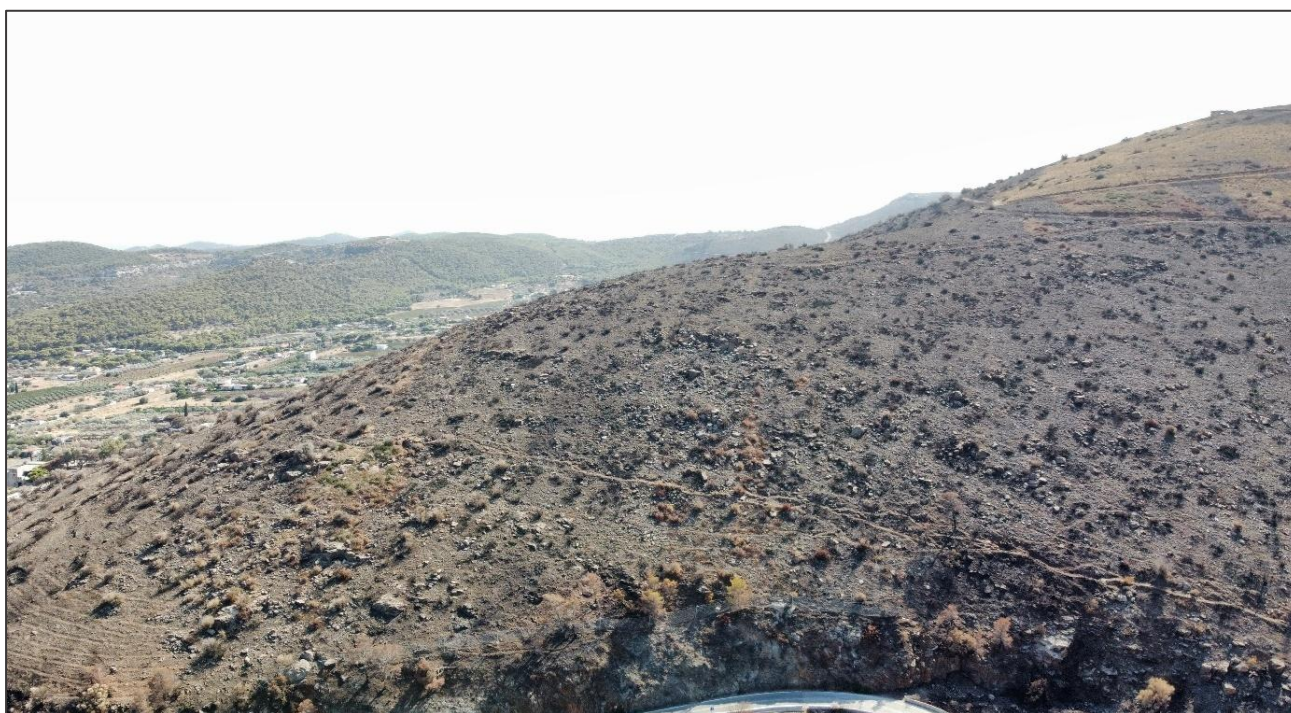
Εικόνα 62. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ6 με Google Satellite στο QGIS.



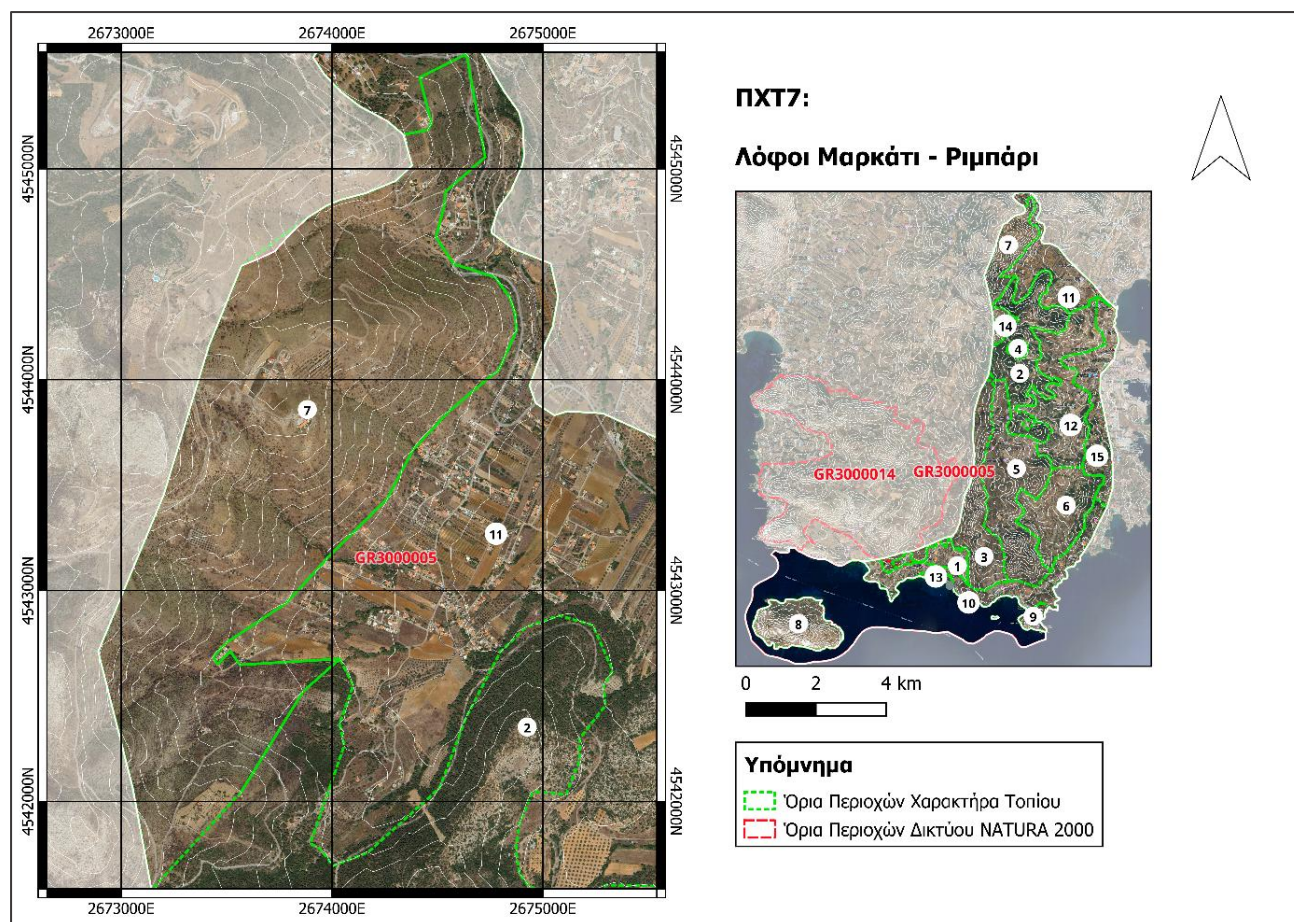
3.3.8. ΠΧΥ7: ΛΟΦΟΙ ΜΑΡΚΑΤΙ - ΡΙΜΠΑΡΙ

Εικόνα 63. Απεικόνιση της ΠΧΤ7 που περιλαμβάνει τους καμένους λόφους στο βάθος ενώ στους πρόποδες ξεχωρίζει η πεδινή αγροτική ΠΧΤ11, με τη χρήση UAV τεχνολογίας.

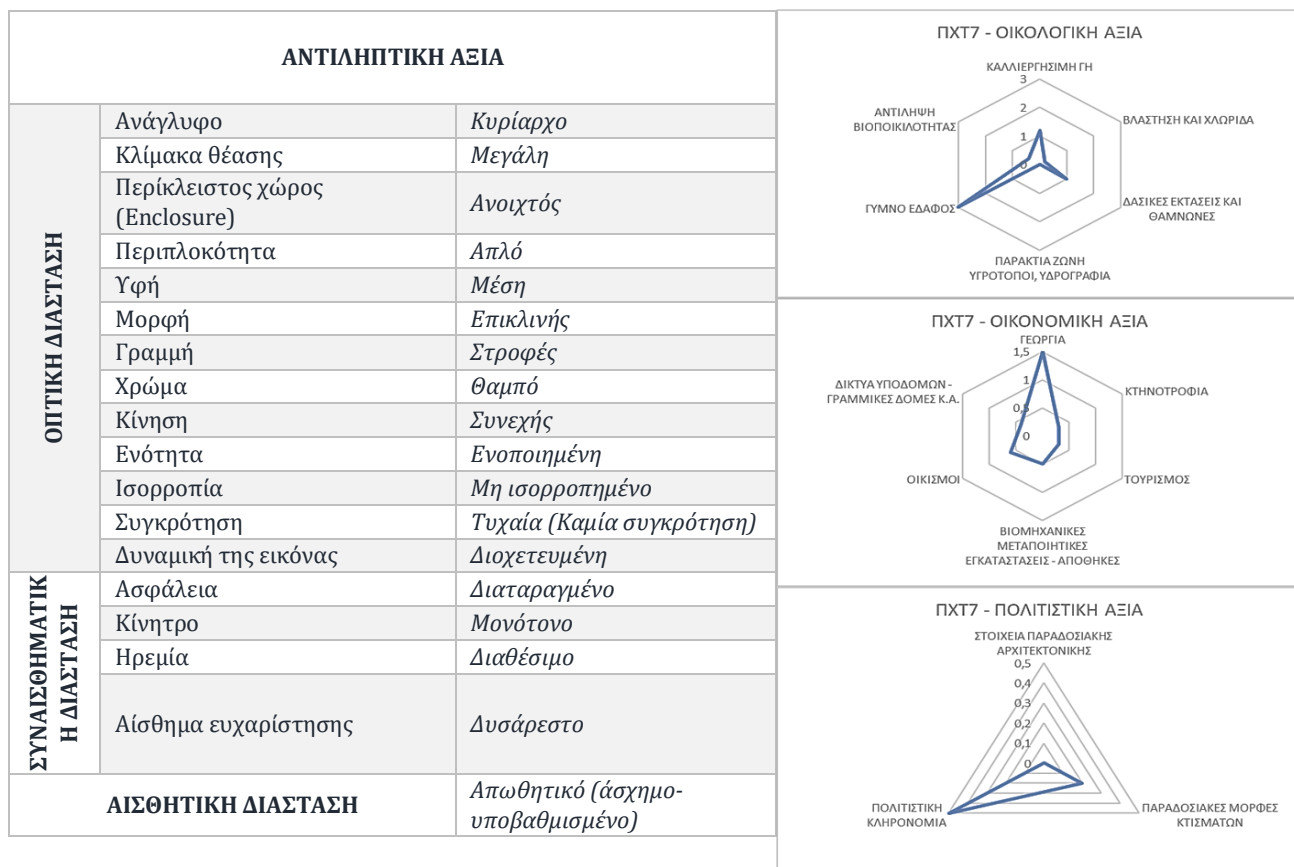
Η περιοχή των καμένων λόφων του Μαρκάτι έχει υψόμετρα από 150-250 μέτρα, με απότομες κλίσεις και έντονη διάβρωση. Η βλάστηση αποτελείται κυρίως από αναγεννημένα φρύγανα, εξαιτίας των πυρκαγιών που έχουν πλήξει πρόσφατα την περιοχή. Η γεωλογία της χαρακτηρίζεται από σχιστολιθικά πετρώματα, ενώ τα πολιτιστικά στοιχεία είναι περιορισμένα. Τα ρέματα της περιοχής είναι ανενεργά λόγω της απώλειας βλάστησης.



Εικόνα 64. Όψη των καμένων λόφων χαλεπίου Πεύκης από τα ανατολικά με χρήση UAV τεχνολογίας.



Εικόνα 65. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ7 με Google Satellite στο QGIS.



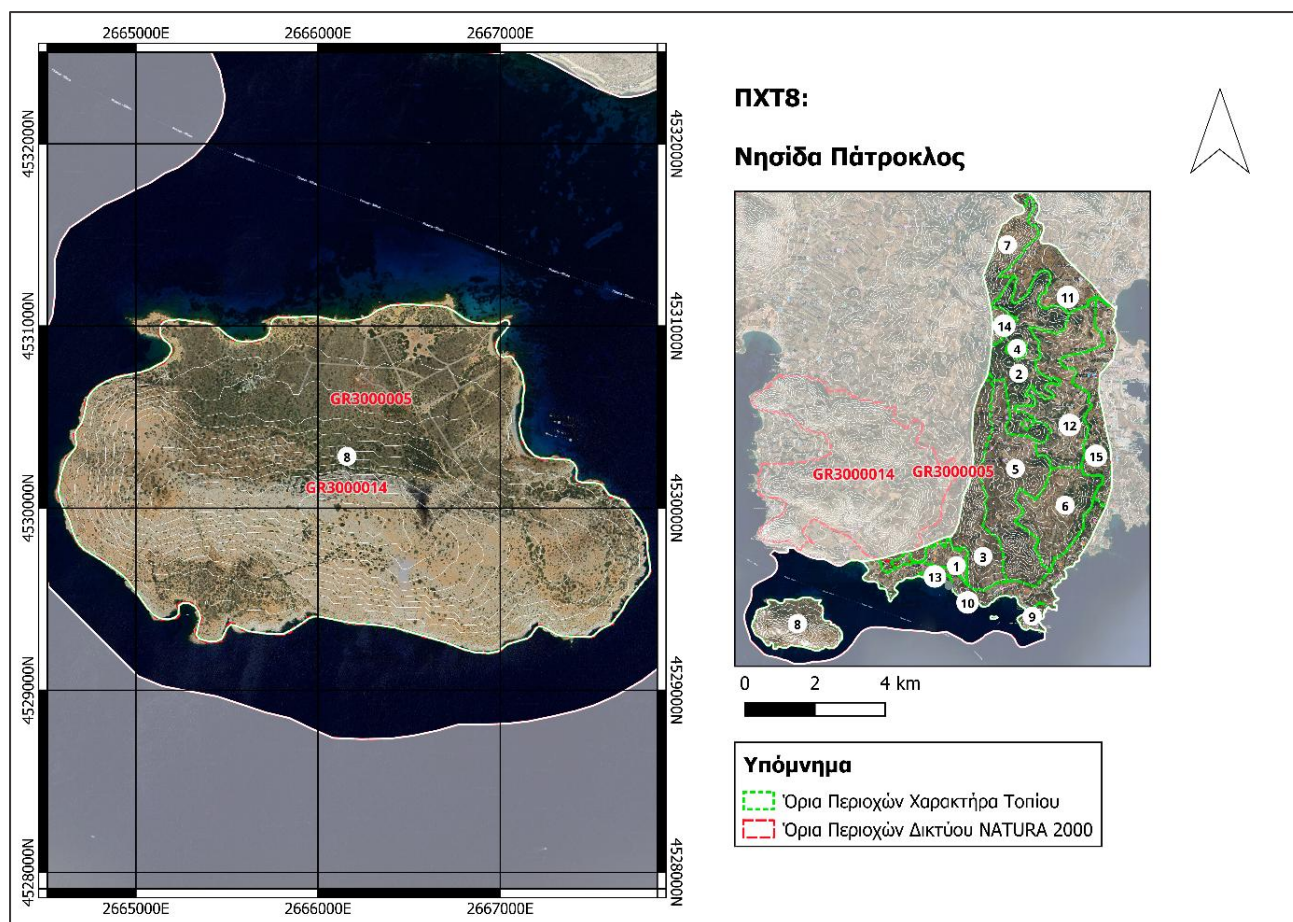
3.3.9. ΠΧΤ8: ΝΗΣΙΔΑ ΠΑΤΡΟΚΛΟΣ

Εικόνα 66. Όψη της νησίδας Πατρόκλου από σημείο πλησίον της εκκλησίας της Αγίας Βαρβάρας στη Ζώνη Α8.

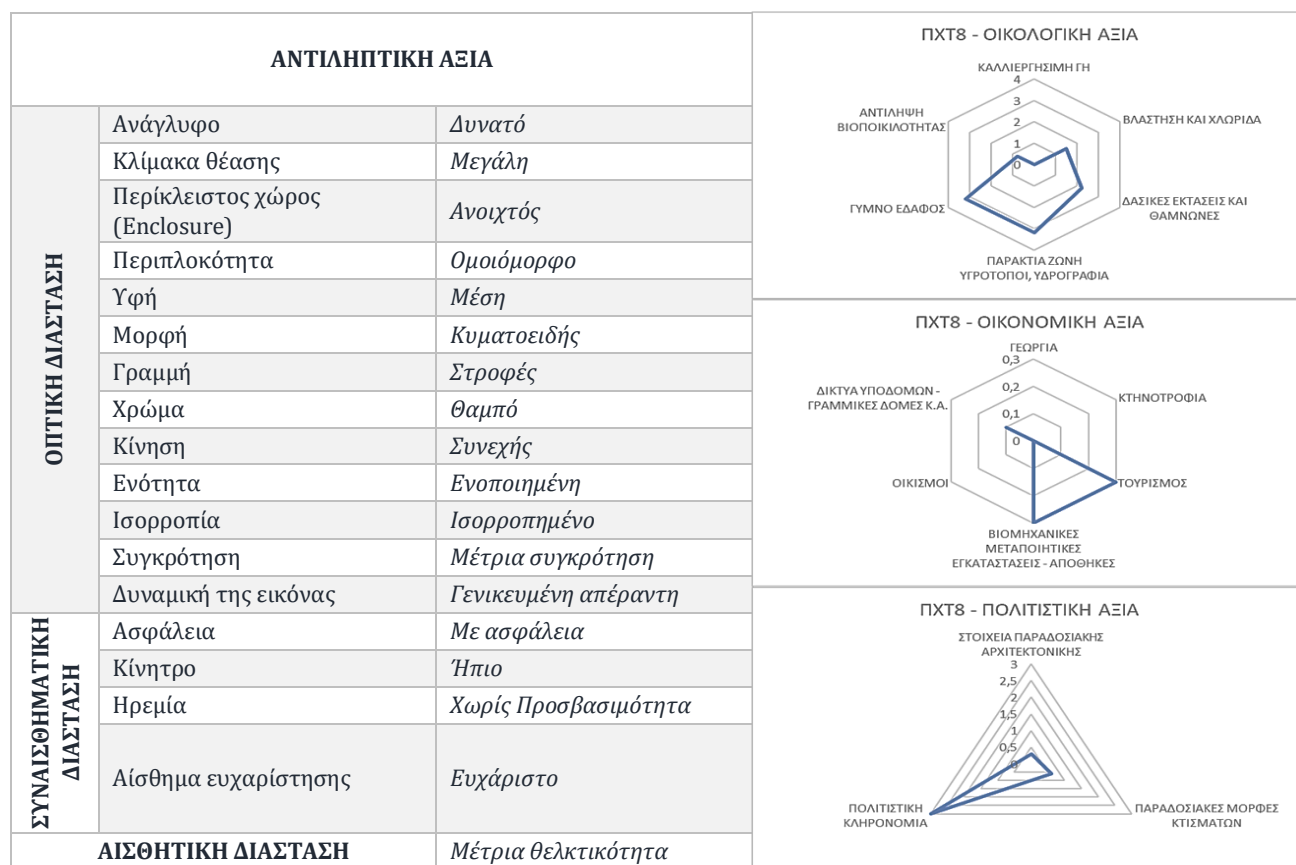
Η νησίδα Πατρόκλου, γνωστή και ως Γαιδουρονήσι, βρίσκεται νότια του Ακρωτηρίου Σουνίου, σε απόσταση περίπου 850 μέτρων από την ακτή. Έχει μέγιστο υψόμετρο 110 μέτρα, με απότομες κλίσεις και βραχώδη γεωμορφολογία από ασβεστόλιθους. Η βλάστηση είναι αραιή, κυρίως φρύγανα και αλόφυτα (φυτά που ευδοκιμούν σε αλατούχα εδάφη). Η νησίδα περιλαμβάνει ερείπια από ιστορικά κτίσματα πλησίον των βόρειων ακτών, οι οποίες είναι και σημαντικές για τα θαλάσσια πουλιά.

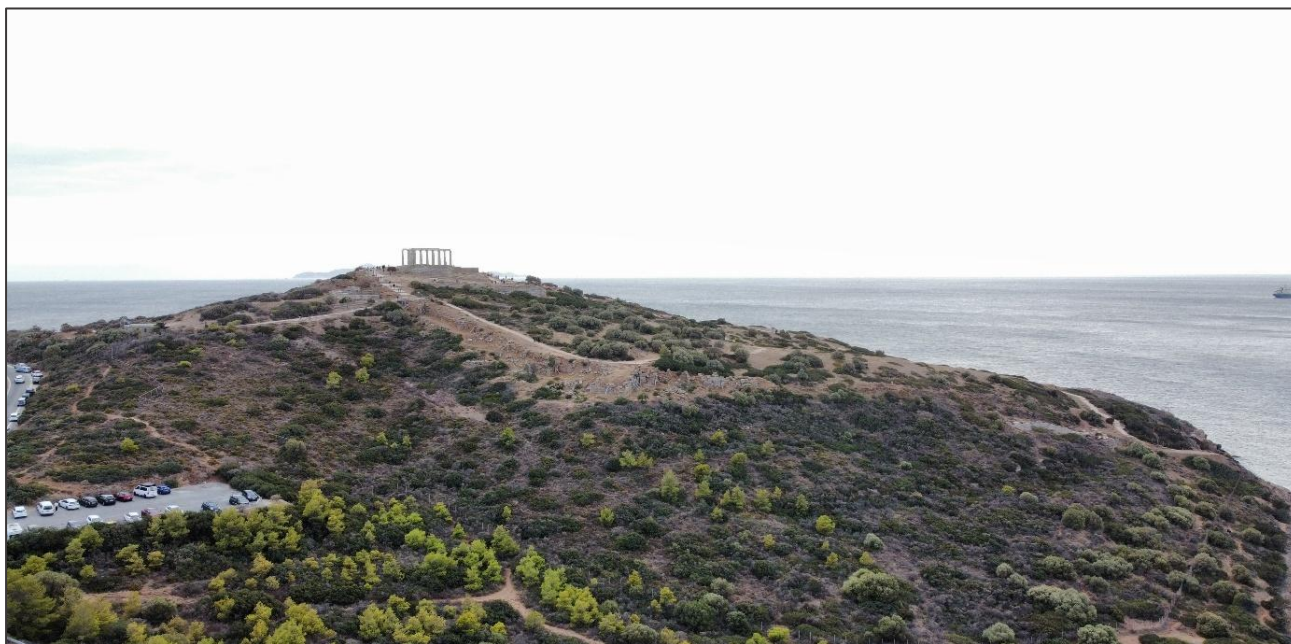


Εικόνα 67. Απεικόνιση της τοποθεσίας της νησίδας Πατρόκλου από τα Λεγραινά, με τη χρήση UAV τεχνολογίας.



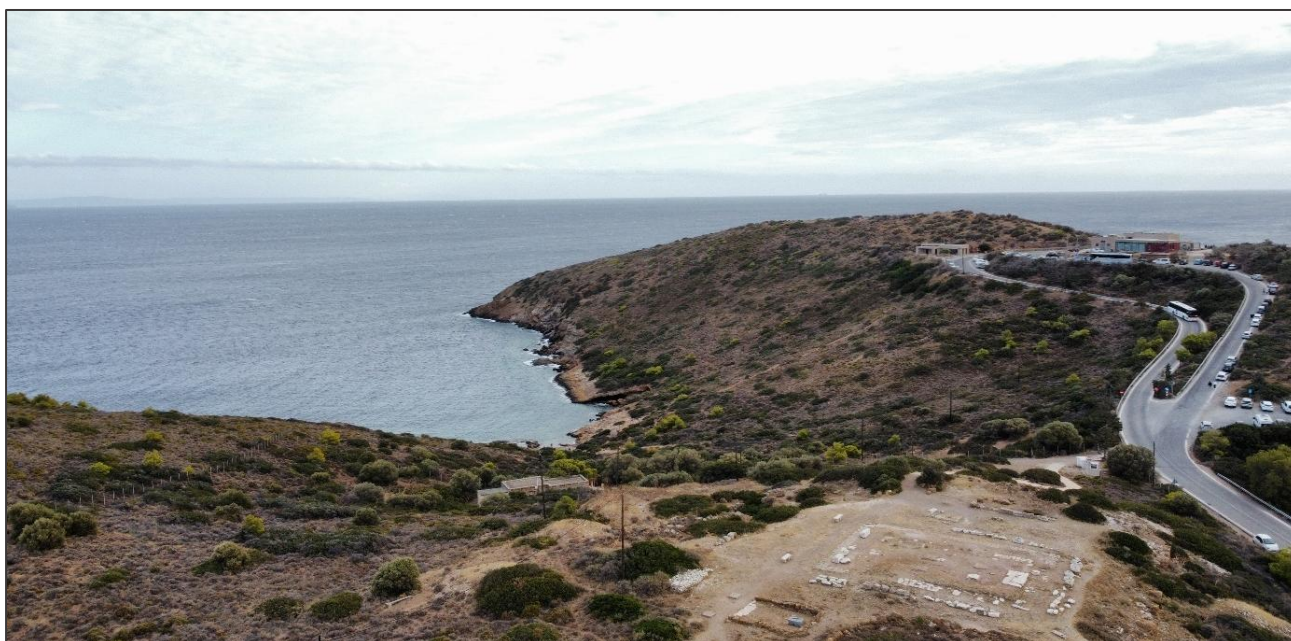
Εικόνα 68. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ8 με Google Satellite στο QGIS.



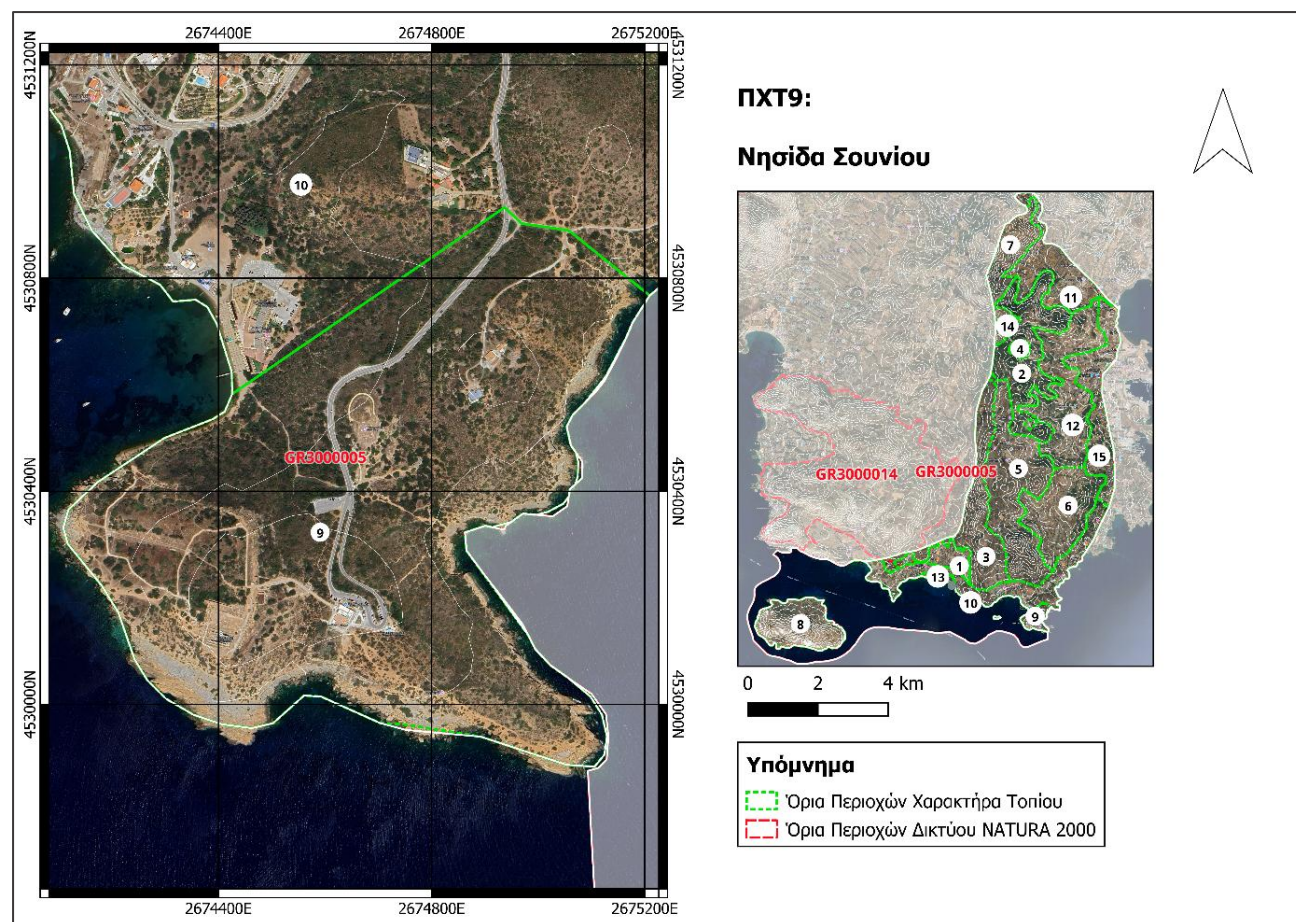
3.3.10. ΠΧΤ9: ΝΗΣΙΔΑ ΣΟΥΝΙΟΥ

Εικόνα 69. Όψη του Ιερού του Ποσειδώνα στο Σούνιο από τα βόρεια, με τη χρήση UAV τεχνολογίας.

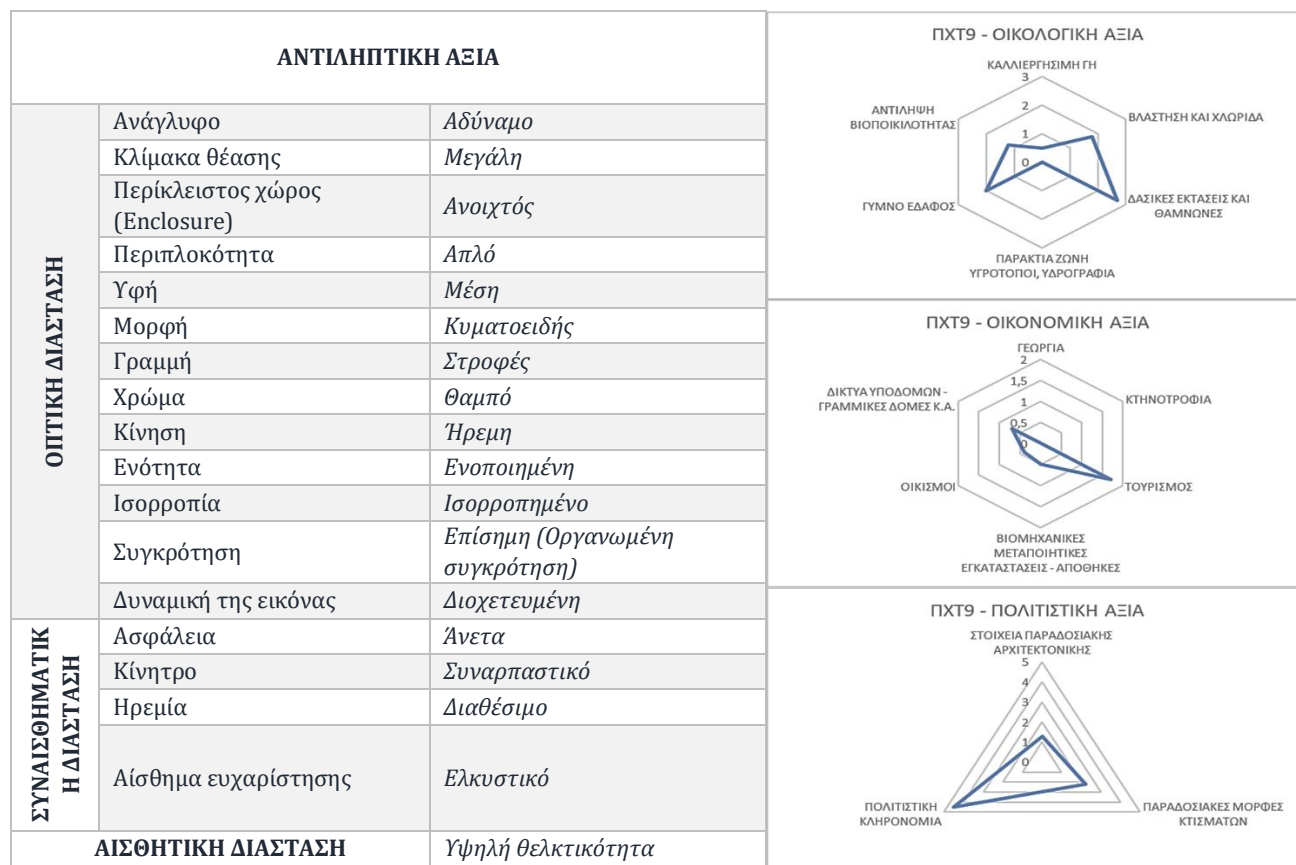
Το Ακρωτήριο Σουνίου βρίσκεται στο νοτιότερο άκρο της Λαυρεωτικής, σε υψόμετρο περίπου 60 μέτρων πάνω από τη θάλασσα. Το τοπίο είναι βραχώδες με απότομες κλίσεις, περιβάλλεται από το Αιγαίο Πέλαγος και αποτελεί χαρακτηριστικό γεωμορφολογικό στοιχείο της περιοχής. Η γεωλογία του περιλαμβάνει κυρίως ασβεστόλιθους και σχιστόλιθους. Η βλάστηση είναι αραιή, με φρύγανα, αρωματικά φυτά και χαμηλούς θάμνους. Πολιτισμικά συνδέεται με τον αρχαίο ναό του Ποσειδώνα που αποτελεί μνημείο παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς. Η υδρολογία της περιοχής είναι περιορισμένη, με ελάχιστη φυσική ροή υδάτων. Το τοπίο του ακρωτηρίου, συνδυάζει πολιτισμό, φύση και θέα στο Αιγαίο, γεγονός που το καθιστά και τουριστικό προορισμό.



Εικόνα 70. Όψη του Ναού της Αθηνάς Σουνιάδος (κάτω δεξιά) και των ανατολικών ακτών του ακρωτηρίου από τα βόρεια, με τη χρήση UAV τεχνολογίας.



Εικόνα 71. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ9 με Google Satellite στο QGIS.



3.3.11. ΠΧΤ10: ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ ΖΩΝΗ

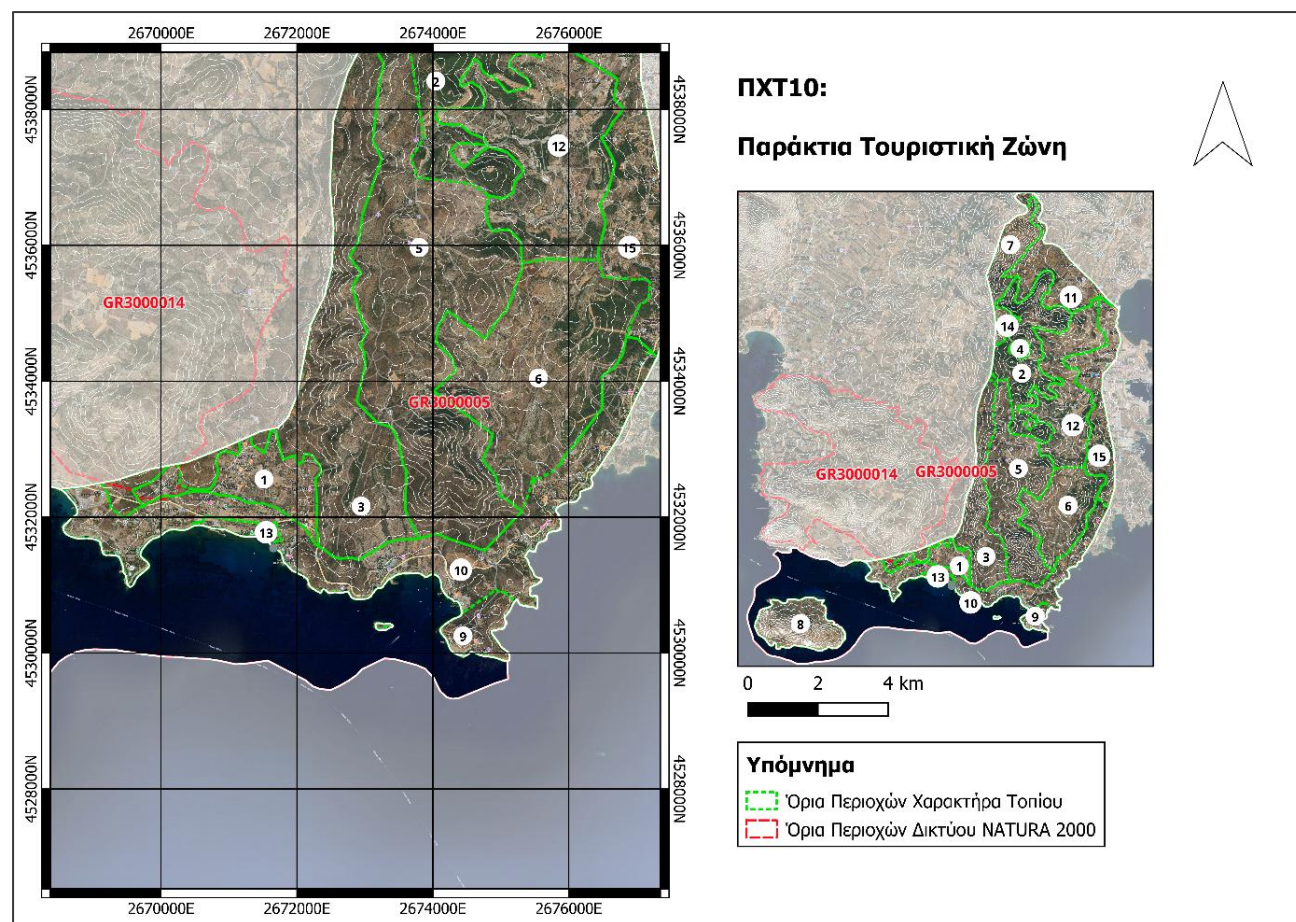


Εικόνα 72. Απεικόνιση μέρους της παράκτιας ζώνης που καταλήγει στο Σούνιο με χρήση UAV τεχνολογίας.

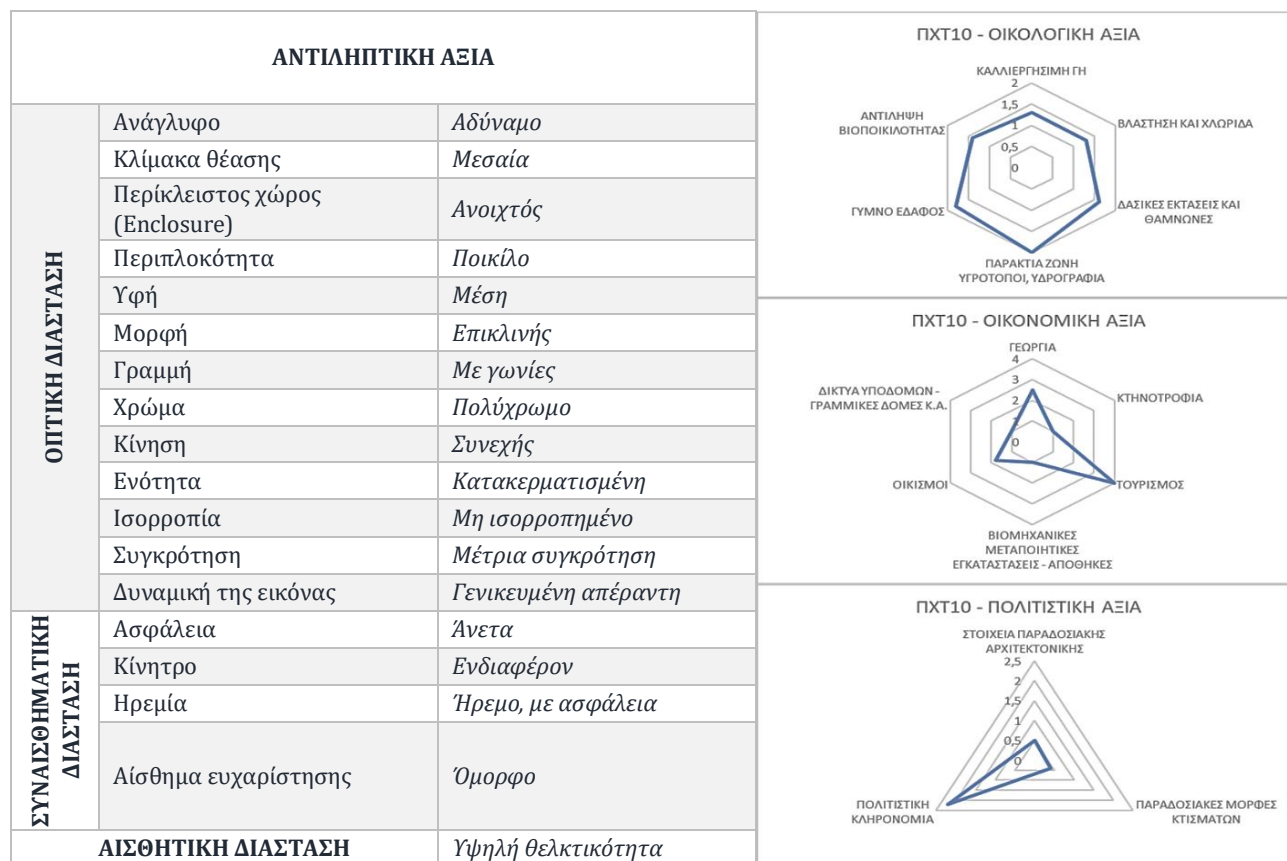
Η περιοχή αυτή διαθέτει χαμηλό υψόμετρο (0-50 μέτρα), με ήπιες κλίσεις και παράκτια βλάστηση από μακκία και αρμυρίκια. Η γεωλογία της περιλαμβάνει αργιλικά και αμμώδη εδάφη και βραχώδεις ακτές. Στις υγρές περιόδους, εντοπίζονται παράκτια ρέματα με μικρή ροή. Είναι διάσπαρτη από εξοχικές κατοικίες και ξενοδοχειακά καταλύματα, συνεπώς ο τουρισμός ανεβάζει την οικονομική της αξία.



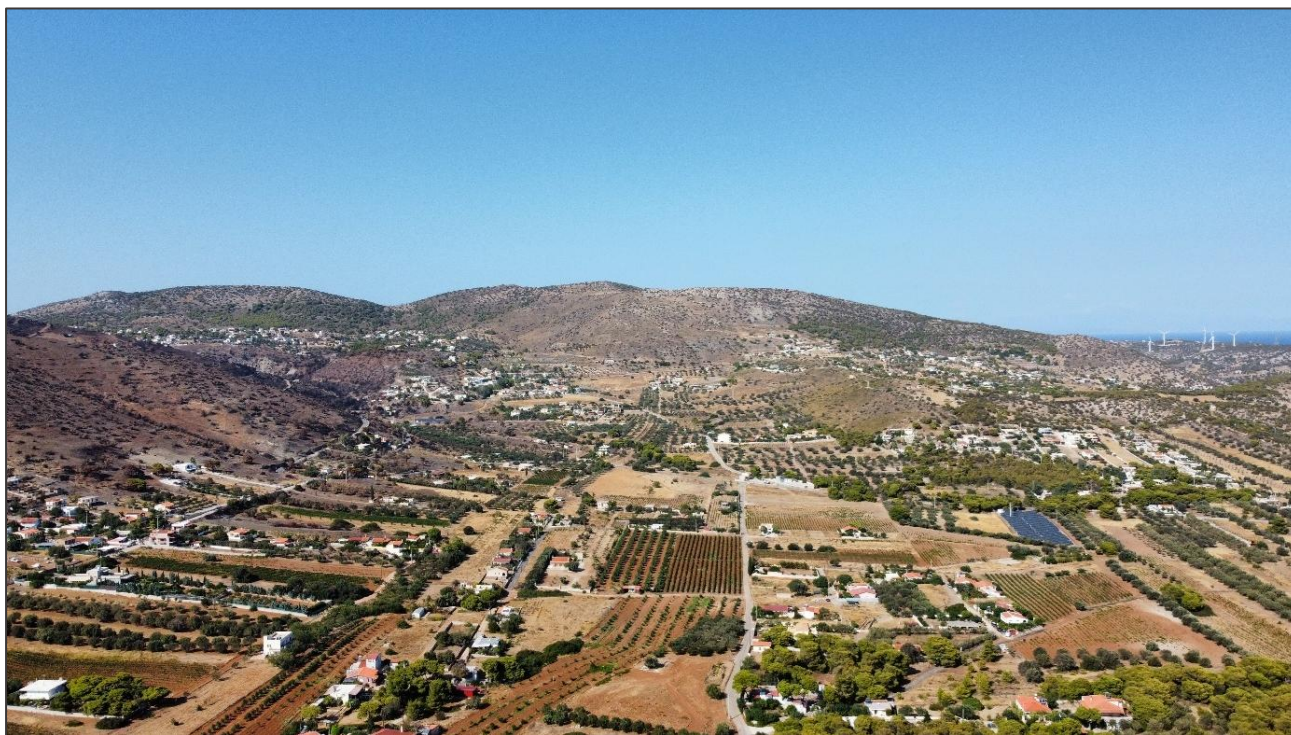
Εικόνα 73. Όψη της περιοχής πλησίον της παραλίας «Λιμάνι Πασσά», η οποία είναι κατάφυτη με χαλέπιο πεύκη, με τη χρήση UAV τεχνολογίας.



Εικόνα 74. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ10 με Google Satellite στο QGIS.



3.3.12. ΠΧΤ11: ΠΕΔΙΝΕΣ ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ - ΜΑΡΚΑΤΙ

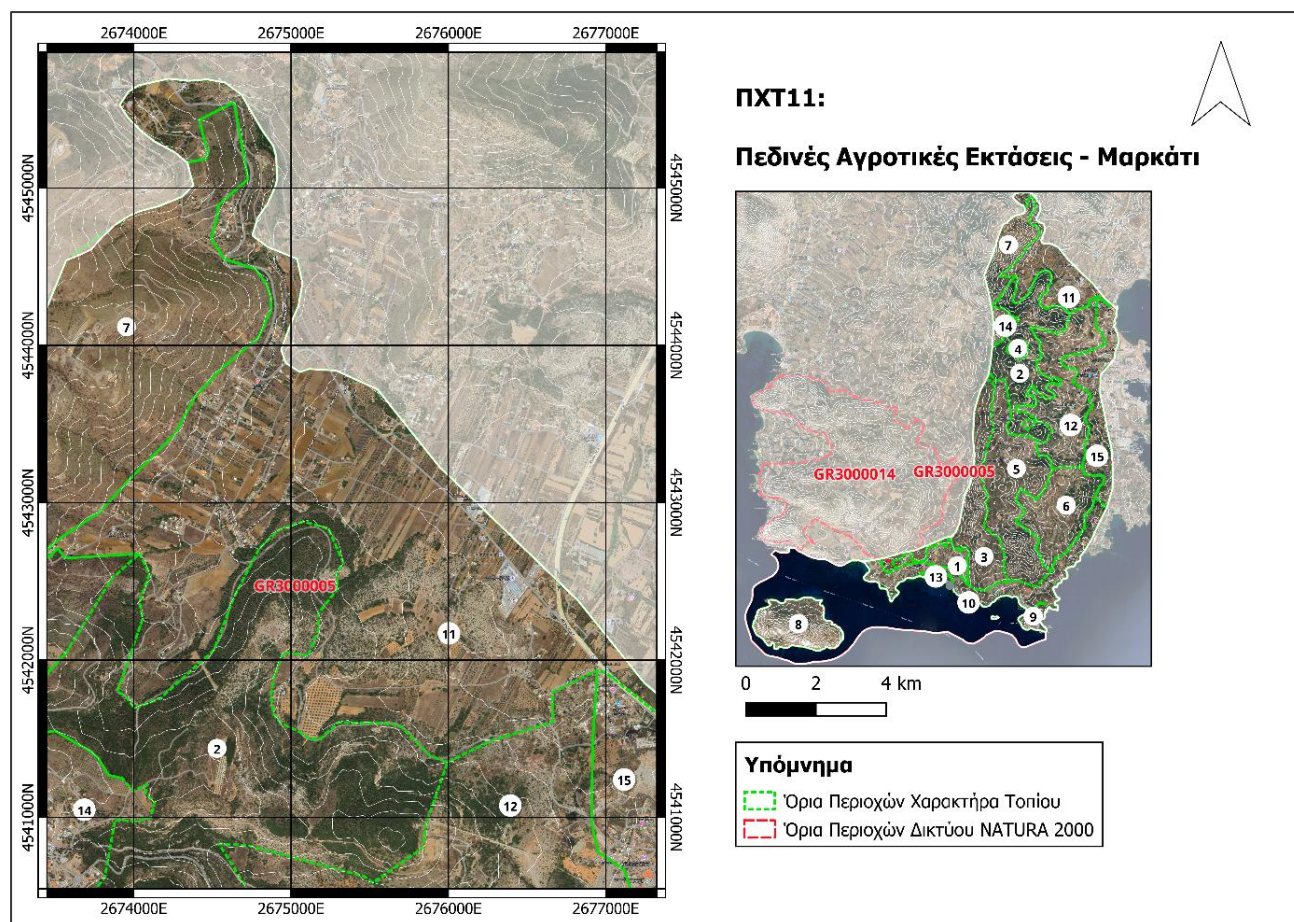


Εικόνα 75. Όψη της ΠΧΤ11 από τα βόρεια, πλησίον του Έγκοιλου Χάους, με χρήση UAV τεχνολογίας.

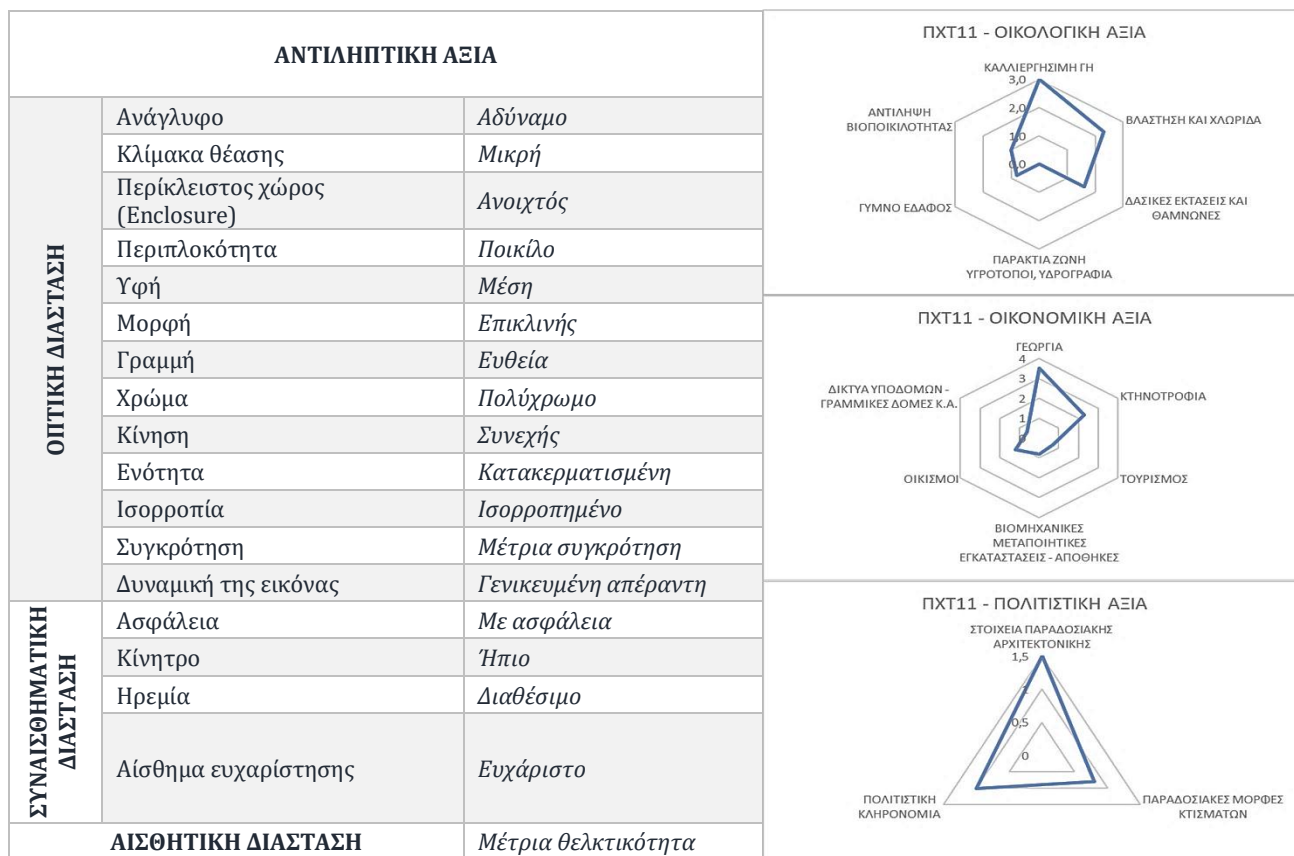
Η πεδινή αγροτική περιοχή βρίσκεται σε χαμηλό υψόμετρο που αγγίζει τα 80m στους πρόποδες των λόφων, με πολύ ήπιες κλίσεις. Κυριαρχούν καλλιέργειες ελιάς, αμπελιού και μικρής κλίμακας άλλες καλλιέργειες (σιτηρά, λαχανικά κ.α.). Το γεωλογικό υπόβαθρο αποτελείται από γόνιμα εδάφη, ενώ η περιοχή διασχίζεται από μικρούς χειμάρρους που στηρίζουν τη γεωργία. Επιπλέον, τεκμηριώνεται η ανάπτυξη εκτατικής κτηνοτροφικής δραστηριότητας.

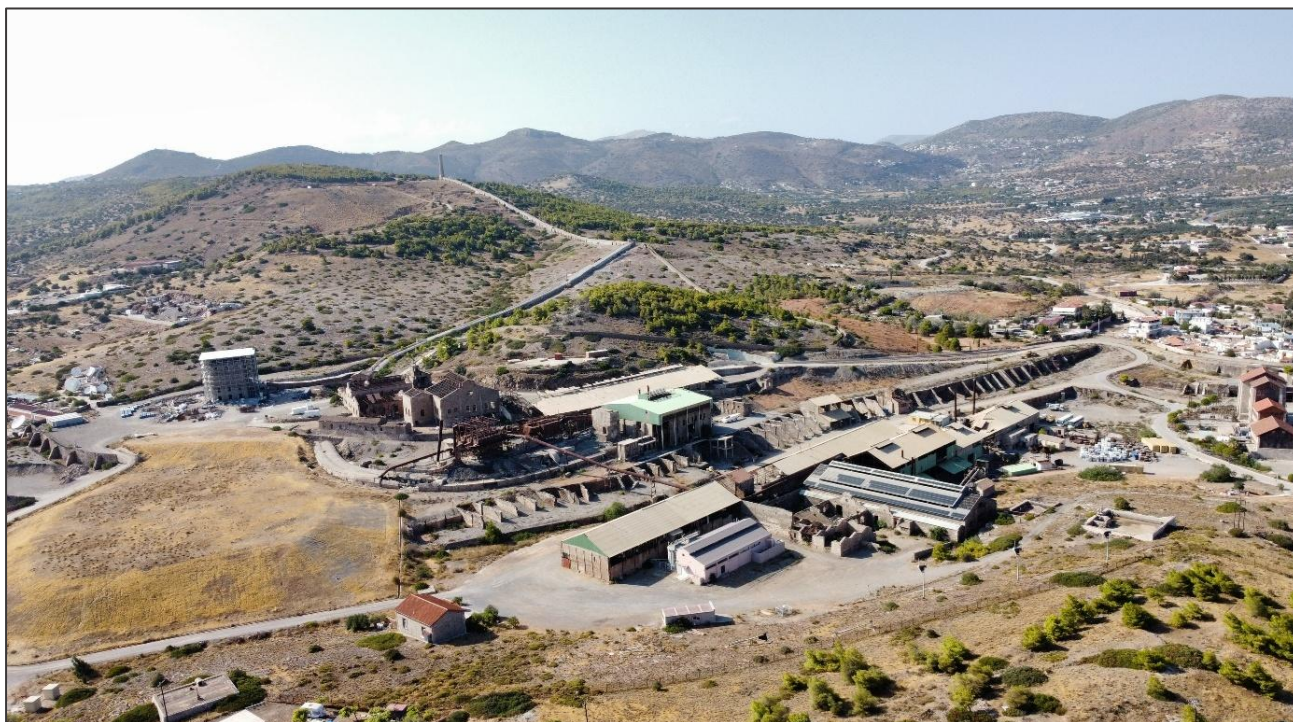


Εικόνα 76. Απεικόνιση καλλιέργειας αμπελιού, χαρακτηριστικό παράδειγμα της ΠΧΤ11.



Εικόνα 77. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ11 με Google Satellite στο QGIS.



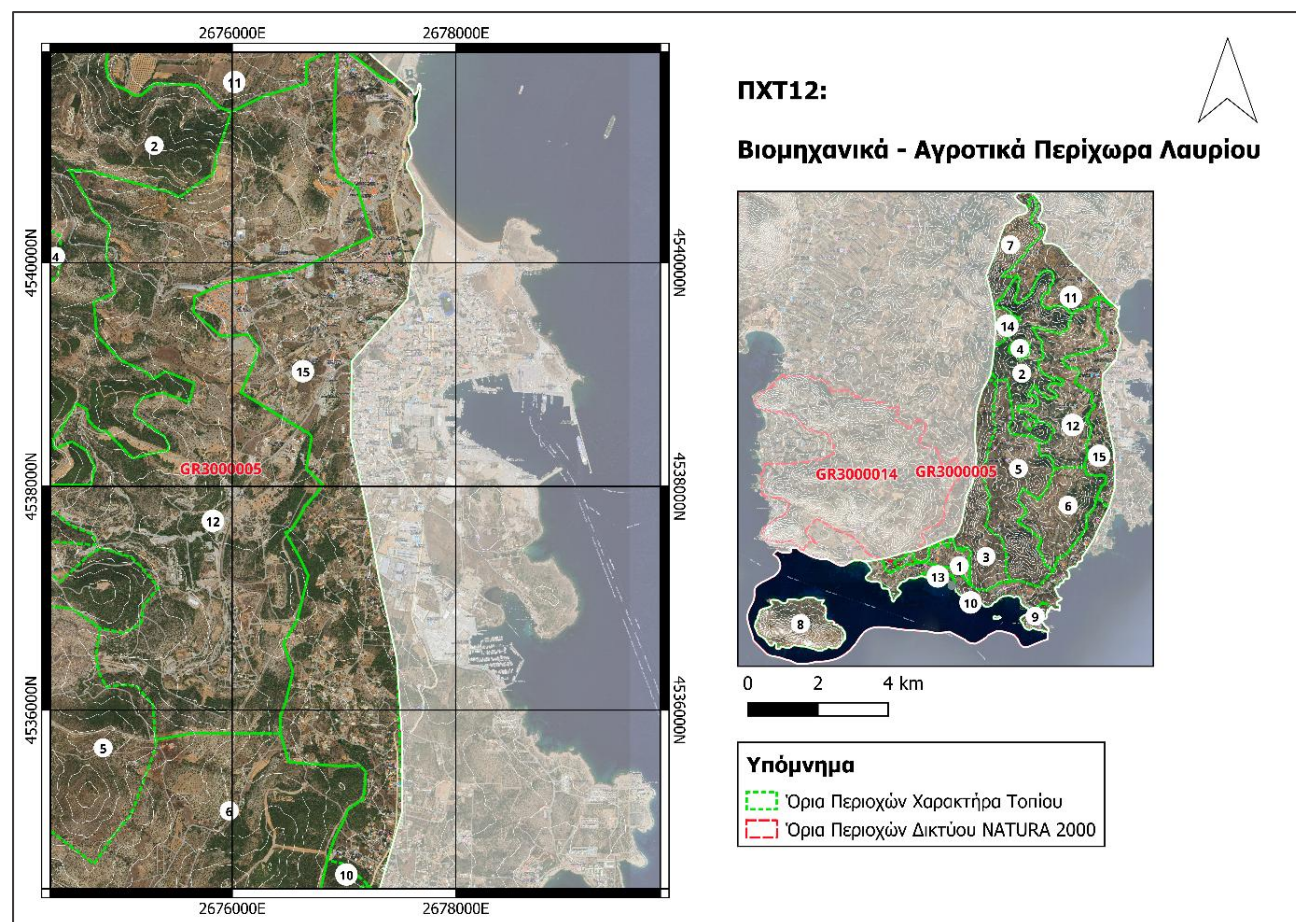
3.3.13. ΠΧΤ12: ΑΓΡΟΤΙΚΑ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΕΡΙΧΩΡΑ ΛΑΥΡΙΟΥ

Εικόνα 78. Απεικόνιση των βιομηχανικών δομών στην περιοχή των μεταλλείων του Λαυρίου με χρήση UAV τεχνολογίας.

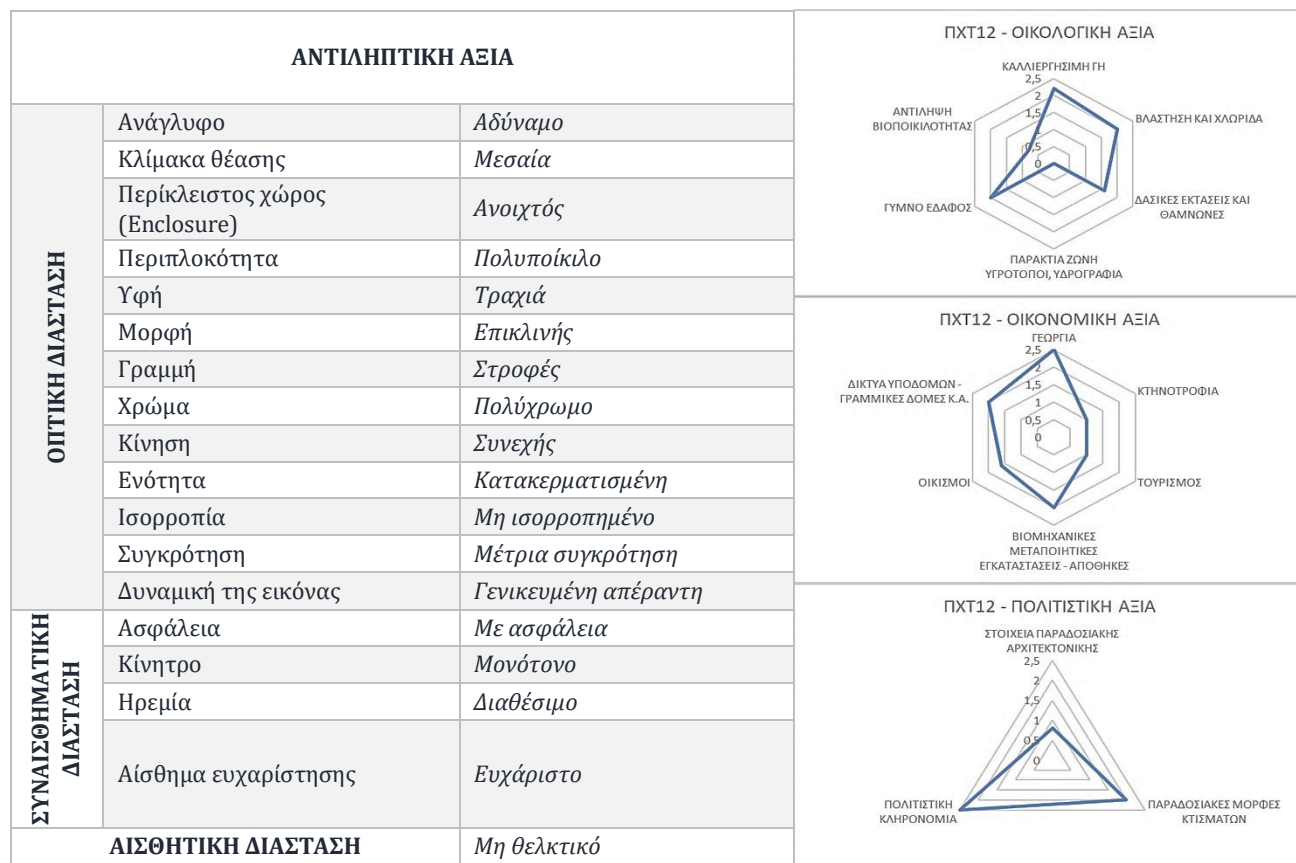
Τα περίχωρα του Λαυρίου έχουν υψόμετρο 50-100 μέτρων με ήπιες κλίσεις. Η βλάστηση είναι μικτή, αποτελούμενη από φρύγανα και δέντρα, ενώ γεωλογικά περιέχουν σημαντικά μεταλλευτικά αποθέματα. Στην περιοχή, αναπτύσσεται βιομηχανική, αγροτική και κτηνοτροφική δραστηριότητα. Τα πολιτιστικά στοιχεία περιλαμβάνουν αρχαιολογικές θέσεις και παλιά μεταλλευτικά κτίρια, ενώ η υδρολογία χαρακτηρίζεται από μικρά ρέματα και τεχνητές δεξαμενές.



Εικόνα 79. Απεικόνιση της ΠΧΤ12 όπου ξεχωρίζουν τα εκχερσωμένα αγροτεμάχια, οι χωματόδρομοι και οι αγροτικές κατοικίες στα δεξιά.



Εικόνα 80. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ12 με Google Satellite στο QGIS.



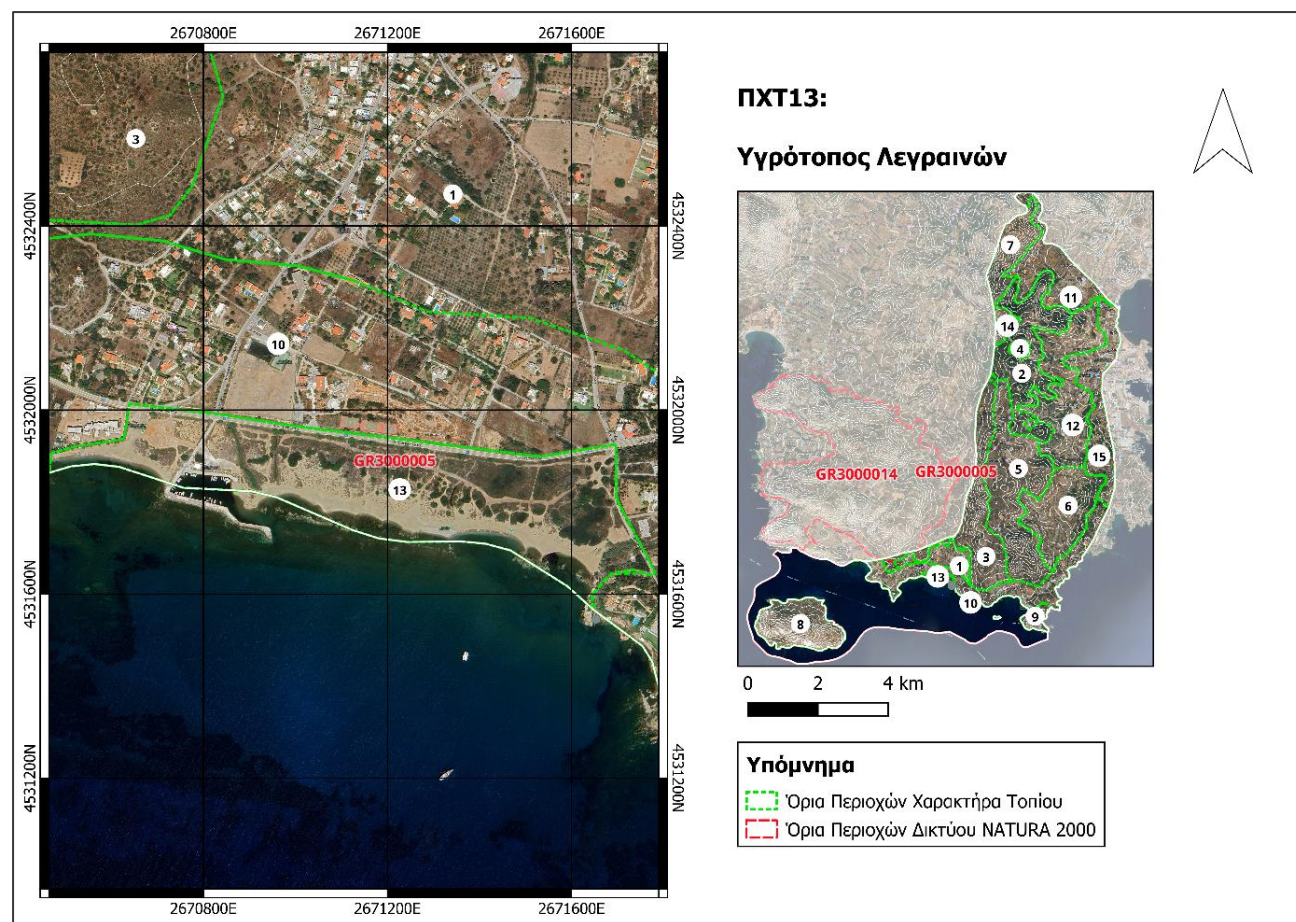
3.3.14. ΠΧΤ13: ΥΓΡΟΤΟΠΟΣ ΛΕΓΡΑΙΝΩΝ

Εικόνα 81. Όψη του υγροτόπου από τα ανατολικά, με χρήση UAV τεχνολογίας.

Το Παράκτιο Έλος Λεγραινών είναι ένας σημαντικός υγρότοπος στη Λαυρεωτική, με έκταση περίπου 132 στρεμμάτων, και βρίσκεται στον Όρμο των Λεγραινών. Το οικοσύστημα περιλαμβάνει κινούμενες θίνες (τύπος οικοτόπου 2110), με χαρακτηριστικά είδη όπως το *Elytrigia juncea*, Poaceae ενώ στο εσωτερικό αναπτύσσονται θάμνοι *Pistacia lentiscus*, Anacardiaceae μαζί με αλοφυτικά είδη όπως τα *Arthrocnemum macrostachyum*, *Sarcocornia perennis* και *Suaeda vera*, της Οικ. Amaranthaceae (τύπος οικοτόπου 1420). Η περιοχή προστατεύεται και ως Σημαντική Περιοχή για τα Πουλιά (κωδικός GR127). Παρότι η υγροτοπική βλάστηση έχει υποστεί εκχέρσωση σε κάποια τμήματα, η αποκατάσταση θεωρείται εφικτή. Στο πλαίσιο του Ρυθμιστικού Σχεδίου Αττικής (2014), ο υγρότοπος εντάσσεται στις περιοχές Α' Προτεραιότητας για προστασία, ανάδειξη και διαχείριση. Από το 2018, απαγορεύονται δραστηριότητες που θα υποβαθμίσουν την οικολογική του κατάσταση, όπως δόμηση και επιχωματώσεις.



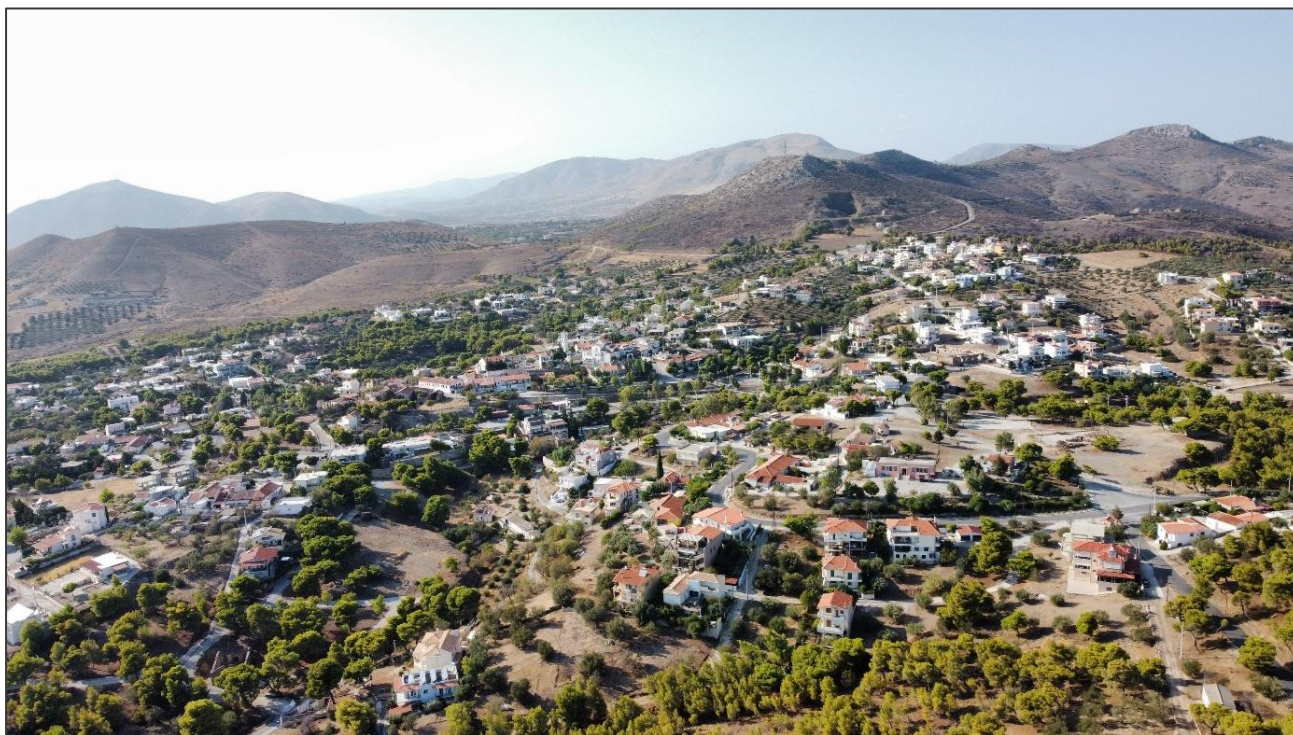
Εικόνα 82. Όψη του υγροτόπου με τα χαρακτηριστικά ποώδη φυτά που αναπτύσσονται σε αμώδη εδάφη.



Εικόνα 83. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ13 με Google Satellite στο QGIS.

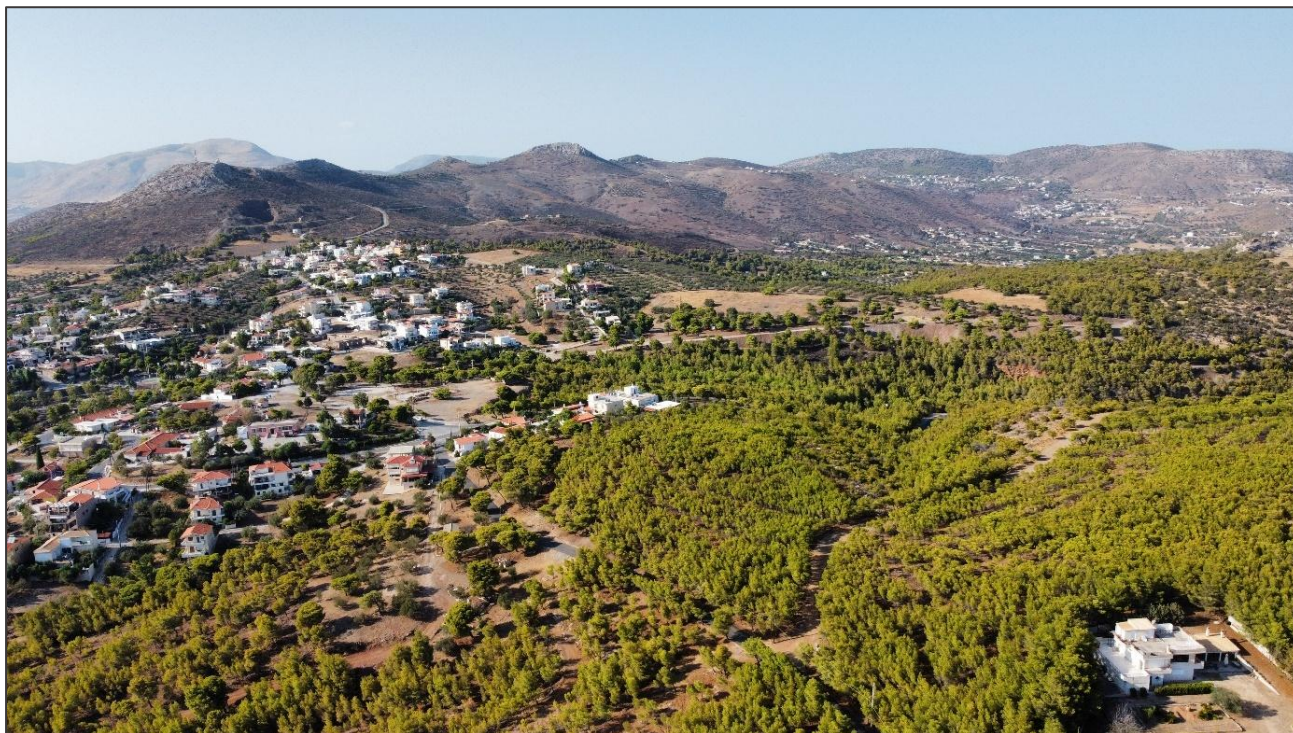
ΑΝΤΙΛΗΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ			ΠΧΤ13 - ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΞΙΑ	
ΟΠΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ	Ανάγλυφο	Αδύναμο		
	Κλίμακα θέασης	Μεγάλη		
	Περίκλειστος χώρος (Enclosure)	Ανοιχτός		
	Περιπλοκότητα	Ομοιόμορφο		
	Υφή	Απαλή		
	Μορφή	Οριζόντια		
	Γραμμή	Ευθεία		
	Χρώμα	Θαμπό		
	Κίνηση	Συνεχής		
	Ενότητα	Ενοποιημένη		
	Ισορροπία	Ισορροπημένο		
	Συγκρότηση	Μέτρια συγκρότηση		
ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ	Δυναμική της εικόνας	Γενικευμένη απέραντη		
	Ασφάλεια	Άνετα		
	Κίνητρο	Ενδιαφέρον		
	Ηρεμία	Ήρεμο, με ασφάλεια		
ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ		Υψηλή θελκτικότητα		

3.3.15. ΠΧΤ14: ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ - ΑΓ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

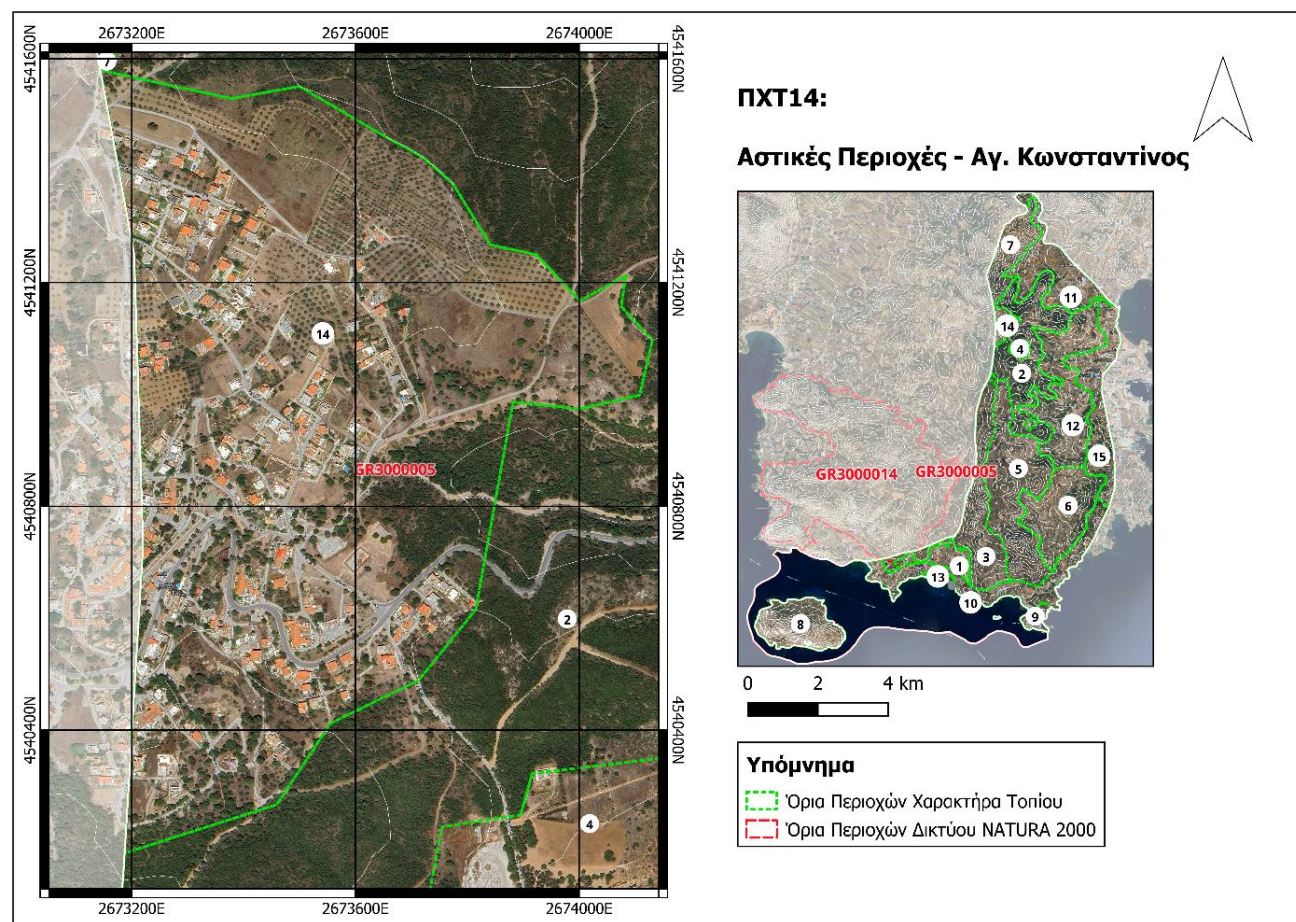


Εικόνα 84. Όψη του οικισμού του Αγίου Κωνσταντίνου από το Έγκοιλο Χάος με χρήση UAV τεχνολογίας.

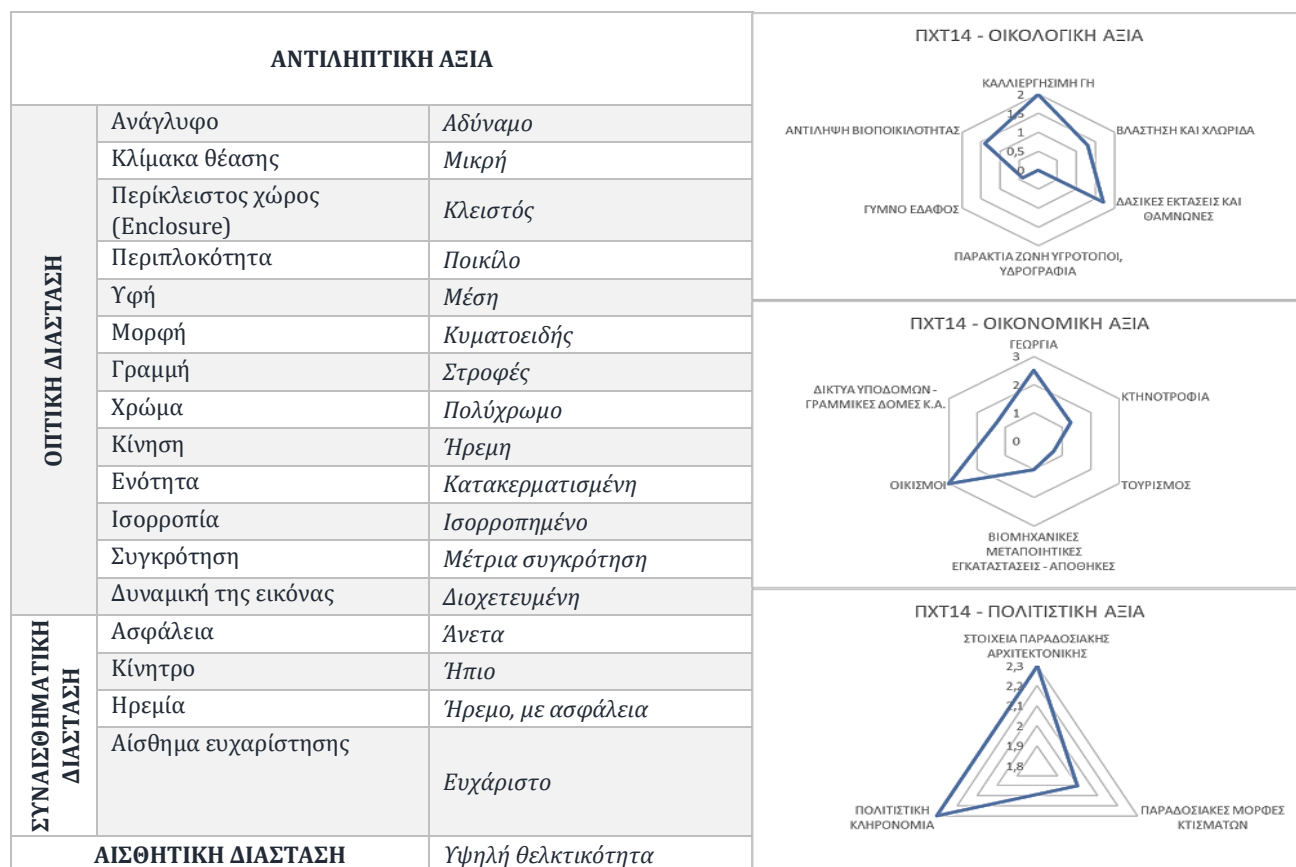
Ο Άγιος Κωνσταντίνος βρίσκεται σε υψόμετρο 80-120 μέτρων με μέτριες κλίσεις. Το τοπίο καλύπτεται από δάση χαλεπίου πεύκης και αραιούς θάμνους. Πολιτιστικά ξεχωρίζουν ομώνυμες εκκλησίες και τοπικές παραδόσεις. Η περιοχή περιλαμβάνει μικρά ρέματα με σημαντικό ρόλο στη συγκράτηση νερού για τη γύρω βλάστηση.



Εικόνα 85. Όψη τμήματος του Αγίου Κωνσταντίνου και μέρους του εναπομείναντος δάσους χαλεπίου πεύκης του Εθνικού Δρυμού Σουνίου με χρήση UAV τεχνολογίας.



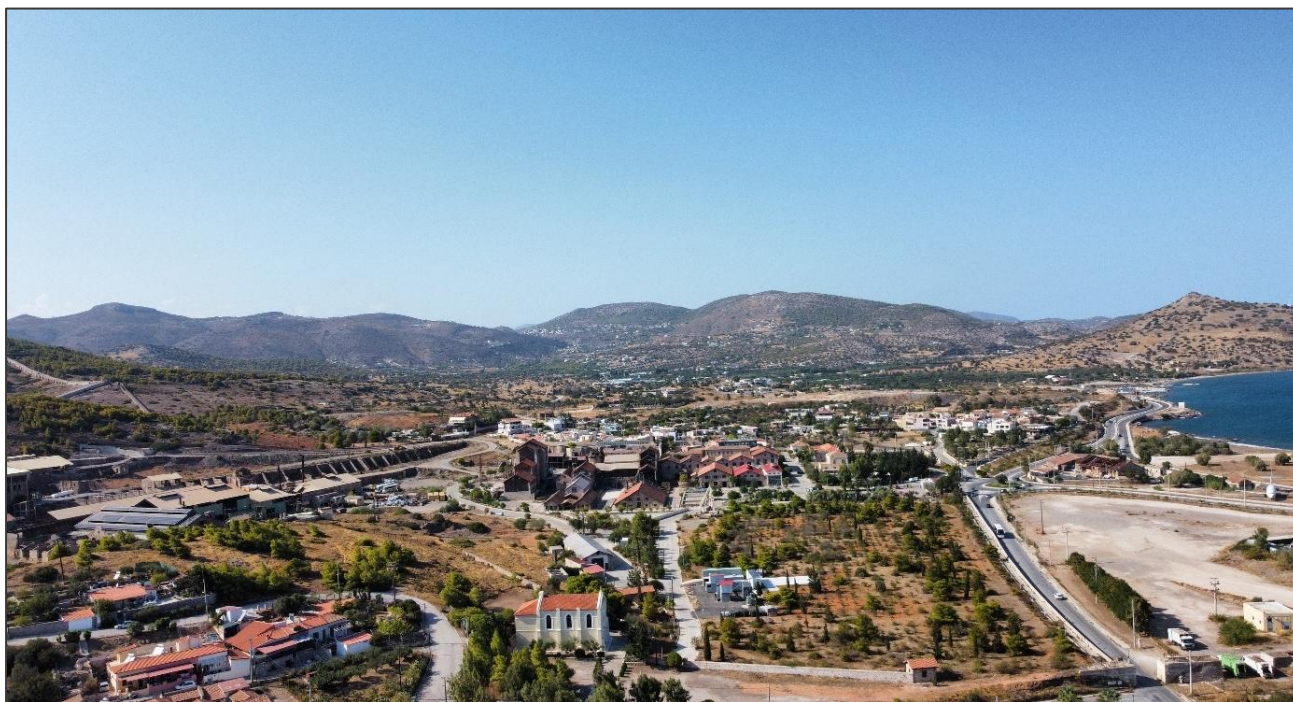
Εικόνα 86. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ14 με Google Satellite στο QGIS.



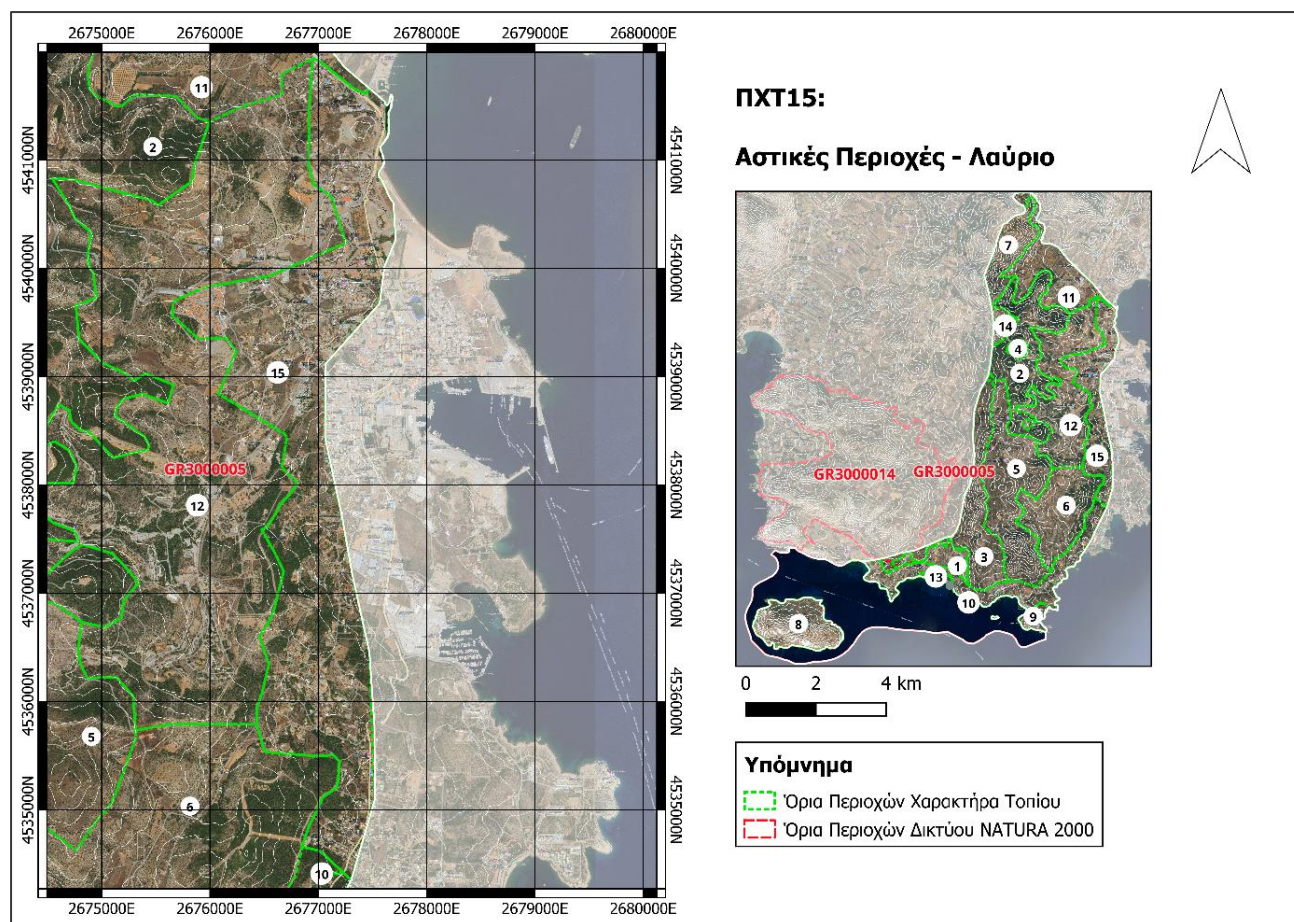
3.3.16. ΠΧΤ15: ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ - ΛΑΥΡΙΟ

Εικόνα 87. Όψη των ορίων της περιοχής του Λαυρίου με την αγροτική και βιομηχανική ζώνη, με χρήση UAV τεχνολογίας από τα βόρεια.

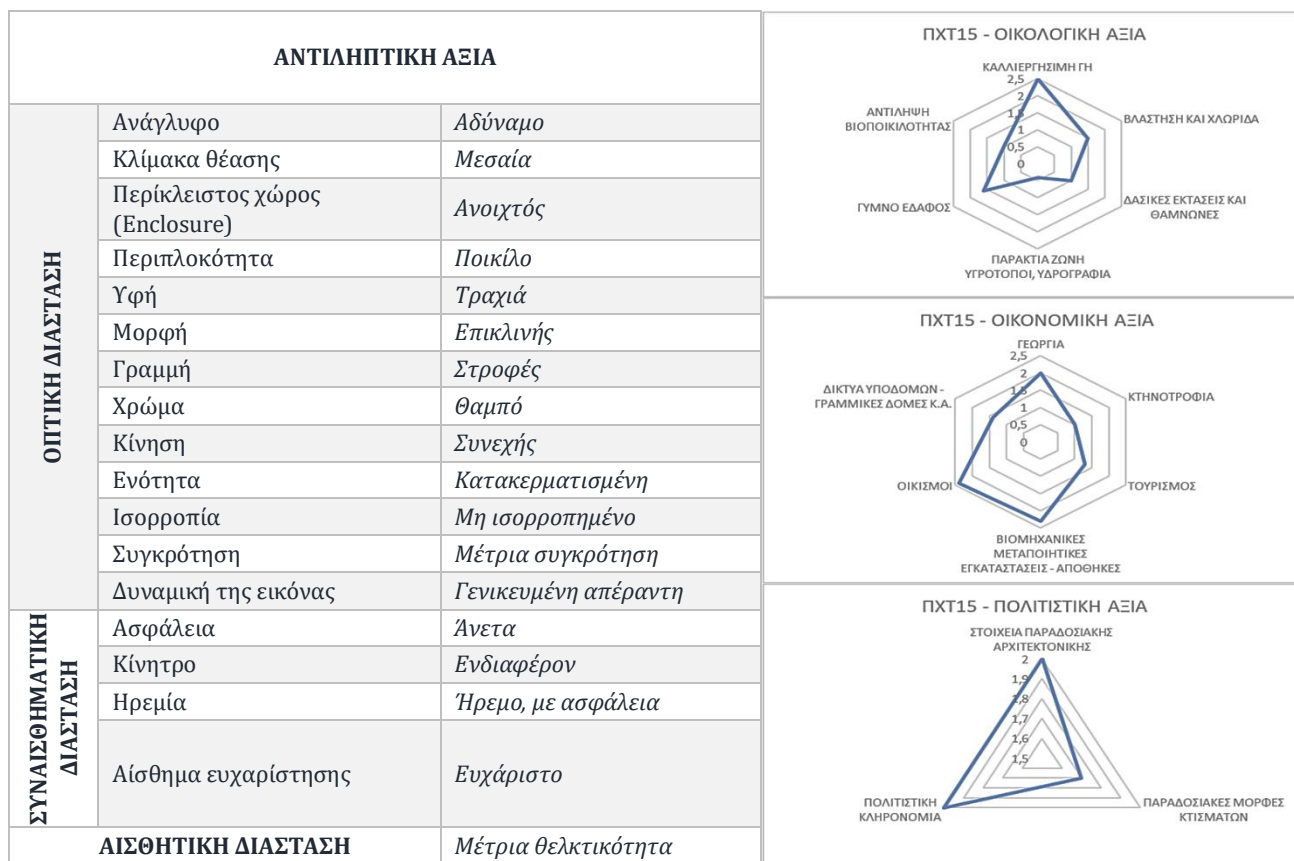
Το Λαύριο βρίσκεται σε χαμηλό υψόμετρο, μεταξύ 0-50 μέτρων, ήπιας κλίσης. Το τοπίο του είναι αστικό με βιομηχανικά και πολιτιστικά στοιχεία, ενώ τα τελευταία χρόνια έχει παράκτια τουριστική ανάπτυξη. Η γεωλογία του περιλαμβάνει μεταλλευτικά κοιτάσματα (άργυρο και μόλυβδο). Χαρακτηρίζεται από κατάλοιπα της μεταλλευτικής του δραστηριότητας, όπως στοές, καμίνια και αρχαία εργαστήρια, τα οποία συνθέτουν την πολιτιστική του αξία. Η βλάστηση είναι κυρίως φρύγανα και χαμηλή μεσογειακή, με αναδασωμένες εκτάσεις πεύκων στην περιφέρεια του οικισμού. Η υδρολογία περιλαμβάνει τεχνητά έργα όπως δεξαμενές.



Εικόνα 88. Όψη των μεταλλείων και κατοικιών του Λαυρίου από τα νότια με χρήση UAV τεχνολογίας.



Εικόνα 89. Χάρτης απεικόνισης της ΠΧΤ15 με Google Satellite στο QGIS.



3.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

3.4.1. ΣΥΛΛΟΓΗ & ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Προχωρώντας στο 2^ο στάδιο της μεθοδολογίας, στην καθορισμένη περιοχή μελέτης, πραγματοποιήθηκε ανάλυση κλιματικής τρωτότητας, με κλιματικές παραμέτρους και εκτιμώμενους δείκτες, δοκιμασμένους από την IPCC. Τα δεδομένα εκτιμήθηκαν από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (NOA) με βάση τις προβολές 8 ζευγών Τρισδιάστατων Μοντέλων Παγκόσμιας Κυκλοφορίας (Global Climate Models - GCMs) και Περιοχικών Κλιματικών Μοντέλων (Regional Climate Models - RCMs) του Copernicus Climate Data Store (Πίνακας 4). Στις παραγόμενες κλιματικές προβολές, οι παράμετροι και οι δείκτες συνδυάστηκαν με γεωχωρικά δεδομένα σε χωρική ανάλυση 500m, μετά από εφαρμογή τεχνικών παρεμβολής στις αρχικές προβολές οριζόντιας χωρικής ανάλυσης ~12 km.

Πίνακας 4. Αναλυτικός πίνακας των Παγκόσμιων και Περιοχικών Μοντέλων που αξιοποιήθηκαν.

Ινστιτούτο	Περιοχικό Κλιματικό Μοντέλο (RCM)	Παγκόσμιο Κλιματικό Μοντέλο (GCM)	Ζεύγος GCM - RCM
SMHI	RCA4	HadGEM2-ES MPI-ESM-LR	1. HadGEM2-ES_r1i1p1_RCA4 2. MPI-ESM-LR_r1i1p1_RCA4
DMI	HIRHAM5 CCLM4-8-17	EC-EARTH	3. EC-EARTH_r3i1p1_HIRHAM5 4. EC-EARTH_r12i1p1_CCLM4-8-17
KNMI	RACMO22E	CNRM-CM5 HadGEM2-ES	5. CNRM-CM5_r1i1p1_RACMO22E 6. HadGEM2-ES_r1i1p1_RACMO22E
MPI-CSC	REMO2009	MPI-M-MPI-ESM-LR	7. MPI-ESM-LR_r1i1p1_REMO2009
KNMI	RACMO22E	EC-EARTH	8. EC-EARTH_r12i1p1_RACMO22E

Από τις ημερήσιες τιμές των παραμέτρων και υπολογίστηκαν από το Εθνικό Αστεροσκοπείο οι μηνιαίες και ετήσιες μέσες τιμές. Επιπλέον, υπολογίστηκαν δείκτες που εκφράζονται σε αριθμό ημερών, βιοκλιματικοί δείκτες, δείκτες διάβρωσης και δείκτες ερημοποίησης. Οι βιοκλιματικοί δείκτες χρησιμοποιούνται ευρέως σε μελέτες της περιοχής της Μεσογείου. Καθώς οι μελλοντικές προβολές τους φανερώνουν πιθανές μετατοπίσεις των βιοκλιματικών ζωνών, μπορούν να εξαχθούν βάσιμες προβλέψεις για τον κίνδυνο ερημοποίησης και την ανάπτυξη νέων οικοσυστημάτων.

3.4.2. ΜΕΛΕΤΩΜΕΝΕΣ ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΙ & ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ

Οι προβολές για το κλίμα της περιοχής μελέτης εξετάστηκαν για τρεις χρονικές περιόδους: την περίοδο αναφοράς (1970–2000), την 1^η χρονική περίοδο - εγγύς μέλλον (2031–2060) και τη 2^η χρονική περίοδο (2071–2100), υπό δύο σενάρια εκπομπών: τα RCP4.5 και RCP8.5 που υιοθετήθηκαν από την IPCC στην AR5.

Το διάστημα 1970-2000, είναι μια διεθνώς τυποποιημένη περίοδος αναφοράς που χρησιμοποιείται στις εκθέσεις οργανισμών όπως η IPCC και από πολλά κλιματικά μοντέλα. Αυτή η περίοδος, αντικατοπτρίζει μια εποχή πριν από σημαντικές οικονομικές και περιβαλλοντικές αλλαγές (όπως η στροφή σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η παγκόσμια ευαισθητοποίηση σχετικά με την κλιματική αλλαγή). Από το 1970 τα κλιματικά δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών και δορυφόρων άρχισαν να γίνονται πιο αξιόπιστα, ενώ μετά το 2000, σημειώνονται οι εντονότερες κλιματικές μεταβολές των τελευταίων δεκαετιών. Οι δύο μελλοντικές περίοδοι, ομοίως με την περίοδο αναφοράς, έχουν υιοθετηθεί από την επιστημονική κοινότητα καθώς καλύπτουν δύο βασικές φάσεις μελλοντικών σεναρίων: τη μεσοπρόθεσμη και τη μακροπρόθεσμη. Συνεπώς, επιτρέπουν την αξιολόγηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής σε κοντινό ορίζοντα, αλλά και σε βάθος χρόνου, αναλόγως της ενεργειακής πορείας (Khoirunisa, 2022; Lira-Loarca et al., 2021; Palmquist et al., 2016).

Το σενάριο RCP4.5 είναι μετριοπαθές, δηλαδή ενδιάμεσων εκπομπών και τοποθετεί τη μείωσή τους στο τέλος του 2040, με την επιβολή πολιτικών μείωσης. Το RCP8.5, θεωρείται δυσμενές σενάριο, υψηλών εκπομπών, καθώς βάσει αυτού δεν προβλέπεται μείωση στις εκπομπές έως το τέλος του 21 αιώνα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι αρχικά είχε συμπεριληφθεί στη μελέτη και το σενάριο χαμηλών εκπομπών RCP2.6 της IPCC, για το οποίο πραγματοποιήθηκε -ομοίως με τα άλλα δύο σενάρια- η επεξεργασία των

κλιματικών δεδομένων. Στην πορεία το σενάριο εγκαταλείφθηκε λόγω μη ρεαλιστικότητας υπό τις τρέχουσες συνθήκες. Συγκεκριμένα, το RCP2.6 δεν προσφέρει επαρκή προβλεπτική αξία για τη λήψη μέτρων προσαρμογής, καθώς είναι ένα σενάριο ήπιων επιπτώσεων, οι δεσμεύσεις (Nationally Determined Contributions - NDCs) που έχουν ληφθεί στο πλαίσιο της Συμφωνίας του Παρισιού δεν επαρκούν για τη διατήρηση της αύξησης της θερμοκρασίας κάτω από τους 1.5°C -που αντιστοιχεί στο RCP2.6-, η εστίαση σε αυτό δυνητικά θα μπορούσε να αποπροσανατολίσει τους υπεύθυνους φορείς για τη λήψη των σχετικών αποφάσεων και τέλος υπάρχει μια γενικότερη τάση επικέντρωσης σε πιθανότερα σενάρια στην επιστημονική κοινότητα (Burgess et al., 2022; Pidcock, 2014; van Vuuren et al., 2011b).

Συνεπώς, διαμορφώθηκαν χάρτες κλιματικών προβολών για κάθε παράμετρο και δείκτη για τα:

- Χρονική Περίοδος Αναφοράς (1971- 2000)
- Χρονική Περίοδος 1 (2031-2060) για το RCP4.5
- Χρονική Περίοδος 1 (2031-2060) για το RCP8.5
- Χρονική Περίοδος 2 (2070–2100) για το RCP4.5
- Χρονική Περίοδος 2 (2070–2100) για το RCP8.5
- Διαφορές Χρονικής Περιόδου 1 (2031-2060) με Χρονική Περίοδο Αναφοράς (1971- 2000) στο RCP4.5
- Διαφορές Χρονικής Περιόδου 1 (2031-2060) με Χρονική Περίοδο Αναφοράς (1971- 2000) στο RCP8.5
- Διαφορές Χρονικής Περιόδου 2 (2071-2100) με Χρονική Περίοδο Αναφοράς (1971- 2000) στο RCP4.5
- Διαφορές Χρονικής Περιόδου 2 (2071-2100) με Χρονική Περίοδο Αναφοράς (1971- 2000) στο RCP8.5

3.4.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΩΝ

Οι κλιματικές παράμετροι και οι δείκτες -οι τιμές των οποίων λήφθηκαν από το Αστεροσκοπείο Αθηνών, για τον υπολογισμό των κλιματικών προβολών- φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 5. Οι κλιματικές παράμετροι και δείκτες από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών για τους οποίους πραγματοποιήθηκαν οι προβολές βάσει των τριών σεναρίων εκπομπών.

Κλιματικές Παράμετροι		
Όνομα	Συντομογραφία	Μονάδες
Θερμοκρασία Αέρα (μέση, μέγιστη, ελάχιστη)	T (mean, max, min)	°C
Κατακρημνίσεις (συνολικές, μέσες, μέγιστες και χιονιού)	PR (total, mean, max, SN)	mm
Διάρκεια Ηλιοφάνειας	SD	hr
Σχετική Υγρασία	RH	%
Ταχύτητα Ανέμου	WIND	m/s
Εξατμισοδιαπνοή,	EVAP	mm
Δυνητική Εξατμισοδιαπνοή	PET	mm
Κλιματικοί Δείκτες		
Όνομα	Συντομογραφία	Μονάδες
Ημέρες Έντονης Βροχόπτωσης/Ημέρες με PR>20mm	PR20	Αρ. ημερών
Ημέρες Βροχής	WETDAYS	Αρ. ημερών
Αριθμός Ξηρών Ημερών/Ημέρες με PR<1mm	DD	Αρ. ημερών
Μέγιστη Διάρκεια Ξηρασίας/Διαδοχικές ημέρες με PR<1mm	DRYSPEL	Αρ. ημερών
Διάρκεια Ηλιοφάνειας	SUND	Ώρες
Ημέρες Υψηλού Κινδύνου Εκδήλωσης Πυρκαγιάς με FWI>30	FWI30	Αρ. ημερών

Αναλυτικότερα, για όλες τις παραμέτρους και δείκτες, υπολογίστηκαν οι ετήσιες τιμές, ενώ μηνιαίες τιμές εξήχθησαν και για τα παρακάτω:

- Συνολικές κατακρημνίσεις
- Μέση, μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία αέρα
- Σχετική υγρασία
- Δυνητική εξατμισοδιαπνοή
- Αριθμός ημερών έντονης βροχόπτωσης (PR>20mm)
- Αριθμός ημερών βροχής

Για την εκτίμηση της τρωτότητας, σύμφωνα με τις προσομοιώσεις των κλιματικών παραμέτρων, αποδόθηκαν χωρικά βιοκλιματικοί δείκτες, δείκτες διάβρωσης και δείκτες ερημοποίησης. Ακολουθεί περιγραφή των δεικτών αυτών, ξεκινώντας από τον δείκτη FWI που εκφράζεται σε αριθμό ημερών.

Δείκτης Κινδύνου Εκδήλωσης Πυρκαγιάς

Η πυρκαγιά αποτελεί σημαντικότερη παράμετρο μεταβολής του τοπίου, επηρεάζοντας όχι μόνο το φυσικό περιβάλλον σε επίπεδο απωλειών βιομάζας, βιοποικιλότητας, αισθητικής, οικολογικών διεργασιών και λειτουργιών, αλλά και την ανθρώπινη δραστηριότητα σε επίπεδο καθημερινής πρακτικής, υποστήριξης παραγωγικών δραστηριοτήτων, υποδομών και τελικά του συνόλου της ευημερίας της περιοχής. Αν και τα ορισμένες περιοχές τοπίων ή ορισμένοι τύποι τοπίων θεωρούνται ανθεκτικά στην πυρκαγιά, περιλαμβάνοντας μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα, προσαρμοσμένα σε συνθήκες εκδήλωσης φωτιάς, ορισμένα από αυτά είναι ιδιαίτερα τρωτά και δεν μπορούν εύκολα, έως καθόλου, να επανέλθουν. Επίσης, ακόμα και καλά προσαρμοσμένα οικοσυστήματα στην εκδήλωση πυρκαγιάς, αδυνατούν να επανέλθουν μετά από επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές στην ίδια θέση, μέσα σε διάστημα 15-20 ετών.

Η τεκμηρίωση και η χωρική απόδοση της του κινδύνου εκδήλωσης πυρκαγιάς στην περιοχή μελέτης, έγινε με τη χρήση του δείκτη FWI (Canadian Fire Weather Index). Ο δείκτης FWI συνίσταται από 5 διαφορετικούς επιμέρους δείκτες (van Wagner, 1987), που ομαδοποιούνται αντίστοιχα:

- στη σχετική υγρασία της καύσιμης ύλης, που περιλαμβάνει τους δείκτες:
 1. υγρασίας των λεπτών καυσίμων – FPMC
 2. υγρασίας του χούμου – DMC
 3. ξηρασίας – DC
- στη συμπεριφορά της πυρκαγιάς, που περιλαμβάνει τους δείκτες
 1. αρχικής διάδοσης – ISI
 2. συγκέντρωσης καυσίμου – BUI

Στη χωρική απόδοση των μεταβολών της δίαιτας πυρκαγιάς υπολογίστηκαν οι μεταβολές των συνθηκών βλάστησης, βάσει των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, με εξειδίκευση χωρική, ανά φυτοκάλυψη και μονάδα βλάστησης. Κατά τη διερεύνηση της τυπολογίας τοπίου δημιουργήθηκε χάρτης της φυτοκάλυψης της συνολικής έκτασης της GR300005. Η διαδικασία περιλάμβανε την αντιστοίχιση τιμών φυτοκάλυψης κλίμακας Likert (Πολύ Χαμηλή, Χαμηλή, Μέτρια, Υψηλή, Πολύ Υψηλή) κατά Μπίλια (2009) με κάθε κατηγορία βλάστησης – χρήσης γης. Οι κατηγορίες βλάστησης – χρήσης γης τεκμηριώθηκαν με βάση τα πολύγωνα του θεματικού χάρτη Corine Land Cover (2018) και την φωτογραφική και τηλεσκοπική αποτύπωση της περιοχής. Στη συνέχεια, δημιουργήθηκε η θεματική απόδοση σε χάρτη του δείκτη FWI προσαρμοσμένος ανά μονάδα βλάστησης – χρήσης γης, χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή του για κάθε πολύγωνο μονάδας βλάστησης – χρήσης γης.

Δείκτες Ερημοποίησης

Σύμφωνα με την πρόσφατη Ειδική Έκθεση για την Καταπολέμηση της ερημοποίησης στην ΕΕ (European Court of Auditors, 2018), οι προβλέψεις για την κλιματική αλλαγή, οδηγούν σε αντίστοιχα συμπεράσματα για την αύξηση του κινδύνου ερημοποίησης, με εντονότερα να προσδιορίζεται το φαινόμενο στις νότιες περιοχές της Ευρώπης, όπου καταγράφονται ήδη θερμές ημέρημοι, όπου το κλίμα σταδιακά μετατρέπεται από εύκρατο σε ξηρό. Με τον όρο ερημοποίηση περιγράφεται η υποβάθμιση της γης σε ξηρές περιοχές, από παραγωγική γη σε έρημο, ενσωματώνοντας τόσο της ανθρωπογενείς, όσο και τις κλιματικές παραμέτρους που οδηγούν σε αυτή την υποβάθμιση (Aubréville and Chevalier, 1949). Άμεσες και βραχυπρόθεσμες συνέπειες της ερημοποίησης είναι η μείωση της παραγωγής τροφίμων, ο περιορισμός ή απώλεια της γονιμότητας των εδαφών, η μεταβολή της φυσικής βλάστησης, η αλλαγή της σύνθεσης της βιοποικιλότητας και απώλεια αυτής, η υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων, η διάβρωση.

Ως δείκτες ερημοποίησης στην παρούσα μελέτη, χρησιμοποιήθηκαν:

- Η μέση ετήσια διάρκεια ξηρασίας (αριθμός συνεχόμενων ημερών με $PR < 1\text{mm}$), στην περιοχή μελέτης του τοπίου, για την περίοδο αναφοράς 1971-2000 και όπως υπολογίστηκε από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, η οποία αποδόθηκε ως μέση τιμή ανά πολύγωνο μονάδας βλάστησης – χρήσης γης.
- Ο δείκτης για την ευαισθησία των περιοχών στην ερημοποίηση ESA (Karamesouti et al., 2018), ως μέση τιμή ανά πολύγωνο μονάδας βλάστησης – χρήσης γης.

Δείκτες Διάβρωσης

Η διάβρωση αφορά στην τρωτότητα του εδάφους στα διάφορα κλιματικά φαινόμενα και συγκεκριμένα στις βροχοπτώσεις, τις επακόλουθες απορροές, αλλά και στον άνεμο. Αποτελεί την κύρια μορφή υποβάθμισης των εδαφών παγκοσμίως (Lal, 2001; Bridges and Oldeman, 1999), ενώ στην Ελλάδα εκτιμάται ότι οι απώλειες εδαφών είναι της τάξης $150\text{--}300 \times 10^6 \text{ t}$ (Kosmas et al., 2006).

Οι δείκτες διάβρωσης που αξιοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη ήταν:

- Ο δείκτης Kst-factor που αφορά στη διαβρωσιμότητα των εδαφών και ενσωματώνει για πρώτη φορά την παράμετρο του πετρώδους του εδάφους (Panagos et al., 2012).
- Ο δείκτης R-factor που αφορά στη διάβρωση των εδαφών από τη βροχόπτωση (Panagos et al., 2015).

Για την εκτίμηση των μελλοντικών συνθηκών διάβρωσης χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα για την εκτίμηση του δείκτη R-factor για το έτος 2050 και σύμφωνα με τη μελέτη των Panagos et al. (2015), καθώς και τα δεδομένα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, για τη μεταβολή του μέσου αριθμού ημερών με έντονη βροχόπτωση ($PR > 20\text{mm}$), για την περιοχή μελέτης, βάσει των προαναφερθέντων χρονικών περιόδων και σεναρίων κλιματικής αλλαγής.

Τα αποτελέσματα αποδόθηκαν συγκριτικά σε αντίστοιχους θεματικούς χάρτες, για την περιοχή μελέτης.

Βιοκλιματικός δείκτης Martonne (DMI)

Για την αξιολόγηση των βιοκλιματικών συνθηκών στην Περιοχή Μελέτης: Προστατευόμενη περιοχή GR3000005 του δικτύου Natura 2000 της Περιφέρειας Αττικής, εφαρμόστηκε ο βιοκλιματικός δείκτης de Martonne (DMI). Για σχεδόν εννέα δεκαετίες ο DMI εφαρμόζεται σε μεγάλη έκταση για την λεπτομερή περιγραφή του υφιστάμενου βιοκλίματος, στα πλαίσια μετεωρολογικών, κλιματικών, βιοκλιματικών, δασικών, ερευνών στην Ευρώπη (Charalampopoulos et al., 2024, 2023c, 2023b, 2023a; Vlami et al., 2023; Zotos et al., 2024) και ειδικότερα στις νότιες παραμεσόγειες περιοχές (Baltas, 2007; Cheval et al., 2017; Derdous et al., 2021), αλλά και των προβλεπόμενων μεταβολών αυτού στο βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο μέλλον (Charalampopoulos et al., 2023c; Nistor, 2019; Raev et al., 2015).

Ο βιοκλιματικός δείκτης de Martonne ευρέως αποκαλούμενος και «Δείκτης Ξηρασίας» (Aridity Index) αποδίδεται αριθμητικά με εφαρμογή της σχέσης:

$$DMI = \frac{P}{10 + T}$$

όπου:

P = ετήσια κατακρημνίσματα (σε mm),

T = η μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα ($^{\circ}\text{C}$) και

10 = σταθερά για την επίτευξη θετικών τιμών.

Για την περιοχή μελέτης αξιοποιείται η προσαρμοσμένη βιοκλιματική κατάταξη που παρατίθεται στον Πίνακα 6 ώστε να αποδοθούν με τη μεγαλύτερη δυνατή λεπτομέρεια και ακρίβεια οι βιοκλιματικές συνθήκες, τόσο κατά την περίοδο αναφοράς: 1970–2000 όσο και κατά τις 2 διερευνώμενες χρονικές περιόδους: 2030–2060 και 2070–2100 και υπό τα 2 σενάρια εκπομπών RCP: RCP4.5 και RCP8.5. Επισημαίνεται συμπληρωματική στήλη που υποδεικνύει τα αντίστοιχα επίπεδα αρδευτικών απαιτήσεων.

Πίνακας 6. Βιοκλιματική κατάταξη των τιμών του DMI (Derdous et al., 2021).

DMI	Βιοκλιματική κατηγορία (κλάση)	Αρδευτικές απαιτήσεις
10-20	Ημιερημικό (<i>Semi-Dry</i>)	Άρδευση
20-24	Μεσογειακό (<i>Mediterranean</i>)	Συμπληρωματική άρδευση
24-28	Υφυγρό (<i>Semi-Humid</i>)	Συμπληρωματική άρδευση
28-35	Υγρό (<i>Humid</i>)	Περιστασιακή άρδευση
35-55	Πολύ υγρό (<i>Very humid</i>)	Σπάνια άρδευση
>55	Υπερυγρό (<i>Extremely humid</i>)	Επάρκεια ύδατος

Φυτοκλιματικός δείκτης *Emberger* (EI ή Q2: *Emberger Index*)

Ο φυτοκλιματικός δείκτης *Emberger* (EI ή Q2) έχει εφαρμοστεί ευρέως στο Μεσογειακό χώρο, μεταξύ πολλών πεδίων και σε μελέτες σχετικές με τη επέκταση-διάδοση-κατανομή της βλάστησης (Cao Pinna et al., 2021; Gavilán, 2005), τη διαφύλαξη της βιωσιμότητας, τη διατήρηση-συντήρηση και αποκατάσταση των φυσικών οικοσυστημάτων (Vessella and Schirone, 2022), τη διερεύνηση του κινδύνου ερημοποίησης (Vlami et al., 2023), την αποτύπωση του βιοκλιματικού προφίλ, μιας περιορισμένης ή εκτεταμένης περιοχής (Cutini et al., 2021; Eccel et al., 2016), καθώς και των μεταβολών του βιοκλίματος οφειλόμενων στην κλιματική αλλαγή (Caloiero et al., 2016; López-Tirado et al., 2018).

Ο δείκτης *Emberger* επίσης ευρέως γνωστός και ως ομβροθερμικό πηλίκιο (*pluviothermic quotient*) Q (ή Q1), υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Q \text{ ή } Q1 = \frac{2000 * P}{M^2 - m^2}$$

όπου:

P = το ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων (σε mm),

M = η μέση μέγιστη θερμοκρασία του θερμότερου μήνα του έτους (σε °K),

m = η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα του έτους (σε °K).

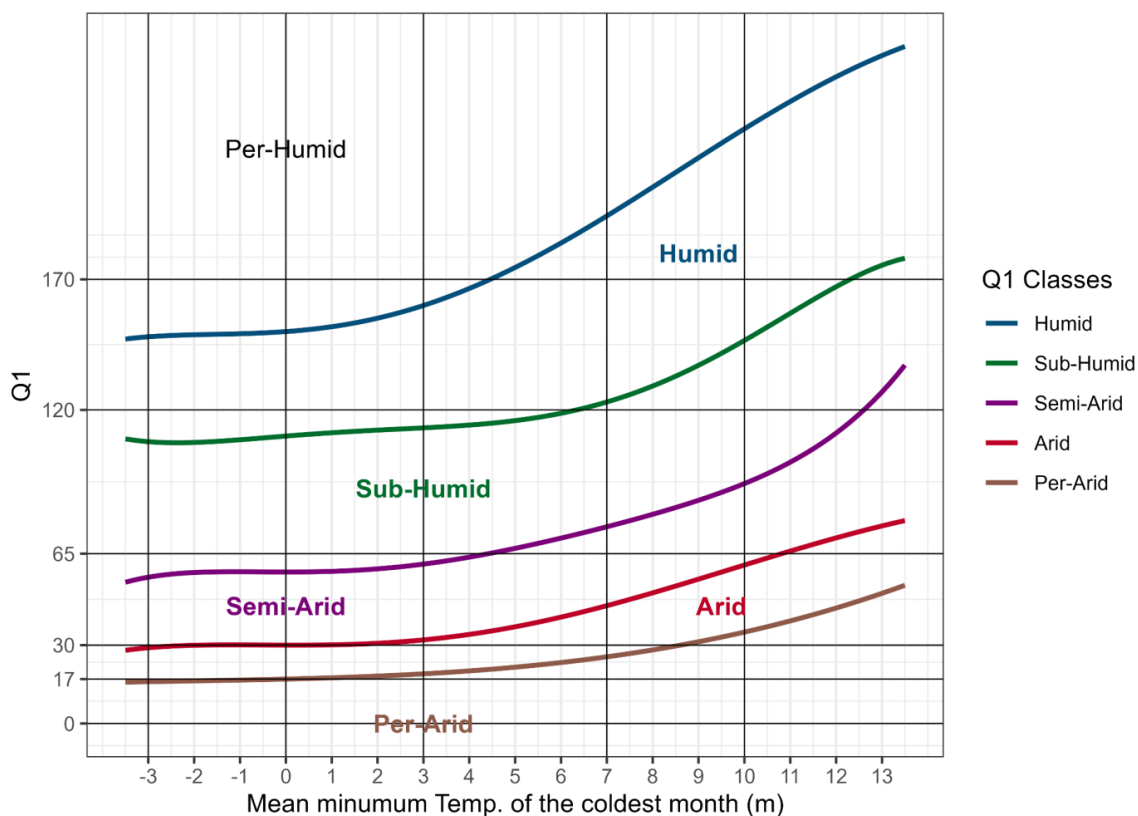
Για την επίτευξη της αποτύπωσης των φυτοκλιματικών συνθηκών της περιοχής μελέτης με την μέγιστη δυνατή λεπτομέρεια και ακρίβεια, το εκτιμώμενο ομβρο-θερμικό πηλίκιο Q (ή Q1) αντιστοιχίζεται στην προσαρμοσμένη φυτοκλιματική κατάταξη σε βιοκλιματικούς ορόφους (κατηγορίες-τύπους), όπως παρουσιάζεται στην **Εικόνα 90**. Οι περιγραφόμενες από τον *Emberger* κλάσεις είναι οι:

- **Υπερυγρό** (*Per-humid*)
- **Υγρό** (*Humid*)
- **Υφυγρό** (*Sub-humid*)
- **Ημίξηρο** (*Semi-arid*)
- **Ξηρό** (*Arid*)
- **Ερημικό** (*Per-arid*)

Παράλληλα υπολογίζεται και ο απλοποιημένος αλγόριθμος που αποδίδει τη φυτοκλιματική κατάταξη σε βιοκλιματικούς υπο-ορόφους ή παραλλαγές, γνωστές ως υποκατηγορίες Q2 κατά *Emberger*, με βάση τη μέση τιμή των ελάχιστων τιμών του ψυχρότερου μήνα (τιμές m σε °C) και την αντιστοίχιση αυτής στους θερμοκρασιακούς χαρακτηρισμούς (**Πίνακας 7**).

Πίνακας 7. Κατάταξη τιμών m και θερμοκρασιακός χαρακτηρισμός κατά *Emberger*.

m (°C)	Θερμοκρασιακός χαρακτηρισμός
m > 7 °C	Θερμός χειμώνας (<i>Hot Winter</i>)
3 °C < m ≤ 7 °C	Ήπιος χειμώνας (<i>Temperate Winter</i>)
0 °C < m ≤ 3 °C	Ψυχρός χειμώνας (<i>Cool Winter</i>)
-10 °C < m ≤ 0 °C	Δριμύς χειμώνας (<i>Cold Winter</i>)
m ≤ -10°C	Πολύ δριμύς χειμώνας (<i>Very Cold Winter</i>)



Εικόνα 90. Κλιματόγραμμα Emberger. Το κλιματόγραμμα εμπεριέχει τους συνδυασμούς των τιμών Q1 (τιμές ομβροθερμικού πηλίκου) με τις τιμές m (μέσες ελάχιστες τιμές θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα).

Με βάση τον συνδυασμό των χαρακτηρισμών των βιοκλιματικών ορόφων όπως προκύπτουν από τις εκτιμήσεις των τιμών Q1 και των θερμοκρασιακών χαρακτηρισμών με βάση τις τιμές του m, αποτυπώνονται, μέσω των υποορόφων-υποκατηγοριών Q2, οι φυτοκλιματικές συνθήκες της περιοχής μελέτης. Σύμφωνα με τα παραπάνω, κατόπιν συνδυασμών των κατατάξεων των Q1 και m, ανάμεσα στους πιθανούς χαρακτηρισμούς των φυτοκλιματικών συνθηκών κατά Emberger, μπορεί να είναι, για παράδειγμα, οι Q2: «Θερμός χειμώνας-υφυγρό», «Ψυχρός χειμώνας-Υγρό» «Θερμός χειμώνας-Ξηρό», κ.λπ.).

3.4.4. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΤΡΩΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ ΤΟΠΙΟΥ (LCA)

Η παρούσα μελέτη συνυπολογίζει τα παρακάτω στοιχεία για την αξιολόγηση της τρωτότητας των Περιοχών Χαρακτήρα Τοπίου (σύμφωνα με το TAR/AR4 της IPCC):

- **Έκθεση**
Λόγω θέσης: γεωγραφικά (προσανατολισμός, γεωγραφικό μήκος και πλάτος), τοπογραφικά στοιχεία (υψόμετρο, κλίσεις, ανάγλυφο), υδρολογικά στοιχεία (για εκτίμηση πλημμυρικού κινδύνου και ανόδου της στάθμης της θάλασσας).
- **Ευαισθησία**
Εδαφικός παράγοντας (πάχος επιφανειακής στρώσης, γεωλογία), δομικά υλικά, κάλυψη-χρήσεις γης, υποβαθμισμένα οικοσυστήματα (από υπερβόσκηση, εγκατάλειψη, εντατικοποίηση κ.α.)⁴⁸.
- **Προσαρμοστική ικανότητα**

⁴⁸ Μελέτες χλωριδικών στοιχείων συνυπολογίζουν στην ευαισθησία τα: ανέπαφο τοπίο, χωροκατακτητικά είδη, αλλαγή του καθεστώτος πυρκαγιάς και κίνδυνος δασικών εντόμων και ασθενειών (Comer et al., 2019)

Ανθρωπογενείς παράγοντες (συμπερίληψη σε δίκτυο προστατευόμενων περιοχών, δίκτυο υποδομών, θεσμικό πλαίσιο, ενεργές τοπικές κοινότητες, πρακτικές διαχείρισης πχ. NHV farming), εγγενή χαρακτηριστικά (βιοποικιλότητα, αφθονία και ευρωστία ειδών και οικοσυστημάτων)⁴⁹.

Ο ρυθμός της κλιματικής αλλαγής προσεγγίζεται με βάση τα σενάρια εκπομπών και τις χρονικές περιόδους που έχουν οριστεί. Το μέγεθος και ο χαρακτήρας της φανερώνονται από τον υπολογισμό των τιμών -και των κατανομών των τιμών- των διαφόρων παραμέτρων και δεικτών που παράχθηκαν από το Εθνικό Αστεροσκοπείο. Δεδομένου ότι οι τιμές των παραμέτρων τροφοδοτούν τον υπολογισμό των δεικτών ως τρωτότητα του τοπίου στην παρούσα μελέτη ορίζεται η τρωτότητα έναντι των:

- διαδικασιών υποβάθμισης της **ερημοποίησης** (δείκτες: Days w/ PR<1mm, ESA) και της **διάβρωσης** (δείκτες: Kst-factor, R-factor)
- κινδύνου εκδήλωσης **πυρκαγιάς** (δείκτης FWI)⁵⁰
- αναμενόμενου βαθμού μεταβολής των **βιοκλιματικών/φυτοκλιματικών ζωνών** (δείκτες Emberger και De Martonne)

Βαθμός τρωτότητας του τοπίου στα παραπάνω φαινόμενα, θεωρείται εδώ η ανοχή/ανθεκτικότητα των βιοτικών, αβιοτικών και πολιτισμικών παραμέτρων του, στις υφιστάμενες κλιματικές και περιβαλλοντικές συνθήκες και στις μεταβολές τους.

Παράλληλα με την εκτίμηση της τρωτότητας στην κλιματική αλλαγή, στις μελέτες περίπτωσης του C4.D1 του LIFE-IP AdaptInGR, κρίνεται αναγκαία η οριοθέτηση τοπίων προτεραιότητας. Η διαδικασία ξεκινάει με την παραδοχή ότι προηγούνται τοπία με παρουσία ευαίσθητων οικοσυστημάτων και εξαιρετικών αξιών⁵¹, εστιάζοντας στις δύο μεγάλες κατηγορίες τοπίου, τα φυσικά και τα πολιτισμικά. Η φθορά αυτών των τοπίων θα οδηγούσε σε απώλεια αναντικατάστατου φυσικού ή πολιτιστικού πόρου, τουλάχιστον σε περιφερειακό επίπεδο. Τα τοπία προτεραιότητας περιλαμβάνουν αρχαιολογικούς χώρους, περιοχές ειδικού ιστορικού ενδιαφέροντος ή σημασίας για τη βιοποικιλότητα, πολιτιστικά τοπία, παράκτιες και παρόχθιες ζώνες, υγρότοπους και ποτάμια. Στην παρούσα μελέτη, λόγω της περιορισμένης έκτασής της και της υπαγωγής της σε καθεστώς προστασίας, η GR3000005 αντιμετωπίζεται στο σύνολό της ως περιοχή προτεραιότητας χωρίς έντονη χωρική και αξιακή παραλλακτικότητα.

⁴⁹ Υπαρξη μέτρων για τη μεταβλητότητα του τοπο-κλίματος, την ποικιλομορφία εντός των λειτουργικών ομάδων ειδών και την ευπάθεια οποιουδήποτε βασικού είδους (Comer et al., 2019).

⁵⁰ Σημειώνεται πως η πυρκαγιά ανήκει στην κατηγορία των κινδύνων και άρα προϋποθέτει μια προσέγγιση AR5.

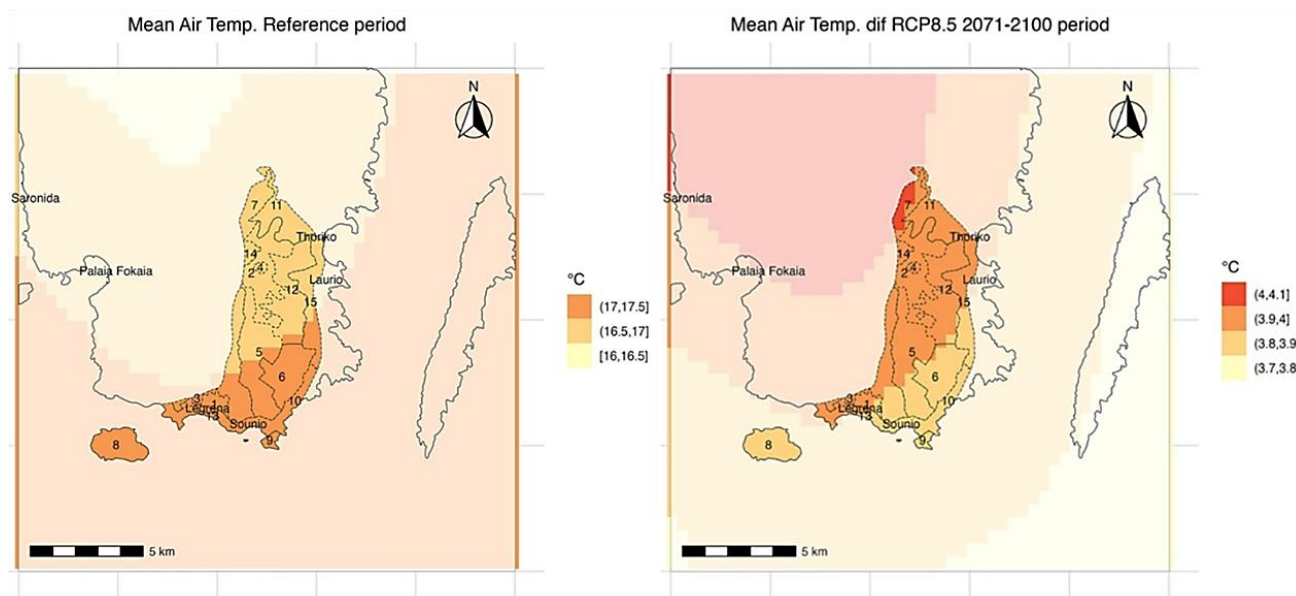
⁵¹ Φυσικότητα, σπάνια οικοσυστήματα ιδιαιτερότητας βιοποικιλότητας, αξίες προστατευόμενων περιοχών, εξαιρετικών πολιτιστικών στοιχείων.

3.5 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΠΡΟΒΟΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

3.5.1. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ/TEMPERATURE (°C)

Μέση Θερμοκρασία - T_{mean} (°C)

Κατά την περίοδο αναφοράς Ref, η μέση θερμοκρασία αέρα (mean air temperature: T_{mean}) στη ΠΜ_ΝΑττ κυμαίνεται στο εύρος μεταξύ των 16.0°C και 17.0°C κατά μέσο όρο (Εικόνα 91). Οι χαμηλότερες τιμές της T_{mean} (16.6°C και 16.7°C) καταγράφονται στο βόρειο τμήμα της ΠΜ και πιο συγκεκριμένα στις ΠΧΤ7 (Λόφοι Μαρκάτι Ριμπάρι) και ΠΧΤ11 (Πεδινές Αγροτικές εκτάσεις Μαρκάτι), ενώ ελαφρώς υψηλότερες θερμοκρασιακές τιμές (17.3°C) διαμορφώνονται στο νοτιότερο τμήμα, δηλαδή στην ΠΧΤ8 (Νησίδα Πάτροκλος).



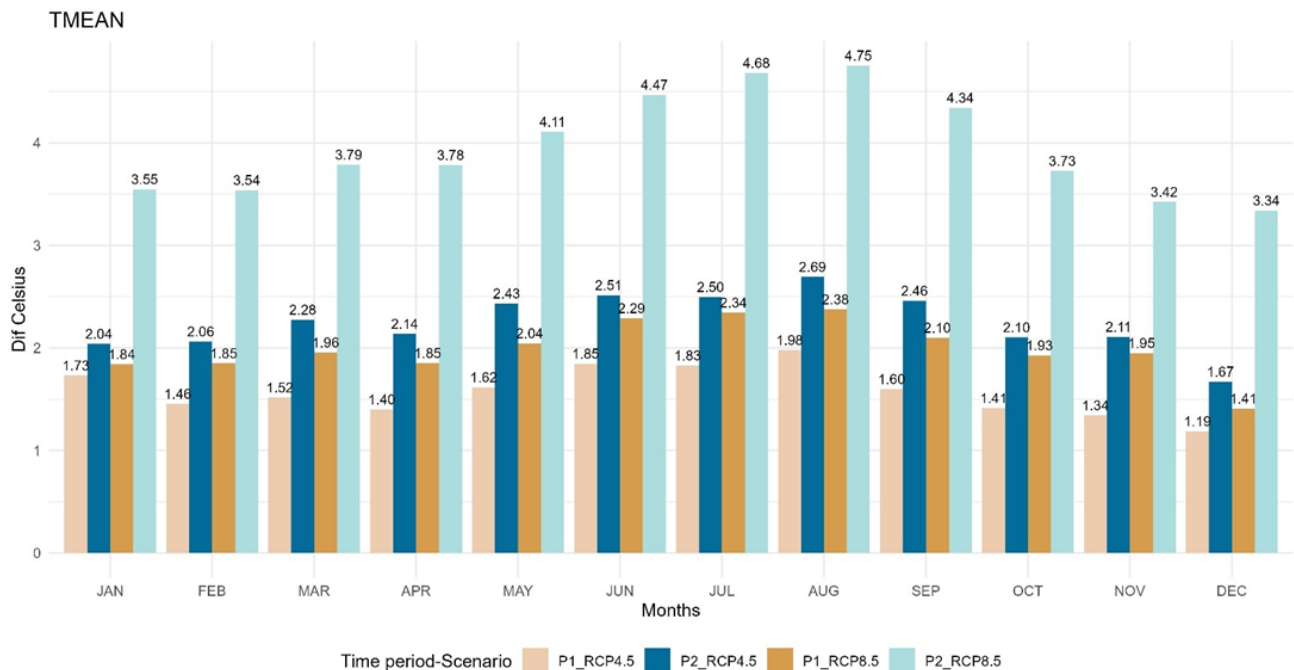
Εικόνα 91. Μέση θερμοκρασία αέρα (Mean Air Temperature, °C) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000) στα αριστερά και διαφορά μέσης θερμοκρασίας αέρα (Mean Air Temp., °C) 2ης περιόδου (2071–2100) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000) στα δεξιά.

Μεγαλύτερες αυξήσεις της T_{mean} , ως προς την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000), αναμένονται μακροπρόθεσμα (P2) υπό το πιο δυσμενές σενάριο RCP8.5. Παρατηρώντας την Εικόνα 91 διαπιστώνεται αύξηση της παραμέτρου κοντά στους 4.0°C σε όλη την ΠΜ_ΝΑττ, μεταξύ των περιοχών ενδιαφέροντος της οποίας αναμένονται πολύ μικρές διαφοροποιήσεις (3.86°C–3.99°C) με τιμές που βαίνουν ελάχιστα αυξανόμενες από τα νότια προς τα βόρεια.

Για την καλύτερη κατανόηση των βιοκλιματικών μεταβολών στην περιοχή μελέτης έγινε χωρική ανάλυση της παραμέτρου σε μηνιαία βάση. Το ραβδόγραμμα που ακολουθεί απεικονίζει τις διαφορές της μηνιαίας θερμοκρασίας αέρα (°C) των μελλοντικών περιόδων και σεναρίων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την περίοδο αναφοράς (X-Ref)⁵². Η μέση μηνιαία θερμοκρασία είναι μια σημαντική παράμετρος των ατμοσφαιρικών συνθηκών αφού παίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη των φυτών. Στο ραβδόγραμμα που ακολουθεί είναι καθολική η πρόβλεψη της αύξησης της θερμοκρασίας για κάθε σενάριο και μελλοντική περίοδο σε σχέση με την περίοδο αναφοράς. Η άνοδος της μέσης θερμοκρασίας αναμένεται να συμβεί για όλους τους μήνες με προβάδισμα στη θερινή περίοδο του έτους που επεκτείνεται και στο μήνα Σεπτέμβριο. Ακόμα και κατά το σενάριο RCP4.5 η άνοδος της μέσης θερμοκρασίας αναμένεται να ξεπεράσει τους 2 °C για όλους τους μήνες της δεύτερης περιόδου. Σύμφωνα με το σενάριο RCP8.5 η άνοδος της θερμοκρασίας αέρα αναμένεται να είναι υψηλότερη από 3 °C κατά

⁵² Τα δεδομένα τα οποία τροφοδότησαν το ραβδόγραμμα είναι η μέση της τιμής της παραμέτρου από το σύνολο της επιφάνειας της περιοχής μελέτης.

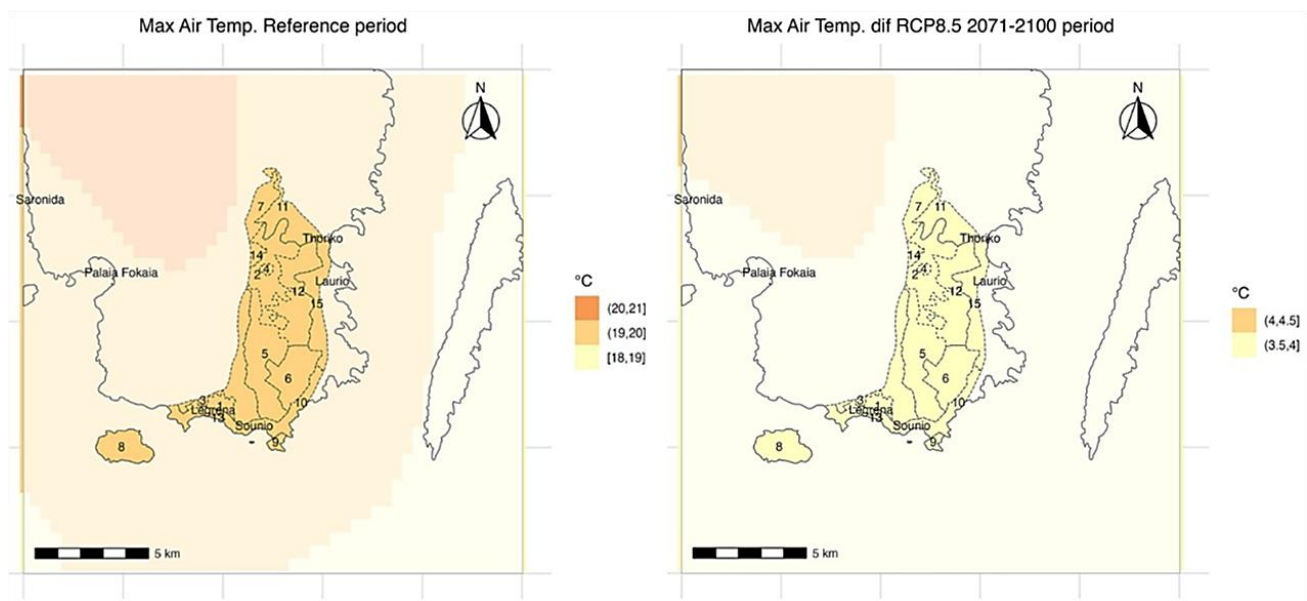
για τη δεύτερη χρονική περίοδο (Εικόνα 92). Οι τιμές αυτές είναι εξαιρετικά υψηλές λαμβάνοντας υπόψη τη σημερινή κατάσταση του τοπίου και τις πιέσεις από την οικιστική δραστηριότητα.



Εικόνα 92. Οι διαφορές της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας αέρα για τα μελλοντικά σενάρια και περιόδους σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (X-Ref) σε °C.

Μέγιστη Θερμοκρασία – T_{max} (°C)

Η μέγιστη θερμοκρασία αέρα (max air temperature: T_{max}) κατά την Ref κυμαίνεται μεταξύ 19.0°C και 20.0°C σε όλη την έκταση της ΠΜ_ΝΑττ (Εικόνα 93). Μεταξύ των τιμών της T_{max} , οι ελαχίστως υψηλότερες θερμοκρασίες (19.8°C κ.μ.ό.) αναπτύσσονται στις ΠΧΤ7 (Λόφοι Μαρκάτι Ριμπάρι) και ΠΧΤ14 (Αστικές Περιοχές Αγ. Κωνσταντίνος), ενώ η ΠΧΤ9 καταγράφεται ως ελάχιστη ψυχρότερη (19.2°C).



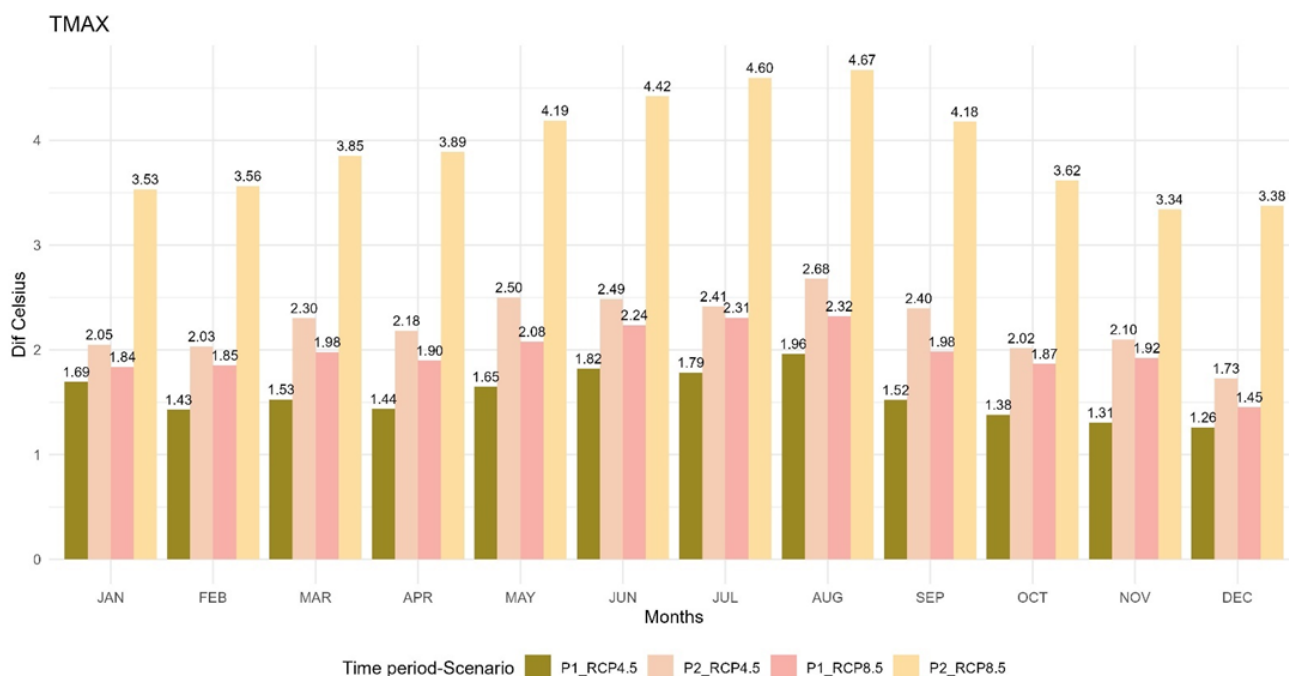
Εικόνα 93. Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (Max Air Temp., °C) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000) στα αριστερά και διαφορά μέγιστης θερμοκρασίας αέρα (Max Air Temp., °C) 2ης περιόδου (2071–2100) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000) στα δεξιά.

Μεγαλύτερες αυξήσεις της παραμέτρου, σε σχέση με την Ref, αναμένονται στη 2^η μελετώμενη περίοδο του ακραίου RCP8.5 (P2 RCP8.5). Σύμφωνα με την **Εικόνα 93** αναμένεται αύξηση της Tmax που υπερβαίνει τους 3.5°C σε όλη την ΠΜ_ΝΑττ. Μεγαλύτερη διαφοροποίηση ως προς την Ref (4.0°C) εκτιμάται για την ΠΧΤ15 (Αστικές Περιοχές Λαύριο).

Η μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία⁵³ έχει σημασία για τη διαμόρφωση του βιοκλίματος μιας περιοχής αφού οι υψηλές τιμές οδηγούν συχνά σε καταπόνηση των φυτών έως και σε μαρασμό τους.

Στο ραβδόγραμμα που ακολουθεί είναι εμφανής η αναμενόμενη άνοδος της μέγιστης θερμοκρασίας εντός της επιλεγμένης διατομής και για τα δυο σενάρια εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και για τις δυο μελλοντικές περιόδους. Ιδιαίτερα κατά τη δεύτερη περίοδο τους σεναρίου RCP8.5 η άνοδος της μέγιστης μηνιαίας ξεπερνά τους 3.0 °C για όλους τους μήνες και ξεπερνά τους 4.0 °C από το Μάιο έως και τον Σεπτέμβριο. Οι χαμηλότερες αυξήσεις αναμένονται κατά την πρώτη περίοδο του σεναρίου RCP4.5 και είναι της τάξης των 1.5 °C (**Εικόνα 94**).

Η σημαντικότερη επιβάρυνση για τους φυτικούς οργανισμούς δεν αναμένεται μόνο από την θερινή άνοδο αλλά και από τη χειμερινή και ανοιξιάτικη γιατί κατά αυτές τις περιόδους γίνεται η διαφοροποίηση και η ανάπτυξη των οφθαλμών και των βλαστών και οι διαδικασίες αυτές δεν ευνοούνται από υψηλές θερμοκρασίες.

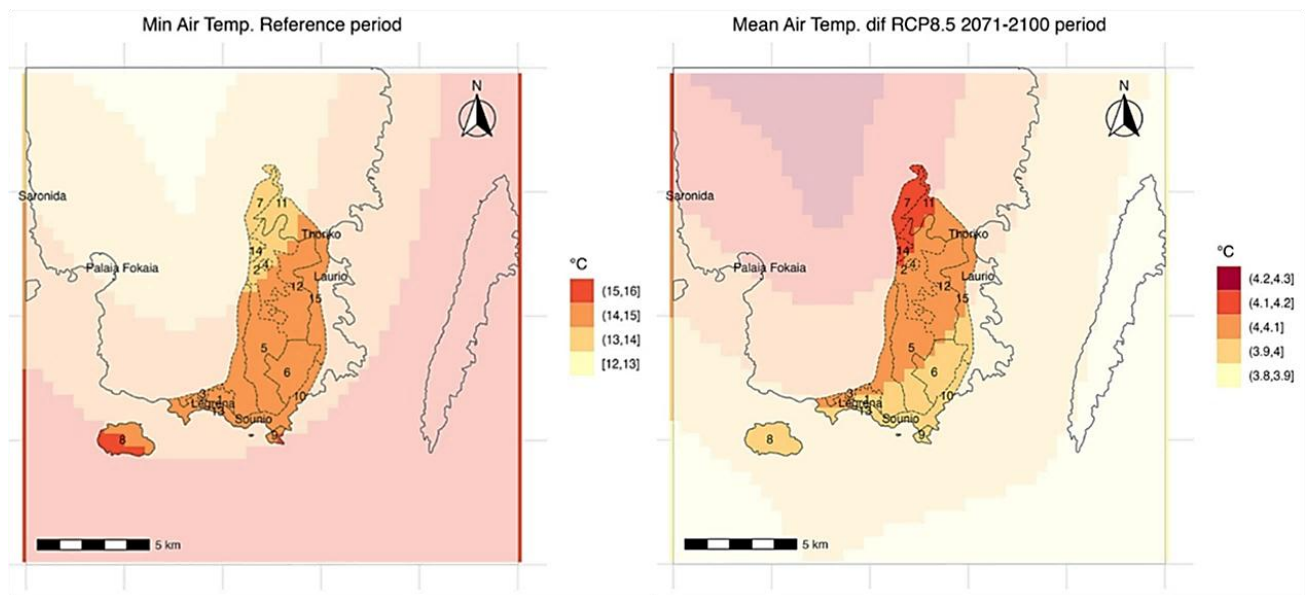


Εικόνα 94. Οι διαφορές μέσης μέγιστης θερμοκρασίας ανά μήνα για τα μελλοντικά σενάρια και περιόδους σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (X-Ref) σε °C.

Ελάχιστη Θερμοκρασία – T min (°C)

Η ελάχιστη θερμοκρασία αέρα (min air temperature: Tmin) κατά την περίοδο αναφοράς Ref (**Εικόνα 95**) κυμαίνεται, στην ΠΜ_ΝΑττ, μεταξύ των 13.0°C και 16.0°C. Το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής μελέτης εντάσσεται μεταξύ των Tmin 14.0°C και 15.0°C, ενώ σε ένα πολύ μικρό μέρος αυτής (τμήματα των ΠΧΤ8 και ΠΧΤ9) καταγράφονται οι υψηλότερες τιμές της παραμέτρου σχεδόν στους 16.0°C.

⁵³ Αξίζει να σημειωθεί πως αυτές οι τιμές αφορούν στην μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία και όχι στην απόλυτα μέγιστη θερμοκρασία η οποία προφανώς θα είναι υψηλότερη



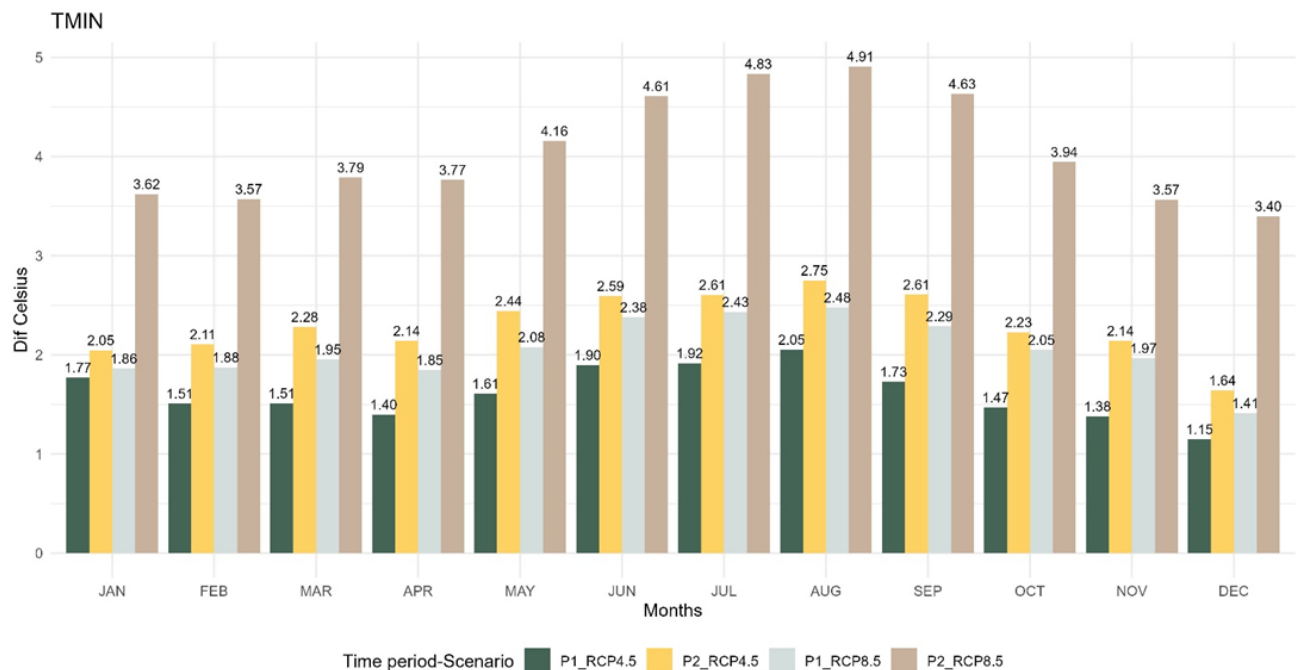
Εικόνα 95. Ελάχιστη θερμοκρασία αέρα (Min Air Temp., °C) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000) στα αριστερά και διαφορά ελάχιστης θερμοκρασίας αέρα (Min Air Temp., °C) 2ης περιόδου (2071–2100) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000) στα δεξιά.

Μεγαλύτερες αυξήσεις της παραμέτρου, σε σχέση με την Ref, αναμένονται στη 2^η μελετώμενη περίοδο του ακραίου RCP8.5 (P2 RCP8.5). Σύμφωνα με την **Εικόνα 95** προβλέπεται αύξηση της T_{min} που ανέρχεται στους 4.0°C κ.μ.ό. σε όλη την ΠΜ_ΝΑττ. Μεγαλύτερη διαφοροποίηση ως προς την Ref (4.15°C) εκτιμάται για την ΠΧΤ7 (Λόφοι Μαρκάτι Ριμπάρι).

Η χαμηλές θερμοκρασίες είναι κρίσιμες για την ανάπτυξη των φυτικών οργανισμών και έχει πλέον διαπιστωθεί πως προκαλείται σημαντική καταπόνηση στη βλάστηση αλλά και βιολογική αποδιοργάνωση όταν οι χαμηλές θερμοκρασίες παραμένουν υψηλές κατά τα κρίσιμα διαστήματα του έτους. Υπάρχουν φυτά (καλλιεργούμενα και φυσικές διαπλάσεις) τα οποία για να παράξουν οφθαλμούς πρέπει να συμπληρώσουν έναν αριθμό ωρών ψύχους. Όταν το συμπληρωθεί το σύνολο των ωρών ψύχουν, διακόπτεται ο λήθαργος και ξεκινά η διαδικασία βλάστησης και δημιουργίας ανθών.

Στο ραβδόγραμμα που ακολουθεί είναι εμφανές πως η ελάχιστη θερμοκρασία αναμένεται να αυξηθεί κατά από 1.15 °C έως και 4.91 °C ανάλογα με το σενάριο εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την περίοδο. Αναμένεται μεγαλύτερη άνοδος της μέσης μηνιαίας ελάχιστης θερμοκρασίας κατά τους θερινούς μήνες αλλά και κατά τους υπόλοιπους μήνες του έτους η αναμενόμενη άνοδος είναι σημαντική.

Η αύξηση κατά περίπου 4 °C για την δεύτερη περίοδο του σεναρίου RCP8.5 είναι πολύ υψηλή αφού συνεπάγεται ακόμα μεγαλύτερες τιμές ελάχιστες θερμοκρασίες σε ημερήσια βάση (**Εικόνα 96**). Αναμένεται η δυσμενέστερη επίδραση να προκληθεί από την άνοδο της ελάχιστης θερμοκρασίας κατά τους ψυχρούς μήνες τους έτους.

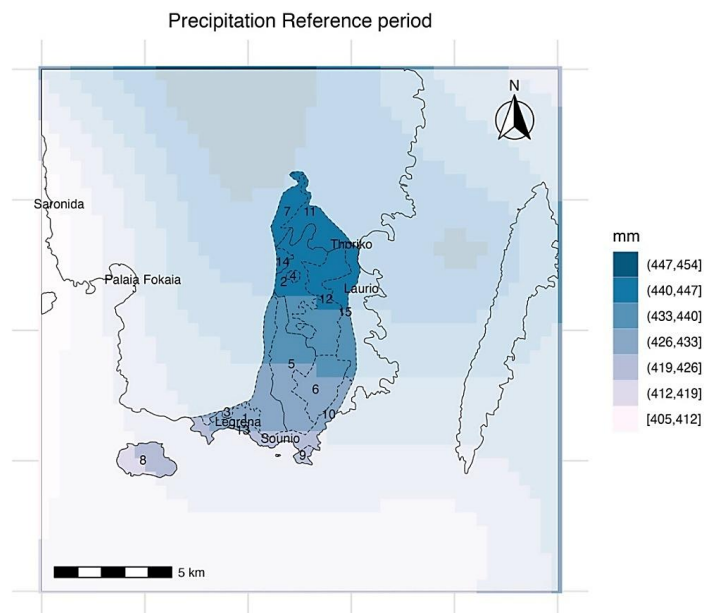


Εικόνα 96. Οι διαφορές της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας αέρα για τα μελλοντικά σενάρια και περιόδους σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (X-Ref) σε °C.

3.5.2. ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ / PRECIPITATION (MM)

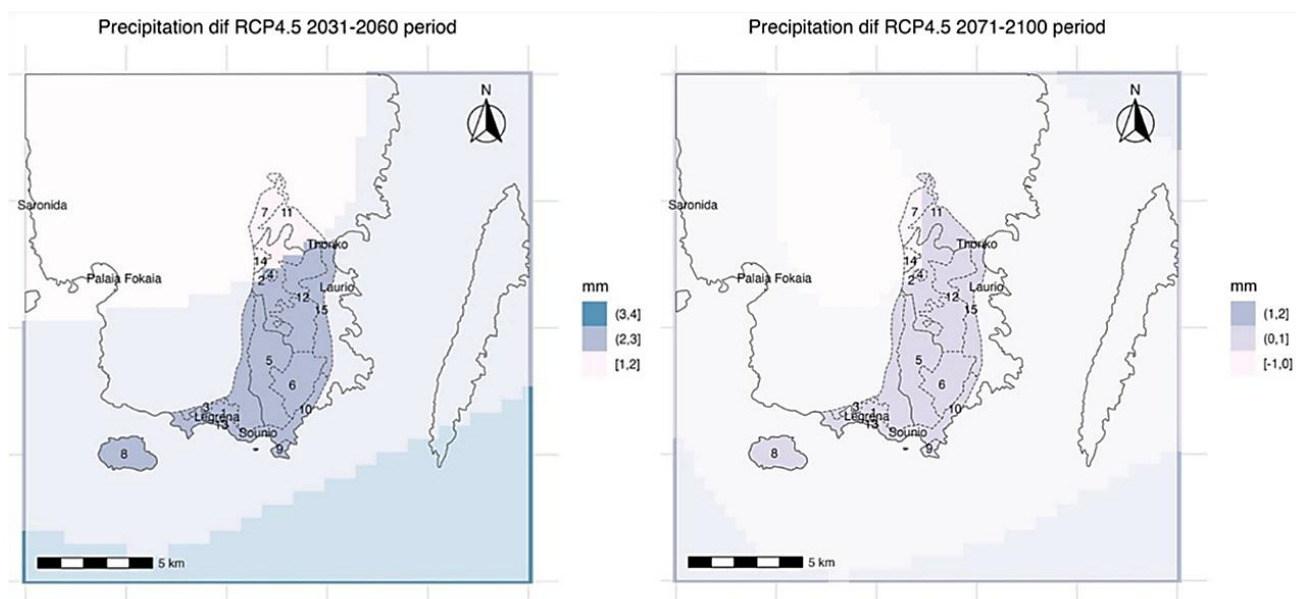
Συνολική Ετήσια Βροχόπτωση – PR

Στην ΠΜ_ΝΑττ, η συνολική ετήσια βροχόπτωση (PR) κατά την περίοδο αναφοράς Ref (Εικόνα 97) κυμαίνεται κ.μ.ό μεταξύ των 419 με 446mm. Μεγαλύτερο ετήσιο ύψος (447mm) αντιστοιχεί στην ΠΧΤ7 (Λόφοι Μαρκάτι Ριμπάρι) και το χαμηλότερο (417mm) στην ΠΧΤ8 (Νησίδα Πάτροκλος).



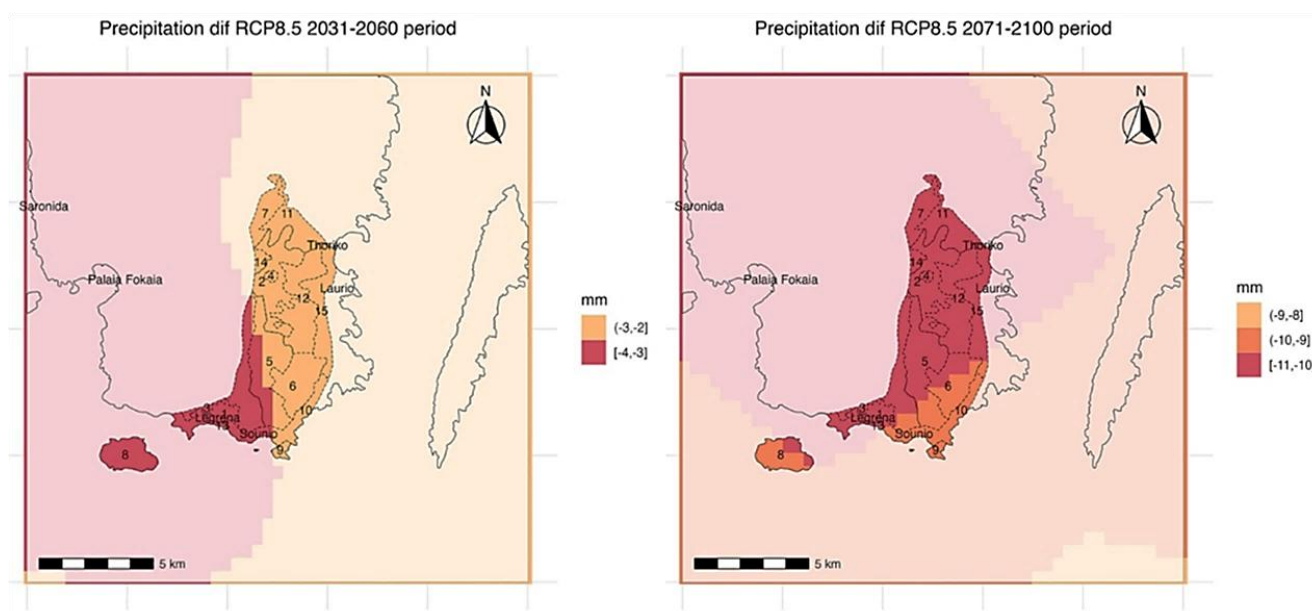
Εικόνα 97. Συνολική ετήσια βροχόπτωση (PR, mm) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).

Τόσο στην 1^η περίοδο του RCP4.5 όσο και στη 2^η περίοδο του ίδιου σεναρίου (Εικόνα 98) δεν αναμένονται διαφοροποιήσεις σε σχέση με τη Ref, δεδομένων των αναμενόμενων ελάχιστων αυξήσεων (της τάξεως των 2–3 mm) και μειώσεων (της τάξεως των 0–1mm), αντίστοιχα, της συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης.



Εικόνα 98. Διαφορά συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης (PR, mm) 1ης (αριστερά) και 2ης (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP4.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).

Από τη χωρική ανάλυση των δεδομένων το ίδιο ισχύει και για την 1η και 2η περίοδο του δυσμενέστερου σεναρίου RCP8.5 κατά τις οποίες περιπτώσεις προβλέπονται ελάχιστες μειώσεις της συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης, και πιο συγκεκριμένα έως τα 4mm στην P1 RCP8.5 και έως τα 11mm στην P2 RCP8.5 (Εικόνα 99).

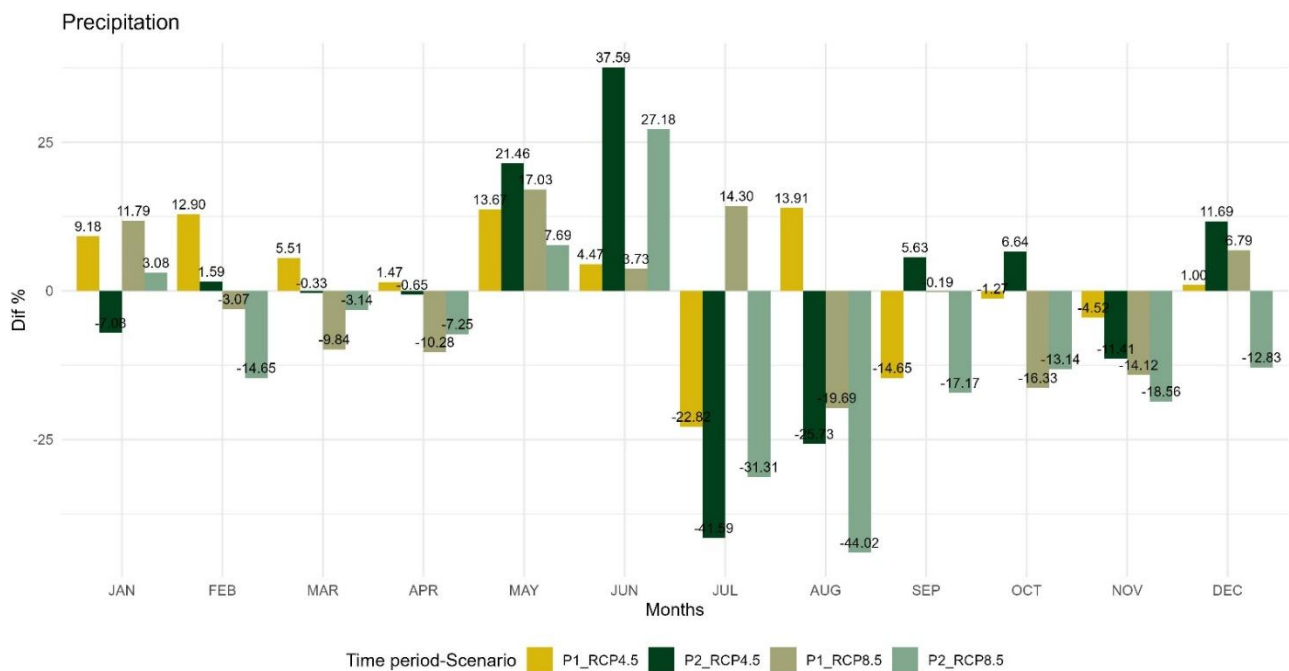


Εικόνα 99. Διαφορά συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης (PR, mm) 1ης (αριστερά) και 2ης (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).

Μηνιαία βροχόπτωση

Στο ραβδόγραμμα που ακολουθεί καταγράφονται οι μηνιαίες μεταβολές της βροχόπτωσης ποσοστιαία (%) μεταξύ των σεναρίων και των μελλοντικών περιόδων και της περιόδου αναφοράς. Η διαφαινόμενη τάση είναι αυτή της μείωσης της ποσότητας της βροχόπτωσης κυρίως κατά τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο σε ποσοστά που μπορεί να ξεπεράσουν το 44% κατά το σενάριο RCP4.5 στην P2. Επίσης φαίνεται μια σημαντική τάση μείωσης των βροχοπτώσεων κατά την υγρή περίοδο. Αν επαληθευθούν οι εκτιμήσεις και δεδομένου πως η περιοχή μελέτης είναι σχετικά άνυδρη, η περαιτέρω μείωση των βροχοπτώσεων μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλη πίεση στο φυσικό περιβάλλον. Όμως κατά τους μήνες

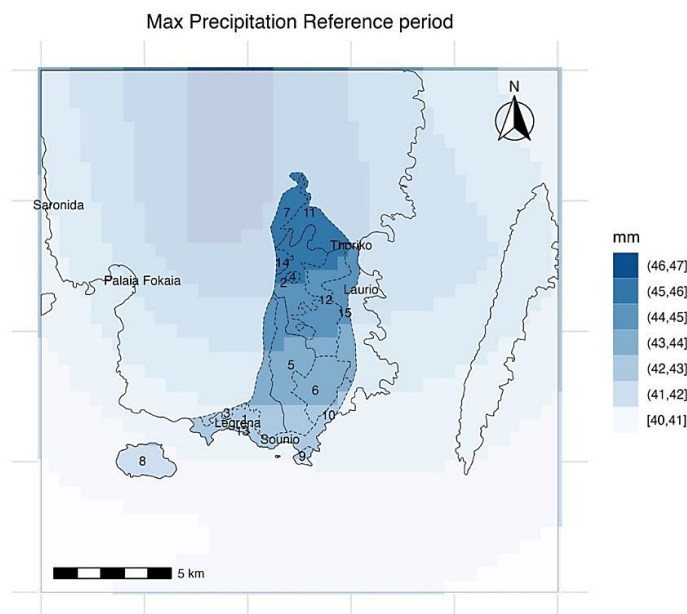
Μάιο και Ιούνιο αναμένεται μια αύξηση της βροχόπτωσης που κατά το σενάριο RCP4.5 και τη δεύτερη περίοδο, η αύξηση μπορεί να ξεπεράσει το 35%. Συνδυαστικά οι αναμενόμενες αυτές μεταβολές δείχνουν μια τάση μεταβολής στο χρονισμό των βροχοπτώσεων η οποία μπορεί να επιφέρει πίεση στα βιολογικά συστήματα της περιοχής.



Εικόνα 100. Οι ποσοστιαίες μεταβολές του ύψους βροχόπτωσης για τα μελλοντικά σενάρια και περιόδους σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (X-Ref) σε ποσοστό %.

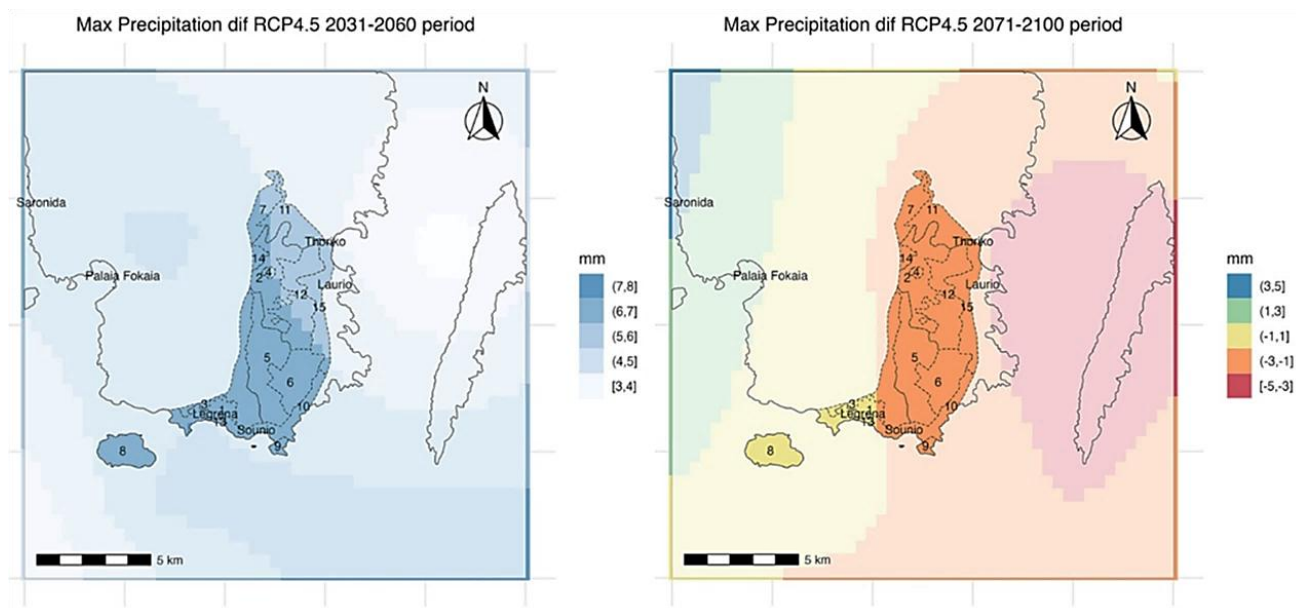
Μέγιστη Βροχόπτωση 24ωρου - PR max

Η μέγιστη βροχόπτωση 24ώρου (PRMAX) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref) δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις μεταξύ των περιοχών ενδιαφέροντος της ΠΜ_ΝΑΤΤ (Εικόνα 101) και κυμαίνεται κ.μ.ό μεταξύ των 42–46 mm ύψους βροχής. Η μέγιστη τιμή της παραμέτρου (45.9 mm) εντοπίζεται στην ΠΧΤ7 (Λόφοι Μαρκάτι Ριμπάρι) και η ελάχιστη αυτής (41.3 mm) στην ΠΧΤ8 (Νησίδα Πάτροκλος).

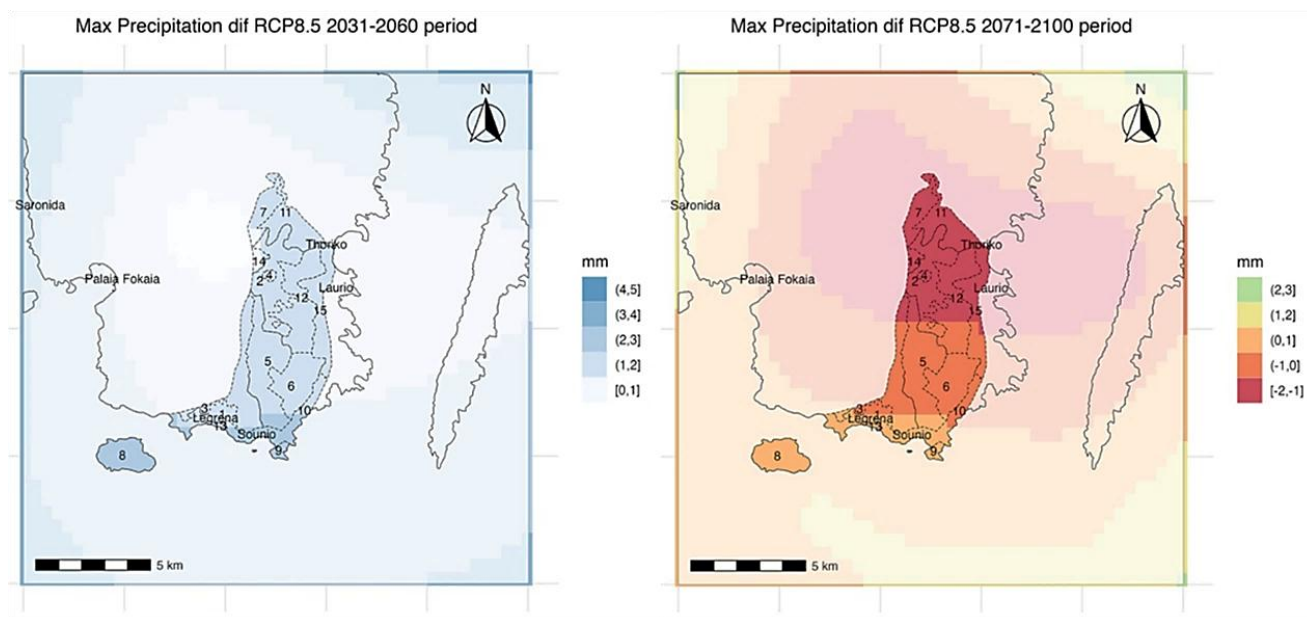


Εικόνα 101. Μέγιστη βροχόπτωση 24ώρου (PRMAX, mm) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).

Σύμφωνα με την χωρική ανάλυση των δεδομένων, και στις δυο μελετώμενες περιόδους των σεναρίων RCP4.5 (Εικόνα 102) και RCP8.5 (Εικόνα 103) δεν προβλέπονται σημαντικές διαφοροποιήσεις της PRMAX σε σχέση με τη Ref, δεδομένων των κ.μ.ό. ελάχιστων αυξήσεων της τάξεως των 6–7mm και 1–2.4mm (περιπτώσεις P1 RCP4.5 και P1 RCP8.5, αντίστοιχα) και μειώσεων έως τα 2.6mm και έως τα 1.6mm (περιπτώσεις P2 RCP4.5 και P2 RCP8.5, αντίστοιχα).



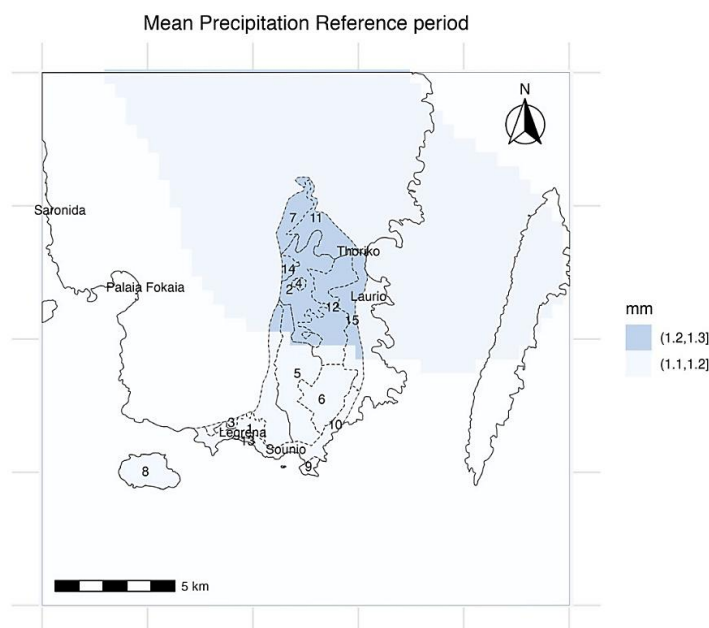
Εικόνα 102. Διαφορά μέγιστης βροχόπτωσης 24ώρου (PRMAX, mm) 1^{ης} (αριστερά) και 2^{ης} (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP4.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).



Εικόνα 103. Διαφορά μέγιστης βροχόπτωσης 24ώρου (PRMAX, mm) 1^{ης} (αριστερά) και 2^{ης} (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).

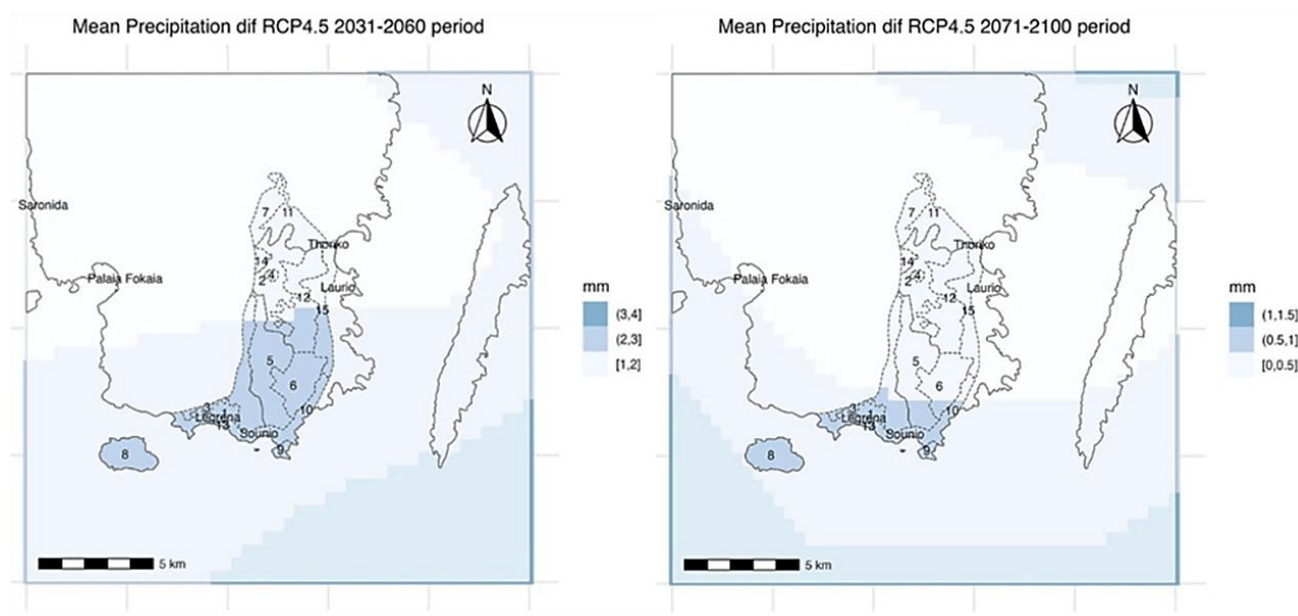
Μέση Βροχόπτωση 24ωρου - PR mean

Όπως και στις παραπάνω παραμέτρους της βροχόπτωσης, έτσι και για την μέση Βροχόπτωση του 24ωρου (PRMEAN) παρατηρούνται στην Ref κοινές κ.μ.ό. τιμές της παραμέτρου (1.1–1.3mm) μεταξύ των περιοχών ενδιαφέροντος σε όλη την έκταση της ΠΜ_ΝΑττ (Εικόνα 104).

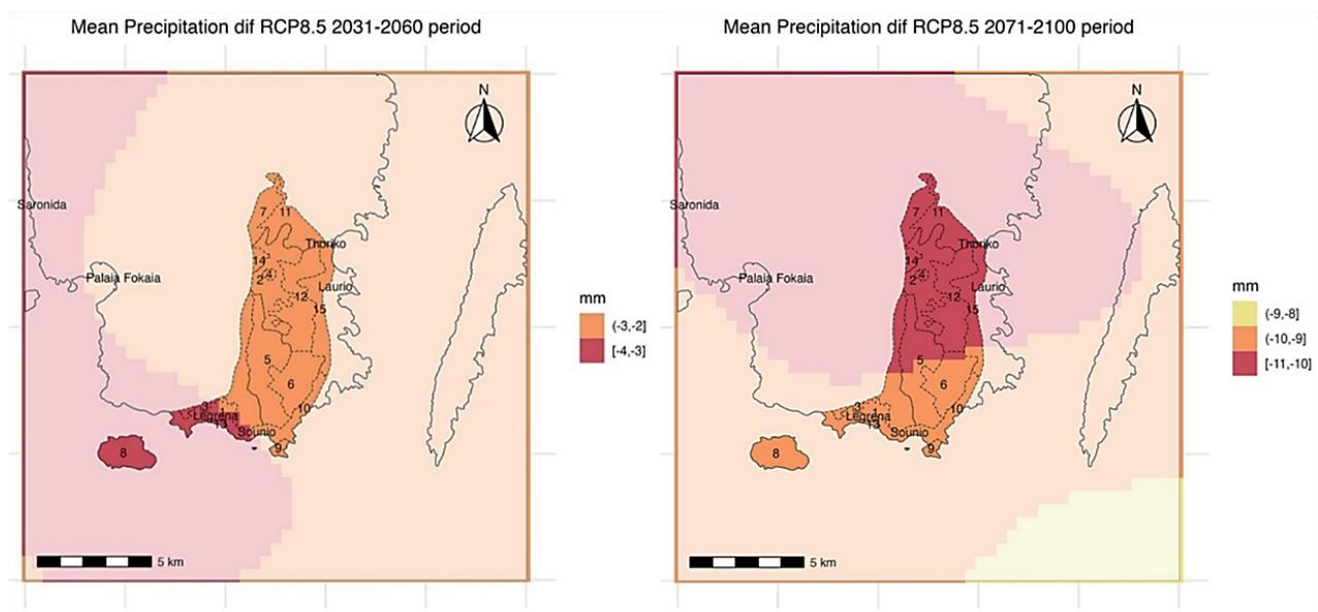


Εικόνα 104. Μέση βροχόπτωση 24ώρου (PRMEAN, mm) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).

Επίσης και εδώ δεν επισημαίνονται μελλοντικές αναμενόμενες διαφοροποιήσεις της PRMEAN σε σχέση με την Ref. Πιο αναλυτικά, τα αποτελέσματα της χωρική ανάλυσης των δεδομένων της PRMEAN, και στις δυο μελετώμενες περιόδους των σεναρίων RCP4.5 (Εικόνα 105) και RCP8.5 (Εικόνα 106) δείχνουν ασήμαντες ουσιαστικά διαφοροποιήσεις σε σχέση με τη Ref. Ελάχιστες αυξήσεις της τάξεως των 1–3mm και 0–1mm στις περιπτώσεις των P1 RCP4.5 και P2 RCP4.5, αντίστοιχα και πολύ μικρές μειώσεις της τάξεως των 2–4mm και 9–11mm για τις περιπτώσεις P1 RCP8.5 και P2 RCP8.5, αντίστοιχα.



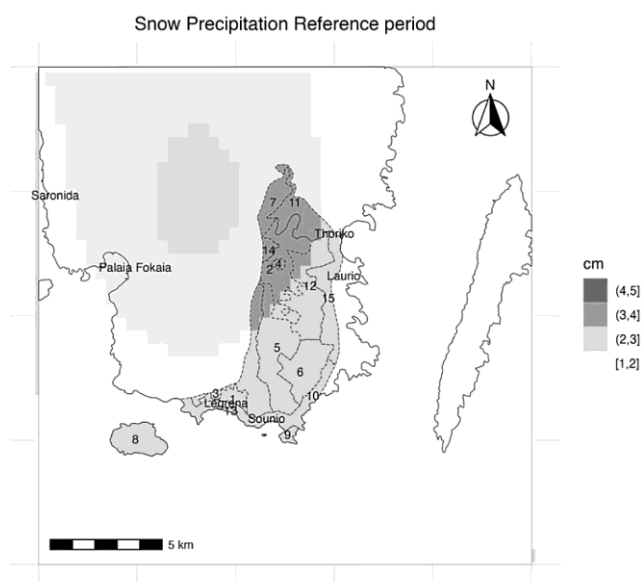
Εικόνα 105. Διαφορά μέσης βροχόπτωσης 24ώρου (PRMEAN, mm) 1^{ης} (αριστερά) και 2^{ης} (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP4.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).



Εικόνα 106. Διαφορά μέσης βροχόπτωσης 24ώρου (PRMEAN, mm) 1^{ης} (αριστερά) και 2^{ης} (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).

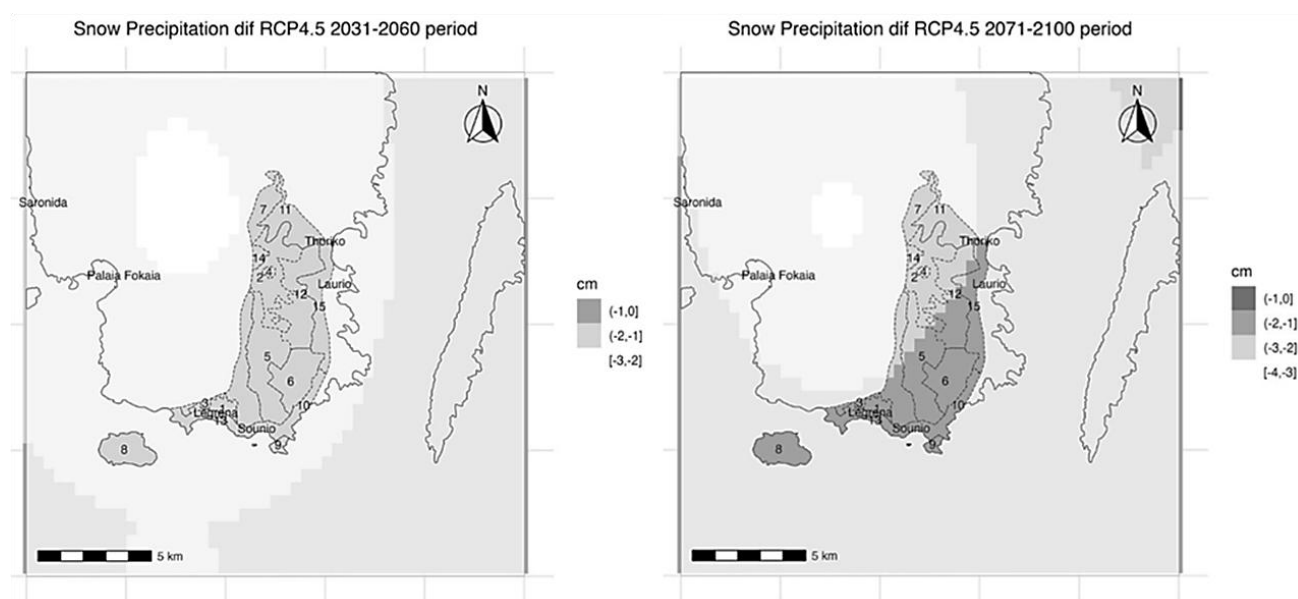
Υψος Χιονιού – PRSN

Για την παράμετρο του ύψους χιονιού διαπιστώνεται ότι για την Ref καταγράφονται μέσες τιμές που κυμαίνονται μεταξύ των 2–3.5cm. Μεταξύ των περιοχών ενδιαφέροντος, σχετικά μεγαλύτερα ύψη χιονιού (>3cm) εμφανίζονται στις ΠΧΤ2 (Δάση και μεταβατικές λοφώδεις εκτάσεις), ΠΧΤ4 (Έγκοιλο Χάος), ΠΧΤ7 (Λόφοι Μαρκάτι Ριμπάρι), ΠΧΤ11 (Πεδινές Αγροτικές εκτάσεις Μαρκάτι), ΠΧΤ14 (Αστικές Περιοχές Αγ. Κωνσταντίνος) του ΒΔ τμήματος της ΠΜ_ΝΑττ με την μέγιστη τιμή (3.8 cm) να καταγράφεται στην βορειότερη ΠΧΤ7 (Εικόνα 108).



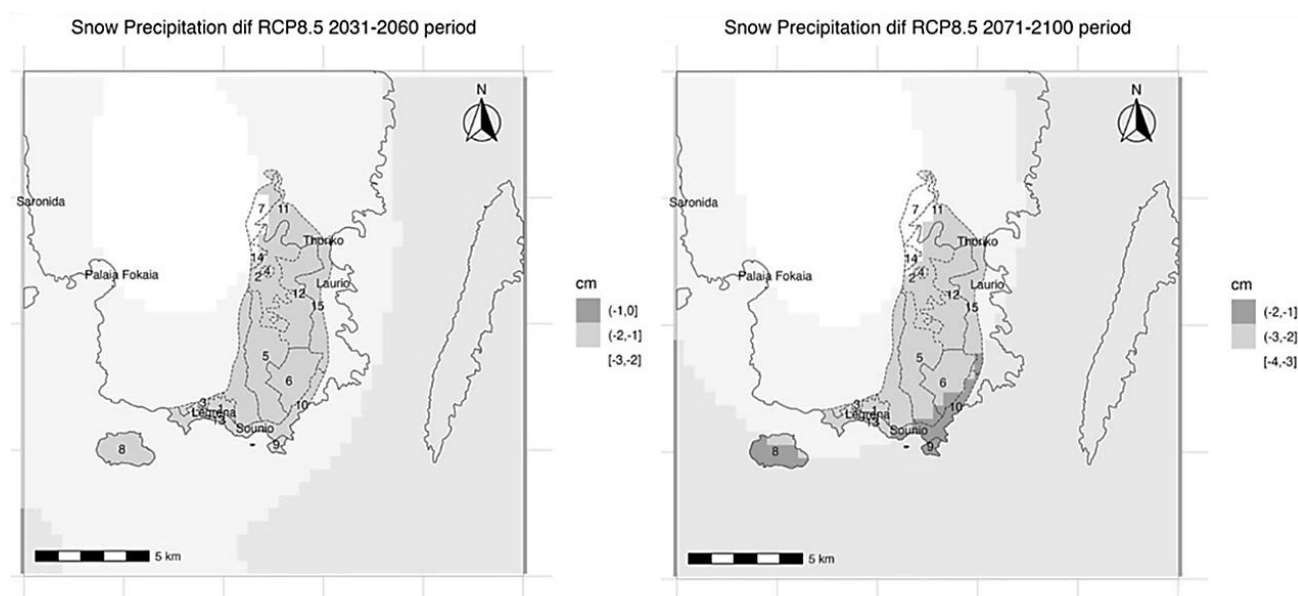
Εικόνα 107. Υψος χιονιού (PRSN, cm) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των προβλέψεων, στα σενάρια RCP4.5 και RCP8.5 αναμένονται μειώσεις του PRSN, σε σχέση με την Ref. Κατά την 1^η και 2^η περίοδο του σεναρίου RCP4.5 (Εικόνα 108) οι μειώσεις ανέρχονται στα 1.1–1.8cm και 1.5–2.5cm κ.μ.ό, αντίστοιχα. Διαφορές της παραμέτρου μεγαλύτερες των 2.5cm προκύπτουν για την μακροπρόθεσμη περίπτωση (P2 RCP4.5) στις ΠΧΤ7, ΠΧΤ11 και ΠΧΤ14, με την ΠΧΤ7 να εμφανίζει την μέγιστη μείωση (2.7cm) σε σχέση με την Ref.



Εικόνα 108. Διαφορά ύψους χιονιού (PRSN, cm) 1ης (αριστερά) και 2ης (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP4.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).

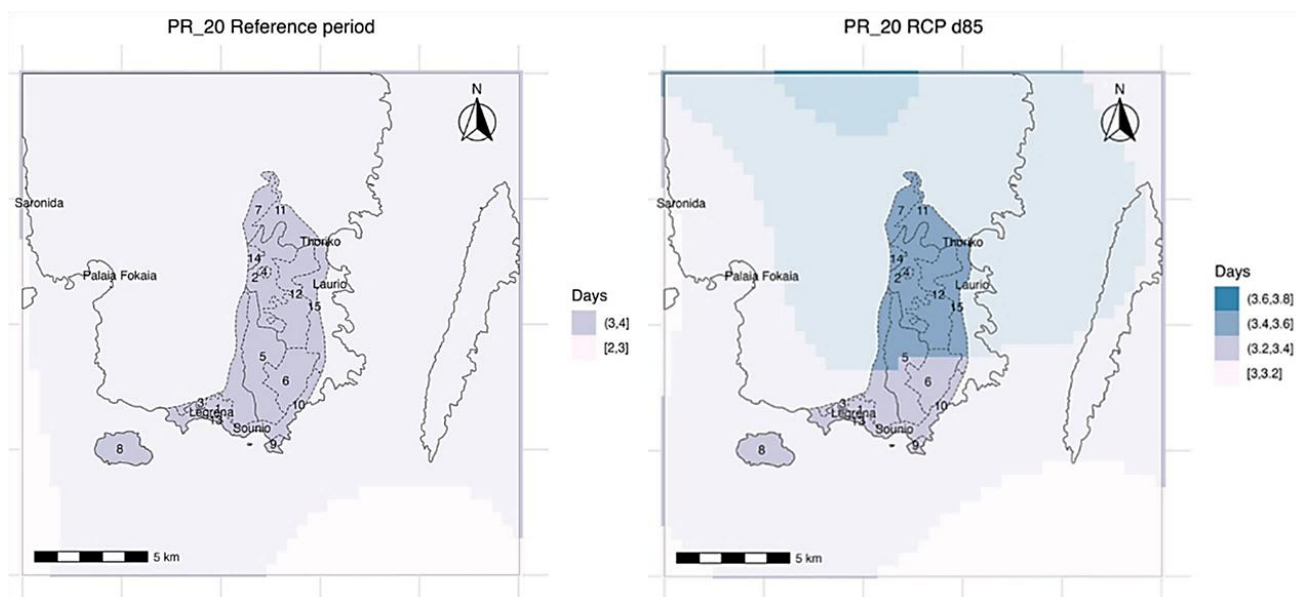
Κατά την 1^η και 2^η περίοδο του σεναρίου RCP8.5 (Εικόνα 109) οι μειώσεις αναμένονται στα 1.2–2.0cm και 1.8–3.1cm κ.μ.ό., αντίστοιχα. Μειώσεις της παραμέτρου μεγαλύτερες των 3.0cm αναμένονται για την περίοδο P2 RCP8.5, στις ίδιες περιοχές με την P2 RCP4.5 (ΠΧΤ7, ΠΧΤ11 και ΠΧΤ14), όπου και εδώ η ΠΧΤ7 προβλέπεται να εμφανίσει τη μέγιστη μείωση (3.4cm) σε σχέση με την Ref.



Εικόνα 109. Διαφορά ύψους χιονιού (PRSN, cm) 1ης (αριστερά) και 2ης (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).

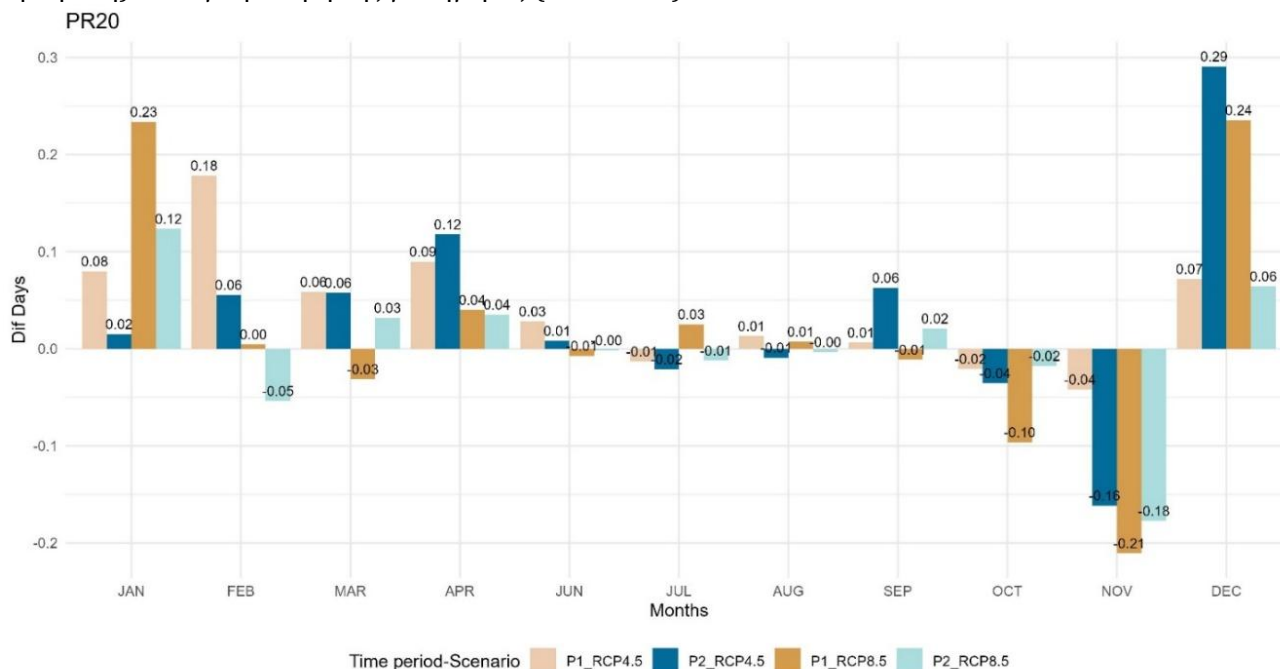
Ημέρες Βροχόπτωσης >20 mm - PR 20

Σε όλη την περιοχή μελέτης κατά την περίοδο αναφοράς Ref, ο ετήσιος αριθμός των ημερών με βροχόπτωση μεγαλύτερη των 20mm (PR20), κυμαίνεται στο εύρος των 3.1–3.5 ημερών, κατά μέσο όρο (Εικόνα 110) με την μέγιστη τιμή της παραμέτρου (3.6 Days) να καταγράφεται στις βόρειες ΠΧΤ7 και ΠΧΤ11, ενώ η ελάχιστη (3.1 Days) στις νότιες ΠΧΤ8 (Νησίδα Πάτροκλος) και ΠΧΤ9 (Νησίδα Σουνίου/Αρχαιολογικός χώρος).



Εικόνα 110. Ημέρες βροχόπτωσης μεγαλύτερης των 20mm (PR20, Days) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000) στα αριστερά και διαφορά ημερών βροχόπτωσης μεγαλύτερης των 20mm (PR20, Days) 2ης περιόδου (2071–2100) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000), στα δεξιά.

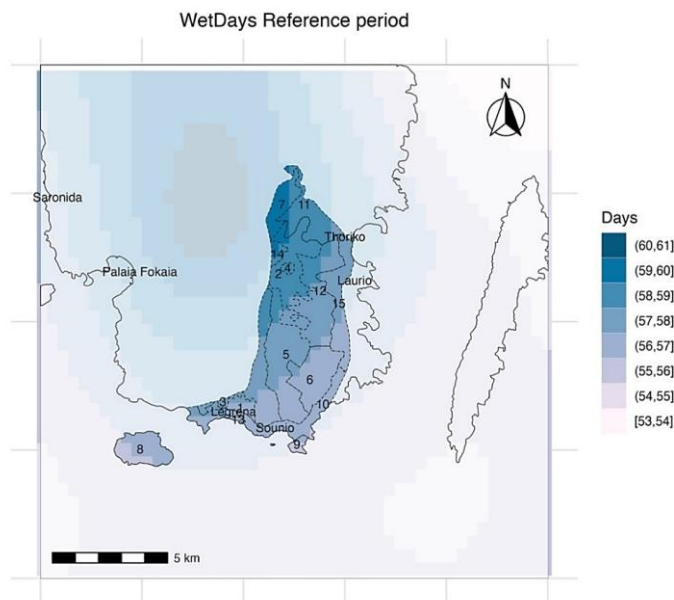
Με βάση την χωρική ανάλυση των δεδομένων των μοντέλων αναμένεται αμελητέα αύξηση της παραμέτρου PR20, συγκριτικά με την περίοδο αναφοράς, σε όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις. Στις περιπτώσεις του RCP4.5 οι εκτιμώμενες αυξήσεις κυμαίνονται ανάμεσα στις 0.4-0.6 ημέρες και κατά την P1 RCP8.5 στις 0.1–0.4 ημέρες. Η μικρότερη διαφοροποίηση διαφαίνεται κατά τη δεύτερη περίοδο του ακραίου RCP8.5 (P2 RCP8.5) όπου η αύξηση της PR20 δεν υπερβαίνει τις 0.2 ημέρες (**Εικόνα 110**). Η αναμενόμενη μεταβολή των ημερών υψηλής βροχόπτωσης (>20 mm) ανά μήνα δε φαίνεται να παρουσιάζουν σημαντική μεταβολή στην περιοχή μελέτης και σε κάθε περίπτωση η μεταβολή (θετική ή αρνητική) είναι μικρότερη της μια ημέρας (**Εικόνα 111**).



Εικόνα 111. Οι διαφορές των ημερών υψηλής βροχόπτωσης ανά μήνα για τα μελλοντικά σενάρια και περιόδους σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (X-Ref) σε ημέρες.

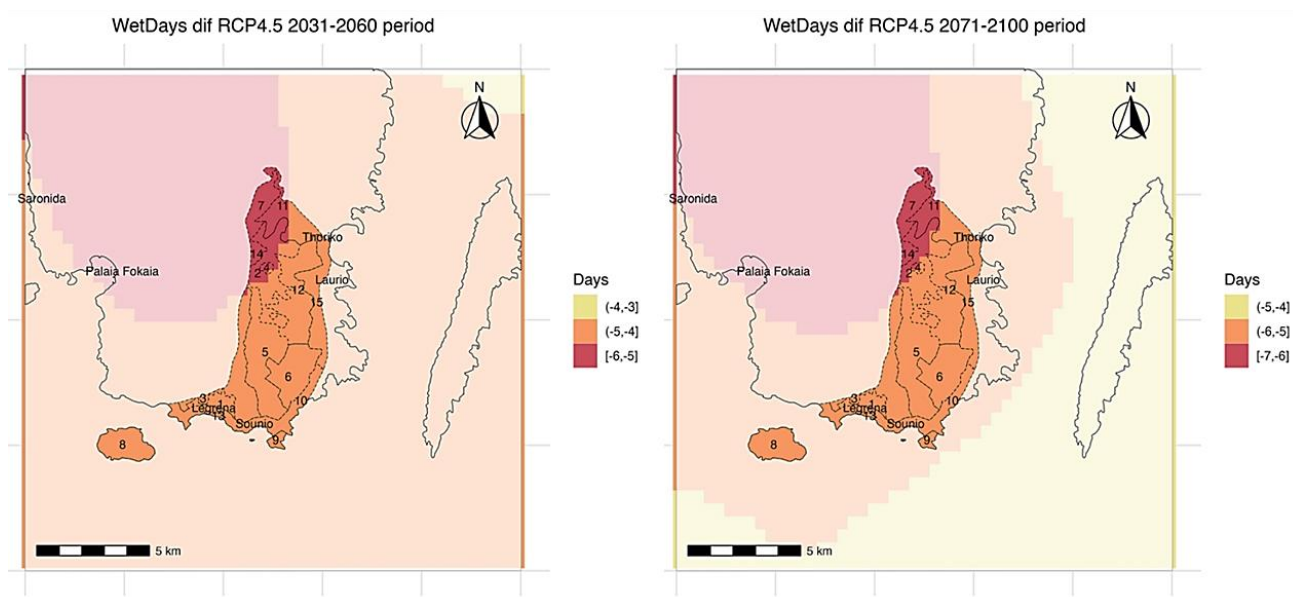
Ημέρες βροχής – Wet Days

Σε όλη την περιοχή μελέτης κατά την περίοδο αναφοράς Ref, ο ετήσιος αριθμός των ημερών βροχής κυμαίνεται στο εύρος των 53-61 ημερών (**Εικόνα 112**), με τις μέγιστες τιμές του δείκτη να καταγράφονται στις ΠΧΤ7 (Λόφοι Μαρκάτι - Ριμπάρι), ΠΧΤ14 (Άγιος Κωνσταντίνος) και τμήματα των περιοχών ΠΧΤ11 (Πεδινές Αγροτικές Εκτάσεις - Μαρκάτι) και ΠΧΤ2 (Δάση και Μεταβατικές Λοφώδεις Εκτάσεις). Οι ελάχιστες τιμές του δείκτη καταγράφονται στο νοτιοανατολικό τμήμα της ΠΜ_ΝΑττ, ιδιαίτερα στις ΠΧΤ8 (Νησίδα Πατρόκλου) και ΠΧΤ9 (Νησίδα Σούνιου) στις 54-56 ημέρες.

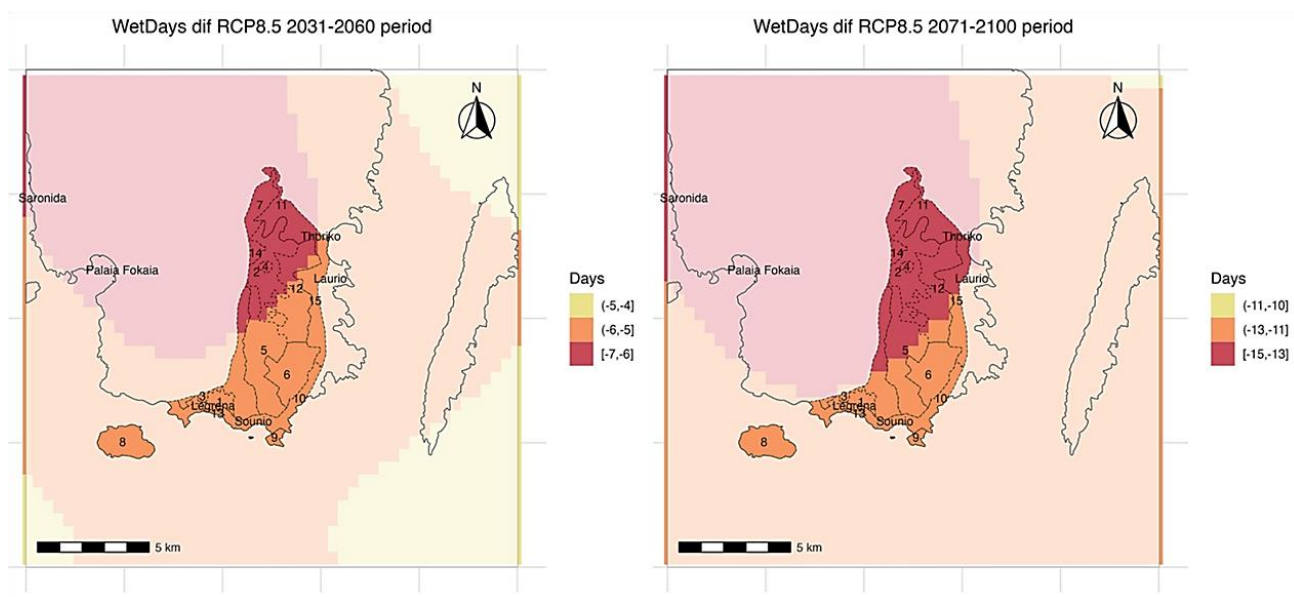


Εικόνα 112. Ημέρες βροχής (Wet Days, Days) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).

Με βάση την χωρική ανάλυση των δεδομένων των μοντέλων αναμένεται μικρή μείωση των τιμών της παραμέτρου ημέρες βροχής, συγκριτικά με την περίοδο αναφοράς, σε όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις. Για το σενάριο RCP4.5 αναμένονται μειώσεις από 3 έως 7 ημέρες (**Εικόνα 113**), για τις P1 και P2 συνδυαστικά, ενώ η μεγαλύτερη διαφοροποίηση σε σχέση με τη Ref σημειώνεται στην P2 του RCP8.5 (15 ημέρες) στις ΠΧΤ2-5, ΠΧΤ7, ΠΧΤ11-12, ΠΧΤ14-15 στα βορειοδυτικά (**Εικόνα 114**).

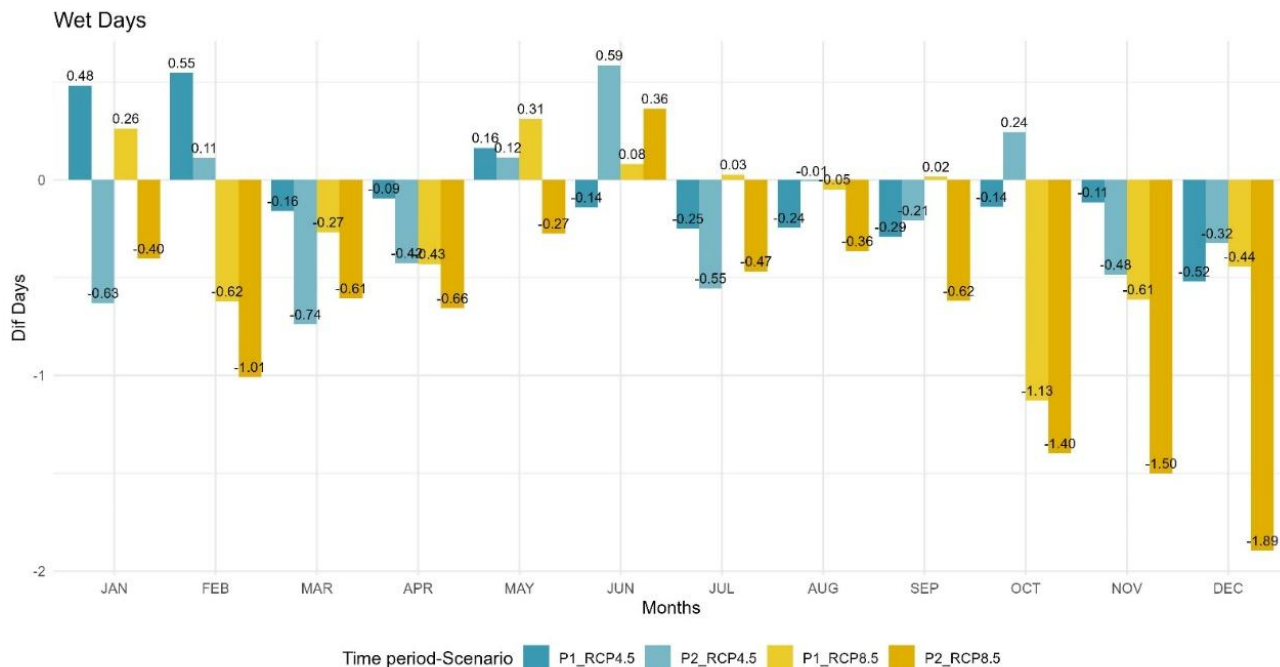


Εικόνα 113. Διαφορά Ημέρες βροχής (Wet Days, Days) 1^{ης} (αριστερά) και 2^{ης} (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP4.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).



Εικόνα 114. Διαφορά ημερών βροχής (Wet Days, Days) 1ης (αριστερά) και 2ης (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).

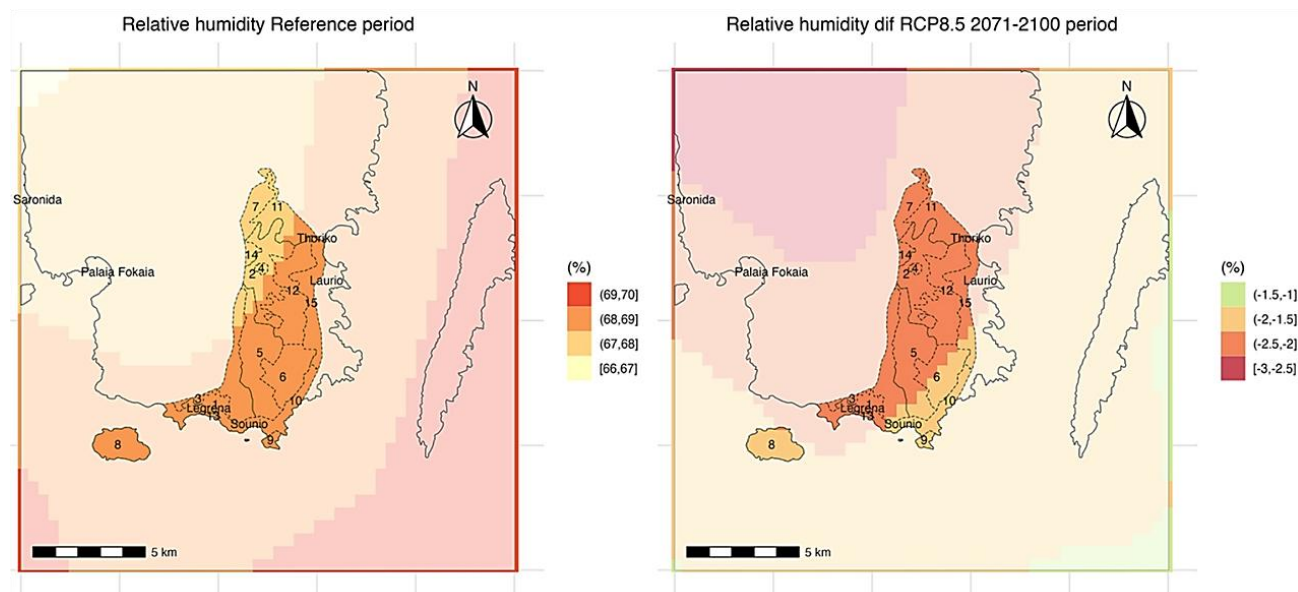
Ο αριθμός των ημερών κατά τις οποίες καταγράφεται βροχόπτωση είναι σημαντική παράμετρος για την εκτίμηση του βιοκλίματος τόσο σε ετήσια όσο και σε μηνιαία βάση. Στο ραβδόγραμμα που ακολουθεί η αναμενόμενη μεταβολή για τους περισσότερους μήνες είναι χαμηλότερες από μια ημέρα που είναι η μονάδα μέτρησης, όμως κατά τους μήνες Οκτώβριο έως και Φεβρουάριο μπορεί να ξεπεράσει η διαφορά την μια ημέρα ανά μήνα (**Εικόνα 115**). Για σχετικά άνυδρα περιβάλλοντα όπως αυτό της περιοχής μελέτης, αυτές οι μεταβολές μπορεί να είναι κρίσιμες για το βιοκλίμα και τις επιπτώσεις στη βλάστηση και στο φυσικό περιβάλλον.



Εικόνα 115. Οι διαφορές ημερών βροχής για τα μελλοντικά σενάρια και περιόδους σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (X-Ref) σε ημέρες.

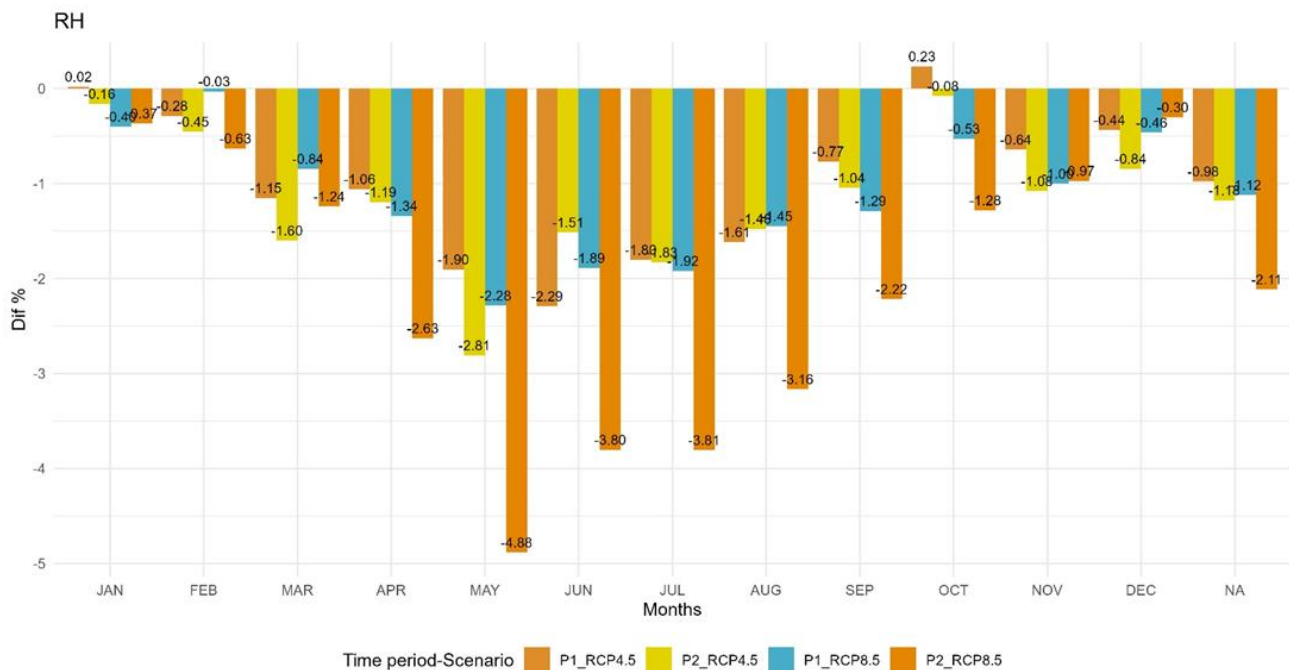
3.5.3. ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ / RELATIVE HUMIDITY (%)

Μικρές αποκλίσεις των επιπέδων Σχετικής Υγρασίας (Relative Humidity: RH) καταγράφονται μεταξύ των περιοχών ενδιαφέροντος, κατά την περίοδο αναφοράς Ref (**Εικόνα 116**). Οι τιμές της παραμέτρου κυμαίνονται στο εύρος μεταξύ των 68% και 70% κατά μέσο όρο (67.7%–68.6%). Μέγιστες τιμές καταγράφονται στις παράκτιες περιοχές ΠΧΤ8 (Νησίδα Πάτροκλος), ΠΧΤ9 (Νησίδα Σουνίου / Αρχαιολογικός χώρος), ΠΧΤ10 (Παράκτια Τουριστική Ζώνη) και ΠΧΤ15 (Αστικές Περιοχές Λαύριο). Στις διερευνώμενες περιπτώσεις P1 RCP4.5, P2 RCP4.5, P1 RCP8.5 και P2 RCP8.5, εκτιμάται πολύ μικρή μείωση των τιμών της παραμέτρου, σε σχέση με την Ref, σε όλη την έκταση της ΠΜ_ΝΑττ. Το εύρος της μείωσης αυτής αναμένεται ελαφρώς υψηλότερο (κατά 1.9% - 2.4%) στην περίπτωση της 2^{ης} περιόδου του δυσμενούς RCP8.5 με τιμές $\geq 2\%$, στο μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής μελέτης (**Εικόνα 116**).



Εικόνα 116. Σχετική Υγρασία (Relative Humidity, %) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000) στα αριστερά και διαφορά Σχετικής Υγρασίας (Relative Humidity, %) 2^{ης} περιόδου (2071–2100) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000) στα δεξιά.

Στο ραβδόγραμμα που ακολουθεί, καταγράφονται οι μηνιαίες μεταβολές της σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας. Αριθμητικά οι τιμές των αναμενόμενων μεταβολών είναι σχετικά μικρές και έτσι δεν είναι εύκολο να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα. Όμως, σχεδόν στο σύνολο των μηνών του έτους φαίνεται πως υπάρχει τάση μείωσης η οποία είναι υψηλότερη κατά τους θερμούς μήνες τους έτους, με υψηλότερη μείωση να αναμένεται κατά τη δεύτερη περίοδο του RCP8.5 του μήνα Μαΐου (**Εικόνα 117**).

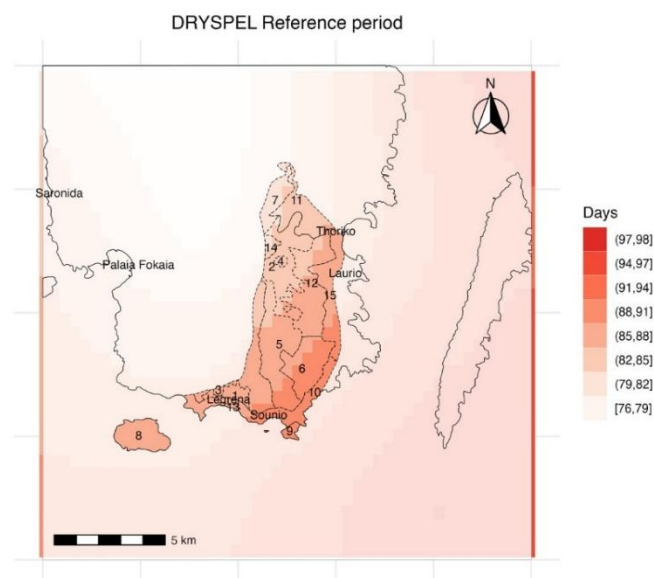


Εικόνα 117. Οι ποσοστιαίες μεταβολές της σχετικής υγρασίας για τα μελλοντικά σενάρια και περιόδους σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (X-Ref) σε ποσοστό %.

3.5.4. ΞΗΡΕΣ ΗΜΕΡΕΣ – DAYS W/ PR<1MM

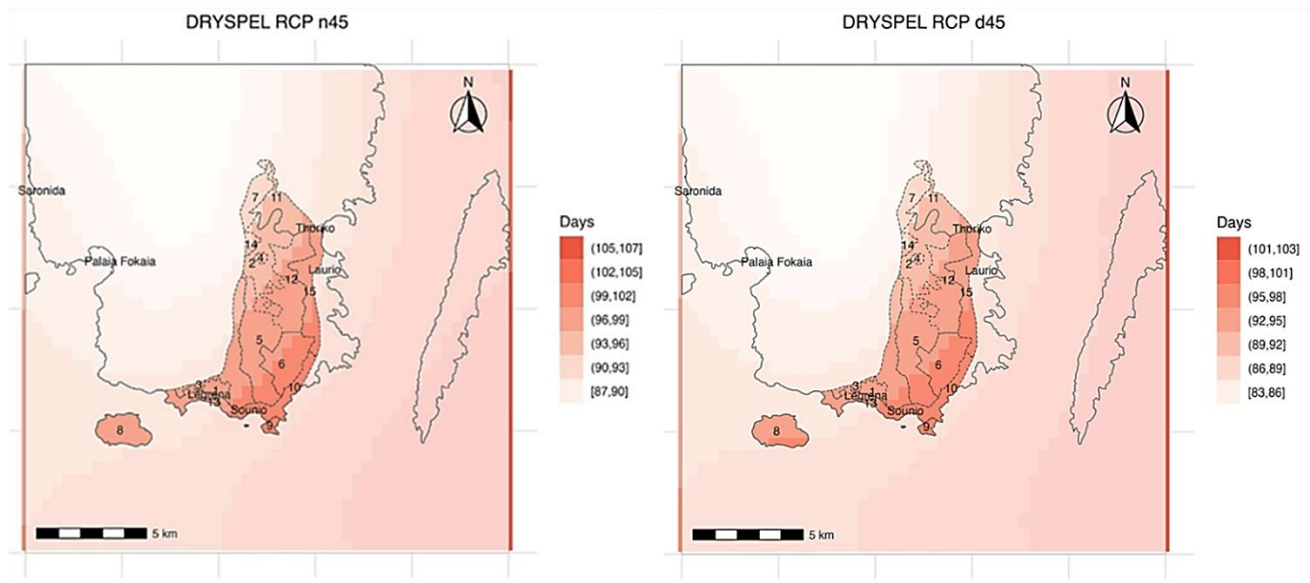
Μέγιστη Διάρκεια Ξηρασίας – Dry Spell

Η μέγιστη διάρκεια διαδοχικών ημερών ανά έτος με $PR < 1mm$ (Dry Spell) για τις περιοχές ενδιαφέροντος κατά την περίοδο αναφοράς Ref (Εικόνα 118) κυμαίνεται μεταξύ των 81.5 και 90 ημερών. Πιο εκτεταμένη μέγιστη διάρκεια ξηρασίας (≥ 88 Days) καταγράφεται στις νοτιότερες περιοχές ΠΧΤ6 (Ημιφυσική έκταση κοιλάδας Αγριλέζας), ΠΧΤ9 (Νησίδα Σουνίου/Αρχαιολογικός χώρος), ΠΧΤ10 (Παράκτια Τουριστική Ζώνη) και προκύπτει συγκριτικά ως λίγο πιο περιορισμένη (≤ 82 Days) βορειότερα στην ΠΧΤ7 (Λόφοι Μαρκάτι Ριμπάρι).



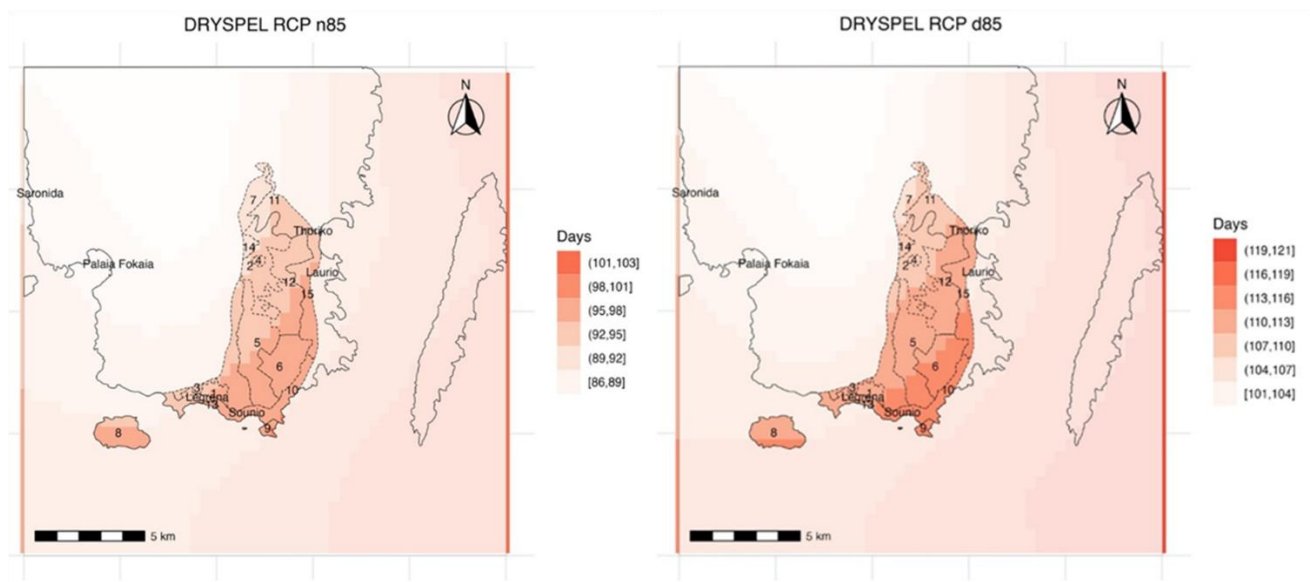
Εικόνα 118. Μέγιστη διάρκεια διαδοχικών ημερών ανά έτος με $PR < 1mm$ (Dry Spell, Days) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).

Σύμφωνα με την χωρική ανάλυση των δεδομένων, και στις δυο μελετώμενες περιόδους των σεναρίων RCP4.5 (Εικόνα 119) και RCP8.5 (Εικόν) αναμένονται σημαντικές αυξήσεις του Dry Spell σε σχέση με τη Ref. Στις διερευνώμενες υποπεριπτώσεις του RCP4.5 προβλέπεται μέση αύξηση κατά διάστημα 11 ημερών και 7–8 ημερών. αντίστοιχα για τις P1 RCP4.5 και P2 RCP4.5.



Εικόνα 119. Διαφορά μέγιστης διάρκειας διαδοχικών ημερών ανά έτος με $PR < 1\text{mm}$ (Dry Spell, Days) 1ης (αριστερά) και 2ης (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP4.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).

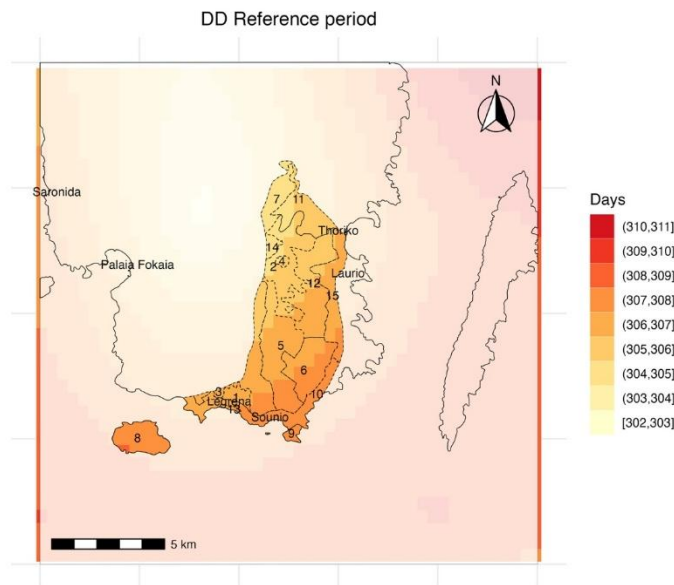
Στις διερευνώμενες υποπεριπτώσεις του ακραίου RCP8.5, προβλέπεται μέση αύξηση κατά διάστημα 8–9 ημερών στην P1 RCP8.5 και 25–26 ημερών στην P2 RCP8.5. Διαπιστώνεται επομένως για την P2 RCP8.5, σε σύγκριση με την P2 RCP4.5 (+7–8 Days), αύξηση κατά τριπλάσιο αριθμό ημερών σε σχέση με την Ref.



Εικόνα 120. Διαφορά μέγιστης διάρκειας διαδοχικών ημερών ανά έτος με $PR < 1\text{mm}$ (Dry Spell, Days) 1ης (αριστερά) και 2ης (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).

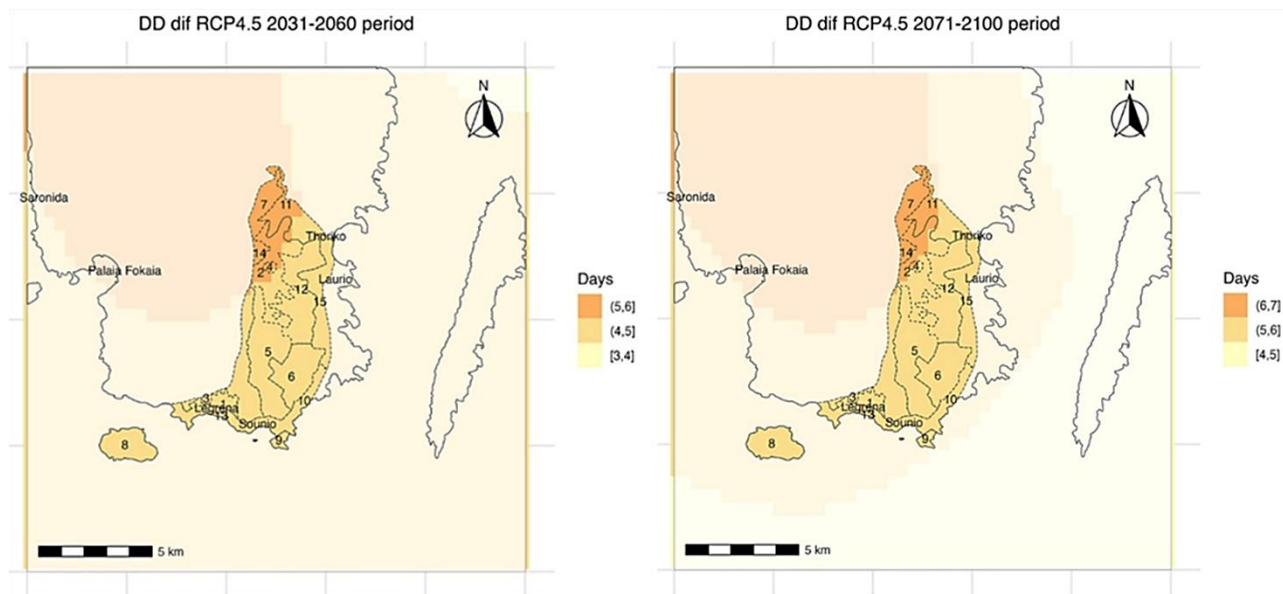
Ημέρες χωρίς Βροχόπτωση – Dry Days

Κατά την περίοδο αναφοράς Ref, ο αριθμός ημερών ανά έτος με $PR < 1\text{mm}$ (DD) παρουσιάζεται με μικρή μεταβλητότητα μεταξύ των περιοχών ενδιαφέροντος και κυμαίνεται, κατά μέσο όρο, μεταξύ των 305 και 308 ημερών (Εικόνα 121).



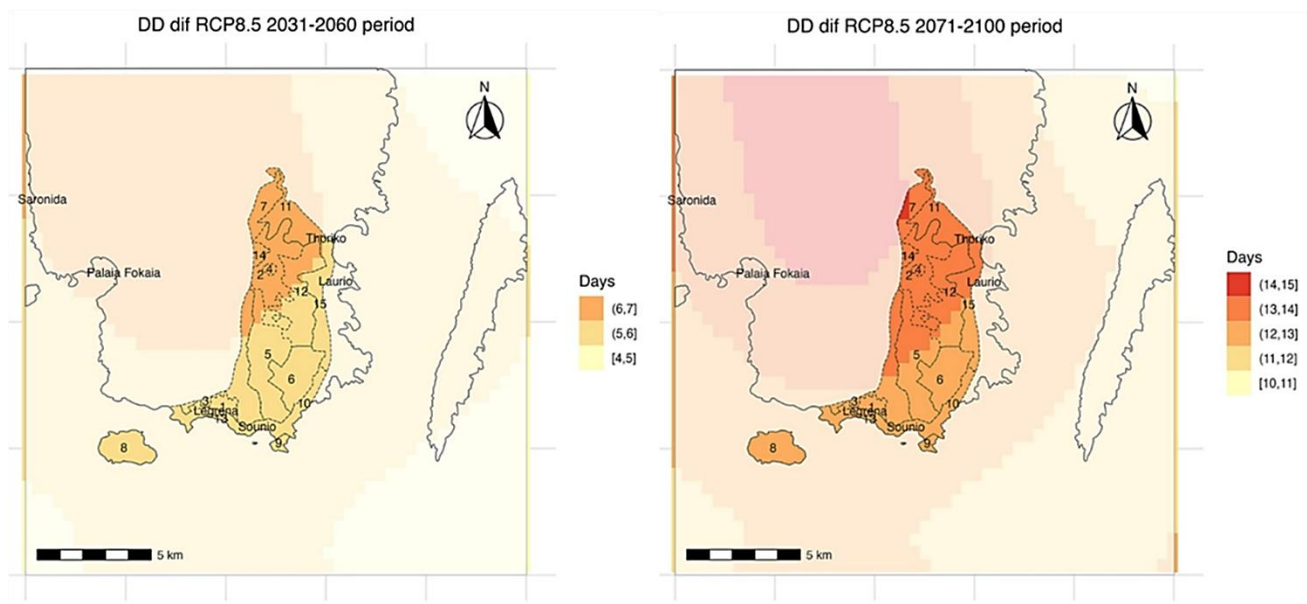
Εικόνα 121. Αριθμός ξηρών ημερών (DD, Days) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).

Με βάση την χωρική ανάλυση των δεδομένων των μοντέλων αναμένεται αμελητέα αύξηση της παραμέτρου DD, συγκριτικά με την περίοδο αναφοράς, σε όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις (P1 RCP4.5, P2 RCP4.5, P1 RCP8.5, P2 RCP8.5). Στις υποπεριπτώσεις του RCP4.5 οι εκτιμώμενες ελάχιστες αυξήσεις, σε σχέση με την Ref, κυμαίνονται στις 4–5 και 5–6 ημέρες, αντίστοιχα για την P1 RCP4.5 (Εικόνα 122) και την P2 RCP4.5 (Εικόνα **Error! Reference source not found.**).



Εικόνα 122. Διαφορά αριθμού ξηρών ημερών (DD, Days) 1^{ης} (αριστερά) και 2^{ης} (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP4.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).

Πολύ μικρές διαφοροποιήσεις αναμένονται και υπό το δυσμενέστερο RCP8.5, όπου εκτιμώνται αυξήσεις της τάξεως των 5–6 ημερών κατά την P1 RCP8.5 (Εικόνα 123) και 12–14 ημερών (Εικόνα **Error! Reference source not found.**), σε σχέση με την Ref, σε μεγαλύτερο βάθος χρόνου (P2 RCP8.5).



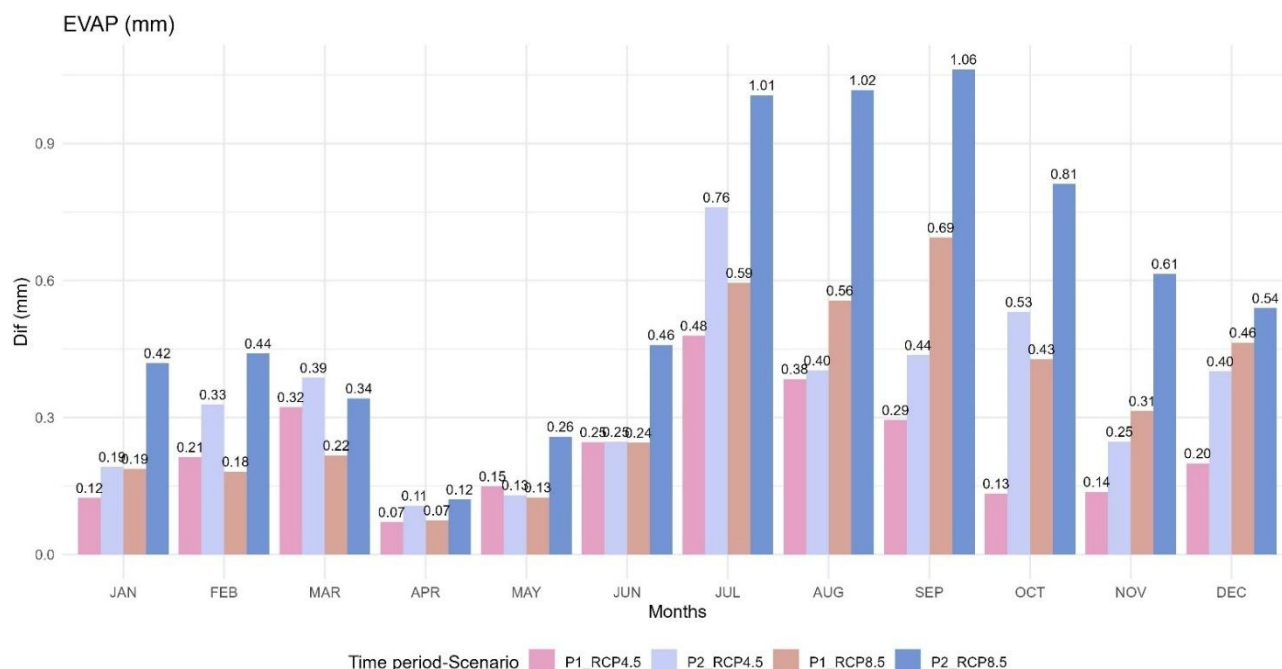
Εικόνα 123. Διαφορά αριθμού ξηρών ημερών (DD, Days) 1ης (αριστερά) και 2ης (δεξιά) περιόδου (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000).

3.5.5. ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ / PET (MM)

Η παράμετρος της εξατμισοδιαπνοής (δυνητικής) είναι από τις πιο κρίσιμες για τους έμβιους οργανισμούς της περιοχής και ειδικότερα για τα φυτά γιατί ποσοτικοποιεί το νερό που δυνητικά θα χαθεί από τη βλάστηση μέσω διαπνοής και την εδαφική επιφάνεια μέσω εξάτμισης. Αυξημένη εξατμισοδιαπνοή σημαίνει αυξημένες ανάγκες σε νερό για τα φυτά.

Στην εικόνα που ακολουθεί είναι σαφής η τάση αύξησης της εξατμισοδιαπνοής σε κάθε σενάριο και σε κάθε μελλοντική χρονική περίοδο. Οι αναμενόμενες μεταβολές είναι μικρού μεγέθους για το σενάριο RCP4.5 ενώ μόνο κατά το σενάριο RCP8.5 κατά τη δεύτερη περίοδο αναμένεται αύξηση που να ξεπερνά το 1mm σε σχέση με την περίοδο αναφοράς. Ποσοτικά οι αναμενόμενες μεταβολές χαρακτηρίζονται μικρές.

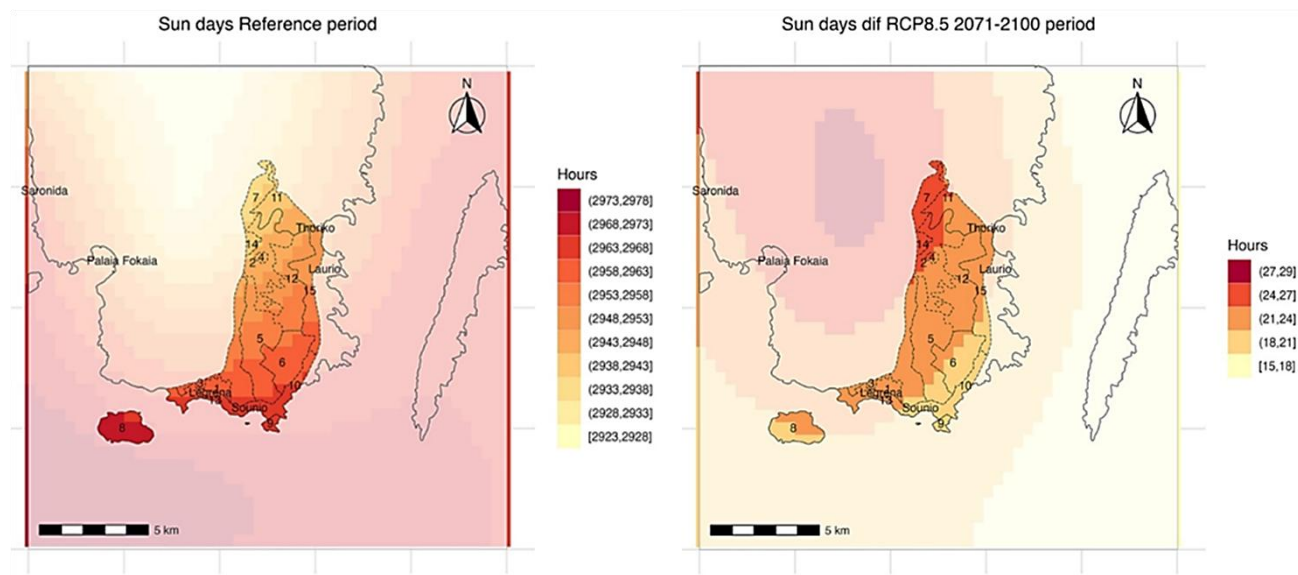
Οι μήνες με την υψηλότερη αναμενόμενη αύξηση της εξατμισοδιαπνοής είναι οι θερμοί μήνες, ιδιαίτερα ο Ιούλιος, ο Αύγουστος και ο Σεπτέμβριος. Κατά αυτό το χρονικό διάστημα συνδυάζονται στην περιοχή υψηλές τιμές θερμοκρασίας και ταχύτητας ανέμου, οι οποίες συμβάλουν στην αύξηση της εξατμισοδιαπνοής. Όμως αναμένονται αυξήσεις και κατά τους φθινοπωρινούς μήνες, έως και τον Δεκέμβριο. Αυτό σημαίνει πως τους κρίσιμους θερμότερους και ξηρότερους μήνες στην περιοχή θα υπάρχει μεγαλύτερη ανάγκη για νερό από τη βλάστηση, τη στιγμή που δε θα είναι διαθέσιμο (με φυσικό τρόπο) και αυτή η καταπόνηση παραμένει για μεγαλύτερο διάστημα από το αναμενόμενο.



Εικόνα 124. Οι διαφορές της εξατμισοδιαπνοής (δυνητικής) για τα μελλοντικά σενάρια και περιόδους σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (X-Ref) σε mm.

3.5.6. ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ / SUNSHINE DURATION (HOURS)

Διαπιστώνεται ότι στην ΠΜ_ΝΑττ. οι τιμές της παραμέτρου των ωρών ηλιοφάνειας (SUND), κατά την Ref, κυμαίνονται, κατά μέσο όρο, μεταξύ των 2938 και 2970 ωρών (Εικόνα 125). Μέγιστος αριθμός ωρών ηλιοφάνειας (2973 hours) καταγράφεται στην ΠΙΧΤ8 (Νησίδα Πάτροκλος).



Εικόνα 125. Διάρκεια ηλιοφάνειας (SUN duration, Hours) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970-2000), στα αριστερά και διαφορά διάρκειας ηλιοφάνειας (SUN duration, Hours) 2ης περιόδου (2071-2100) του RCP8.5 με την περίοδο αναφοράς Ref (1970-2000), στα δεξιά.

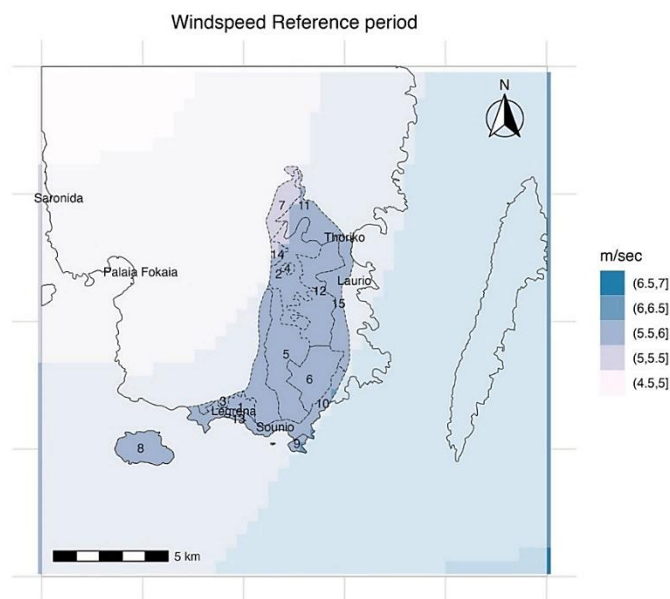
Με βάση την χωρική ανάλυση των δεδομένων των μοντέλων αναμένεται πολύ μικρή αύξηση της διάρκειας ηλιοφάνειας, συγκριτικά με την περίοδο αναφοράς, σε όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις (P1 RCP4.5, P2 RCP4.5, P1 RCP8.5, P2 RCP8.5).

Πιο συγκεκριμένα, στις υποπεριπτώσεις του RCP4.5, οι εκτιμώμενες ελάχιστες αυξήσεις, σε σχέση με την Ref, κυμαίνονται κατά μέσο όρο στις 7–9 και 8–10 ώρες, αντίστοιχα, για την P1 RCP4.5 και την P2 RCP4.5, σε όλη την έκταση της περιοχής μελέτης.

Πολύ μικρές διαφοροποιήσεις αναμένονται, σε σχέση με την Ref, και υπό το ακραίο σενάριο RCP8.5, όπου εκτιμώνται μικρές αυξήσεις της τάξεως των 13–14 ωρών, κατά μέσο όρο, στην P1 RCP8.5 και 20–25 ωρών στην P2 RCP8.5 (Εικόνα **Error! Reference source not found.**), με τη μέγιστη αύξηση (≥ 25 hours) να αναμένεται στις ΠΧΤ2, ΠΧΤ7, ΠΧΤ11 και ΠΧΤ14.

3.5.7. TAXYTHTA ANEMOY / WIND SPEED (M/SEC)

Στην περίοδο αναφοράς Ref, η ταχύτητα του ανέμου (WIND) κυμαίνεται, κατά μέσο όρο, μεταξύ των 5 και 6 Beaufort, ενώ δεν καταγράφεται ιδιαίτερη παραλλακτικότητα των τιμών της παραμέτρου μεταξύ των περιοχών ενδιαφέροντος (Εικόνα 126).



Εικόνα 126. Ταχύτητα ανέμου (Wind Speed, Beaufort) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).

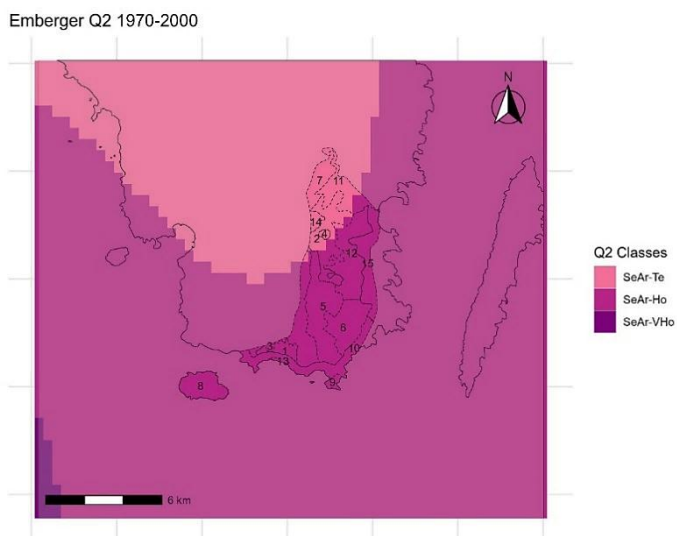
Κατόπιν διεξαγωγής χωρικών αναλύσεων της ταχύτητας ανέμου (WIND) διαπιστώθηκε αμελητέα αύξηση της παραμέτρου, σε σχέση με την Ref, σε όλες τις εξεταζόμενες υποπεριπτώσεις (P1 RCP4.5, P2RCP4.5, P1 RCP8.5, P2RCP8.5). Οι διαφοροποιήσεις αυτές, σε σχέση με την Ref, αφορούν σε μηδενικές σχεδόν αυξήσεις της παραμέτρου, με τη μεγαλύτερη (έως μόλις τα 0.1 Beaufort) να εκτιμάται στην P2 RCP8.5.

3.5.8. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Φυτοκλιματικός δείκτης Emberger (EI ή Q2: Emberger Index)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της χωρικής κατανομής των κατηγοριών φυτοκλίματος του δείκτη Emberger (Q2), η επιφάνεια της περιοχής μελέτης κατά την περίοδο αναφοράς Ref, εμπίπτει σε 2 κατηγορίες φυτοκλίματος: «Ημίξηρο – Ήπιος χειμώνας» (*Semi-arid, Temperate Winter*) και «Ημίξηρο – Θερμός χειμώνας» (*Semi-arid, Hot Winter*) (Εικόνα 127).

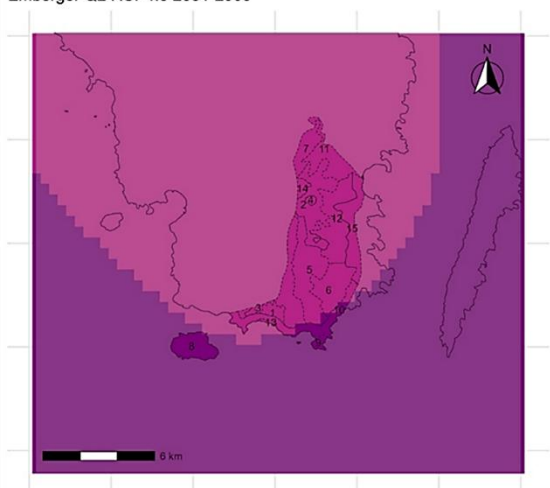
Το μεγαλύτερο τμήμα της ΠΜ_ΝΑττ. (χωρική κατανομή στο 80%) επηρεάζεται από τις περισσότερες ξηροθερμικές συνθήκες «Ημίξηρο – Θερμός χειμώνας». Οι λιγότερες ξηροθερμικές συνθήκες «Ημίξηρο – Ήπιος χειμώνας» χαρακτηρίζουν μικρότερη έκταση (20% της ΠΜ_ΝΑττ) στο βόρειο τμήμα περιοχής μελέτης που απαρτίζεται από τις ΠΧΤ2, ΠΧΤ4, ΠΧΤ7, ΠΧΤ11, ΠΧΤ14.



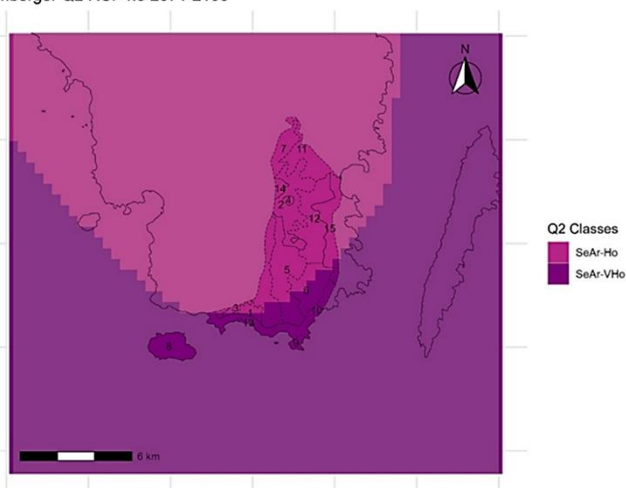
Εικόνα 127. Χωρική κατανομή των κλάσεων του δείκτη Emburger (Q2) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000).

Το φυτοκλιματικό αποτύπωμα στην ΠΜ_ΝΑττ εμφανίζεται τροποποιημένο, σε σχέση με την Ref, ήδη από την 1^η περίοδο του ήπιου σεναρίου RCP4.5 (Εικόνα 128). Είναι εμφανής η τάση εξέλιξης προς τις πιο ξηρές και θερμές συνθήκες, δεδομένης της επέκτασης της κατηγορίας «Ημίξηρο – Θερμός χειμώνας» στο μεγαλύτερο μέρος της περιοχής μελέτης (από 80% στη Ref σε 88% στην P1 RCP4.5). Ταυτόχρονα αναμένεται εξάλειψη της λιγότερο ξηροθερμικής κατηγορίας «Ημίξηρο – Ήπιος χειμώνας» αλλά και η εμφάνιση, για πρώτη φορά, των περισσότερων ξηροθερμικών συνθηκών «Ημίξηρο – Πολύ Θερμός χειμώνας» (12% της ΠΜ_ΝΑττ) της στα νοτιότερα τμήματα της περιοχής μελέτης και πιο συγκεκριμένα στις ΠΧΤ8 (Νησίδα Πάτροκλος), ΠΧΤ9 (Νησίδα Σουνίου/Αρχαιολογικός χώρος) και ΠΧΤ10 (Παράκτια Τουριστική Ζώνη).

Emburger Q2 RCP4.5 2031-2060



Emburger Q2 RCP4.5 2071-2100



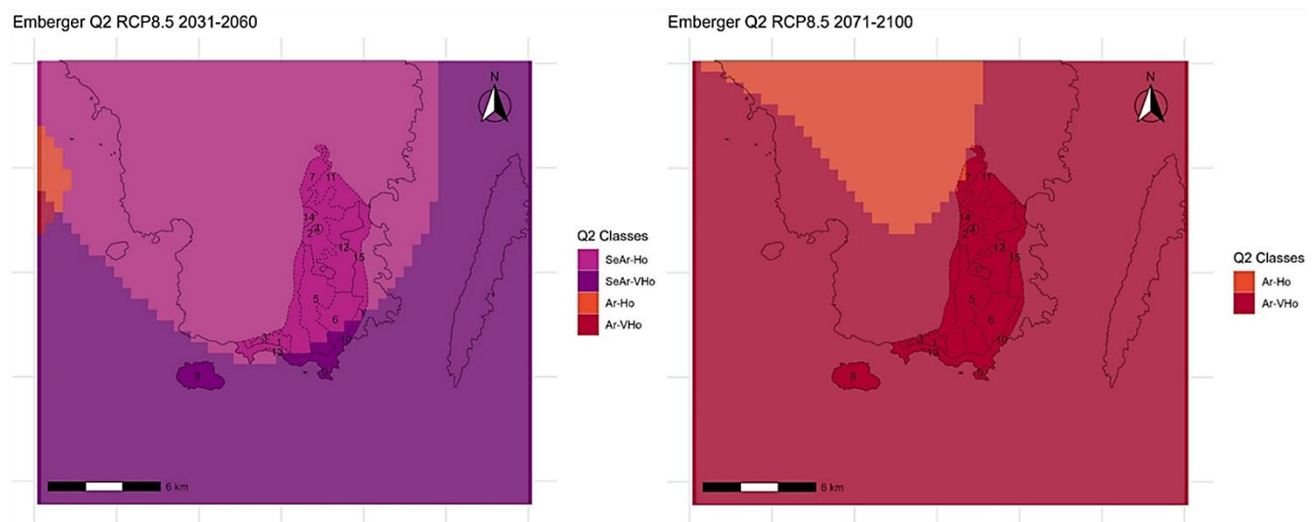
Εικόνα 128. Χωρική κατανομή των κλάσεων του δείκτη Emburger (Q2) κατά την 1^η (αριστερά) και την 2^η (δεξιά) περίοδο (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP4.5.

Κατά τη 2^η περίοδο του ήπιου σεναρίου RCP4.5 (Εικόνα 128), στην περιοχή μελέτης αναμένονται πάλι οι επιδράσεις των κλάσεων «Ημίξηρο – Θερμός χειμώνας» και «Ημίξηρο – Πολύ Θερμός χειμώνας». Ωστόσο, μακροπρόθεσμα, περισσότερες περιοχές εμφανίζονται ως πιθανώς επηρεαζόμενες από τις πιο ξηροθερμικές συνθήκες «Ημίξηρο – Πολύ Θερμός χειμώνας» (από 12% στην P1 RCP4.5 σε 31% P2 RCP4.5). Οι περιοχές αυτές καταλαμβάνουν το νότιο τμήμα της ΠΜ_ΝΑττ, το οποίο πέραν των ΠΧΤ8, ΠΧΤ9 και ΠΧΤ10 (περίπτωση P1 RCP4.5) εμπεριέχει τώρα και τις ΠΧΤ6 (Ημιφυσική έκταση κοιλάδας Αγριλέζας) και ΠΧΤ13 (Υγρότοπος Λεγραιών).

Το προβλεπόμενο φυτοκλιματικό αποτύπωμα στην ΠΜ_ΝΑττ, κατά την 1^η περίοδο του ακραίου σεναρίου RCP8.5, εμφανίζει ομοιότητες (Εικόνα 129) με την αντίστοιχη 1^η περίοδο του ήπιου σεναρίου RCP4.5 (Εικόνα 128).

Η στροφή, σε σχέση με την Ref προς τις πιο ξηρές και θερμές συνθήκες είναι ευδιάκριτη και εδώ όπου αναμένεται η επίδραση της κατηγορίας «Ημίξηρο – Θερμός χειμώνας» χωρικά πιο εκτεταμένη στο μεγαλύτερο μέρος της περιοχής μελέτης (83% στην P1 RCP8.5, λίγο μικρότερο ποσοστό σε σχέση με το 88% στην P1 RCP4.5).

Επίσης και εδώ οι περισσότερες ξηροθερμικές συνθήκες «Ημίξηρο – Πολύ Θερμός χειμώνας» (17% στην P1 RCP8.5, λίγο υψηλότερο ποσοστό σε σχέση με το 12% στην P1 RCP4.5) εντοπίζονται στα νοτιότερα τμήματα της ΠΜ_ΝΑττ και πιο συγκεκριμένα στις ΠΧΤ8 (Νησίδα Πάτροκλος), ΠΧΤ9 (Νησίδα Σουνίου/Αρχαιολογικός χώρος) και ΠΧΤ10 (Παράκτια Τουριστική Ζώνη).



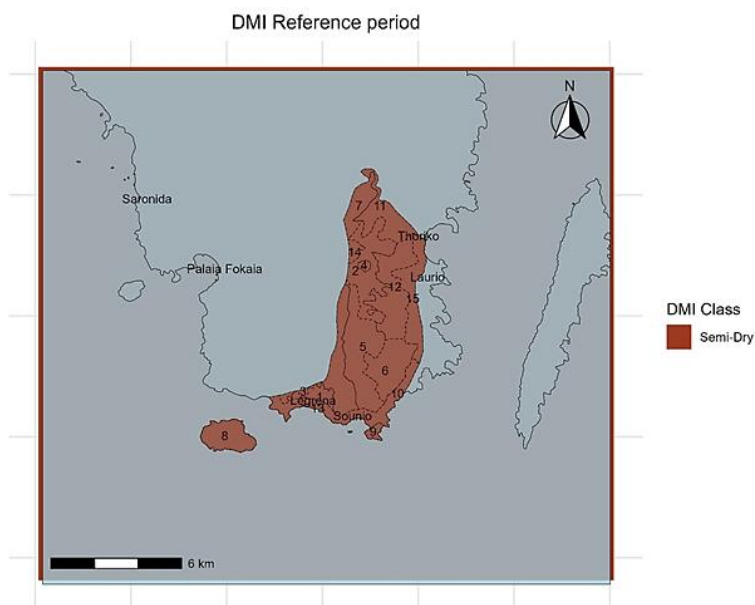
Εικόνα 129. Χωρική κατανομή των κλάσεων του δείκτη Emburger (Q2) κατά την 1^η(αριστερά) και τη 2^η(δεξιά) περίοδο (2031–2060 και 2071–2100, αντίστοιχα) του RCP8.5.

Η κρίσιμη επίδραση του ακραίου σεναρίου RCP8.5 είναι περισσότερο εμφανής μέχρι το έτος 2100, όπου αναμένεται το σύνολο της περιοχής μελέτης (99%) να εμπίπτει στην ακόμη περισσότερο ξηροθερμική κατηγορία «Ξηρό – Πολύ θερμός χειμώνας» (Εικόνα 129).

Βιοκλιματικός δείκτης Martonne (DMI)

Με βάση τα αποτελέσματα χωρικής κατανομής των κλάσεων του δείκτη de Martonne (DMI), όλη η περιοχή μελέτης ΠΜ_ΝΑττ., κατά την περίοδο αναφοράς Ref, εμπίπτει στον χαρακτηρισμό του «Ημιορημικού» (Semi-Dry) βιοκλίματος. Το «Ημιορημικό» βιοκλίμα φαίνεται να επικρατεί στην περιοχή μελέτης ανεξαρτήτως της διερευνώμενης χρονικής περιόδου και κλιματικού σεναρίου, δηλαδή για όλες τις υποπεριπτώσεις P1 RCP4.5, P2RCP4.5, P1 RCP8.5, P2RCP8.5 (Εικόνα 130).

Οι ημιορημικές συνθήκες του παρόντος υποδεικνύουν αυξημένες υδατικές απαιτήσεις των εν γένει φυτικών διαπλάσεων και την ανάγκη εφαρμογής άρδευσης ως προϋποθέσεων για τη βιωσιμότητα και απόδοση των γεωργικών καλλιεργειών. Όπως προκύπτει, το υδατικό στρες των φυσικών διαπλάσεων και η απαραίτητη άρδευση ως μέσου πλήρωσης των υδατικών απαιτήσεων των καλλιεργειών αποτελούν, για τη διερευνώμενη περιοχή, μόνιμες προκλήσεις βραχυπρόθεσμα αλλά και μακροπρόθεσμα.

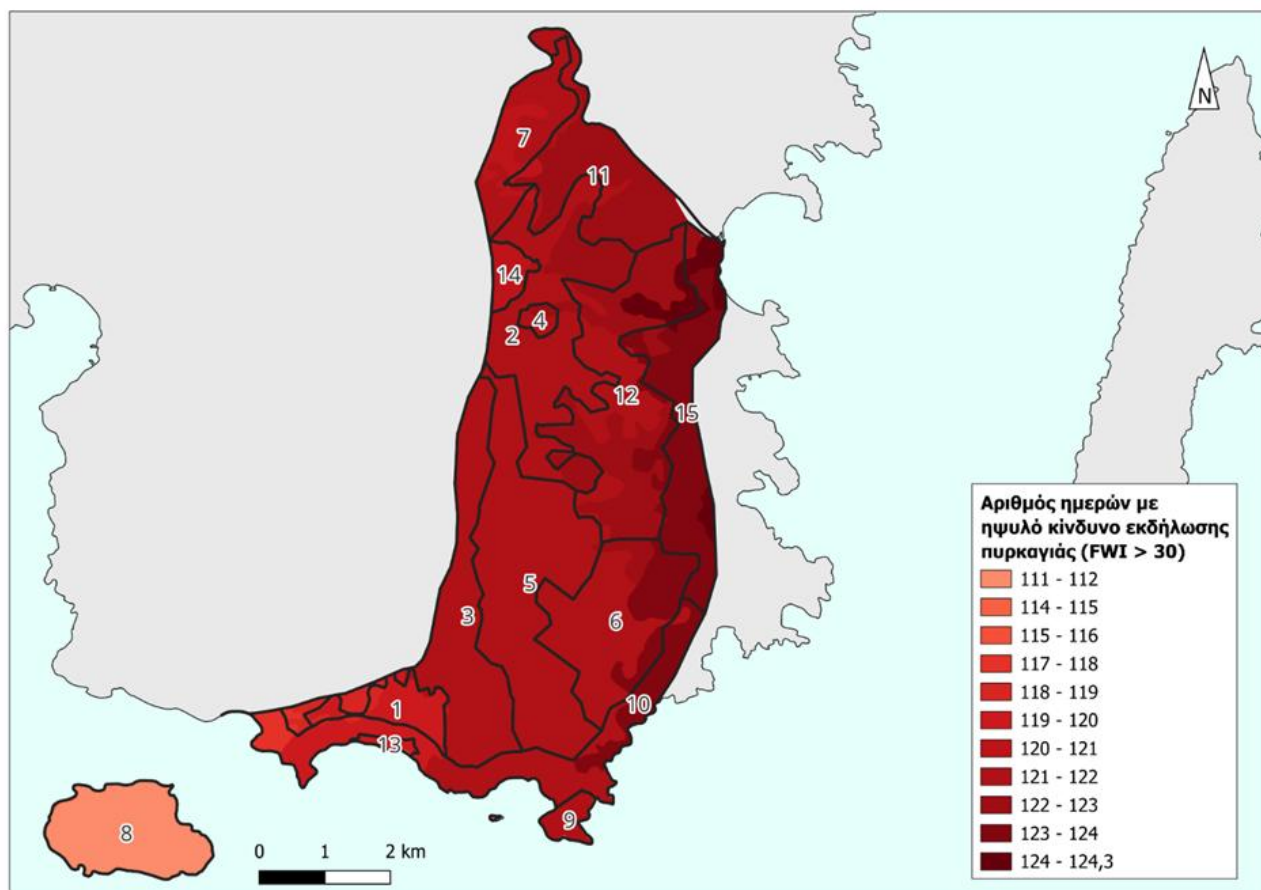


Εικόνα 130. Χωρική κατανομή των κλάσεων του δείκτη de Martonne (DMI) κατά την περίοδο αναφοράς (Ref: 1970–2000), αλλά και όλα τα σενάρια (RCP4.5 και RCP8.5) και τις χρονικές περιόδους (2031-2060, 2071-2100).

3.5.9. ΗΜΕΡΕΣ ΜΕ ΥΨΗΛΟ ΚΙΝΔΥΝΟ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ - FIRE DANGER DAYS (FWI>30)

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης σε σχέση με κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς, φανερώνουν ότι το σύνολο της περιοχής μελέτης έχει μεγαλύτερο των 111 ημερών υψηλό κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς, με εύρος μέχρι και τις 124,3 ημέρες (Εικόνα 131). Ταυτόχρονα, η συντριπτική πλειοψηφία της περιοχής μελέτης έχει τιμή του δείκτη μεγαλύτερο από 121 ημέρες. Σχετικά με τις μονάδες βλάστησης – χρήσης στην περιοχή (3.3.1) τα αποτελέσματα για τη μέση τιμή του δείκτη FWI είναι:

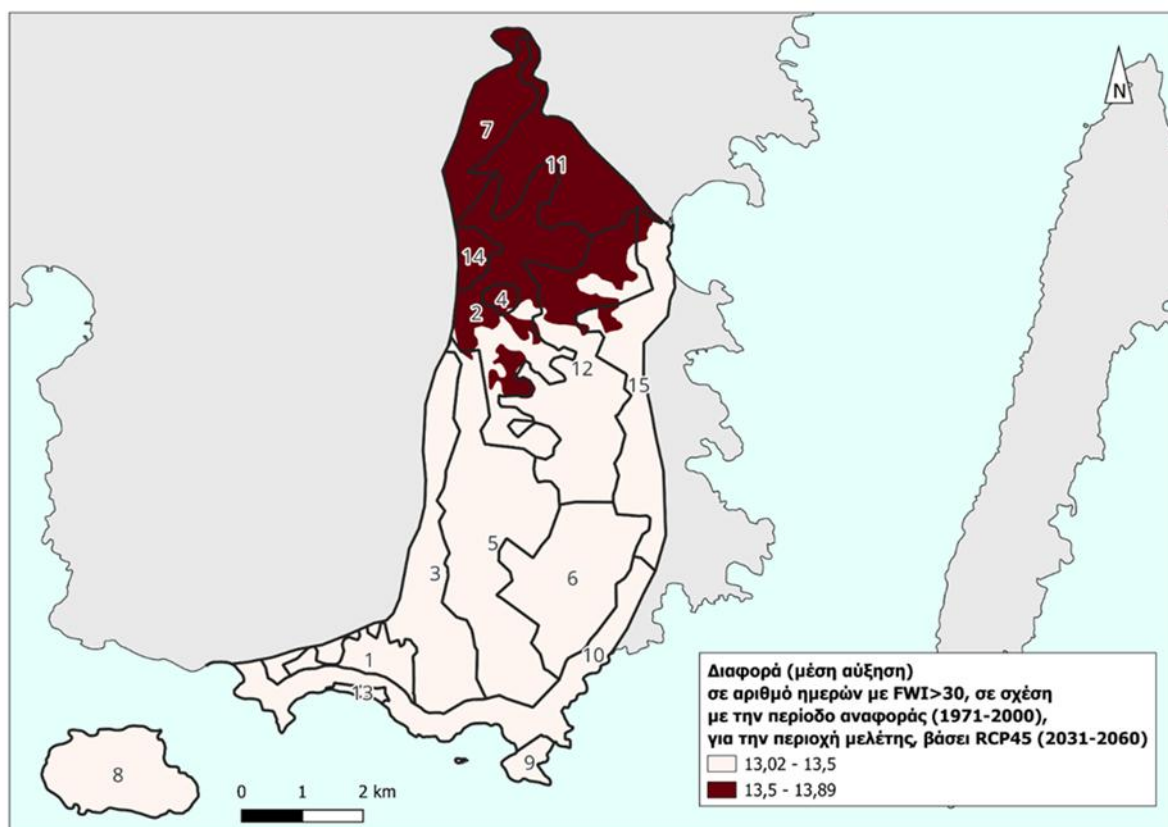
- Ασυνεχής αστικός ιστός: 121,35 ημέρες.
- Βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες: 123,76 ημέρες.
- Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής: 121,51 ημέρες.
- Ελαιώνες: 124,36 ημέρες.
- Λιβάδια: 122,82 ημέρες.
- Σύνθετες καλλιέργειες: 121,19 ημέρες
- Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης: 120,12 ημέρες.
- Δάσος κωνοφόρων: 122,59 ημέρες.
- Μικτό δάσος: 121,42 ημέρες.
- Φυσικοί βοσκότοποι: 116,59 ημέρες.
- Σκληροφυλλική βλάστηση: 119,47 ημέρες.
- Εκτάσεις με αραιή βλάστηση: 114,99 ημέρες.
- Θάλασσες και ωκεανοί: 112,50 ημέρες.



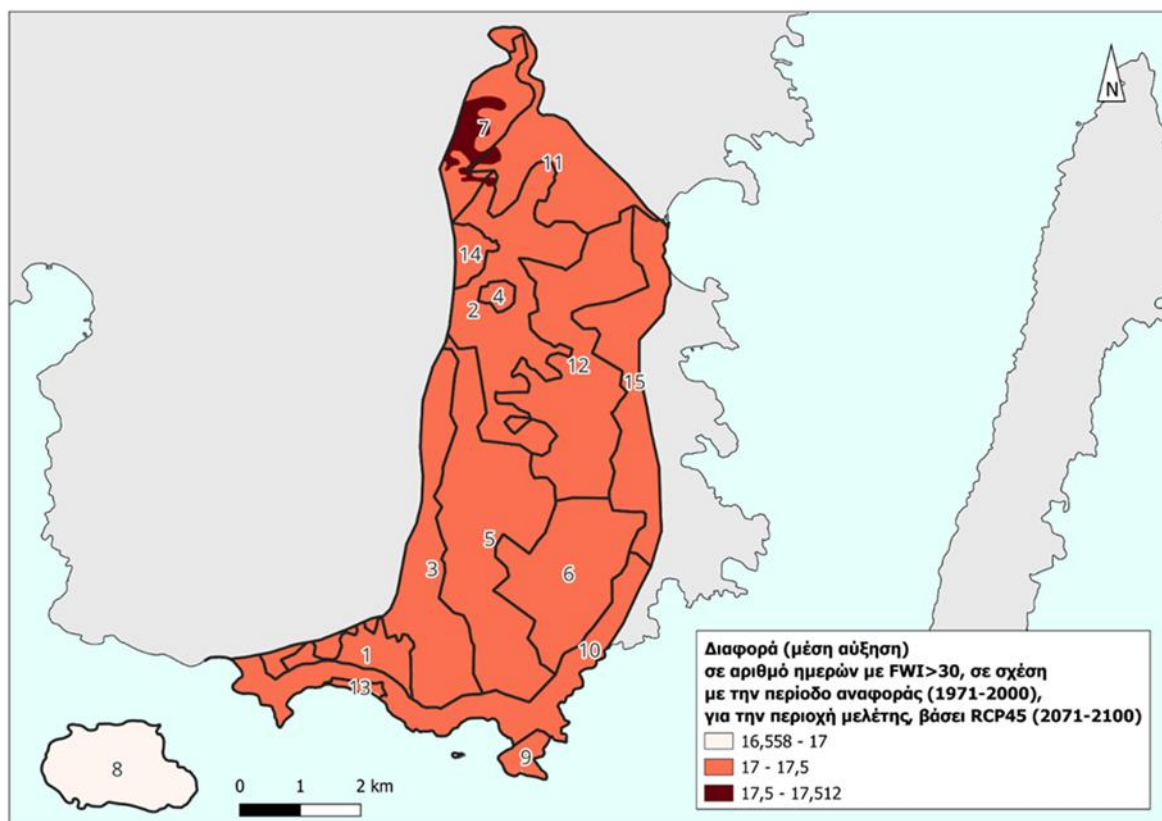
Εικόνα 131. Κατανομή του δείκτη FWI (>30), για την περίοδο αναφοράς, προσαρμοσμένος ανά μονάδα βλάστησης – χρήσης γης, χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή του δείκτη, για κάθε πολύγωνο μονάδας βλάστησης – χρήσης γης, στην περιοχή μελέτης, για την περίοδο αναφοράς 1971-2000.

Σύμφωνα με τα σενάρια κλιματικών μεταβολών, για την περίοδο 2031-2060 και για το ενδιάμεσο σενάριο (RCP4.5), το εύρος της μεταβολής στην περιοχή μελέτης σε σχέση με τη Ref είναι από 13,02 έως 13,5 ημέρες (Εικόνα 132). Η μεγαλύτερη μεταβολή καταγράφεται στο βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης και κύρια στις ΠΧΤ2 «Δάση και μεταβατικές λοφώδεις εκτάσεις», ΠΧΤ7 «Λόφοι Μαρκάτι Ριμπάρι», ΠΧΤ11 «Πεδινές Αγροτικές εκτάσεις Μαρκάτι», και ΠΧΤ14 «Αστικές Περιοχές Αγ. Κωνσταντίνος». Στην 2^η χρονική περίοδο (2071-2100), στο ίδιο σενάριο, το εύρος της μεταβολής είναι από 16,55 έως 17,51 ημέρες (Εικόνα 133). Η μεγαλύτερη μεταβολή καταγράφεται στο βόρειο – βορειοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης και συγκριμένα στις ΠΧΤ7 «Λόφοι Μαρκάτι Ριμπάρι», ΠΧΤ11 «Πεδινές Αγροτικές εκτάσεις Μαρκάτι» και ΠΧΤ2 «Δάση και μεταβατικές λοφώδεις εκτάσεις».

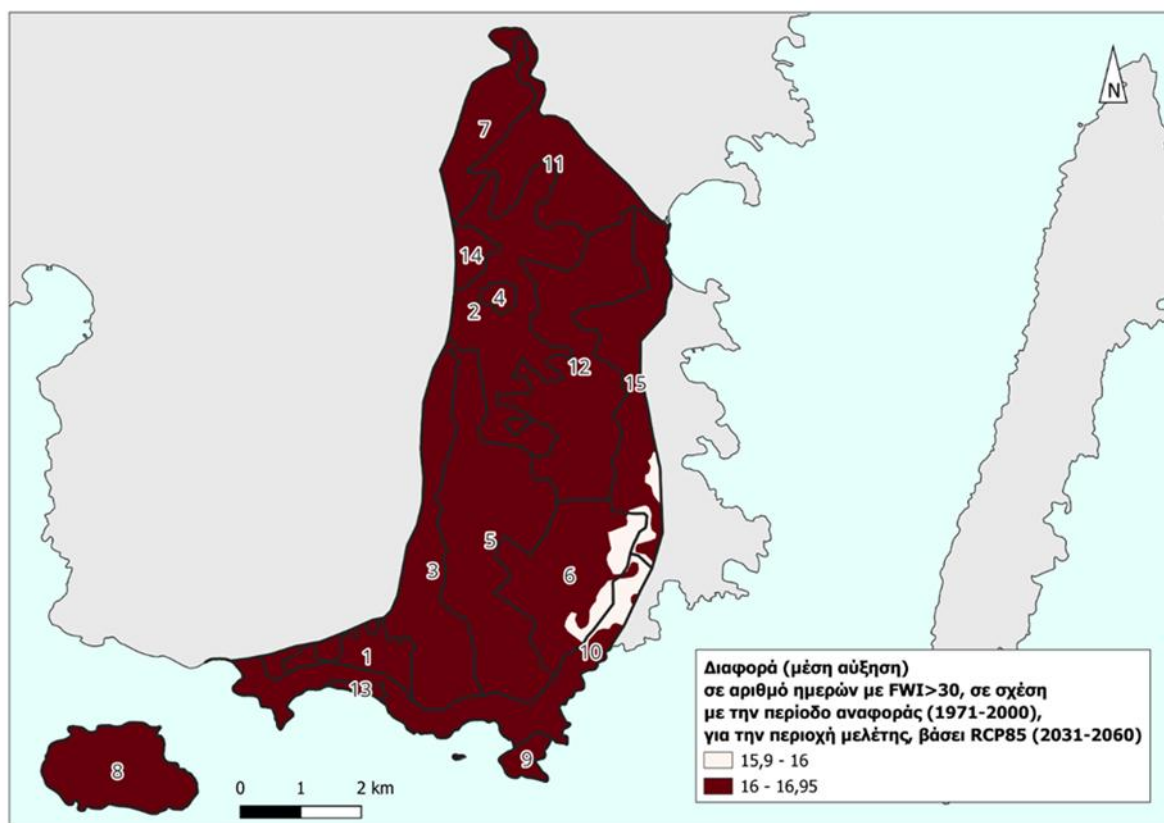
Στο δυσμενέστερο σενάριο (RCP8.5), κατά την 1^η χρονική περίοδο (2031-2060) η μεταβολή σε σχέση με την περίοδο αναφοράς Ref, αυξάνεται σε όλη την περιοχή και το εύρος της είναι από 15,9 έως 16,95 ημέρες (Εικόνα 134). Οι περιοχές με τις μικρότερες μεταβολές (15,9-16) καταγράφονται στο ανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης: ΠΧΤ6 «Ημιφυσική έκταση κοιλάδας Αγριλέζας», ΠΧΤ10 «Παράκτια Τουριστική Ζώνη» και ΠΧΤ15 «Αστικές Περιοχές Λαύριο». Κατά τη 2^η χρονική περίοδο (2071-2100) για το ίδιο σενάριο, η μεταβολή αυξάνεται σημαντικά σε όλη την περιοχή και το εύρος της μεταβολής είναι από 32,65 έως 34,51 ημέρες (Error! Reference source not found.). Οι περιοχές με τις μικρότερες, αλλά ταυτόχρονα πολύ σημαντικές μεταβολές (> 32 ημερών), είναι η ΠΧΤ8 Νησίδα Πάτροκλος και δευτερευόντως οι ΠΧΤ1 «Αστικές Περιοχές Λεγραινά», ΠΧΤ9 «Νησίδα Σουνίου/Αρχαιολογικός χώρος», ΠΧΤ10 «Παράκτια Τουριστική Ζώνη», ΠΧΤ6 «Ημιφυσική έκταση κοιλάδας Αγριλέζας», ΠΧΤ15 «Αστικές Περιοχές: Λαύριο».



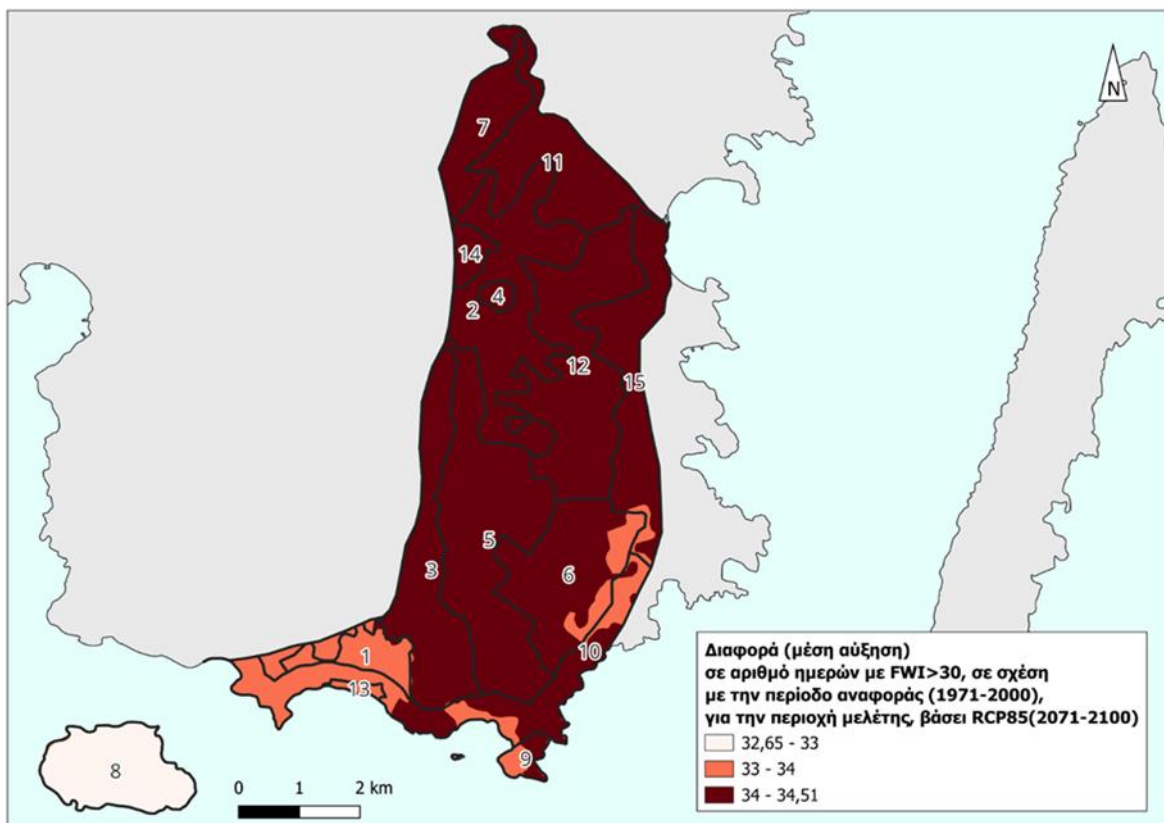
Εικόνα 132. Διαφορά αριθμού ημερών με υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς ($FWI > 30$), της 1^{ης} περιόδου (2031-2060) σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1971-2000), βάσει του σεναρίου RCP4.5, στην περιοχή μελέτης.



Εικόνα 133. Διαφορά αριθμού ημερών με υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς ($FWI > 30$) της 2^{ης} περιόδου (2071-2100), σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1971-2000), βάσει του σεναρίου RCP4.5, στην περιοχή μελέτης.



Εικόνα 134. Διαφορά αριθμού ημερών με υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς ($FWI > 30$), της 1^{ης} περιόδου (2031-2060) σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1971-2000) βάσει του σεναρίου RCP8.5, στην περιοχή μελέτης.

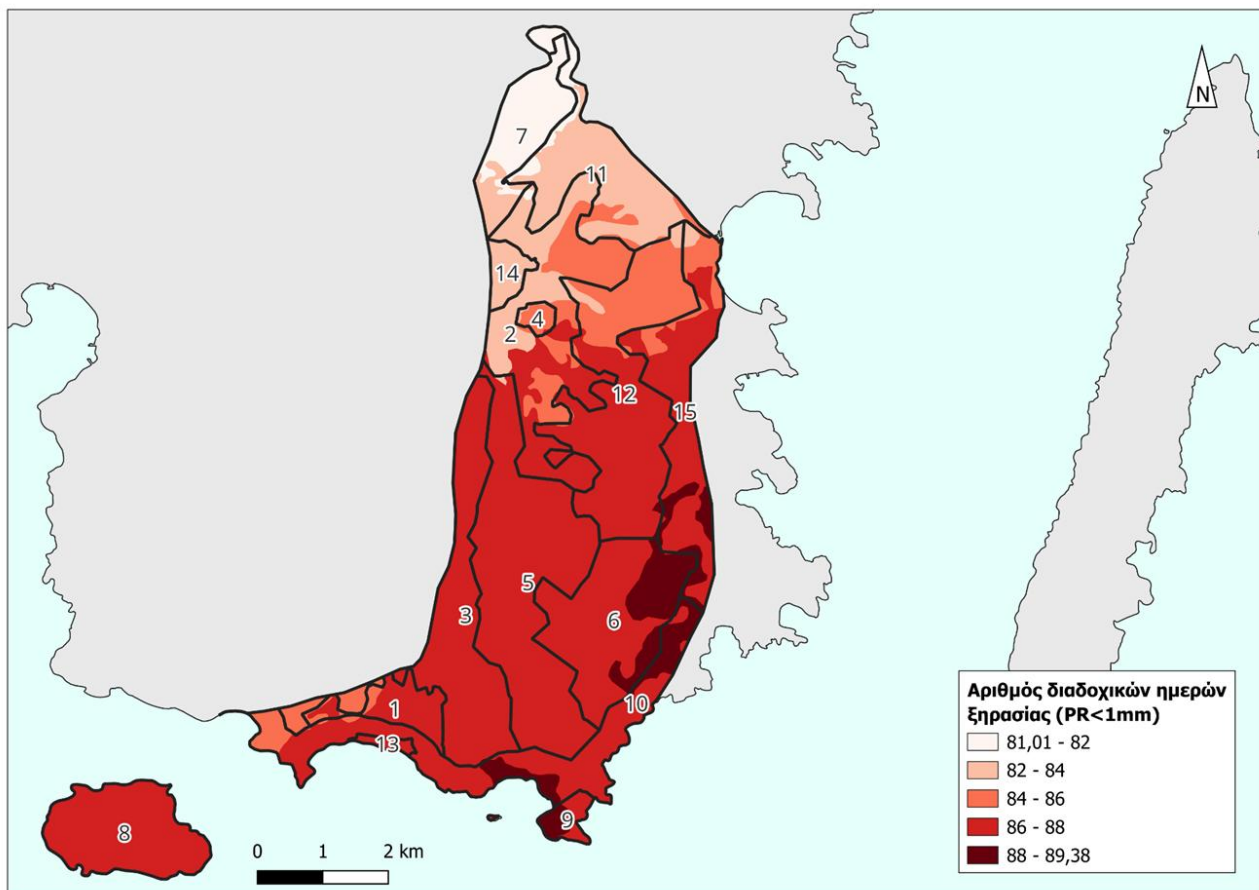


Εικόνα 135. Διαφορά αριθμού ημερών με υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς ($FWI > 30$), της 2^{ης} περιόδου (2071-2100) σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1971-2000) βάσει του σεναρίου RCP8.5, στην περιοχή μελέτης.

3.5.10. ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗΣ

Ετήσια Διάρκεια Ξηρασίας - Days w/ PR<1mm

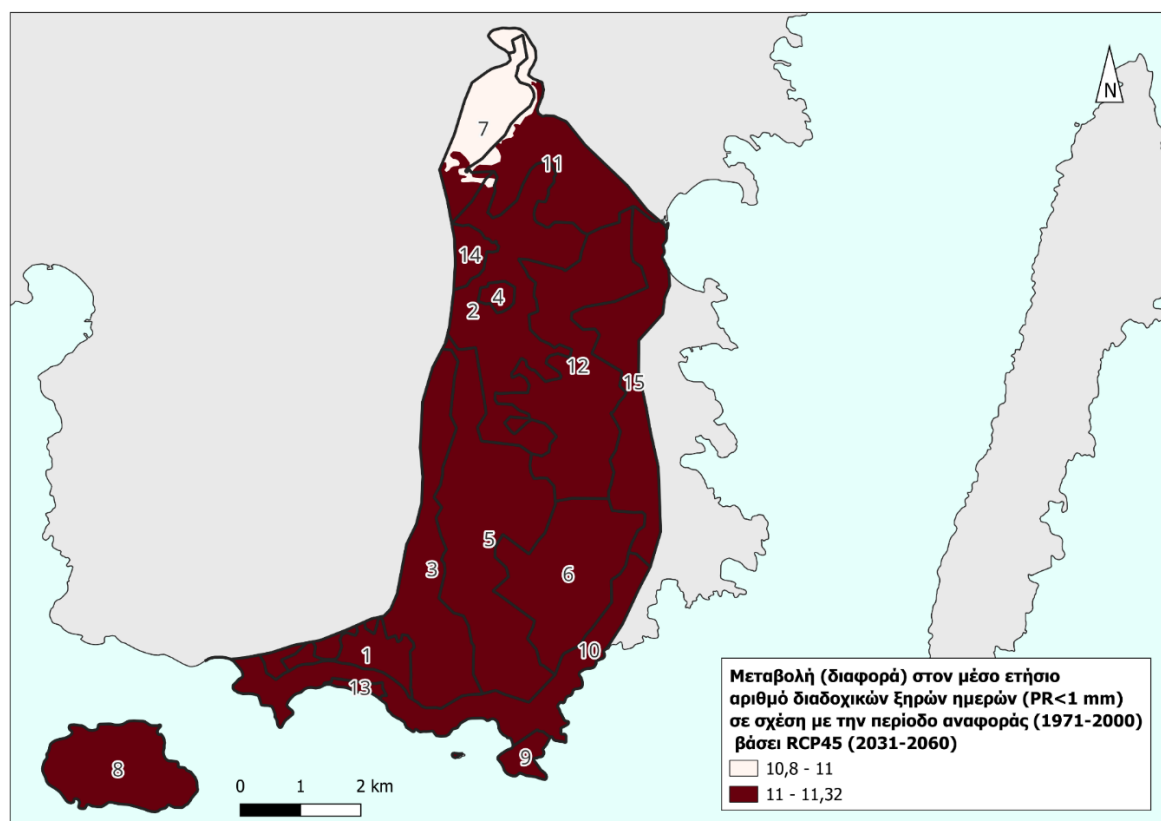
Σύμφωνα με το δείκτη της ετήσιας διάρκειας ξηρασίας (αριθμός ξηρών ημερών, PR<1mm), στην περιοχή μελέτης για περίοδο αναφοράς το εύρος της τιμής του δείκτη είναι από 81,01 έως 89,38 ημέρες (Εικόνα 136). Οι περισσότεροι ξηρές περιοχές (αριθμός διαδοχικών ξηρών ημερών >88) βρίσκονται στην παράκτια ζώνη, στο ανατολικό και νότιο τμήμα της περιοχής. Οι εκτάσεις αυτές καλύπτονται από πολλές διαφορετικές χρήσεις γης, κύρια από χαμηλούς ή ψηλότερους θαμνώνες, αλλά και δάση, καλλιέργειες, παραθεριστικές κατοικίες, υποδομές κλπ. Αντίθετα, οι περιοχές με τη μικρότερη διάρκεια ξηρασίας (81 έως 82 ημέρες), βρίσκονται στο βόρειο τμήμα της περιοχής, στους λόφους Μαρκάτι-Ριμπάρι.



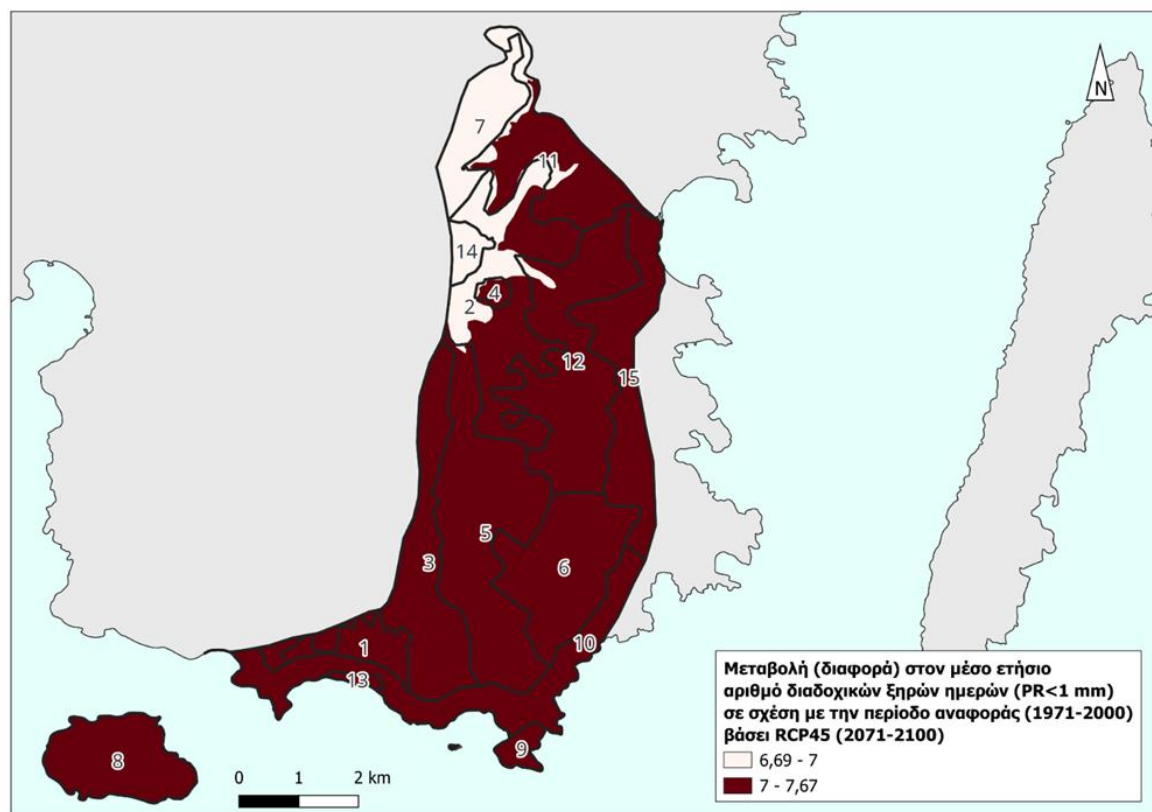
Εικόνα 136. Αριθμός συνεχόμενων ημερών ξηρασίας (PR<1mm), προσαρμοσμένος ανά μονάδα βλάστησης – χρήσης γης, χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή του δείκτη, για κάθε πολύγωνο μονάδας βλάστησης – χρήσης γης, στην περιοχή μελέτης, για την περίοδο αναφοράς 1971-2000.

Σύμφωνα με το ενδιάμεσο σενάριο εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου RCP4.5, η μεταβολή του μέσου ετήσιου αριθμού ξηρών ημερών (PR<1 mm), για την περίοδο 2031-2060 σε σχέση με την περίοδο αναφοράς, κυμαίνεται στο εύρος από 10,8 έως 11,32 ημέρες (Εικόνα 137). Οι μικρότερες μεταβολές καταγράφονται στο βορειότερο όριο της περιοχής μελέτης και στην ΠΧΤ7 «Λόφοι Μαρκάτι Ριμπάρι». Για την περίοδο 2071-2100, το εύρος της μεταβολής είναι από 6,69 έως 7,67 ημέρες (Εικόνα 138Εικόνα 139). Οι μικρότερες μεταβολές καταγράφονται στο βόρειο και βόρειο-ανατολικό τμήμα και συγκεκριμένα στις περιοχές ΠΧΤ7 «Λόφοι Μαρκάτι Ριμπάρι», ΠΧΤ14 «Αστικές Περιοχές: Αγ. Κωνσταντίνος» και ΠΧΤ2 «Δάση και μεταβατικές λοφώδεις εκτάσεις».

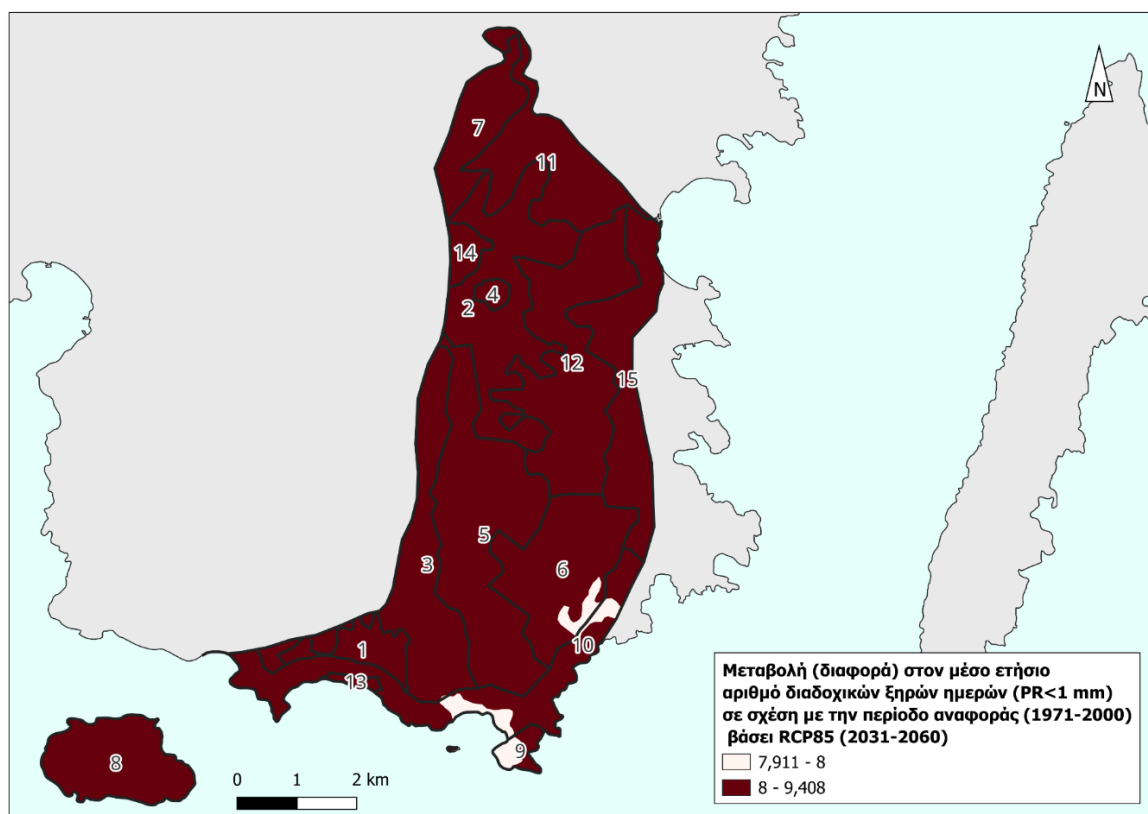
Στο δυσμενέστερο σενάριο (RCP8.5) η μεταβολή για την 1^η περίοδο (2031-2060), κυμαίνεται από 7,91 έως 9,4 ημέρες (Εικόνα 139), ενώ αυξάνεται σημαντικά για την 2^η περίοδο (2071-2100), σε όλη την περιοχή με εύρος από 25,03 έως 25,88 ημέρες (Εικόνα 140).



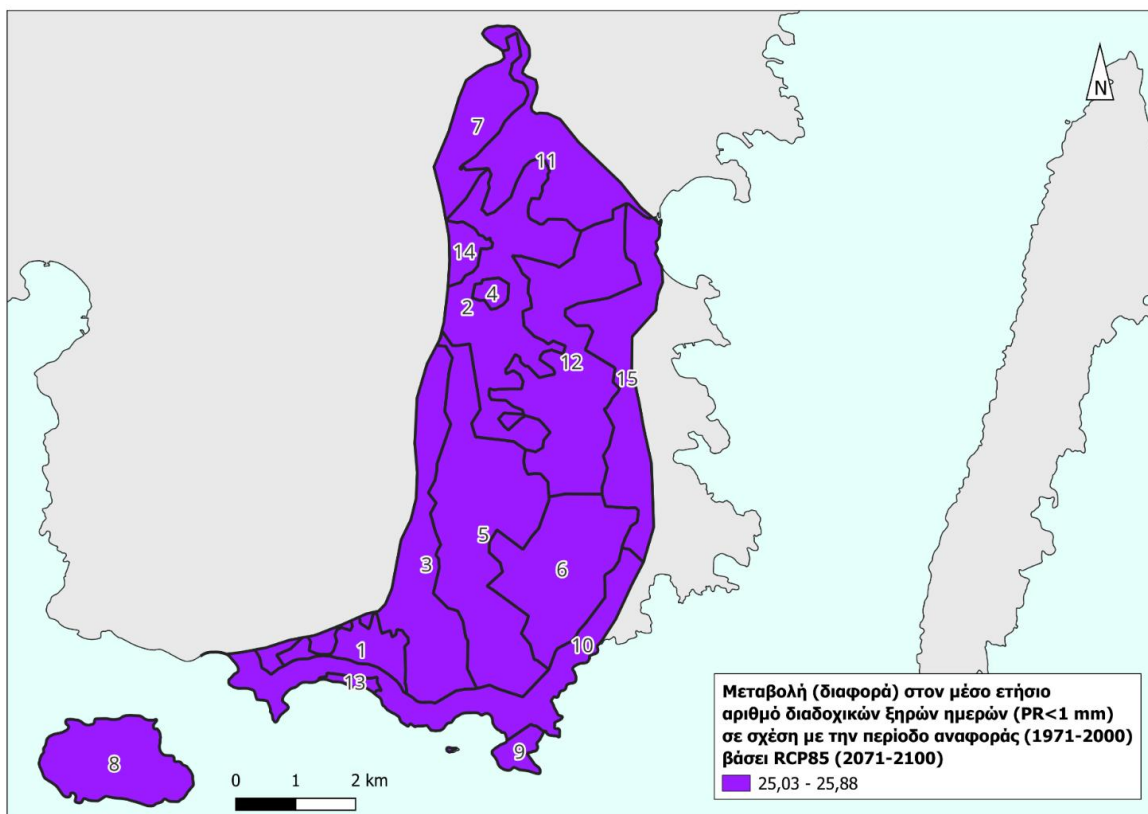
Εικόνα 137. Διαφορά μέσου ετήσιου αριθμού διαδοχικών ξηρών ημερών ($PR < 1 \text{ mm}$), της 1ης περιόδου (2031-2060) στο σενάριο RCP4.5 σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1971-2000), για την περιοχή μελέτης.



Εικόνα 138. Διαφορά μέσου ετήσιου αριθμού διαδοχικών ξηρών ημερών ($PR < 1 \text{ mm}$), της 2ης περιόδου (2071-2100) στο σενάριο RCP4.5 σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1971-2000), για την περιοχή μελέτης.



Εικόνα 139. Διαφορά μέσου ετήσιου αριθμού διαδοχικών ξηρών ημερών ($PR < 1 \text{ mm}$), της 1^{ης} περιόδου (2031-2060) στο σενάριο RCP8.5 σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1971-2000), για την περιοχή μελέτης.



Εικόνα 140. Διαφορά μέσου ετήσιου αριθμού διαδοχικών ξηρών ημερών ($PR < 1 \text{ mm}$), της 2^{ης} περιόδου (2071-2100) στο σενάριο RCP8.5 σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1971-2000), για την περιοχή μελέτης.

Περιβαλλοντικά Ευαίσθητες Περιοχές - Environmentally Sensitive Areas (ESAI)

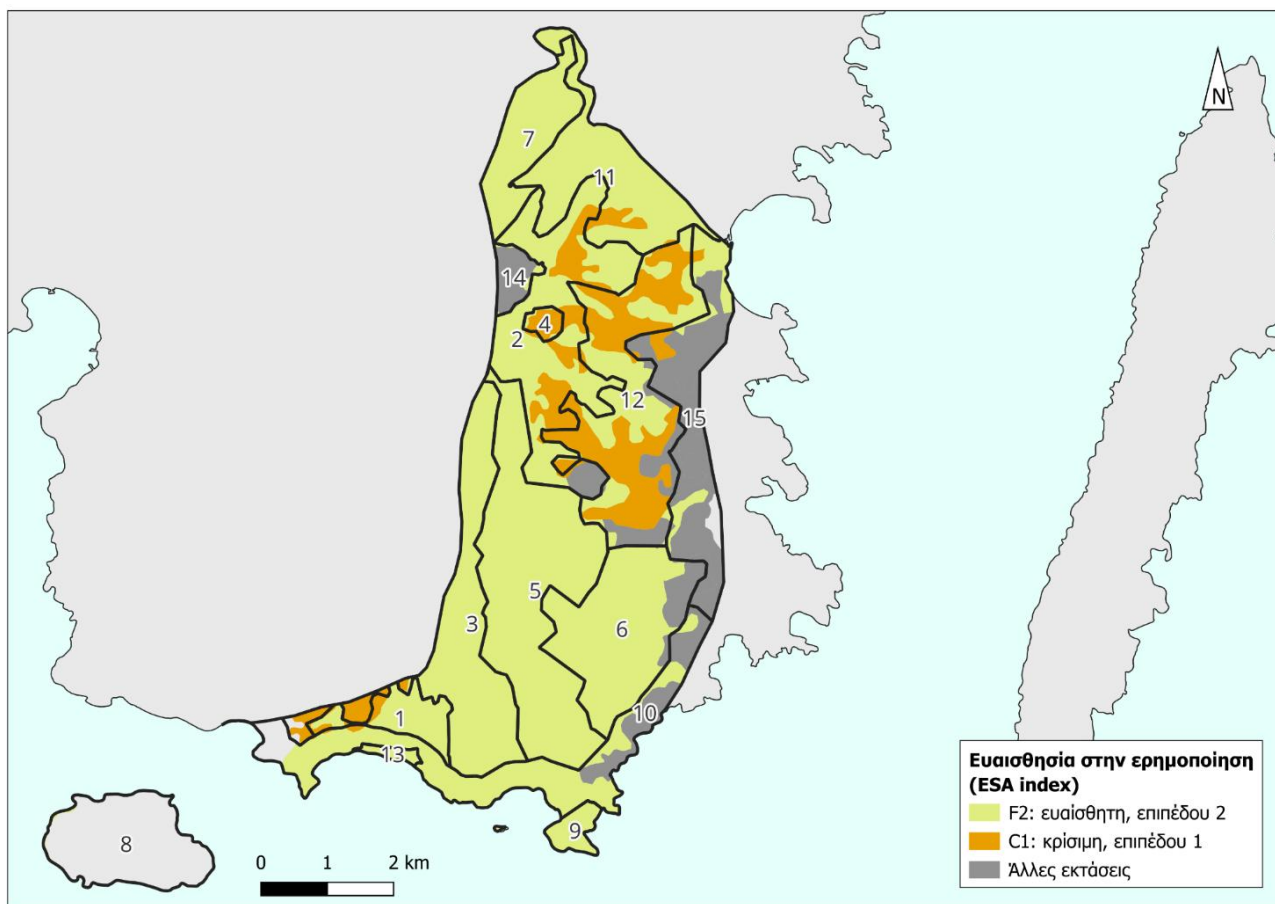
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης για τον δείκτη ευαισθησίας των περιοχών στην ερημοποίηση ESA (Karamesouti et al. 2018) στην περιοχή μελέτης (Εικόνα 141), το μεγαλύτερο (68,42%) τμήμα της περιοχής είναι ευαίσθητο στη διάβρωση (Πίνακας 8).

Οι περιοχές που καταγράφονται ως οι πιο ευπαθείς (κρίσιμες σε επίπεδο 1 – C1) στην ερημοποίηση, βρίσκονται κύρια στα περίχωρα του Λαυρίου (ΠΧΤ12), στο Έγκοιλο Χάος (ΠΧΤ4), καθώς και στο νοτιοδυτικό τμήμα της ΠΧΤ3 (Δυτικές βραχώδεις πλαγιές με χαμηλή βλάστηση).

Πίνακας 8. Κατάταξη σε κατηγορίες ευαισθησίας σε ερημοποίηση (δείκτης ESA) της έκτασης στην περιοχή μελέτης.

N	P	F1	F2	F3	C1	C2	C3	Other
-	-	-	68,42%	-	11,70%	-	-	12,38%

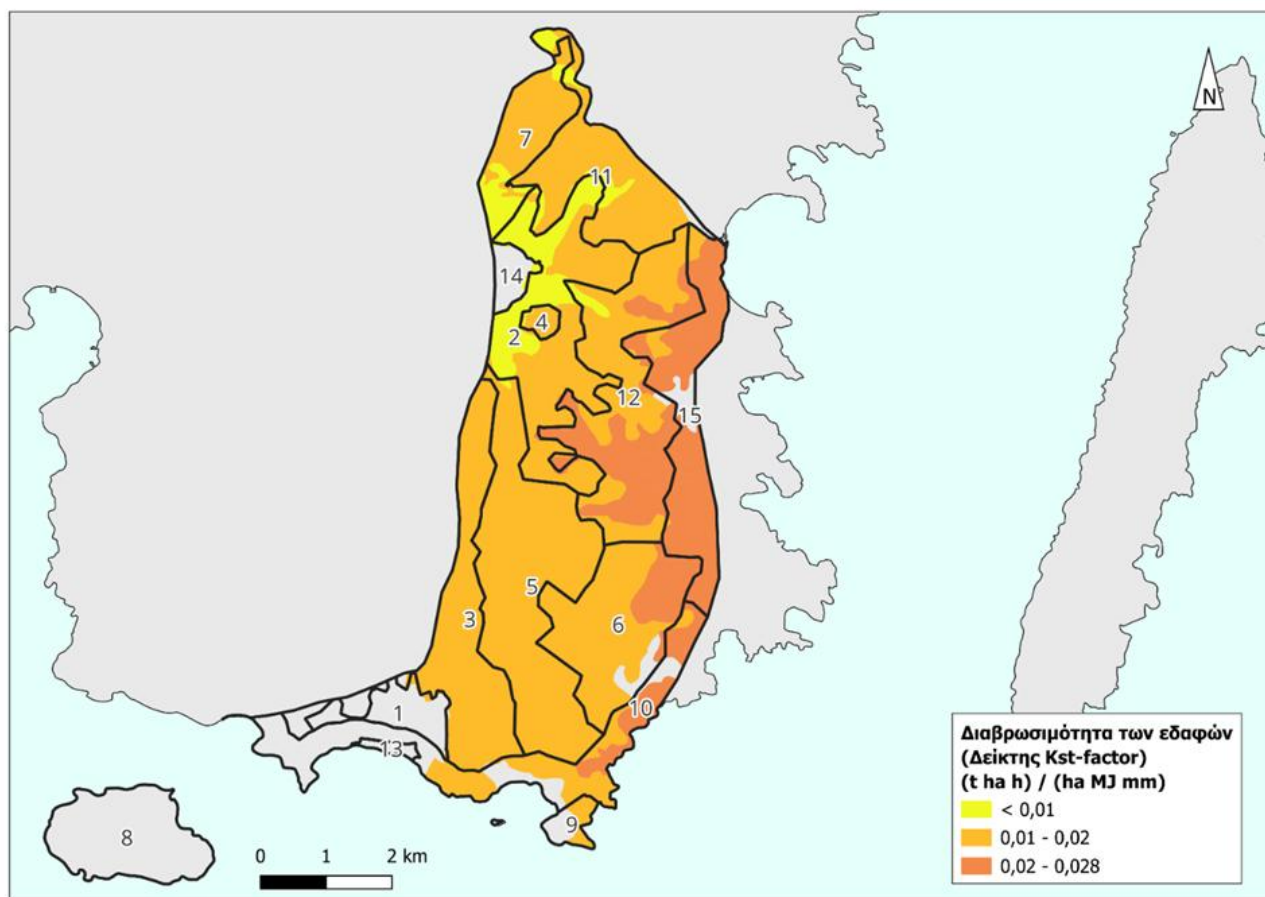
N: Μη επηρεαζόμενη, **P:** δυνητικά επηρεαζόμενη, **F1:** ευαίσθητη (επιπέδου 1), **F2:** ευαίσθητη (επιπέδου 2), **F3:** ευαίσθητη (επιπέδου 3), **C1:** κρίσιμη (επιπέδου 1), **C2:** κρίσιμη (επιπέδου 2), **Other:** άλλες περιοχές.



Εικόνα 141. Κατάταξη σε κατηγορίες ευαισθησίας στην ερημοποίηση (δείκτης ESA) των μονάδων βλάστησης και χρήσεων γης, στην περιοχή μελέτης.

3.5.11. ΔΕΙΚΤΕΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ**Δείκτης Kst-factor**

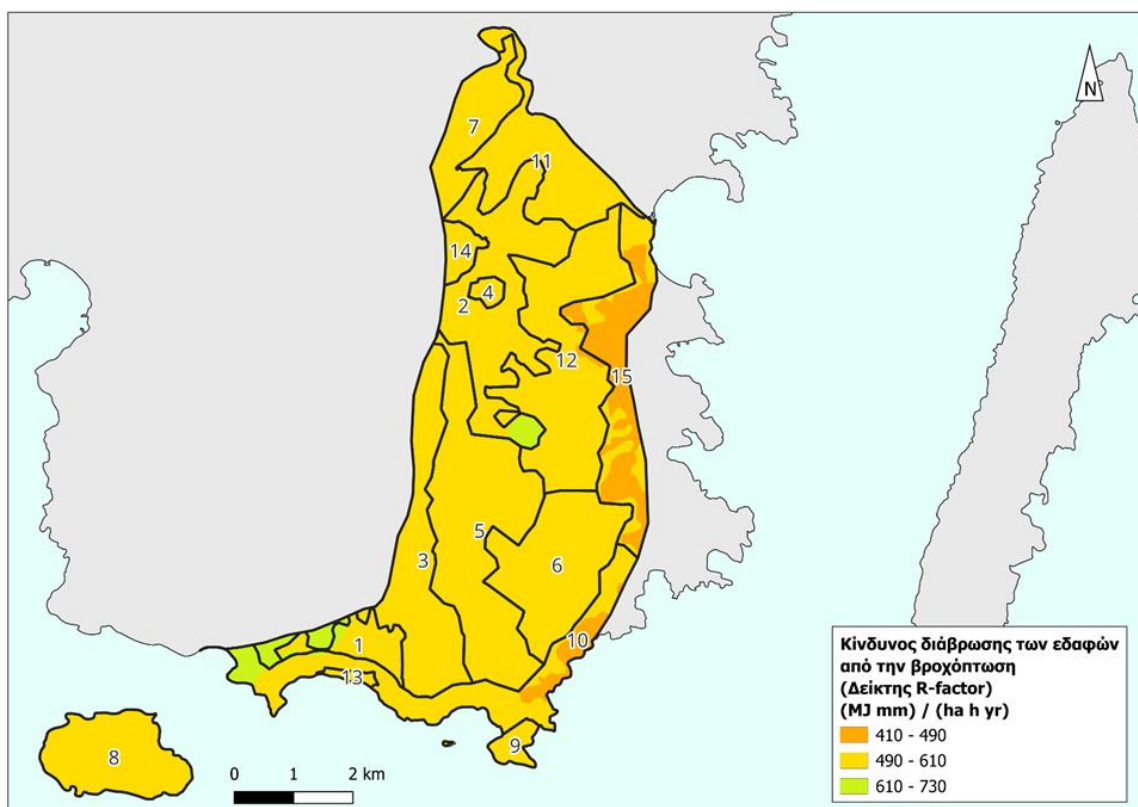
Σύμφωνα με τον δείκτη Kst-factor (Εικόνα 142) η διαβρωσιμότητα των εδαφών της περιοχής στην πλειοψηφία της βρίσκεται κάτω της μέσης τιμής ($\leq 0,033 \text{ t ha h} / \text{ha MJ mm}$), με το μεγαλύτερο μέρος τους να βρίσκεται στο εύρος τιμών $0,01 - 0,02 \text{ t ha h} / \text{ha MJ mm}$. Οι μέγιστες τιμές ($0,02-0,028 \text{ t ha h} / \text{ha MJ mm}$), καταγράφονται στο ανατολικό τμήμα της περιοχής, όπου υπάρχει κύρια δομημένος ιστός.



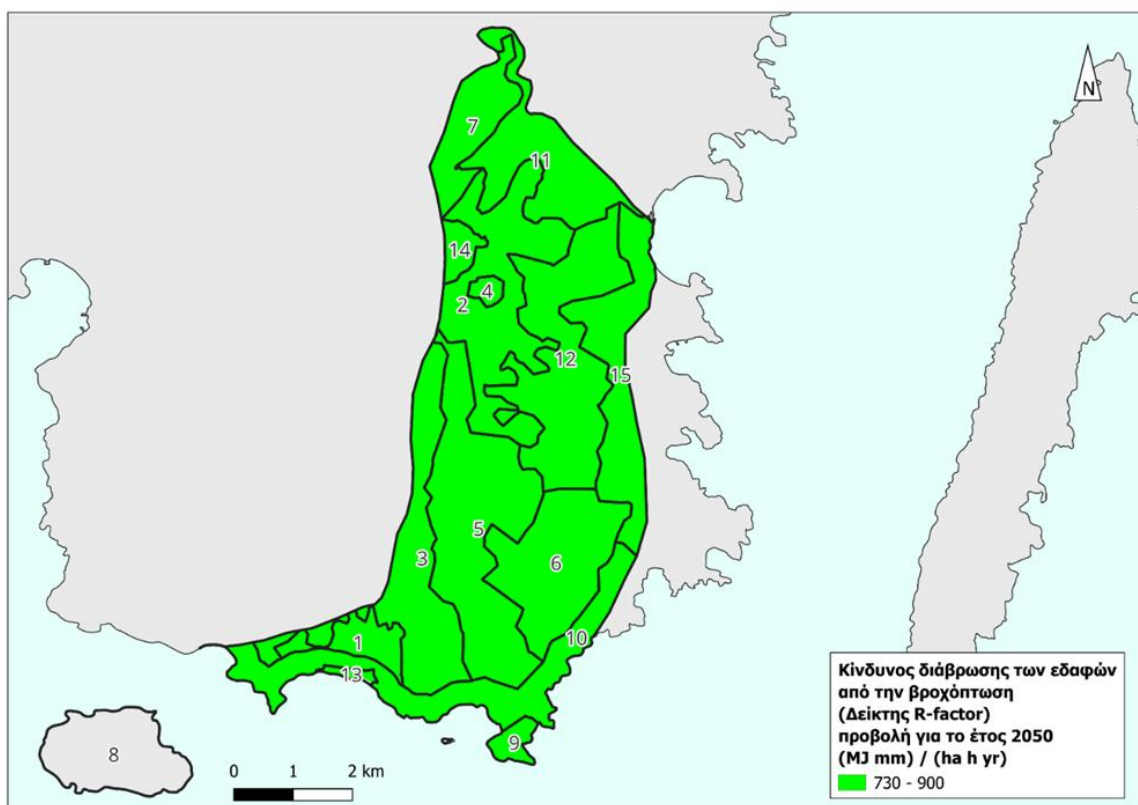
Εικόνα 142. Μέση τιμή του δείκτη Kst-factor, προσαρμοσμένος ανά μονάδα βλάστησης – χρήσης γης, χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή του δείκτη, για κάθε πολύγωνο μονάδας βλάστησης – χρήσης γης, στην περιοχή μελέτης, για την περίοδο αναφοράς 1971-2000.

Δείκτης R-factor

Σύμφωνα με τον δείκτη R-factor ο κίνδυνος διάβρωσης των εδαφών της περιοχής στην από την βροχόπτωση θεωρείται σημαντικός με το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής να βρίσκεται σε τιμές του δείκτη άνω των $490 \text{ (MJ mm)} / \text{(ha H yr)}$ (Εικόνα 143). Οι χαμηλότερες τιμές [$410-490 \text{ (MJ mm)} / \text{(ha H yr)}$], καταγράφονται στις αστικές περιοχές Λαυρίου (ΠΧΤ15), καθώς και στο ανατολικό τμήμα της ΠΧΤ10 (παράκτια τουριστική ζώνη). Στην προβολή του δείκτη στο μετριοπαθές σενάριο RCP4.5, για το 2050 (Panagos et al. 2017), η διαβρωσιμότητα από τη βροχόπτωση θα είναι στο σύνολο της περιοχής μελέτης με τιμές $730 - 900 \text{ (MJ mm)} / \text{(ha H yr)}$ (Εικόνα 144). Συνεπώς, συμπεραίνεται ότι για το μέλλον αναμένεται σημαντική διαβρωσιμότητα, λόγω βροχοπτώσεων σε όλη την περιοχή και σε όλους τους τύπους βλάστησης και φυτοκάλυψης, γεγονός που πρέπει να καθοδηγήσει ένα σύνολο ολοκληρωμένων δράσεων και μέτρων για την πρόληψη και την αντιμετώπισή της.



Εικόνα 143. Μέση τιμή του δείκτη R-factor, προσαρμοσμένος ανά μονάδα βλάστησης - χρήσης γης, χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή του δείκτη, για κάθε πολύγωνο μονάδας βλάστησης - χρήσης γης, στην περιοχή μελέτης, για την περίοδο αναφοράς 1971-2000.



Εικόνα 144. Κίνδυνος διάβρωσης των εδαφών από τη βροχόπτωση (δείκτης R-factor), στην περιοχή μελέτης, σε προβολή για το έτος 2050.

4. ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

4.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Έντονες κλιματικές μεταβολές παρατηρούνται σε όλη την έκταση της περιοχής μελέτης, οι οποίες φαίνεται να σχετίζονται με το είδος της κάλυψης γης. Οι μεταβολές κορυφώνονται για σχεδόν όλες τις παραμέτρους στο δυσμενέστερο σενάριο RCP8.5 κατά την 2η περίοδο 2071-2100, στο τέλος δηλαδή του αιώνα. Παρά τις σημαντικές αλλαγές, δεν αναμένεται έντονη χωρική παραλλακτικότητα στις μεταβολές των τιμών των παραμέτρων. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι το σύνολο της περιοχής μελέτης εμφανίζει ομοιογένεια στην αύξηση των τιμών. Κατά συνέπεια η αξιολόγηση των περιοχών με βάση την τρωτότητά τους στην έκθεση στην κλιματική αλλαγή δεν εμφανίζει ιδιαίτερες διαφορές.

Σύμφωνα με τις προβλέψεις των κλιματικών σεναρίων, οι μεγαλύτερες αυξήσεις της μέσης θερμοκρασίας αέρα (T_{mean}) ως προς την περίοδο αναφοράς Ref (1970–2000) αναμένονται μακροπρόθεσμα και ιδίως υπό το δυσμενέστερο σενάριο RCP8.5 όπου οι τιμές φτάνουν τους 4.0°C (από την εγγύτερη χρονική περίοδο ξεπερνούν τους 3°C), με πολύ μικρές διακυμάνσεις, οι οποίες αυξάνονται από τα νότια προς τα βόρεια. Ακόμη και στο μετριοπαθές σενάριο RCP4.5, η άνοδος της θερμοκρασίας κατά τη δεύτερη περίοδο αναφοράς υπερβαίνει τους 2°C σε όλους τους μήνες, γεγονός που θεωρείται εξαιρετικά κρίσιμο, λαμβάνοντας υπόψη τις πιέσεις στο τοπίο από την οικιστική και αγροτική δραστηριότητα. Παρόμοιες μεταβολές προβλέπονται και για τις παραμέτρους της μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας (T_{max} και T_{min} , αντίστοιχα).

Αναφορικά με τα κατακρημνίσματα (PR), η μέγιστη μείωση που καταγράφεται σε σχέση με την περίοδο αναφοράς μόλις που υπερβαίνει τα 10 mm στο σενάριο RCP8.5, χωρίς σημαντικές μεταβολές στις υπόλοιπες περιόδους. Ωστόσο, καταγράφεται μικρή αύξηση της μέγιστης βροχόπτωσης εικοσιτετραώρου (PRMAX) και των ημερών βροχής άνω των 20 mm, δηλαδή της ραγδαιότητας του φαινομένου, τουλάχιστον για το εγγύς μέλλον. Συνολικά, οι ημέρες βροχόπτωσης, αναμένεται να μειωθούν έως και 15 ημέρες στο δυσμενές σενάριο, ενώ στις υπόλοιπες περιπτώσεις η μείωση δεν υπερβαίνει τις 7 ημέρες, με τις μεγαλύτερες διαφορές να παρατηρούνται κατά τη χειμερινή περίοδο.

Η σχετική υγρασία παρουσιάζει ήπιες μεταβολές, με μέγιστες διαφοροποιήσεις έως 3% στα βόρεια. Αντίθετα, οι διαδοχικές ξηρές ημέρες αυξάνονται σημαντικά: κατά 7–11 ημέρες έως το τέλος του αιώνα για το μετριοπαθές σενάριο RCP4.5 και για το RCP8.5 στο εγγύς μέλλον και έως 25–26 ημέρες στο ίδιο σενάριο στο τέλος του αιώνα. Οι τελευταίες τιμές φανερώουν τριπλασιασμό των ξηρών διαστημάτων, κυρίως στα νότια. Αντίστοιχη είναι και η τάση στον συνολικό αριθμό ξηρών ημερών, οι οποίες ωστόσο δεν υπερβαίνουν τις 14 ημέρες στο δυσμενές σενάριο στο τέλος του αιώνα.

Παρότι οι υπόλοιπες παράμετροι εμφανίζουν αμελητέες μεταβολές, η κρίσιμη επίδραση του ακραίου σεναρίου RCP8.5 είναι εμφανής ιδιαίτερα προς το τέλος του αιώνα. Σύμφωνα με τον φυτοκλιματικό δείκτη Emberger, η περιοχή μελέτης θα μεταβεί σταδιακά σε πιο θερμές και ξηρές συνθήκες στο μέλλον. Εδικοτέρα, προβλέπεται ότι σχεδόν όλη η περιοχή θα εντάσσεται στην ξηροθερμική κατηγορία «Ξηρό – Πολύ θερμός χειμώνας» στο RCP8.5 έως το 2100. Η εξέλιξη προς ξηρότερες και θερμότερες συνθήκες καταγράφεται ακόμα και στο σενάριο RCP4.5 με την σταδιακή επέκταση της κατηγορίας «Ημίξηρο – Θερμός χειμώνας», την εξάλειψη της κατηγορίας «Ημίξηρο – Ήπιος χειμώνας» και την εμφάνιση της κατηγορίας «Ημίξηρο – Πολύ Θερμός χειμώνας», ιδίως στα νοτιότερα τμήματα.

Οι νέες κλιματικές συνθήκες ενισχύουν τον κίνδυνο πυρκαγιάς, με το μέγιστο αριθμό ημερών υψηλού κινδύνου να κυμαίνεται από 10–20 ημέρες στο ενδιάμεσο σενάριο για τις δύο χρονικές περιόδους, αλλά και την 1^η χρονική περίοδο του δυσμενούς σεναρίου και να φτάνει έως και 35 ημέρες στο δυσμενές σενάριο RCP8.5, κατά τη 2^η περίοδο.

Η ερημοποίηση καθίσταται κρίσιμο ζήτημα, ιδιαίτερα λόγω της υπερβόσκησης και της διαρκούς πίεσης στις αγροτικές εκτάσεις, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της βλάστησης και την επιτάχυνση της διάβρωσης. Η διάβρωση του εδάφους εντείνεται, κυρίως στα ανατολικά τμήματα της περιοχής μελέτης, εξαιτίας της αυξημένης επιφανειακής απορροής κατά τα έντονα φαινόμενα βροχόπτωσης. Οι επιπτώσεις αυτής της διαδικασίας γίνονται εμφανείς τόσο στη φυσική όσο και στην πολιτιστική υποδομή της περιοχής όπως αναλύεται παρακάτω.

4.2 ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η προστατευόμενη περιοχή υπό μελέτη GR3000005 εμφανίζει αυξημένη τρωτότητα στην κλιματική αλλαγή, ιδιαίτερα στις διαδικασίες της ερημοποίησης και της διάβρωσης, ως αποτέλεσμα των φαινομένων πυρκαγιάς. Η πυρκαγιά αποτελεί μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους μεταβολών του τοπίου, λόγω της σημειακής εκδήλωσής της στον χρόνο και της σφοδρότητας των καταστροφών που επιφέρει. Οι επιπτώσεις της δεν περιορίζονται μόνο στο φυσικό περιβάλλον, όπως η απώλεια βιομάζας, βιοποικιλότητας, αισθητικής και οικολογικών λειτουργιών, αλλά εκτείνονται και στον ανθρώπινο παράγοντα, υποβαθμίζοντας την καθημερινότητα, τις παραγωγικές δραστηριότητες, τις υποδομές και συνολικά την ευημερία της περιοχής μελέτης.

Σύμφωνα με τα ευρήματα της έρευνας, παρατηρείται ήδη αυξημένος κίνδυνος εκδήλωσης πυρκαγιάς, ειδικά στις περιοχές με χαμηλή θαμνώδη βλάστηση και πευκοδάση (ΠΧΤ2, αλλά και ΠΧΤ3-7), τα οποία είναι εξαιρετικά ευάλωτα σε συνθήκες ξηρασίας και υψηλών θερμοκρασιών. Η μικρή έκταση της περιοχής μελέτης, η εγγύτητα μικρών οικισμών όπως τα Λεγραινά και ο Άγιος Κωνσταντίνος και σημαντικών μνημείων πολιτιστικής κληρονομιάς όπως ο παγκόσμιας σημασίας Ναός του Ποσειδώνα και τα παλιά μεταλλεία του Λαυρίου, με τις ευαίσθητες περιοχές, αναδεικνύει περαιτέρω τη συνολική τρωτότητα της περιοχής, σε απότομες και έντονες περιβαλλοντικές διαταραχές. Αν και πολλά από τα επιμέρους τοπία χαρακτηρίζονται από σχετική ανθεκτικότητα λόγω της παρουσίας μεσογειακών οικοσυστημάτων, η τρωτότητα εντείνεται σε οικοσυστήματα που έχουν ήδη επιβαρυνθεί ή δεν υποστηρίζονται επαρκώς για να ανακάμψουν. Συνεπώς, φυσικές εκτάσεις που υφίστανται πίεση από βόσκηση πριν ολοκληρωθεί η φυσική αναγέννηση παραμένουν ιδιαίτερα τρωτές, λόγω της δυσκολίας αποκατάστασης του τοπίου και της υποβάθμισης των οικοσυστημικών υπηρεσιών. Επιπλέον, περιοχές που έχουν καεί εντός των τελευταίων 15-20 ετών εμφανίζουν αυξημένη τρωτότητα, αφού ακόμα και προσαρμοσμένα είδη όπως η χαλέπιος πεύκη αδυνατούν να αναγεννηθούν σε διπλοκαμμένες ή και περισσότερο πληγείσες εκτάσεις. Ως αποτέλεσμα, επέρχεται μόνιμη μεταβολή και υποβάθμιση του τοπίου, εντείνοντας την τρωτότητά του στο μέλλον.

Στην τρωτότητα του τοπίου, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η μεταπυρική υποβάθμιση, μέσω φθορών σε υποδομές (π.χ. οδικό δίκτυο) που συνοδεύεται από μη έγκαιρη αποκατάσταση και κατασκευή έργων αντιπλημμυρικής και αντιδιαβρωτικής προστασίας. Η επερχόμενη λειτουργική, αισθητική και παραγωγική υποβάθμιση του τοπίου μειώνει τις δυνατότητες διατήρησης ή προσέλκυσης επισκεπτών, επιδεινώνει το ψυχολογικό φορτίο των κατοίκων και αυξάνει την πιθανότητα εγκατάλειψης ή αλλαγής των δραστηριοτήτων τους. Κατά συνέπεια, τροποποιούνται ο χαρακτήρας του τοπίου και μερικές από τις κύριες παραμέτρους του, επηρεάζοντας αρνητικά τα κοινωνικοοικονομικά και περιβαλλοντικά συστήματά του.

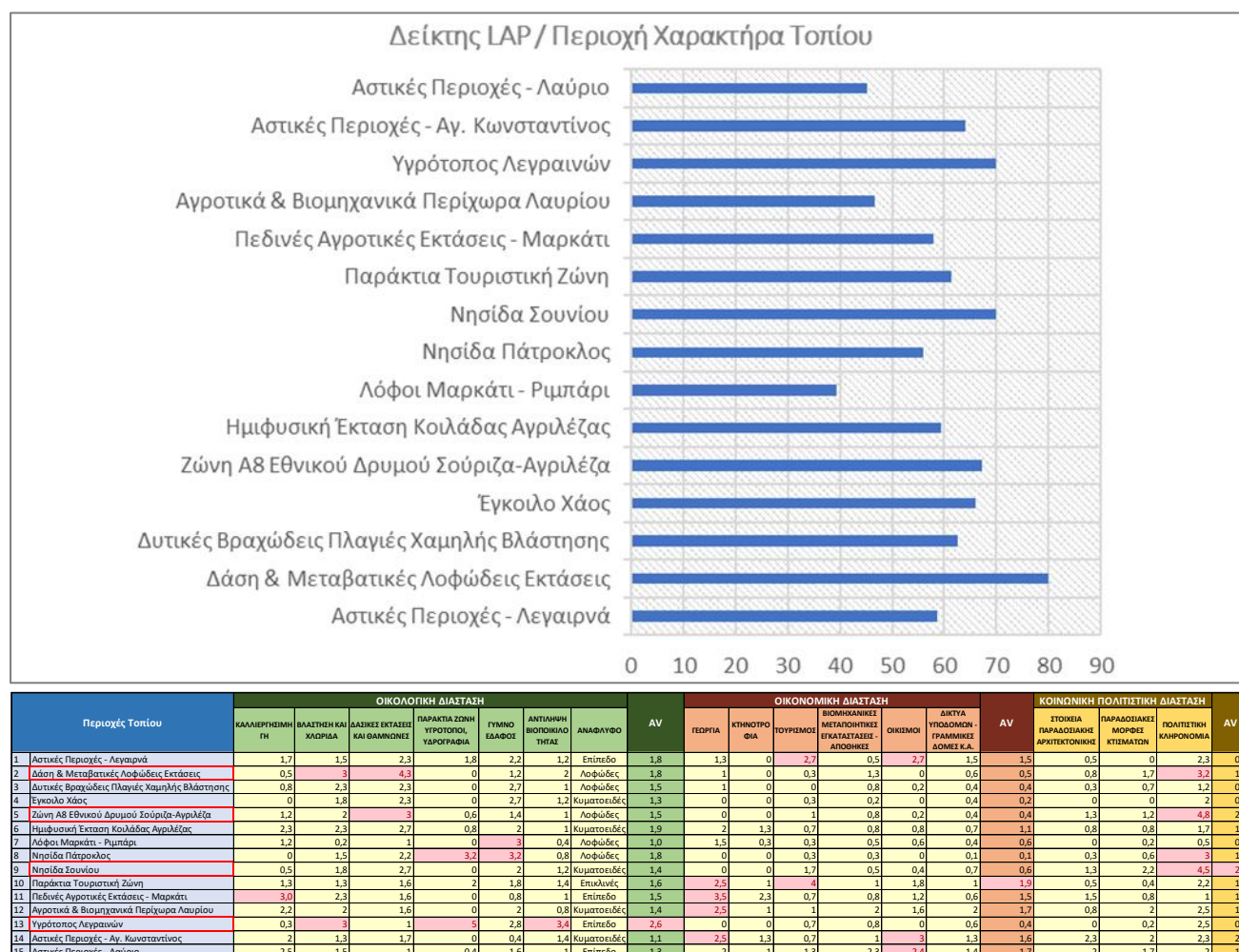
Η αυξημένη τρωτότητα της περιοχής μελέτης στον κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς, ενισχύει περαιτέρω την τρωτότητά της στις διαδικασίες ερημοποίησης και διάβρωσης, όπως επιβεβαιώνεται και από τους σχετικούς δείκτες. Η GR3000005 είναι τρωτή σε σημαντικές απώλειες εδαφών, ιδίως ενόψει των παρόντων και μελλοντικών κλιματικών συνθηκών. Η ευαισθησία των τοπίων της περιοχής απορρέει από την πυκνότητα και το είδος της βλάστησης, καθώς και από τις χρήσεις γης — κυρίως τη γεωργία και την κτηνοτροφία — ενώ η υψηλή της έκθεση οφείλεται στη γεωγραφική της θέση ως ακραίο χερσαίο άκρο, περιβαλλόμενο από θάλασσα.

Ειδικότερα, οι απόκρημνες ακτές, οι γυμνές πλαγιές και τα μονοπάτια με έντονες κλίσεις παρουσιάζουν σημαντική τρωτότητα στη διάβρωση, ειδικά μετά από πυρκαγιά. Χαρακτηριστικά τρωτές είναι οι πλαγιές ανατολικά του Σουνίου (ΠΧΤ5-6), όπου ήδη παρατηρούνται έντονες απορροές που διαβρώνουν τα πρηνή και επιταχύνουν την απώλεια εδάφους, αλλά και οι πλαγιές ανατολικά των Λεγραινών με δυτικό προσανατολισμό (ΠΧΤ3) με επίσης εμφανή σημάδια διάβρωσης. Παράλληλα, οι υποδομές επισκεψιμότητας του Αρχαιολογικού Χώρου του Σουνίου και μικρές αρχαιολογικές τοποθεσίες (αρχαία λατομεία, τάφοι κα.), αντιμετωπίζουν κίνδυνο αποσταθεροποίησης λόγω εδαφικής διάβρωσης. Το φαινόμενο επιτείνεται από τη χαμηλή συνοχή του εδάφους, με εσωτερικές διατρήσεις, λόγω των μεταλλείων. Εκτάσεις που έχουν πληγεί από πυρκαγιές, ή βρίσκονται σε περιοχές υψηλού κινδύνου, παρουσιάζουν ιδιαίτερη τρωτότητα στην ερημοποίηση και τη διάβρωση, ειδικά εάν δεν διαχειριστούν σωστά μετά την καταστροφή, όπως αναφέρθηκε.

Τα φαινόμενα ερημοποίησης και διάβρωσης επιφέρουν επίσης επιπτώσεις στο πολιτιστικό και κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο της περιοχής. Έντονα διαβρωμένες εκτάσεις, δημιουργούν απορροές που μπορεί να γίνουν σημαντική απειλή για ιστορικά μνημεία, αλλά και για την ανθρώπινη ζωή. Σε περίπτωση μη υλοποίησης άμεσων έργων προσαρμογής, για την επιβίωση των πληγέντων περιοχών, επέρχεται προοδευτικά η εγκατάλειψη και απαξίωσή τους, καθώς το τοπίο αδυνατεί να ανταποκριθεί στις αυξανόμενες πιέσεις από τις μεταβαλλόμενες συνθήκες.

Παρότι η μικρή έκταση της περιοχής μελέτης συνεπάγεται την δυσκολία εντοπισμού έντονων διαφορών στην κλιματική τρωτότητα εντός των ορίων της και μεταξύ των περιοχών της, ωστόσο, κάποια τοπία της ξεχωρίζουν λόγω της ιδιαίτερης φυσικής και πολιτιστικής του αξίας. Τα τοπία αυτά, χαρακτηρίζονται ως τοπία προτεραιότητας στις επεμβάσεις προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, προέκυψαν από το συνυπολογισμό των στοιχείων που συνθέτουν τις αξίες του τοπίου και το δείκτη LAP και είναι τα παρακάτω (Εικόνα 145):

- ΠΧΤ2 «Δάση & Μεταβατικές Λοφώδεις Εκτάσεις»
- ΠΧΤ5 «Ζώνη Α8 Εθνικού Δρυμού Σούριζα-Αγριλέζα»
- ΠΧΤ9 «Νησίδα Σουνίου»
- ΠΧΤ13 «Υγρότοπος Λεγραινών»



Εικόνα 145. Διαδικασία προσδιορισμού τοπίων προτεραιότητας σύμφωνα με το δείκτη LAP (πάνω) και με το πρωτόκολλο της ΕΛΛΕΤ (κάτω). Στον πίνακα του πρωτοκόλλου, απεικονίζονται οι τιμές που αποδόθηκαν στα κριτήρια της πολιτιστικής και οικολογικής αξίας του εκάστοτε τοπίου. Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε με φιλτράρισμα των αποτελεσμάτων χρησιμοποιώντας το εργαλείο Sort&Filter του λογισμικού Excel, η οποία αποκάλυψε τα εξέχοντα πολιτιστικά και φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Προκύπτει ότι οι συνθήκες στην περιοχή μελέτης θα είναι όλο και πιο ξηρές στο μέλλον (περιοχές με διαδοχική ξηρασία, διάρκειας μεγαλύτερης των τριών μηνών), με τις μέρες κινδύνου εκδήλωσης πυρκαγιάς να αυξάνονται σημαντικά, ενώ οι συνθήκες διάβρωσης και ερημοποίησης αναμένεται επίσης να επιδεινωθούν σε όλη την έκταση. Το γεγονός αυτό αναμένεται να δημιουργήσει σημαντικά προβλήματα στο τοπίο της περιοχής και ιδιαίτερα στις περιοχές των καλλιεργειών, όπου η ζήτηση για νερό θα αυξηθεί δραματικά, ενώ πιθανότατα ορισμένα είδη καλλιεργειών να πάψουν να υφίστανται. Η μετατόπιση ή και η απώλεια μέρους της αγροτικής δραστηριότητας μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του τοπικού αγροτικού εισοδήματος εντείνοντας τις τάσεις εγκατάλειψης της υπαίθρου. Ως αποτέλεσμα, αναμένεται συρρίκνωση της τοπικής παραγωγής και ποσοότητα και ποικιλία και απώλεια θέσεων εργασίας.

Στο πολιτιστικό περιβάλλον επίσης, αναμένονται σημαντικές επιπτώσεις, αφού η ξηρασία θα οδηγήσει στην εγκατάσταση μη συμβατών με το παραδοσιακό τοπίο εξοπλισμού και κατασκευών (π.χ. εγκατάσταση κλιματιστικών σωμάτων, την κατασκευή σκιάστρων). Αναμένεται η σταδιακή εγκατάλειψη των πιο επιβαρυνμένων οικισμών, που θα προσδώσει την εικόνα του εγκαταλειμμένου, άλλοτε «εύρωστου» και «ζωντανού» τοπίου, ενισχύοντας τον κοινωνικό αποκλεισμό και περιορίζοντας την οικονομική αυτονομία της περιοχής.

Ταυτόχρονα, ο αυξημένος κίνδυνος εκδήλωσης πυρκαγιάς αποτελεί σοβαρή απειλή για τους οικισμούς και τους αρχαιολογικούς χώρους της περιοχής. Ακόμα και αν οι χώροι αυτοί δεν πληγούν άμεσα, η επερχόμενη, εκτιμώμενη διάβρωση και η υποβάθμιση της αισθητικής του τοπίου μπορούν να μειώσουν την αίσθηση ενότητάς του με τα μνημεία και τον πολιτισμό της περιοχής. Η αλλοίωση αυτή μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες για την τοπική οικονομία και την απασχόληση στον τομέα των υπηρεσιών εφόσον θα υποβαθμιστεί η ποιότητα των τουριστικών και πολιτιστικών προϊόντων που είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με την χαρακτηριστική σχέση φυσικών και πολιτισμικών στοιχείων της περιοχής.

Το ίδιο ισχύει και για την τυχόν καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος από πυρκαγιά, είτε παραθαλάσσιου, πεδινού, είτε του λοφώδους. Στην περίπτωση αυτή, εκτός από την απώλεια σημαντικών φυσικών πόρων και συντελεστών φυσικού κεφαλαίου, θα υποβαθμιστεί η αισθητική του τοπίου και άρα η προοπτική για αυξημένη επισκεψιμότητα. Το γεγονός αυτό μπορεί να επιφέρει σημαντικές και ευρείες κοινωνικές και οικονομικές συνέπειες για τους μόνιμους κατοίκους της περιοχής και για όσους δραστηριοποιούνται επαγγελματικά. Ως εκ τούτου είναι πιθανό να μειωθούν οι επενδύσεις σε τουριστικές υποδομές, να υποτιμηθεί της αξίας της γης και να υπονομευθεί η όποια προσπάθεια βιώσιμης τοπικής ανάπτυξης, αλυσιδωτές επιπτώσεις που θα εντείνουν τις κοινωνικές ανισότητες και το δημογραφικό πρόβλημα.

5.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

Η εφαρμογή της μεθόδου LCA αποδείχθηκε ικανοποιητική για την ανάλυση και κατηγοριοποίηση των τοπίων της περιοχής μελέτης. Ωστόσο, οι διαθέσιμες μεθοδολογίες και εργαλεία για την αξιολόγηση των κλιματικών κινδύνων δεν κατόρθωσαν να αποτυπώσουν ουσιαστικές διαφορές στη χωρική παραλλακτικότητα των τιμών των παραμέτρων και δεικτών, λόγω της περιορισμένης έκτασης της περιοχής μελέτης. Συνεπώς, για την υποστήριξη πιο στοχευμένων και τεκμηριωμένων παρεμβάσεων, απαιτείται περαιτέρω έρευνα σε επίπεδο μικροκλίματος. Επιπλέον, παρότι η περιοχή μελετήθηκε επαρκώς μέσω επιτόπιων επισκέψεων, διαπιστώθηκαν ορισμένες δυσκολίες στην έγκαιρη συλλογή δεδομένων εξαιτίας περιορισμών στην πρόσβαση σε κρίσιμες πληροφορίες από ορισμένες υπηρεσίες. Σε μελλοντικές αντίστοιχες πρωτοβουλίες, κρίνεται σκόπιμο να απλοποιηθούν οι διαδικασίες έγκρισης πρόσβασης, προκειμένου να τηρηθούν τα χρονοδιαγράμματα των μελετών. Τέλος, αποτελεί επιτακτική ανάγκη η συστηματική έναρξη συλλογής δεδομένων πεδίου, καθώς εντοπίζεται σημαντικό κενό σε αυτό το επίπεδο.

6. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

6.1 ΟΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΕΣΠΚΑ ΑΤΤΙΚΗΣ ΚΑΙ Η ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΜ

Η δομή των θεσμικών προτάσεων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή εμπλουτίζεται και εξειδικεύεται από τις γενικές κατευθύνσεις της Στρατηγικής για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή στα κράτη – μέλη⁵⁴ της Ευρωπαϊκής Ένωσης στον σχεδιασμό σε εθνικό επίπεδο της ΕΣΠΚΑ και στη συνέχεια στα αντίστοιχα περιφερειακά σχέδια, τα ΠΕΣΠΚΑ (Κεφάλαιο 1.2.3). Αυτή τη στιγμή έχουν ολοκληρωθεί τα σχέδια προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή ανά περιφέρεια της χώρας. Σε αυτά, παρουσιάζεται το κλιματικό καθεστώς και οι εκτιμήσεις των εξελίξεων βάσει των κυριάρχων σεναρίων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Με βάση τις κλιματικές συνθήκες και την τρωτότητα κάθε γεωγραφικής ενότητας καθορίζονται οι τομείς πολιτικής και οι γεωγραφικές ενότητες προτεραιότητας για λήψη εξειδικευμένων μέτρων. Επιπλέον, περιγράφονται τα οικονομικά μέσα για την υλοποίηση των μέτρων, οι φορείς υλοποίησης και λοιποί εμπλεκόμενοι φορείς.

Το ΠΕΣΠΚΑ της Περιφέρειας Αττικής περιλαμβάνει μέτρα για όλους τους τομείς προτεραιότητας για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή⁵⁵. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει παρεμβάσεις για τη βελτίωση της διακυβέρνησης και του συντονισμού, τη στήριξη της τοπικής αυτοδιοίκησης, την προστασία της βιοποικιλότητας και του τοπίου, τη διαχείριση των υδατικών πόρων και των παράκτιων ζωνών, την ενεργειακή ασφάλεια, τις μεταφορές και τις υποδομές, την κοινωνική συνοχή και την προστασία των ευπαθών ομάδων, την ανάπλαση του αστικού χώρου και τη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Παραδείγματα μέτρων για τον εκάστοτε τομέα είναι η προώθηση της επαναχρησιμοποίησης υδάτων (υδάτινοι πόροι), η παροχή κινήτρων στους γεωργούς για τη χρήση ανακυκλωμένου νερού και η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών (γεωργία), η σπορά με ψυχρόβια αγρωστώδη για σταθεροποίηση εδάφους κατόπιν πυρκαγιάς (βιοποικιλότητα), η δημιουργία παρατηρητηρίου ατμοσφαιρικής ρύπανσης (υγεία), η εκπόνηση μελετών για τη διαχείριση των παράκτιων ζωνών (παράκτιες ζώνες), η δημιουργία βάσης δεδομένων για την καταγραφή του αστικού πρασίνου (δομημένο περιβάλλον), κα.

Στο πλαίσιο του ΠΕΣΠΚΑ Αττικής και στην ΕΠΜ 7^α δεν εξετάζεται η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στο τοπίο (γίνεται όμως αναφορά στη σημασία της ένταξής του ως τομέα προτεραιότητας). Εντούτοις, η τρωτότητα του τοπίου στην κλιματική αλλαγή, συνδέεται με ορισμένους (αν όχι με όλους) τους 15 τομείς προτεραιότητας της ΕΣΠΚΑ.

Στην παρούσα μελέτη, για το σύνολο της έκτασης της περιοχής του δικτύου Natura 2000 με κωδικό GR3000005, προτείνεται σειρά μέτρων και δράσεων στους 1-14 από τους παρακάτω τομείς⁵⁶:

1. Γεωργία και κτηνοτροφία
2. Δασοπονία
3. Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα
4. Αλιεία
5. Υδατοκαλλιέργειες
6. Υδάτινοι πόροι
7. Παράκτιες ζώνες
8. Τουρισμός
9. Ενέργεια

⁵⁴ Παρέχονται οι οικονομικοί πόροι και ρυθμίζονται σε κεντρικό επίπεδο άλλες σχετιζόμενες πολιτικές και δράσεις (π.χ. η Κοινή Αγροτική Πολιτική- ΚΑΠ).

⁵⁵ <https://pka.attica.gov.gr/>

⁵⁶ Για την λεπτομερέστερη ανάλυση που οδηγεί σε πιο αποτελεσματικά μέτρα αφού είναι προσαρμοσμένα στις τοπικές ιδιαιτερότητες εφαρμόστηκε μια συνολική ανασκόπηση θεμάτων που αφορούν στην περιοχή της διατομής.

10. Υποδομές και Μεταφορές
11. Υγεία
12. Δομημένο περιβάλλον
13. Εξορυκτική βιομηχανία
14. Πολιτιστική κληρονομιά
15. Ασφαλιστικός τομέας

Στην παρούσα μελέτη, θα πραγματοποιηθεί η προσπάθεια ενίσχυσης των προτάσεων του ΠεΣΠΚΑ για τους υπογραμμισμένους τομείς. Ως βασικοί παράγοντες αύξησης του βαθμού της τρωτότητας του τοπίου ορίστηκαν οι ανθρωπογενείς πιέσεις (επιδράσεις στο υδατικό περιβάλλον, πηγές ρύπανσης κ.α.) και οι φυσικές καταστροφές (πλημμύρες, κατολισθήσεις κ.λπ.). Στο κεφάλαιο που ακολουθεί παρουσιάζονται αναλυτικά τα προτεινόμενα μέτρα που προέκυψαν από τη διαδικασία ανάλυσης της τρωτότητας του τοπίου.

6.2 ΟΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

6.2.1. ΑΞΟΝΕΣ ΔΡΑΣΗΣ

Οι προτεινόμενες παρεμβάσεις για την προσαρμογή της περιοχής μελέτης GR3000005 του δικτύου Natura Περιφέρειας Αττικής στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής έχουν στόχο:

- την ενίσχυση της ανθεκτικότητας απέναντι στις κλιματικές μεταβολές και τα ακραία καιρικά φαινόμενα,
- την έγκαιρη αντιμετώπιση των κινδύνων,
- τη διαχείριση και τον περιορισμό των ζημιών.

Οι δράσεις οργανώνονται σε πέντε βασικούς άξονες, οι οποίοι καλύπτουν όλους τους σχετικούς τομείς με την προστασία του τοπίου:

1. **Ενημέρωση, Εκπαίδευση και Ευαισθητοποίηση**
Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στη συνεχή ενημέρωση, εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση της κοινωνίας. Περιλαμβάνονται ενέργειες που στοχεύουν στην ενημέρωση και εκπαίδευση του κοινού, των μαθητών και των επαγγελματιών, ενισχύοντας την κοινή ευθύνη για την προστασία του τοπίου.
2. **Θεσμικά Εργαλεία**
Προβλέπονται θεσμικές ρυθμίσεις και κατάλληλα εργαλεία που θα συμβάλλουν στην προστασία του αιγαιακού τοπίου από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.
3. **Μέτρα Προσαρμογής**
Στόχος είναι η ενίσχυση της ανθεκτικότητας και η βελτίωση της λειτουργικότητας των τοπίων, ώστε να ανταποκρίνονται στις νέες κλιματικές συνθήκες.
4. **Πρόγραμμα Ετοιμότητας για Έκτακτες Ανάγκες**
Προτείνεται η υλοποίηση δράσεων που θα επιτρέψουν την άμεση και αποτελεσματική διαχείριση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης που σχετίζονται με ακραία καιρικά φαινόμενα.
5. **Συστηματική Παρακολούθηση και Επανεξιολόγηση**
Δίνεται έμφαση στη διαρκή παρακολούθηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων που εφαρμόζονται και την επανεξέτάσή τους όπου κρίνεται αναγκαίο.

Οι παραπάνω άξονες αναπτύσσονται διεξοδικά στο παρακάτω υπο-κεφάλαιο, με αναφορά στις συγκεκριμένες δράσεις που απαιτούνται για την εφαρμογή τους.

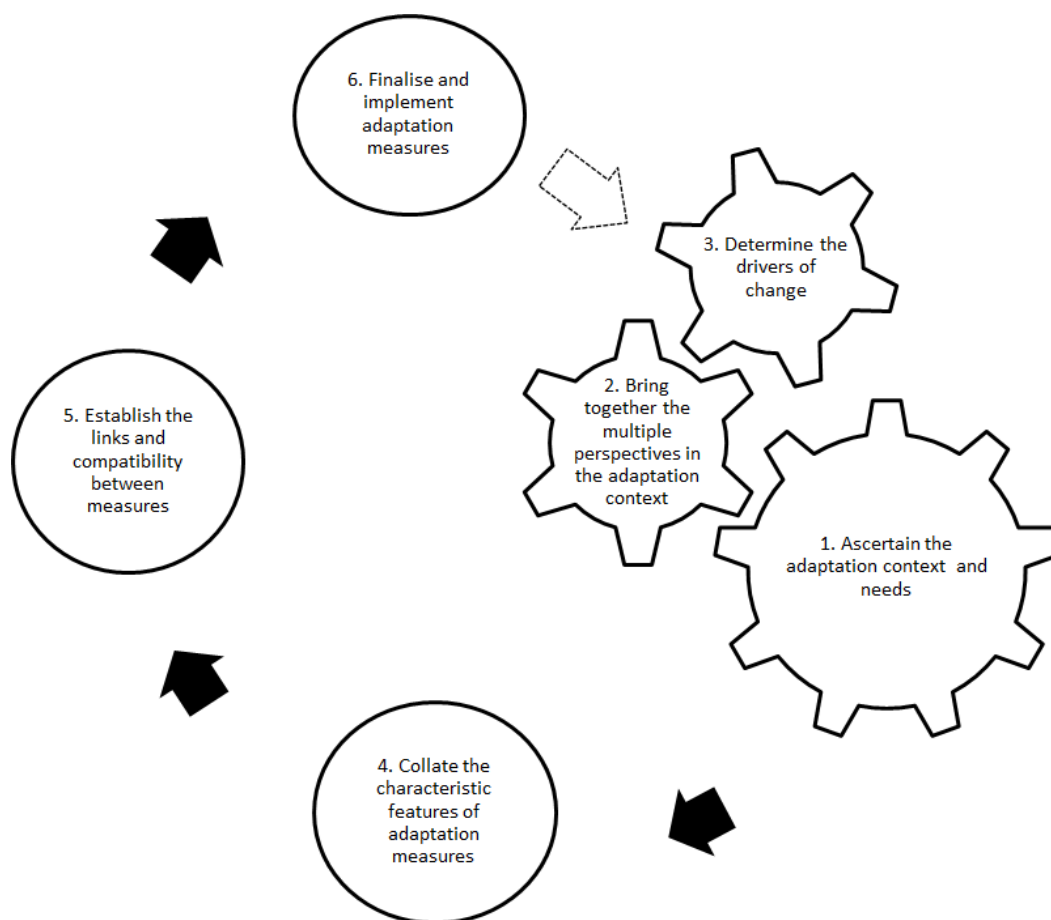
6.2.2. ΤΑ ΜΕΤΡΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ

Για την ολοκληρωμένη διαχείριση της περιοχής μελέτης και των περικλειόμενων χαρακτήρων τοπίων που αναγνωρίστηκαν, πρέπει να ληφθούν υπόψη τα εξής:

1. Οι αναγνωρισμένες προκλήσεις (πιέσεις και απειλές) από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες.
2. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.
3. Η διατήρηση και η προστασία των φυσικών τύπων οικοτόπων και ειδών πανίδας και χλωρίδας.
4. Η διατήρηση και η προστασία των πολιτιστικών πόρων.
5. Οι κοινωνικό-οικονομικές ανάγκες και ιδιαιτερότητες.

Στόχος είναι η ολοκληρωμένη διαχείριση της περιοχής, με έμφαση στην αποκατάσταση, διατήρηση και βελτίωση του τοπίου, ώστε να προσδίδει στη φυσικότητα, την πολιτισμικότητα και την αυθεντικότητα της περιοχής, ως κύριοι άξονες για την ανάπτυξη παραγωγικών δραστηριοτήτων που κατά το δυνατόν θα μετριάσουν, στην κλίμακα εφαρμογής τους, τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και θα είναι ταυτόχρονα ευπροσάρμοστες στις όποιες εκτιμώμενες μεταβολές.

Σημαντικός παράγοντας στη διαμόρφωση των μέτρων υπήρξε η διατομεακότητα, καθώς έννοια του τοπίου συνδέεται, όπως αναφέρθηκε και στο αμέσως προηγούμενο υπο-κεφάλαιο με αρκετούς από τους τομείς προτεραιότητας της ΕΣΠΚΑ. Υπό το πρίσμα της διατήρησης και αποκατάστασης του τοπίου της Λαυρεωτικής, τα προτεινόμενα μέτρα δεν μπορούν παρά να είναι συμβατά μεταξύ τους (και ακόμα και σε περιπτώσεις να ενισχύουν το ένα το άλλο). Έτσι για παράδειγμα η πρόταση της αποκατάστασης διαβρωμένων εκτάσεων με ξηρανθεκτικά αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, εκτός από τη συγκράτηση των εδαφών, θα αναβαθμίζει την αισθητική αξία του τοπίου και τη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα(Εικόνα 146).



Εικόνα 146. Πλαίσιο για τη διαμόρφωση προτάσεων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή (Radhakrishnan et al., 2017).

Η διάρκεια των μέτρων και δράσεων κατηγοριοποιείται χρονικά -σύμφωνα με συνήθεις πρακτικές στη στρατηγική σχεδιασμού και εφαρμογής- στις παρακάτω κατηγορίες:

- **Βραχυπρόθεσμα (1-3 χρόνια)**

Άμεσες παρεμβάσεις με ταχεία εφαρμογή και σχετικά άμεσα αποτελέσματα, όπως δράσεις ενημέρωσης, καμπάνιες ευαισθητοποίησης και πιλοτικά προγράμματα.

- **Μεσοπρόθεσμα (4-10 χρόνια)**

Περιλαμβάνει πιο χρονοβόρες ενέργειες σε φάση σταθεροποίησης ή επέκτασης αρχικά βραχυπρόθεσμων παρεμβάσεων. Παραδείγματα αποτελούν μέτρα σχεδιασμού, υλοποίησης και παρακολούθησης, όπως η ανάπτυξη συστημάτων αφαλάτωσης, η εφαρμογή γεωργίας ακριβείας και προγράμματα βελτίωσης υποδομών.

- **Μακροπρόθεσμα (>10 χρόνια)**

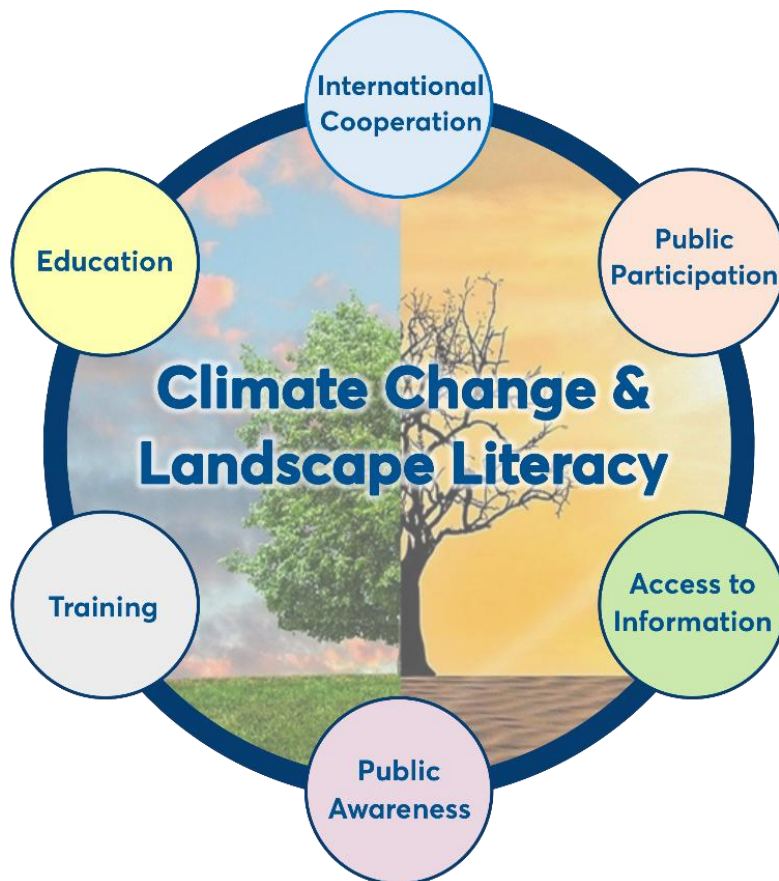
Αφορά στρατηγικές και μεγάλης κλίμακας έργα βιωσιμότητας και ανθεκτικότητας, όπως είναι οι αναδασώσεις, η αποκατάσταση φυσικών οικοσυστημάτων, τα αντιπλημμυρικά έργα μεγάλης κλίμακας και οι αλλαγές στον χωροταξικό σχεδιασμό.

Η κατηγοριοποίηση αυτή βασίζεται στο εύρος των παρεμβάσεων και στο χρόνο που χρειάζονται οι δράσεις για σχεδιασμό και υλοποίηση και εμφάνιση αποτελεσμάτων. Επιπλέον, σύμφωνα με αυτή την κατηγοριοποίηση τα εργατικά και τα απαραίτητα υλικά, υπολογίστηκαν οι δαπάνες των έργων. Οι βραχυπρόθεσμες δράσεις (που αποτελούν και την πλειοψηφία) έχουν συνήθως χαμηλότερα κόστη, έως 200.000 € (χωρίς αυτό να αποκλείει τις εξαιρέσεις, ανάλογα με το είδος των επεμβάσεων και τα υλικά). Οι μεσοπρόθεσμες δράσεις συνήθως έχουν μεγαλύτερα κόστη που φτάνουν και τα 1 ή 2 εκατ. € (ακόμα και να τα υπερβούν σε ορισμένες περιπτώσεις). Οι μακροπρόθεσμες ή συνεχείς δράσεις έχουν συνήθως προϋπολογισμό άνω των 2 εκατ. € και μπορεί να ξεπεράσουν τα 10 εκατ. €. Οι περισσότερες προτάσεις αφορούν σε βραχυπρόθεσμες δράσεις και μέτρα, καθώς θεωρήθηκε σκόπιμο αρχικά να γίνουν κάποιες πιλοτικές κινήσεις. Σκοπός είναι να υπάρξει μια πρώτη εισροή δεδομένων παρακολούθησης, ώστε να αξιολογηθεί στη συνέχεια η αποτελεσματικότητα των μέτρων. Η χρηματοδότηση θα μπορούσε να εξασφαλιστεί από εθνικά ή ευρωπαϊκά προγράμματα, όπως το Horizon Europe και το LIFE Programme, από διεθνείς ή ευρωπαϊκούς οργανισμούς και εργαλεία (Πράσινο Ταμείο, Ταμείο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας, κ.ά.), και ιδιωτικές χορηγίες.

Στους πίνακες των παρακάτω ενότητων, παρουσιάζονται Μέτρα και οι Δράσεις που προτείνονται για την ολοκληρωμένη διαχείριση του τοπίου της περιοχής διατομής σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση, αλλά και στο πλαίσιο της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Τα μέτρα αυτά είναι οργανωμένα σύμφωνα με τους πέντε βασικούς άξονες του 6.2.1, ενώ αναφέρονται οι σχετικοί τομείς προτεραιότητας και οι περιοχές εφαρμογής, ανάλογα με τον τύπο του τοπίου.

Ενημέρωση, Εκπαίδευση και Ευαισθητοποίηση

Για τον πρώτο άξονα, προτείνονται συνολικά επτά μέτρα και δράσεις, τα οποία αφορούν σε οχτώ τομείς προτεραιότητας, συν τον προτεινόμενο τομέα του τοπίου - χρήσεων γης. Τα μέτρα αποσκοπούν στην εκπαίδευση νέων και ενηλίκων (εξειδικευμένων επαγγελματιών και μη) σχετικά με καλές πρακτικές ανά τομέα, στην ενημέρωσή τους σχετικά με άγνωστες έννοιες σχετικές με την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και στην ευαισθητοποίησή τους στα διάφορα προβλήματα και ενθάρρυνση της εμπλοκής τους στη διαχείρισή των προβλημάτων. Μπορεί να περιλαμβάνουν εκπαιδευτικά προγράμματα, ημερίδες, σεμινάρια, συνέδρια και εκστρατείες στα ΜΜΕ σχετικές με την κλιματική αλλαγή υπό το πρίσμα του κάθε τομέα. Τα ολοκληρωμένα βήματα για την επιτυχή ολοκλήρωση των μέτρων του άξονα απεικονίζονται παρακάτω.



Εικόνα 147. Απεικόνιση των κατηγοριών μέτρων και δράσεων στο πλαίσιο του πρώτου άξονα: Ενημέρωση, Εκπαίδευση και Ευαισθητοποίηση, για την κλιματική αλλαγή όπως διατυπώνονται στη Συμφωνία του Παρισιού του 2015 (SEPN, 2024).

Πίνακας 9. Πίνακας των προτεινόμενων μέτρων και δράσεων για τον άξονα της Ενημέρωσης, Εκπαίδευσης και Ευαισθητοποίησης.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ, ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
1	Εκπαιδευτικό πρόγραμμα και καμπάνια για το τοπίο, τον πολιτισμό και την κλιματική αλλαγή (Landscape Literacy)	Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα, Πολιτιστική κληρονομιά, Τοπίο - χρήσεις γης	Συνδυασμός σεμιναρίων, επιτόπιων εκπαιδεύσεων και ψηφιακού υλικού για την κατανόηση της φυσικής και πολιτιστικής αξίας του τοπίου και της ανάγκης προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.	Μ	1	Κλιματική αλλαγή, άγνοια, υποβάθμιση τοπίου	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα οι αστικές	2	ΟΤΑ, ΜΚΟ, σχολεία, ΚΠΕ	20.000
2	Εκπαίδευση κοινοτήτων για πρόληψη κινδύνων και προστασία της βιοποικιλότητας	Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα, Τοπίο - χρήσεις γης	Εκπαιδευτικά σεμινάρια και πρακτικές ασκήσεις για πυρκαγιές, ξενικά/εισβλητικά είδη και απώλεια οικοτόπων.	Μ	1	Πυρκαγιές, ξενικά εισβολή, κατακερματισμός οικοτόπων	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα οι αστικές	3	Δήμος, ΜΚΟ, Πυροσβεστική ΟΦΥΠΕΚΑ	35.000
3	Καμπάνια περιβαλλοντικής υπευθυνότητας & διαχείρισης απορριμμάτων	Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα, Δασοπονία, Υδάτινοι πόροι, Υδατοκαλλιέργειες, Τουρισμός, Τοπίο - χρήσεις γης	Ενημερωτικές δράσεις, αφίσες, εργαστήρια και εθελοντικοί καθαρισμοί για μείωση σκουπιδιών και ορθή περιβαλλοντική συμπεριφορά.	Δ	2	Ρύπανση, παραμέληση δημόσιου χώρου και αισθητική υποβάθμιση	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα οι αστικές και παράκτιες/δασικές	1,5	Δήμος, ΜΚΟ, Σχολεία	15.000
4	Οδηγός καλών τουριστικών πρακτικών για προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή	Τουρισμός	Δημιουργία και διανομή πρακτικού οδηγού για επισκέπτες, επιχειρήσεις και ξεναγούς για φιλικές πρακτικές προς τη φύση και το κλίμα.	Δ	2	Υπερτουρισμός, αλόγιστη χρήση πόρων, διάβρωση	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα οι αστικές	1	ΜΚΟ, τουριστικές ενώσεις, ΟΤΑ	8.000

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ, ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
5	Πρόγραμμα εξωστρέφειας για το τοπίο (τουρισμός, εργασία, αναψυχή)	Τουρισμός, Τοπίο – χρήσεις γης	Δημιουργία αφηγήματος για τις δυνατότητες του τοπίου – βιωματικός τουρισμός, εναλλακτική εργασία και αναψυχή με σεβασμό στο περιβάλλον.	Μ	3	Εγκατάλειψη ή υπερανάπτυξη	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα οι αστικές	2	Αναπτυξιακές εταιρείες, ΟΤΑ, ΜΚΟ	15.000
6	Πρωτοβουλίες πολιτών για συλλογή κλιματικών δεδομένων (citizen science)	Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα	Τοποθέτηση θερμομέτρων/αισθητήρων και εκπαίδευση κατοίκων για παρακολούθηση μικροκλιματικών μεταβολών και βιοδείκτες.	Δ	1	Έλλειψη δεδομένων, κακή διαχείριση, κλιματική αλλαγή	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα οι αστικές	2,5	Πανεπιστήμια, ΕΛΛΕΤ, ΟΦΥΠΕΚΑ	25.000
7	Ψηφιακή πλατφόρμα για συμμετοχή πολιτών στον χωρικό σχεδιασμό	Δομημένο περιβάλλον, Τοπίο – χρήσεις γης	Δημιουργία ψηφιακού εργαλείου με χάρτες, φόρμες αναφοράς, και δυνατότητα σχολιασμού για ενεργή εμπλοκή κατοίκων.	Μ	2	Έλλειψη διαβούλευσης, ασυνεχής πολεοδομικός σχεδιασμός	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα οι αστικές	2	ΜΚΟ, ΟΤΑ, Πανεπιστήμια, Εταιρίες	30.000
8	Ειδικά σεμινάρια για διαχειριστές τοπίου και μνημείων	Πολιτιστική κληρονομιά, Τοπίο – χρήσεις γης	Στοχευμένα σεμινάρια για επαγγελματίες και φορείς για βέλτιστες πρακτικές διατήρησης τοπίου υπό κλιματικές πιέσεις.	Δ	1	Ανεπαρκής τεχνογνωσία, κακή διαχείριση, υποβάθμιση τοπίου	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα όσες περιλαμβάνουν σημαντικά μνημεία	1,5	ΥΠΠΟΑ, ΜΚΟ, ΟΤΑ, ΦΔ	18.000

Θεσμικά Εργαλεία

Για τον δεύτερο άξονα, προτείνονται συνολικά 13 μέτρα και δράσεις, τα οποία αφορούν σε επτά τομείς προτεραιότητας, συν τον προτεινόμενο τομέα του τοπίου – χρήσεων γης. Τα μέτρα αποσκοπούν στη δημιουργία και την ενίσχυση του θεσμικού πλαισίου που απαιτείται για την εφαρμογή των στρατηγικών προσαρμογής (**Εικόνα 148**). Περιλαμβάνουν την αναθεώρηση και επικαιροποίηση της σχετικής νομοθεσίας, την ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ των θεσμικών φορέων, τη δημιουργία κατευθυντήριων γραμμών για τη διαχείριση κλιματικών κινδύνων και την προώθηση κινήτρων για την υποστήριξη των μέτρων προσαρμογής που ακολουθούν παρακάτω.



Εικόνα 148. Τέσσερα βασικά στοιχεία των θεσμικών εργαλείων: νομοθετικά πλαίσια, ρυθμίσεις, κανονισμοί και διαχειριστικοί μηχανισμοί. Τα νομοθετικά πλαίσια αναφέρονται σε νόμους που θεσπίζονται για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, οι ρυθμίσεις είναι μέτρα που απορρέουν από την εκάστοτε νομοθεσία για την καθοδήγηση της δράσης, οι κανονισμοί είναι οδηγίες συμμόρφωσης στο νομοθετικό πλαίσιο και οι διαχειριστικοί μηχανισμοί είναι οργανωτικά ή διαδικαστικά συστήματα για την τελική εφαρμογή των μέτρων προσαρμογής. Όλα τα παραπάνω στοιχεία είναι απαραίτητα για την υποστήριξη της εφαρμογής της στρατηγικής προσαρμογής του τοπίου στην κλιματική αλλαγή.

Πίνακας 10. Πίνακας των προτεινόμενων μέτρων και δράσεων για τον άξονα των Θεσμικών Εργαλείων.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΘΕΣΜΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
9	Ενίσχυση θεσμικού πλαισίου διαχείρισης τοπίου	Τοπίο - χρήσεις γης, Δομημένο περιβάλλον	Θεσμοθέτηση υποχρεωτικής ενσωμάτωσης διαχείρισης τοπίου και κλιματικής προσαρμογής στα Τοπικά Πολεοδομικά Σχέδια (ΤΠΣ)	Μ	1	Απουσία ελέγχου, απώλεια χαρακτηριστικών τοπίου, κλιματική υποβάθμιση	Όλες οι περιοχές	3	ΥΠΕΝ, ΟΤΑ	
10	Θεσμοθέτηση Περιοχών Οικολογικής Εστίασης	Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα, Γεωργία και κτηνοτροφία, Τοπίο - χρήσεις γης	Καθιέρωση περιοχών πλησίον καλλιεργούμενων εκτάσεων (ή μέρους τους) που θα ενισχύσουν την συνολική οικολογική αξία, μέσω της δέσμευσης αζώτου και θα προστετεύουν το εδάφους μέσω αγρανάπαυσης. Οι περιοχές θα χαρακτηρίζονται με ειδικά μέτρα προστασίας, με σκοπό τη διασφάλιση της διατήρησης της βιοποικιλότητας.	Μ	1	Κατακερματισμός οικοτόπων, αστικοποίηση, κλιματική αλλαγή	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα όσες περιλαμβάνουν αγροτικά οικοσυστήματα	4	ΥΠΕΝ, ΟΤΑ, ΦΔΠΠ, ΥΠΑΑΤ	250,000
11	Καθιέρωση μηχανισμών συμμετοχής πολιτών στη λήψη αποφάσεων για το τοπίο	Τοπίο - χρήσεις γης, Δομημένο περιβάλλον	Δημιουργία διαρθρωμένων μηχανισμών και διαδικασιών δημόσιας διαβούλευσης, για την ενίσχυση της συμμετοχικότητας στη διαμόρφωση και αξιολόγηση τοπικών σχεδίων.	Μ	2	Έλλειψη διαφάνειας και κοινωνικής συμμετοχής, αδυναμία διαχείρισης πιέσεων	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα όσες περιλαμβάνουν οικισμούς	2	ΟΤΑ, ΥΠΕΝ, ΜΚΟ	150,000

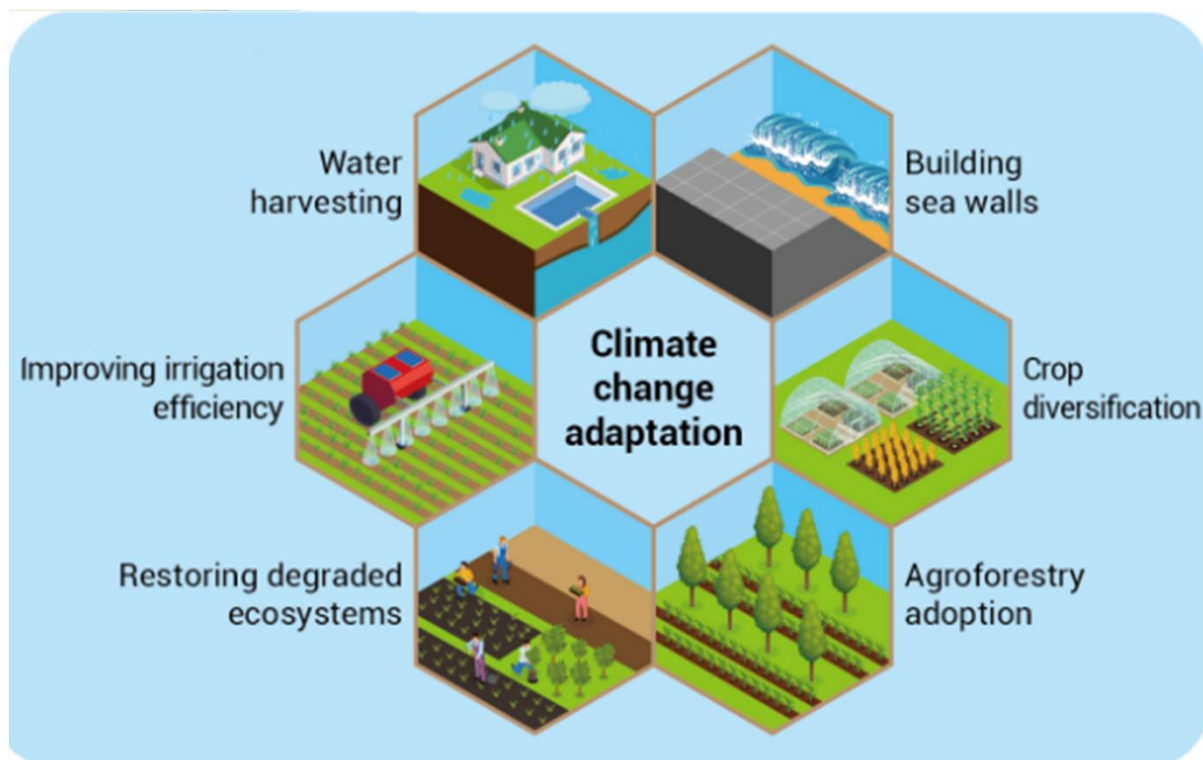
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΘΕΣΜΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
12	Ενίσχυση του ρόλου των Διαχειριστικών Φορέων και Εποπτείας στις περιοχές Natura	Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα, Τοπίο - χρήσεις γης	Θεσμική και οικονομική ενίσχυση για περαιτέρω στελέχωση των Φορέων Διαχείρισης. Στόχος είναι η πιο αποτελεσματική εποπτεία, επιβολή της νομοθεσίας και συνεργασία με τις τοπικές αρχές.	Δ	1	Παραβιάσεις καθεστώτος προστασίας, υποβάθμιση οικοσυστημάτων	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα όσες απειλούνται άμεσα από την κλιματική αλλαγή	5	ΥΠΕΝ, ΟΦΥΠΕΚΑ	18,000,000
13	Ανάπτυξη εργαλείων τοπικής προσαρμογής στις κλιματικές μεταβολές	Τοπίο - χρήσεις γης	Καθορισμός ειδικών κριτηρίων, δεικτών τοπίου (για οικολογική, αισθητική, οικονομική και αντιληπτική ιδάσταση) και εργαλείων για χρήση στα ΤΠΣ και σε μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων με στόχο την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.	Δ	1	Τρωτότητα, υποβάθμιση τοπίου και οικοσυστημάτων	Όλες οι περιοχές	3	Ερευνητικά Ιδρύματα, Πανεπιστήμια, ΜΚΟ, ΥΠΕΝ	300,000
14	Απαγορεύσεις βόσκησης και οριοθέτηση ζωνών	Τοπίο - χρήσεις γης, Γεωργία και κτηνοτροφία, Δασοπονία	Εφαρμογή περιοριστικών μέτρων για τη βόσκηση και οριοθέτηση ζωνών προστασίας, με σκοπό τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και την αποφυγή της υπερβόσκησης (μέχρι την ολοκλήρωση και έγκριση του Σχεδίου Βόσκησης)	Μ	2	Υποβάθμιση οικοτόπων, υπερβόσκηση	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα οι αγροτικές	3	ΥΠΕΝ, ΟΤΑ, Δασαρχεία, ΦΔΠΠ	100,000
15	Ρυθμιστικές διατάξεις θήρας και επιβολή κυρώσεων	Τοπίο - χρήσεις γης, Δασοπονία, Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα, Παράκτιες ζώνες	Καθιέρωση αυστηρών ελέγχων και κυρώσεων για τη ρύθμιση της θήρας και την προστασία των ειδών της πανίδας.	Μ	1	Λαθροθηρία, υποβάθμιση πανίδας	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα οι δασικές και υγροτοπικές	4	ΥΠΑΑΤ, ΟΤΑ, ΦΔΠΠ	150,000

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΘΕΣΜΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
16	Περιορισμός πρόσβασης σε φυσικές περιοχές	Τοπίο - χρήσεις γης, Δασοπονία, Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα	Αποτροπή μετακίνησης και δραστηριότητας στα φυσικά οικοσυστήματα σε ημέρες κατηγορίας κινδύνου πυρκαγιάς 4 και άνω.	M	1	Απώλεια ζωής, κίνδυνος εκδήλωσης πυρκαγιάς	Δασικές εκτάσεις εντός των περιοχών Natura	5	ΥΠΕΝ, ΥπΚΚΠΠ, Δασαρχεία, ΦΔΠΠ, ΟΤΑ	200.000 έλεγχο και σήμανση
17	Κανονιστική ρύθμιση ιχθυοκαλλιέργειών	Τοπίο - χρήσεις γης, Υδατοκαλλιέργειες, Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα	Θεσμοθέτηση αυστηρών κανονιστικών διατάξεων για τη λειτουργία των ιχθυοκαλλιεργειών στις ακτές του Πατρόκλου, με σκοπό την προστασία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και την αειφόρο ανάπτυξη.	M	1	" Υποβάθμιση θαλάσσιων οικοσυστημάτων , ρύπανση	Παράκτιες ζώνες περριοχής GR3000005 (εφαρμογή και σε αντίστοιχες περιπτώσεις)	3	ΥΠΑΑΤ, ΟΤΑ, ΦΔΠΠ	100,000
18	Ρύθμιση οικιστικής επέκτασης και ενίσχυση κοινωνικού ελέγχου	Τοπίο - χρήσεις γης, Δομημένο περιβάλλον	Θεσμοθέτηση αυστηρότερης εφαρμογής της πολεοδομικής νομοθεσίας, με ενίσχυση των ελέγχων για εκτός σχεδίου δόμηση και δημιουργία μηχανισμού άμεσης αναφοράς παραβάσεων μέσω συμμετοχής των κατοίκων (π.χ. ψηφιακή πλατφόρμα καταγγελιών με γεωχωρικά δεδομένα).	M	1	Αστική διάχυση και άναρχη δόμηση, απώλεια αγροτικών και δασικών εκτάσεων, κλιματικοί κίνδυνοι	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα όσες περιλαμβάνουν αγροτικά και δασικά οικοσυστήματα	2	ΥΠΠΟΑ, ΟΤΑ, ΦΔΠΠ	140,000

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΘΕΣΜΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
21	Θεσμοθέτηση διαχειριστικού ύ οργάνου για τοπία και χρήσεις γης	Τοπίο - χρήσεις γης	Δημιουργία διαχειριστικού οργάνου υπεύθυνου για την προστασία και τη διαχείριση των τοπίων και των χρήσεων γης με σκοπό την εποπτεία της εφαρμογής των τοπικών σχεδίων αλλά και του συντονισμού της επικοινωνίας όλων των δράσεων που αφορούν σε έργα τοπικής κλίμακας	M	1	Κακή διαχείριση και ακατάλληλες χρήσεις γης	Όλες οι περιοχές	5	ΥΠΕΝ, ΟΤΑ	25,000,000
22	Προσαρμογή νομοθεσίας και πρόστιμα για μη αποκατάσταση τοπίου μετά από εξόρυξη	Τοπίο - χρήσεις γης, Εξορυκτική δραστηριότητα	Εφαρμογή νομοθεσίας που επιβάλλει πρόστιμα για την αποτυχία αποκατάστασης τοπίου μετά από εξορυκτικές δραστηριότητες, για την διαχείριση των περιοχών εξόρυξης και για την αποφυγή της διάβρωσης.	M	2	Υποβάθμιση τοπίου, ρύπανση και διάβρωση	Όλες οι περιοχές	4	ΥΠΕΝ, ΥΠΟΙΚ	40,000
23	Πιλοτική δημιουργία οργάνου-φορέα συντονισμού τομέων	15 τομείς προτεραιότητας, Τοπίο - χρήσεις γης	Καθιέρωση φορέα συντονισμού των διαφόρων τομέων προτεραιότητας σε σημεία που εφάπτονται της αειφόρου διαχείρισης φυσικών και πολιτιστικών πόρων, για την αποφυγή της εξάντλησης ή υποβάθμισής τους στην εποχή της κλιματικής αλλαγής.	M	3	Ανεπαρκής συντονισμός, κακή διαχείριση φυσικών πόρων	Όλες οι περιοχές	4	ΥΠΕΝ	24,000,000

Μέτρα Προσαρμογής

Για τον τρίτο άξονα, προτείνονται συνολικά 21 μέτρα και δράσεις, τα οποία αφορούν σε οχτώ τομείς προτεραιότητας συν τον προτεινόμενο τομέα του τοπίου – χρήσεων γης. Σκοπός είναι η πρακτικότητα για τη μείωση της τρωτότητας του τοπίου (φυσικού και πολιτιστικού) αλλά και της ευπάθειας της κοινωνίας στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Περιλαμβάνουν έργα υποδομής για την αντιμετώπιση πυρκαγιών και την προστασία από τη διάβρωση, προσαρμογή των γεωργικών πρακτικών σε νέες κλιματικές συνθήκες, ενίσχυση της ανθεκτικότητας του αστικού και φυσικού περιβάλλοντος μέσω φύτευσης και αποκατάστασης φυσικών οικοσυστημάτων και εφαρμογή τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας και νερού. Παραδείγματα σχετικών μέτρων απεικονίζονται στην **Εικόνα 149**.



Εικόνα 149. Ενδεικτικά μέτρα προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή των τομέων προτεραιότητας που σχετίζονται με το τοπίο, όπως προσαρμόστηκε από τους Wang et al. (2023).

Πίνακας 11. Πίνακας των προτεινόμενων μέτρων και δράσεων για τον άξονα των Μέτρων Προσαρμογής.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
24	Ολοκληρωμένο Σχέδιο Διαχείρισης Βόσκησης	Γεωργία και κτηνοτροφία, Τοπίο - χρήσεις γης	Μελέτη βοσκοφόρτωσης και βοσκοϊκανότητας – Μελέτη αιειφόρου βόσκησης	Δ	2	Υπερβόσκηση, διάβρωση εδάφους, απώλεια ενδιαιτημάτων	Όλες οι περιοχές που περιλαμβάνουν αγροτικές και δασικές εκτάσεις	4	ΥΠΑΑΤ, ΦΔΠΠ	250,000
25	Μελέτη Φέρουσας Ικανότητας Τουρισμού σε Περιοχές Natura	Τουρισμός, Τοπίο - χρήσεις γης	Αξιολόγηση της φέρουσας τουριστικής ικανότητας στις προστατευόμενες περιοχές του δικτύου Natura 2000, με σκοπό την προστασία ειδών και τύπων οικοτόπων από φαινόμενα όπως το trampling ή/και η υπερσυγκέντρωση επισκεπτών και οχημάτων.	Δ	1	Υπερτουρισμός, Trampling, καταστροφή οικοτόπων, αισθητική αλλοίωση τοπίου	Όλες οι περιοχές	2	Υπ. Τουρισμού, ΦΔΠΠ	80,000
26	Μελέτη Φέρουσας Ικανότητας Αρχαιολογικών Χώρων	Τουρισμός, Πολιτιστική κληρονομιά, Τοπίο - χρήσεις γης	Αξιολόγηση και εκτίμηση του αριθμού των επισκεπτών που μπορεί να δεχθεί ένας υπαίθριος αρχαιολογικός προορισμός, μέσω δεικτών, ώστε ούτε το μνημείο να δέχεται πίεση, αλλά ταυτόχρονα ο επισκέπτης να έχει μέγιστη ικανοποίηση από την επίσκεψή του στον προορισμό.	Δ	2	Φθορά μνημείων, ρύπανση, υποβάθμιση εμπειρίας	Όλες οι περιοχές που περιλαμβάνουν ανοιχτούς αρχαιολογικούς χώρους	2	ΥΠΠΟΑ	60,000

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
27	Καταγραφή και Απομάκρυνση Ξενικών και Εισβλητικών Ειδών	Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα, Παράκτιες ζώνες, Τοπίο - χρήσεις γης	Συστηματική χαρτογράφηση και απομάκρυνση εισβλητικών φυτικών και ζωικών ειδών, τα οποία είναι ανθεκτικότερα των αυτόχθονων στις επικείμενες κλιματικές μεταβολές με σκοπό την αποκατάσταση του χαρακτήρα του τοπίου, κύρια στις παρόχθιες και παράκτιες περιοχές.	Δ	1	Απώλεια ιθαγενούς βιοποικιλότητας, διάβρωση	Όλες οι περιοχές που περιλαμβάνουν παράκτιες ζώνες	3	ΦΔΠΠ, Πανεπιστήμια, ΜΚΟ	100,000
28	Ολοκληρωμένο Σχέδιο Αναδάσωσης Καμένων Δασών	Δασοπονία, Τοπίο - χρήσεις γης	Ανάπτυξη προγράμματος αναδάσωσης επαναλαμβανόμενα καμένων φυσικών εκτάσεων με εγγενή είδη, όπου η φυσική αναγέννηση δεν μπορεί να λειτουργήσει προς την επαναφορά και αποκατάσταση του οικοσυστήματος.	Δ	1	Ελάττωση απορροφήσεων άνθρακα, Διάβρωση εδαφών, Άμεση αισθητική και οικολογική υποβάθμιση του τοπίου	Όλες οι περιοχές που περιλαμβάνουν δασικές εκτάσεις	5	Δασαρχεία, ΥΠΕΝ	380,000
29	Δημιουργία ήπιων υποδομών τουρισμού και αναψυχής	Τουρισμός, Τοπίο - χρήσεις γης	Κατασκευή μικρής κλίμακας υποδομών (π.χ. info points, παρατηρητήρια, αναψυκτήρια) και θεματικά προσανατολισμένων δικτύων μονοπατιών, ανάλογα με το τοπίο και την περιοχή εφαρμογής π.χ. παραθαλάσσιες διαδρομές, ορεινοί περίπατοι και ορειβασία, αρχαιολογικές διαδρομές, γαστρονομικές διαδρομές.	Δ	1	Μαζικός τουρισμός, Trampling, Απορρίμματα, Ρύποι, Υπέρβαση φέρουσας ικανότητας	Όλες οι περιοχές που περιλαμβάνουν παράκτιες ζώνες	3	ΥΠΠΟΑ, ΟΤΑ, ΜΚΟ	90,000

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
30	Καθαρισμοί θαλασσών, παραλιών και ρεμάτων	Τοπίο - χρήσεις γης, Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα, Παράκτιες ζώνες	Δράσεις καθαρισμού με τη συνεργασία τοπικών συλλόγων και καταδυτικών κέντρων για την απομάκρυνση απορριμμάτων από ευαίσθητα οικοσυστήματα.	Δ	2	Ρύπανση ακτών και θαλασσών, απειλή για τη θαλάσσια ζωή	Όλες οι περιοχές που περιλαμβάνουν εξορυστικές στοές	2	Δήμοι, ΜΚΟ, καταδυτικά κέντρα	30,000
31	Αξιολόγηση πολιτιστικής αξίας στοών μεταλλείων και προτάσεις επανάχρησης	Τοπίο - χρήσεις γης, Πολιτιστική Κληρονομιά	Τεκμηρίωση και αξιολόγηση στοών μεταλλείων για την ανάδειξη πολιτιστικής αξίας και προτάσεις επανάχρησης ως επισκέψιμοι χώροι ή πολιτιστικές διαδρομές.	Δ	2	Απαξίωση πολιτιστικού αποθέματος, εγκατάλειψη ιστορικών τοπίων	Όλες οι περιοχές με εέντονη κλίση και γυμνό έδαφος	3	ΥΠΠΟΑ, ΜΚΟ, Πανεπιστήμια	70,000
32	Αποκατάσταση διαβρωμένων εκτάσεων με ξηρανθεκτικά φυτά	Τοπίο - χρήσεις γης, Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα, Παράκτιες ζώνες	Αποκατάσταση διαβρωμένων εκτάσεων, όπου καλύπτονταν από χαμηλή βλάστηση και θαμνώνες, με τη φύτευση ανθεκτικών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών σταδιακή επαναφορά των πληθυσμών των επικονιαστών και διαφόρων ειδών πανίδας και χλωρίδας. Ταυτόχρονα, οι θέσεις θα αποτελούν βέλτιστη περιοχή για την εκτροφή μελισσών.	Δ	2	Εδαφική υποβάθμιση, διάβρωση, απώλεια κάλυψης	Όλες οι περιοχές με κλίση και γυμνό έδαφος	2	Δασαρχεία, ΟΤΑ, Πανεπιστήμια	120,000

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
33	Διαχειριστική μελέτη δασών περιοχής	Δασοπονία	Σύνταξη διαχειριστικής μελέτης για όλα τα δάση και δασικές εκτάσεις της περιοχής, η οποία θα έχει ως κύριο στόχο την πρόταση διαχειριστικών μέτρων για τη συμβολή των εκτάσεων αυτών στον μετριασμό των επιπτώσεων από την κλιματική αλλαγή, αλλά και στην προσαρμογή τους στις προβλεπόμενες συνθήκες.	Δ	1	Πυρκαγιές, Διάβρωση, Απώλεια σε δέσμευση άνθρακα δασικών οικοσυστημάτων	Όλες οι περιοχές με μεγάλες δασικές εκτάσεις	2	Δασική Υπηρεσία, ΥΠΕΝ	85,000
34	Ολοκληρωμένο Σχέδιο Οικολογικής Διασύνδεσης περιοχών Natura μέσω φυσικών διαδρομών και διάδρομων μετακίνησης ειδών	Τοπίο - χρήσεις γης, Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα	Χαρτογράφηση, σχεδιασμός, ανάδειξη, αποκατάσταση και προστασία δικτύου φυσικών διαδρομών (οικολογικών διαδρόμων) που ενώνουν απομονωμένα ή κατακερματισμένα τμήματα των περιοχών Natura. Οι διάδρομοι θα βασίζονται σε υπάρχοντα στοιχεία του τοπίου (ρέματα, δασικά όρια, κα.) και θα ενισχυθούν με αναδασώσεις, ρυθμίσεις πρόσβασης, καθώς και ήπιες υποδομές για την αποφυγή παρεμπόδισης της μετακίνησης ειδών πανίδας και της διάχυσης της χλωρίδας. Στόχος είναι η ενίσχυση της ενότητας και η προσαρμογή της βιοποικιλότητας στην κλιματική αλλαγή.	Δ	1	Κατακερματισμός και απώλεια οικοτόπων, μετατόπιση βιοκλιματικών ζωνών και ειδών	Όλες οι περιοχές	5	ΥΠΕΝ, ΟΤΑ, ΜΚΟ, ΦΔΠΠ, Πανεπιστήμια	1,500,000

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
35	Διατήρηση και συντήρηση ζωνών πυροπροστασίας σε περιοχές υψηλού κινδύνου	Τοπίο - χρήσεις γης, Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα, Δασοπονία	Ετήσια συντήρηση των ήδη χαραγμένων ζωνών πυροπροστασίας (κοπή χαμηλής βλάστησης, απομάκρυνση ξερών υλικών κ.ά.), σε συνδυασμό με στοχευμένο σχεδιασμό για δημιουργία νέων όπου απαιτείται, σύμφωνα με τις δασικές υπηρεσίες και τους διαχειριστικούς χάρτες κινδύνου.	Δ	1	Δασικές πυρκαγιές, κλιματική αλλαγή	Όλες οι περιοχές με δασικές εκτάσεις	5	Δασικές Υπηρεσίες, ΥΠΕΝ, ΟΤΑ, ΦΔΠΠ	150,000
36	Επιδότηση φύτευσης ή αξιοποίησης εγκαταλελειμμένων αγροτεμαχίων με περιβαλλοντικά κριτήρια	Τοπίο - χρήσεις γης, Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα, Γεωργία και κτηνοτροφία	Ενεργοποίηση ανενεργών γεωργικών εκτάσεων μέσω οικονομικής ενίσχυσης για περιβαλλοντικά φιλικές καλλιέργειες (π.χ. ξηρανθεκτικά φυτά, μελισσοκομικά είδη), συμβάλλοντας στην αποτροπή ερημοποίησης και αύξηση της βιοποικιλότητας.	Δ	3	Εγκατάλειψη υπαίθρου, απώλεια καλλιεργήσιμης γης και βιοποικιλότητας	Όλες οι περιοχές με μνημεία ή αρχαιολογικούς χώρους	3	ΥΠΑΑΤ, ΟΠΕΚΕΠΕ	450,000
37	Συντήρηση και ανάδειξη μη προσβάσιμων μνημείων με πολιτιστικό ενδιαφέρον	Τοπίο - χρήσεις γης, Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα, Πολιτιστική Κληρονομιά	Εφαρμογή τεχνικών παρεμβάσεων για τη συντήρηση, προστασία και περιοδική τεκμηρίωση μνημείων που δεν είναι επισκέψιμα, με σκοπό τη διατήρηση της πολιτιστικής αξίας και την προετοιμασία για πιθανή μελλοντική ένταξή τους σε διαδρομές πολιτιστικού ενδιαφέροντος.	Μ	3	Φυσική φθορά από κλιματικές πιέσεις, εγκατάλειψη, αδυναμία συντήρησης	Όλες οι περιοχές με δασικές εκτάσεις	4	ΥΠΠΟΑ, ΕΦΑ	180,000

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
38	Αρχιτεκτονικά σχέδια φυτεύσεων για εναρμόνιση αρχαιολογικών χώρων με το τοπίο	Τοπίο - χρήσεις γης, Βιοποικιλότητα και οικονομικά, Πολιτιστική Κληρονομιά	Ανάθεση ειδικών φυτοτεχνικών μελετών σε αρχαιολογικούς χώρους, για τη δημιουργία ελεγχόμενων φυτεύσεων που ενισχύουν τη σκίαση, την αισθητική εμπειρία και τη βιοποικιλότητα, χωρίς να παραβιάζουν την ταυτότητα του αρχαιολογικού χώρου.	Δ	3	Αύξηση θερμοκρασίας και ξηρασίας, αισθητική υποβάθμιση	Όλες οι περιοχές με δασικές εκτάσεις	3	ΥΠΠΟΑ, ΟΤΑ, Πανεπιστήμια, Εταιρίες, ΕΦΑ	75,000
39	Αξιολόγηση πολιτιστικής αξίας στοών και ανάπτυξη σχεδίων επανάχρησης	Τοπίο - χρήσεις γης, Πολιτιστική Κληρονομιά	Χαρτογράφηση και τεκμηρίωση μεταλλευτικών στοών και την αξιολόγηση πιθανής επανάχρησής τους για σκοπούς πολιτιστικής ανάδειξης ή εκπαίδευσης, λαμβάνοντας υπόψη την ασφάλεια και τη φυσική τους κατάσταση.	Μ	2	Κατάρρευση λόγω διάβρωσης, εγκατάλειψη, απώλεια πολιτιστικής κληρονομιάς	Όλες οι περιοχές με δασικές εκτάσεις	3	ΥΠΠΟΑ, ΙΓΜΕ, ΟΤΑ	90,000
40	Χρήση ανθεκτικών καλυπτικών υλικών για την προστασία εκτεθειμένων μνημείων	Τοπίο - χρήσεις γης, Πολιτιστική Κληρονομιά	Επιλογή και πιλοτική εφαρμογή ανθεκτικών, μη επεμβατικών υλικών που προστατεύουν ευπαθή μνημεία από καιρικές συνθήκες (π.χ. άνεμο, ήλιο, αλμύρα) καθώς και σκιάστρων και ανεμοφρακτών, με στόχο τη μακροχρόνια συντήρησή τους.	Δ	2	Διάβρωση, έκθεση σε ακραία φαινόμενα	Όλες οι περιοχές με δασικές εκτάσεις	2	ΥΠΠΟΑ, Πανεπιστήμια, ΟΤΑ	80,000

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
41	Άμεση αραίωση πυκνών δασών για ενίσχυση της ανθεκτικότητας μέχρι την έγκριση διαχειριστικών σχεδίων	Τοπίο - χρήσεις γης, Δασοπονία	Απομάκρυνση υπερβολικής δασικής βιομάζας (ιδίως εύφλεκτης) μέσω στοχευμένης δασικής αραίωσης για τη μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς, σε επιλεγμένες περιοχές, με βάση τα πορίσματα της δασικής υπηρεσίας, ως προσωρινό μέτρο μέχρι την πλήρη εφαρμογή εγκεκριμένων σχεδίων διαχείρισης.	Δ	1	Πυρκακιά από συσσώρευση βιομάζας	Όλες οι περιοχές με δασικές εκτάσεις	1	ΟΤΑ, Δασικές Υπηρεσίες, ΦΔΠΠ	110,000
42	Τοποθέτηση σημείων απόρριψης απορριμμάτων σε επικίνδυνες για πυρκαγιά ζώνες	Τοπίο - χρήσεις γης, Δασοπονία	Τοποθέτηση κατάλληλων κάδων/σημείων απόρριψης απορριμμάτων για τον έλεγχο και περιορισμό της ρίψης σκουπιδιών σε φυσικές περιοχές (δάση, περιαστικά άλση, μονοπάτια), ιδιαίτερα σε τουριστικές διαδρομές, ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος αυτανάφλεξης ή κακόβουλης πρόκλησης πυρκαγιών.	Δ	2	Πυρκαγιές, ρύπανση	Όλες οι περιοχές με δασικές εκτάσεις	1	ΟΤΑ, Δασαρχεία, ΦΔΠΠ	40,000

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
43	Αναγνώριση και επισημάνση επικινδυνών περιοχών σε εισόδους ορυχείων	Τοπίο - χρήσεις γης, Υγεία	Σήμανση των εισόδων ορυχείων και διενέργεια εκτίμησης του κινδύνου κατάρρευσης που ενδεχομένως να αυξηθεί λόγω των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Στόχος είναι η εφαρμογή προληπτικών μέτρων για την αποτροπή ατυχημάτων και την ασφαλή πρόσβαση στους χώρους, ενώ παράλληλα εξασφαλίζει τον αποκλεισμό επικινδυνών περιοχών από το κοινό.	Δ	3	Έλλειψη δημόσιας ασφάλειας, εγκατάλειψη και διάβρωση	Όλες οι περιοχές με δασικές εκτάσεις	2	ΥΠΕΝ, ΟΤΑ	60,000
44	Στοχευμένη αραίωση και απομάκρυνση εύφλεκτης βλάστησης και δέντρων σε παράκτιες δασικές ζώνες πλησίον οικισμών	Τοπίο - χρήσεις γης, Δασοπονία, Δομημένο περιβάλλον	Προληπτική διαχείριση βλάστησης και κοπή δέντρων εντός καθορισμένης ζώνης πυροπροστασίας 50 μέτρων γύρω από κατοικίες και υποδομές στη Λαυρεωτική, σε περιοχές που γειτνιάζουν με δασικές εκτάσεις. Στόχος είναι η αποτροπή εξάπλωσης πυρκαγιών και η ενίσχυση της ασφάλειας κατοίκων και επισκεπτών, ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες.	Μ	1	Δασική καύσιμη ύλη πλησίον κατοικιών, υψηλές θερμοκρασίες συνδυαστικά με αυξημένη επισκεψιμότητα	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα η παράκτια ζώνη Σουνίου στα Ανατολικά και ο Άγιος Κωνσταντίνος	3	ΟΤΑ, Δασαρχεία, ΓΓΠΠ	420,000

Πρόγραμμα Ετοιμότητας για Έκτακτες Ανάγκες

Για τον τέταρτο άξονα, προτείνονται συνολικά οχτώ μέτρα και δράσεις, τα οποία αφορούν σε έξι τομείς προτεραιότητας, συν τον προτεινόμενο τομέα του τοπίου – χρήσεων γης. Ο άξονας αυτός αναφέρεται στη δημιουργία ολοκληρωμένων σχεδίων αντιμετώπισης έκτακτων αναγκών, ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη σχεδίων δράσεις για καύσωνες, πλημμύρες και πυρκαγιές, την εκπαίδευση ομάδων για την διαχείριση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, την αναβάθμιση και επιδιόρθωση των υποδομών για την πρόληψη και την ανάπτυξη συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης. Τα προτεινόμενα μέτρα και δράσεις ομαδοποιούνται στα βήματα που απεικονίζονται στην **Εικόνα 150**. Μέσω των δράσεων αυτών ενισχύεται η προσαρμοστική, η απορροφητική και η μετασχηματιστική ικανότητα του τοπίου απέναντι στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.



Εικόνα 150. Τα τέσσερα βασικά βήματα διαχείρισης καταστροφών: πρόληψη, ετοιμότητα, αντίδραση και αποκατάσταση και οι διαστάσεις της ανθεκτικότητας σε καταστροφές: προσαρμοστική ικανότητα, απορροφητική ικανότητα και μετασχηματιστική ικανότητα (Hossin et al., 2023).

Πίνακας 12. Πίνακας των προτεινόμενων μέτρων και δράσεων για τον άξονα των Προγραμμάτων Ετοιμότητας για Έκτακτες Ανάγκες.

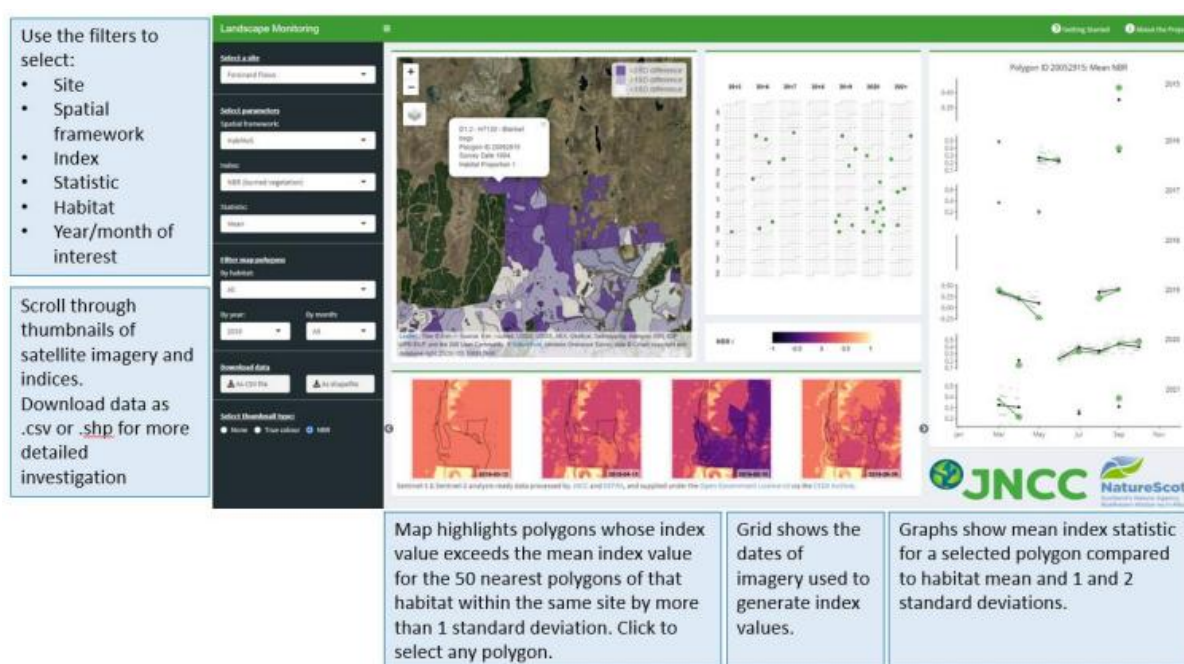
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΕΚΤΑΚΤΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια, 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
43	Ολοκληρωμένο σχέδιο πυρασφάλειας	Δασοπονία, Υγεία, Ασφαλιστικός τομέας, Δομημένο περιβάλλον, Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα	Σύνταξη και υλοποίηση ολοκληρωμένου σχεδίου προστασίας από την πυρκαγιά του συνόλου της περιοχής μελέτης	Δ	1	Κίνδυνος πυρκαγιάς	Όλες οι περιοχές	2	Περιφέρεια / Υπουργείο Πολιτισμού / Δ/νση Δασών	50,000
44	Ίδρυση και εξοπλισμός μικρών πυροσβεστικών βάσεων ταχείας επέμβασης σε δασικές περιοχές	Δασοπονία, Υγεία, Ασφαλιστικός τομέας, Δομημένο περιβάλλον, Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα, Μεταφορές και Υποδομές	Εγκατάσταση μικρών πυροσβεστικών σταθμών ταχείας επέμβασης σε δασικά σημεία, με στόχο τη μείωση του χρόνου απόκρισης και την κάλυψη απομονωμένων περιοχών. Στον εξοπλισμό της βάσης θα περιλαμβάνονται δεξαμενές νερού, αισθητήρες, δίκτυο επικοινωνιών, drone για επιτήρηση και προσωπικό κατά τους θερινούς μήνες.	Μ	1	Δασική καύσιμη ύλη πλησίον κατοικιών, υψηλές θερμοκρασίες συνδυαστικά με αυξημένη επισκεψιμότητα	Δασικές περιοχές (Άγιος Κωνσταντίνος)	4	Πυροσβεστικό Σώμα, ΟΤΑ, ΥΚΚΠΠ	1,800,000
45	Εκπαίδευση σχολείων και τοπικών φορέων σε ασκήσεις ετοιμότητας	Δομημένο περιβάλλον, Ασφαλιστικός τομέας	Οργάνωση ετήσιων ασκήσεων εκκένωσης και πρώτων βοηθειών σε σχολεία και τοπικούς συλλόγους.	Δ	1	Πυρκαγιές, απόσταση και έλλειψη πρόσβαση	Οικισμοί σε δασικές περιοχές (Άγιος Κωνσταντίνος, Κάτω Σούνιο)	1	Πυροσβεστικό Σώμα, ΟΤΑ, ΥΚΚΠΠ, ΜΚΟ, ΥΠΑΙΘ, τοπική κοινότητα	30,000

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΕΚΤΑΚΤΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια, 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
46	Εκπόνηση και εφαρμογή Τοπικού Σχεδίου Εκκένωσης	Δομημένο περιβάλλον, Υγεία, Ασφαλιστικός τομέας	Ανάπτυξη σχεδίου εκκένωσης με χρήση ψηφιακής εφαρμογής κινητών, σήμανσης διαφυγής και συντονισμό με αρμόδιες υπηρεσίες, σε πραγματικό χρόνο. Η εφαρμογή θα περιλαμβάνει χάρτες διαφυγής και ενημέρωση μέσω SMS και εφαρμογών διαδικτυακής συνομιλίας. Συντονισμός σχεδίου με τα επιμέρους σχέδια εκκένωσης των αρχαιολογικών χώρων.	Μ	1	Πυρκαγιές, πλημμύρες, σεισμοί, ανεπαρκείς υποδομές, trampling	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα οι οικισμοί, οι αρχαιολογικοί χώροι και τουριστικές εγκαταστάσεις	2	Πυροσβεστικό Σώμα, ΟΤΑ, ΥΚΚΠΠ	160,000
47	Δημιουργία σημείων συγκέντρωσης πληθυσμού σε περιπτώσεις έκτακτων αναγκών	Δομημένο περιβάλλον, Υγεία, Τοπίο - χρήσεις γης	Καθορισμός και εξοπλισμός (σκίαση, νερό, επικοινωνία) ασφαλών σημείων σε κάθε οικισμό για περιπτώσεις έκτακτων φαινομένων πλημμύρας, σεισμού ή πυρκαγιάς.	Μ	1	Πυρκαγιές, πλημμύρες, σεισμοί, ανεπαρκείς υποδομές, trampling	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα η παράκτια ζώνη Σουνίου στα Ανατολικά και ο Άγιος Κωνσταντίνος	2	ΟΤΑ, ΥΚΚΠΠ	350,000
48	Δημιουργία τοπικού συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης	Δασοπονία	Εγκατάσταση μετεωρολογικών οργάνων και αισθητήρων σε δασικά σημεία, σύνδεσή τους με τοπικές βάσεις και ενεργοποίηση αυτόματων ειδοποιήσεων με στόχο τον εντοπισμό σημείων έντασης πυρκαγιών και απόσβεση σε αρχικό στάδιο.	Δ	2	Αυξημένος κίνδυνος εκδήλωσης πυρκαγιάς λόγω κλιματικής αλλαγής	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα η παράκτια ζώνη Σουνίου στα Ανατολικά και ο Άγιος Κωνσταντίνος	2	ΟΤΑ, ΥΚΚΠΠ, ΥΠΕΝ, ΦΔΠΠ, Δασική και Πυροσβεστική Υπηρεσία, Πανεπιστήμια	250,000

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΕΚΤΑΚΤΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια, 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
49	Δημιουργία ομάδας δικτύου εθελοντών για άμεση επέμβαση σε περίπτωση κρίσης	Δομημένο περιβάλλον, Δασοπονία, Τοπίο - χρήσεις γης	Οργάνωση και εκπαίδευση κατοίκων και εθελοντών από την Πολιτική Προστασία και αρμόδιες υπηρεσίες (πχ. Πυροσβεστική). Ενίσχυση των ομάδων με παροχή βασικού εξοπλισμού, όπως ασύρματοι, πυροσβεστήρες, φαρμακεία κ.	Δ	2	Εκδήλωση πυρκαγιάς, υποστελέχωση υπηρεσιών, απουσία επαρκούς εξοπλισμού	Όλες οι περιοχές	1	Τοπικές κοινότητες, ΟΤΑ, Πυροσβεστική Υπηρεσία, ΜΚΟ	80,000
50	Άμεση αποκατάσταση φθορών σε υποδομές	Υποδομές και μεταφορές, Δομημένο περιβάλλον, Υγεία, Τοπίο – χρήσεις γης	Επισκευή και συντήρηση δρόμων, πρανών και συστημάτων απορροής έπειτα από καταστροφικά φαινόμενα	Δ	1	Καταστροφή υποδομών λόγω Διάβρωσης Πυρκαγιάς	Όλες οι περιοχές, ιδιαίτερα οι αστικές και περιαστικές	2	ΟΤΑ	2.000.000

Συστηματική Παρακολούθηση και Επαναξιολόγηση

Για τον πέμπτο άξονα, προτείνονται συνολικά 7 μέτρα και δράσεις, τα οποία αφορούν σε έξι τομείς προτεραιότητας, συν τον προτεινόμενο τομέα του τοπίου – χρήσεων γης. Τα μέτρα αφορούν στη διαρκή συλλογή δεδομένων, την παρακολούθηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο τοπίο και την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων που προτάθηκαν για τους προηγούμενους τέσσερις άξονες. Περιλαμβάνουν δράσεις που σχετίζονται με τη δημιουργία και εφαρμογή συστημάτων παρακολούθησης κλιματικών μεταβολών και ενδεχόμενων απειλών, την καταγραφή και ανάλυση δεδομένων τοπίου (από drones, δορυφορικά εργαλεία, σταθμούς, κ.α.) για την αξιολόγηση των προτάσεων προσαρμογής, την επικαιροποίηση και ανασχεδιασμό μέτρων όπου απαιτείται ανά καθορισμένα χρονικά διαστήματα και την συνεργασία με πανεπιστημιακά ιδρύματα και ερευνητικά κέντρα για την επιστημονική υποστήριξη των μέτρων. Παράδειγμα πρότυπης πλατφόρμας παρακολούθησης τοπίου και της φυτοκάλυψής του που αναπτύχθηκε από την Κοινή Επιτροπή Διατήρησης της Φύσης του Ηνωμένου Βασιλείου (Joint Nature Conservation Committee, JNCC) απεικονίζεται παρακάτω.



Εικόνα 151. Αποτύπωση οθόνης της διεπαφής της εφαρμογής παρακολούθησης τοπίου τροφοδοτούμενης από δορυφορικά δεδομένα (Black et al., 2023).

Πίνακας 13. Πίνακας των προτεινόμενων μέτρων και δράσεων για τον άξονα της Συστηματικής Παρακολούθησης και Επαναξιολόγησης.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΨΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
51	Κατάρτιση προγράμματος παρακολούθησης των τοπίων	Τοπίο - χρήσεις γης	Σύνταξη προγράμματος παρακολούθησης για την κατάσταση του τοπίου σε επιλεγμένες περιοχές ενδιαφέροντος τοπίου της περιοχής μελέτης, με στόχο την πρόληψη, τον σχεδιασμό και την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων	Δ	2	Όλες οι πιέσεις και απειλές στο τοπίο	Επιλεγμένες, αντιπροσωπευτικές περιοχές τοπίου	4	ΟΤΑ	100,000
52	Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων προσαρμογής τοπίου	Τοπίο - χρήσεις γης	Συστηματική παρακολούθηση και αξιολόγηση της κατάστασης των τοπίων για την αποτελεσματικότητα των μέτρων που έχουν εφαρμοστεί και αναπροσαρμογή όπου χρειάζεται	Δ	2	Υποβάθμιση οικοσυστημάτων, Απώλεια βιοποικιλότητας	Όλες οι περιοχές	4	Πανεπιστήμια, Ερευνητικά Κέντρα, ΟΤΑ	150,000
53	Χαρτογράφηση και αξιολόγηση των οικοσυστημάτων και υπηρεσιών	Τοπίο - χρήσεις γης, Δασοπονία, Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα	Ολοκληρωμένη μελέτη χαρτογράφησης και αξιολόγησης των οικοσυστημάτων και των υπηρεσιών τους (προμηθευτικές, ρυθμιστικές και διατήρησης και πολιτισμικές), στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, με στόχο τη συσχέτισή τους με τις κατηγορίες τοπίου και την αειφορική διαχείρισή τους	Δ	2	Αλλαγές χρήσεων γης, Κακές γεωργικές /τουριστικές πρακτικές και διαχείριση φυσικών και πολιτισμικών πόρων, υποβάθμιση τοπίου	Όλες οι περιοχές	1	Πανεπιστήμια, Ερευνητικά κέντρα, ΟΤΑ	30,000

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
54	Ίδρυση και λειτουργία τοπικού παρατηρητηρίου κλιματικής αλλαγής της Λαυρεωτικής	Τοπίο - χρήσεις γης, Δασοπονία, Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα, Πολιτιστική κληρονομιά	Δημιουργία επιστημονικού κόμβου για τη συνεχή καταγραφή, επαναξιολόγηση και προβολή δεδομένων που αφορούν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο φυσικό και πολιτισμικό τοπίο της Λαυρεωτικής. Ο κόμβος θα ενισχύεται από ποικιλία καταγραφών διαφόρων φορέων ενισχύοντας τη συμμετοχικότητα και θα περιλαμβάνει βάση δεδομένων, συστήματα αισθητήρων, τηλεπισκόπηση, εφαρμογές καταγραφής.	M	1	Πυρκαγιές, ξηρασία, απώλεια βιοποικιλότητας, φθορά μνημείων	Όλη η περιοχή μελέτης (πρότυπο για άλλες περιοχές του δικτύου Natura)	2 (εγκατάσταση)	ΟΤΑ, ΜΚΟ, ΥΠΕΝ, ΦΔΠΠ, ΟΦΥΠΕΚΑ, Πανεπιστήμια, Ερευνητικά κέντρα	450,000
55	Παρακολούθηση και χαρτογράφηση της κατάστασης της δασικής και θαλάσσιας βιοποικιλότητας	Τοπίο - χρήσεις γης, Δασοπονία, Βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα, Παράκτιες ζώνες	Ετήσιοι και εξαμηνιαίοι κύκλοι παρακολούθησης της χλωρίδας και πανίδας με καταγραφές από drones, δορυφορικά δεδομένα, αυτοματοποιημένα όργανα, και δράσεις πολιτών, μέσω έξυπνης εφαρμογής. Ανάπτυξη επεκτάσεων της εφαρμογής από πανεπιστημιακούς φορείς για τον υπολογισμό της βιομάζας, του αριθμού των επικονιαστών, της θαλάσσιας ζωής και του υποορόφου των δασών.	M	2	Πυρκαγιές, κατακερματισμός οικοσυστημάτων, απώλεια επικονιαστών, κλιματικές πιέσεις	Δασικές περιοχές και παράκτια ζώνη της περιοχής μελέτης	2 (ανάπτυξη εφαρμογής και πιλοτική παρακολούθηση)	ΜΚΟ, ΥΠΕΝ, ΦΔΠΠ, ΟΦΥΠΕΚΑ, Πανεπιστήμια, Ερευνητικά κέντρα, τοπικές κοινότητες	2,000,000

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ										
A/A	Τίτλος	Τομέας	Συνοπτική περιγραφή	Μέτρο (Μ) Δράση (Δ)	Ιεράρχηση σημαντικότητας (1: Υψηλή 2: Μέτρια 3: Χαμηλή)	Συσχέτιση με πιέσεις - απειλές	Περιοχή Εφαρμογής	Διάρκεια (έτη)	Φορέας υλοποίησης	Ενδεικτικός προϋπολογισμός (Ευρώ)
56	Καταγραφή και διαχείριση υπόγειων υδάτων και περιόδων υδατικής κρίσης	Τοπίο - χρήσεις γης, Υδάτινοι πόροι, Γεωργία και κτηνοτροφία	Συστηματική παρακολούθηση της στάθμης και ποιότητας υπόγειων νερών και καθορισμός περιόδων περιορισμένης άντλησης, σύμφωνα με τις αρχικές παρατηρήσεις κρίσιμων ορίων. Στις κρίσιμες περιόδους, ανάπτυξη προτάσεων και μεθόδων ανακύκλωσης νερού και εφαρμογών εξοικονόμησης.	Μ	1	Ξηρασία, υπεράντληση, κίνδυνος αλάτωσης	"Αγροτικές και κατοικημένες ζώνες με γεωτρήσεις (Καμάριζα, Αγ. Κωνσταντίνος)	4	ΥΠΕΝ, ΦΔΠΠ, ΙΓΜΕ	200,000
57	Εκπόνηση μελετών τρωτότητας ιστορικών μνημείων και πολιτιστικών τοπίων και παρακολούθηση	Τοπίο - χρήσεις γης, Πολιτιστική κληρονομιά	Αναβάθμιση χαρτών με ενσωμάτωση πολιτιστικών και οικολογικών στοιχείων, φωτογραμμετρικές αποτυπώσεις και μελέτες ευαλωτότητας ιστορικών μνημείων στη θερμική καταπόνηση, υγρασία, και κίνδυνο πυρκαγιάς, που προκαλούν φθορά των μνημείων.	Δ	2	Κλιματική φθορά μνημείων, υποβάθμιση τοπίου	Σούνιο, Αγ. Κωνσταντίνος, μεταλλεία Λαυρίου και άλλα ιστορικά σημεία	3	ΥΠΕΝ, Πανεπιστήμια	300,000

6.3 ΕΜΠΟΔΙΑ & ΑΠΕΙΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ

Οι απειλές για την εφαρμογή και επιτυχία των μέτρων εμπίπτουν σε πολλές κατηγορίες. Κυριότερες είναι οι φυσικές απειλές, που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή με συνέπεια τη διάβρωση εδαφών και οι ανθρωπογενείς, κοινωνικοοικονομικές πιέσεις, που προκύπτουν από την υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων. Ορισμένα από τα αναμενόμενα εμπόδια αναφέρονται παρακάτω:

1. Αδυναμία εύρεσης χρηματοδότησης

Πολλά από τα προτεινόμενα μέτρα, όπως αποκαταστάσεις ρεμάτων, δημιουργία ερμηνευτικών κέντρων, ή εφαρμογή συστημάτων παρακολούθησης, απαιτούν σημαντικούς πόρους. Η απουσία συγκεκριμένων χρηματοδοτικών πηγών ή η εξάρτηση από ευρωπαϊκά προγράμματα ΕΣΠΑ ή LIFE μπορεί να καθυστερήσει ή να ματαιώσει τα έργα.

2. Υποστελέχωση / Έλλειψη διοικητικής ικανότητας

Πολλά μέτρα απαιτούν συνεχή παρακολούθηση, εποπτεία και τεχνική υποστήριξη (π.χ. για δράσεις ενάντια σε ξενικά είδη ή παρακολούθηση ειδών και οικοτόπων), όμως οι τοπικές υπηρεσίες όπως οι Δήμοι είναι συχνά υποστελεχωμένες, καθιστώντας δύσκολη την υλοποίηση και τον έλεγχο εφαρμογής.

3. Παρανομία και έλλειψη ελέγχου

Η αυθαίρετη δόμηση, η παράνομη βόσκηση, το παράνομο κυνήγι και η απόρριψη αποβλήτων είναι πρακτικές που υπονομεύουν τα μέτρα προστασίας. Συνεπώς ακόμα και με προτάσεις για φύλαξη ή σήμανση, χωρίς ενεργή επιβολή των νόμων, είναι δύσκολη η ανάσχεσή τους.

4. Κλιματική αλλαγή

Η μεταβολή των κλιματικών συνθηκών επηρεάζει άμεσα τους υδάτινους πόρους και τα οικοσυστήματα, ορισμένα από τα οποία μπορεί να καταστούν μη βιώσιμα στο μέλλον, καθιστώντας κάποιες παρεμβάσεις μη αποτελεσματικές.

5. Υπερανάπτυξη / πίεση από τον αστικό ιστό / υπερεκμετάλλευση πόρων

Οι περιοχές Natura, δέχονται συνεχή πίεση από την αστική εξάπλωση, τις υποδομές (δρόμοι, κατοικίες, κέντρα αναψυχής) και τις τουριστικές δραστηριότητες. Η εφαρμογή περιορισμών σε χρήσεις γης, συχνά εμποδίζεται από συγκρούσεις συμφερόντων.

6. Έλλειψη επιστημονικού υποβάθρου και δεδομένων

Ορισμένες προτάσεις (π.χ. απομάκρυνση ξενικών ειδών) βασίζονται σε επιστημονικά δεδομένα τα οποία βρίσκονται σε έλλειψη, όπως είναι μελέτες βάσης ή δεδομένα παρακολούθησης ετών. Για την αποφυγή λαθών, θα πρέπει πρώτα να γίνει προσπάθεια κτήσης τους.

7. Διοικητικά προβλήματα και αλληλοεπικαλύψεις αρμοδιοτήτων

Υπάρχει συχνά ασαφές πλαίσιο σχετικά με το ποια υπηρεσία είναι υπεύθυνη για τι (Δήμος, Περιφέρεια, Φορείς διαχείρισης και υπηρεσίες, κλπ.), ενώ οι καθυστερήσεις στην έκδοση αδειών, στην έγκριση μελετών ή στην ανάθεση έργων αποτελούν χρόνιο πρόβλημα.

Για την επιτυχή εφαρμογή και αποτελεσματικότητα των μέτρων κρίνεται απαραίτητη η ρύθμιση των παραπάνω ανασταλτικών πρακτικών και φαινομένων, όπου αυτό είναι εφικτό.

6.4 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ & ΕΜΠΛΟΚΗ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΜΕΝΩΝ

Για το συνδυασμό των προτάσεων προσαρμογής της παρούσας μελέτης με μια επιτυχημένη στρατηγική επικοινωνίας του έργου LIFE, έχει δημιουργηθεί συνεκτικό πλάνο που εστιάζει στη διάδοση των αποτελεσμάτων των μελετών και την εμπλοκή ενδιαφερομένων, με την αξιοποίηση του ευρωπαϊκού πλαισίου και των τοπικών φορέων.

Στο πλάνο περιλαμβάνονται η διασύνδεση του προγράμματος με εκδηλώσεις στον εκάστοτε Δήμο και Περιφέρεια, μέσω δράσεων ευαισθητοποίησης (ημερίδες, εργαστήρια, σεμινάρια κ.α.). Θα μπορούσε όμως να διευκολυνθεί η διάχυση της πληροφορίας μέσω:

- Ενσωμάτωσης καλών πρακτικών που έχουν προταθεί σε άλλα προγράμματα LIFE, HORIZON, κ.λπ., ώστε να δημιουργηθεί μια αλυσίδα πρότυπων λύσεων στις προκλήσεις που αφορά το καθένα.
- Αξιοποίησης ψηφιακών εργαλείων μέσω της διασύνδεσης της τοπικής πλατφόρμας με ευρωπαϊκές βάσεις δεδομένων όπως το Climate-ADAPT ή το CORDIS.
- Δημιουργίας φόρουμ όπου θα μπορούν να εκφράζουν απόψεις πολίτες, φορείς και επιστήμονες για ενίσχυση της συμμετοχικότητας
- Παραγωγής υποστηρικτικού σχετικού οπτικοακουστικού υλικού (ακόμα και ψηφιακών χαρτών και εργαλείων) και περαιτέρω προβολής σε συνέδρια και ημερίδες.
- Διακίνησης του παραχθέντος υλικού σε αποθετήρια επιστημονικών έργων. Ταυτόχρονα, η γνώση μπορεί να μέσω δράσεων παρακολούθησης του τοπίου και των κλιματικών μεταβολών, με
- Εκλαΐκευσης της πληροφορίας σε εκπαιδευτικά σεμινάρια, από την επιστημονική στην τοπική κοινότητα για την έμπρακτη εμπλοκή της στη διαδικασία.

Οι παραπάνω προτάσεις έχουν ως στόχο την ενίσχυση της προβολής του έργου στις τοπικές κοινότητες και φορείς, με στόχο ιδανικά την υιοθέτηση και ενσωμάτωση των προτάσεων προσαρμογής του τοπίου στην κλιματική αλλαγή στα ΠεΣΠΚΑ και την ενεργό συμμετοχή των ενδιαφερόμενων στην εφαρμογή τους.

7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ

Η ενίσχυση και τυποποίηση των εφαρμογών τοπικών προσεγγίσεων στο ζήτημα της κλιματικής αλλαγής, μπορούν διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στη βελτίωση των πολιτικών προστασίας του περιβάλλοντος, την ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς, τη διατήρηση των παραδοσιακών χρήσεων γης και την ενίσχυση της ποιότητας ζωής των κατοίκων. Η κατανόηση των προτύπων του τοπίου, αποτελεί θεμελιώδη προϋπόθεση για την ανάπτυξη στρατηγικών που εστιάζουν στη διαφύλαξη της ακεραιότητας των οικοσυστημάτων και των κρίσιμων χαρακτηριστικών τους. Παράλληλα, μια τέτοια προσέγγιση μπορεί να ενισχύσει την περιβαλλοντική εκπαίδευση, να προωθήσει τη συμμετοχή των πολιτών στη διαχείριση του περιβάλλοντος και να αυξήσει την ευαισθητοποίησή τους. Ιδιαίτερα στα τοπία των περιοχών του δικτύου Natura 2000 που υπάγονται στην Περιφέρεια Αττικής, τα οποία αντιμετωπίζουν ιδιαίτερες πιέσεις λόγω της αστικοποίησης, της βιομηχανικής ανάπτυξης και της τουριστικής δραστηριότητας, η ενεργός συμμετοχή των τοπικών κοινωνιών, υποστηριζόμενη από ισχυρά πλαίσια πολιτικής, αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη διασφάλιση της βιώσιμης διαχείρισης περιβάλλοντος και οικονομικής ανάπτυξης. Η συνεχής έρευνα και η υιοθέτηση καινοτόμων λύσεων θα είναι ζωτικής σημασίας για την οικοδόμηση ανθεκτικότητας έναντι των αυξανόμενων απειλών που δημιουργούνται από την κλιματική αλλαγή και την ερημοποίηση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A brief history of climate change discoveries [WWW Document], n.d. URL <http://www.discover.ukri.org/a-brief-history-of-climate-change-discoveries/> (accessed 7.26.24).
- Abbitt, R.J., Scott, J.M., Wilcove, D.S., 2000. The geography of vulnerability: incorporating species geography and human development patterns into conservation planning. *Biological Conservation* 96, 169–175.
- Adger, W., Hughes, T., Folke, C., Carpenter, S., Rockström, J., 2005. Social-Ecological Resilience to Coastal Disasters. *Science* (New York, N.Y.) 309, 1036–9. <https://doi.org/10.1126/science.1112122>
- Alexakis, D., Lampropoulos, G., Van Eetvelde, V., Ramos, I.L., Velasco, M.J.P., Charalampopoulou, B.V., Tzortzi, N., Cambria, V.E., Sykas, D., Georgiadis, C., 2024. TOPIO project: Safeguarding the landscape heritage from climate change impact through Landscape Character Assessment and Public Participation. Copernicus Meetings.
- Anna, H., Sabine, S., Wrbka, T., 2011. The Concept of Ecosystem Services Regarding Landscape Research: A Review. *Living Reviews in Landscape Research* 5. <https://doi.org/10.12942/lrlr-2011-1>
- Antrop, M., 2018. A brief history of landscape research, in: *The Routledge Companion to Landscape Studies*. Routledge, pp. 1–15.
- AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023 — IPCC, n.d. URL <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/> (accessed 7.23.24).
- Arianoutsou, M., Athanasakis, G., Kazanis, D., Christopoulou, A., 2024. Attica: A Hot Spot for Forest Fires in Greece. *Fire* 7, 467.
- Ashcroft, M.B., Gollan, J.R., n.d. Fine-resolution (25 m) topoclimatic grids of near-surface (5 cm) extreme temperatures and humidities across various habitats in a large (200 x 300 km) and diverse region.
- Ata, T., Lawson, G., Davies, W., Chenoweth, A., Pratten, G., 2024. Integrating landscape character assessment with community values in a scenic evaluation methodology for regional landscape planning. *Land* 13, 169.
- Aubréville, A., Chevalier, A., 1949. Climats, forêts et désertification de l’Afrique tropicale/par A. Aubréville; préface de Aug. Chevalier. (No Title).
- Baltas, E., 2007. Spatial distribution of climatic indices in northern Greece. *Meteorological Applications* 14, 69–78. <https://doi.org/10.1002/met.7>
- Bede-Fazekas, Á., Czúcz, B., Somodi, I., 2017. Vulnerability of natural landscapes to climate change—a case study of Hungary. *HOJÁRÁS/QUARTERLY JOURNAL OF THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SERVICE* 121, 393–414.
- Benda, L.E., Miller, D.J., Dunne, T., Reeves, G.H., Agee, J.K., 1998. Dynamic landscape systems. *River ecology and management: lessons from the Pacific coastal ecoregion* 261–288.
- Benson, J.F., Roe, M.H. (Eds.), 2000. *Landscape and Sustainability*. Taylor & Francis, London. <https://doi.org/10.4324/9780203995785>
- Bergengren, J.C., Waliser, D.E., Yung, Y.L., 2011. Ecological sensitivity: a biospheric view of climate change. *Climatic Change* 107, 433–457. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0065-1>
- Bolte, J.P., Hulse, D.W., Gregory, S.V., Smith, C., 2007. Modeling biocomplexity—actors, landscapes and alternative futures. *Environmental Modelling & Software* 22, 570–579.
- Brabyn, L., 2009. Classifying Landscape Character. *Landscape Research* 34, 299–321. <https://doi.org/10.1080/01426390802371202>
- Brewer, I., n.d. The conceptual development and use of ecoregion classifications [WWW Document].
- Bridges, E.M., Oldeman, L.R., 1999. Global Assessment of Human-Induced Soil Degradation. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 13, 319–325. <https://doi.org/10.1080/089030699263212>
- Bryant, E., 1997. *Climate process and change*. Cambridge University Press.

- Burgess, M., Becker, S., Langendorf, R., Fredston, A., Brooks, C., 2022. Climate change scenarios in fisheries and aquatic conservation research. <https://doi.org/10.31235/osf.io/nwxae>
- Caloiero, T., Callegari, G., Cantasano, N., Coletta, V., Pellicone, G., Veltri, A., 2016. Bioclimatic analysis in a region of southern Italy (Calabria). *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 150, 1282–1295. <https://doi.org/10.1080/11263504.2015.1037814>
- Cao Pinna, L., Axmanová, I., Chytrý, M., Malavasi, M., Acosta, A.T.R., Giulio, S., Attorre, F., Bergmeier, E., Biurrun, I., Campos, J.A., Font, X., Küzmič, F., Landucci, F., Marcenò, C., Rodríguez-Rojo, M.P., Carboni, M., 2021. The biogeography of alien plant invasions in the Mediterranean Basin. *Journal of Vegetation Science* 32, e12980. <https://doi.org/10.1111/jvs.12980>
- Capobianco, M., DeVriend, H.J., Nicholls, R.J., Stive, M.J., 1999. Coastal area impact and vulnerability assessment: the point of view of a morphodynamic modeller. *Journal of Coastal Research* 701–716.
- Carey, M., 2012. Climate and history: a critical review of historical climatology and climate change historiography. *WIREs Climate Change* 3, 233–249. <https://doi.org/10.1002/wcc.171>
- Cassatella, C., 2011. Assessing Visual and Social Perceptionssocial perception of Landscape, in: Cassatella, C., Peano, A. (Eds.), *Landscape Indicators: Assessing and Monitoring Landscape Quality*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 105–140. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0366-7_6
- Census2022_GR.pdf, n.d.
- Chakrabarty, D., 2018. ANTHROPOCENE TIME. *History and Theory* 57, 5–32. <https://doi.org/10.1111/hith.12044>
- Change, I.P.O.C., 2007. Climate change 2007: The physical science basis. *Agenda* 6, 333.
- Charalampopoulos, I., Droulia, F., Evans, J., 2023a. The Bioclimatic Change of the Agricultural and Natural Areas of the Adriatic Coastal Countries. *Sustainability* 15, 4867. <https://doi.org/10.3390/su15064867>
- Charalampopoulos, I., Droulia, F., Kokkoris, I.P., Dimopoulos, P., 2024. Projections on the Spatiotemporal Bioclimatic Change over the Phytogeographical Regions of Greece by the Emberger Index. *Water* 16, 2070. <https://doi.org/10.3390/w16142070>
- Charalampopoulos, I., Droulia, F., Kokkoris, I.P., Dimopoulos, P., 2023b. Future Bioclimatic Change of Agricultural and Natural Areas in Central Europe: An Ultra-High Resolution Analysis of the De Martonne Index. *Water* 15, 2563. <https://doi.org/10.3390/w15142563>
- Charalampopoulos, I., Droulia, F., Tsiros, I.X., 2023c. Projecting Bioclimatic Change over the South-Eastern European Agricultural and Natural Areas via Ultrahigh-Resolution Analysis of the de Martonne Index. *Atmosphere* 14, 858. <https://doi.org/10.3390/atmos14050858>
- Chen, Y., Yu, J., Khan, S., 2010. Spatial sensitivity analysis of multi-criteria weights in GIS-based land suitability evaluation. *Environmental Modelling & Software* 25, 1582–1591. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.06.001>
- Cheval, S., Dumitrescu, A., Birsan, M.-V., 2017. Variability of the aridity in the South-Eastern Europe over 1961–2050. *CATENA* 151, 74–86. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.11.029>
- Climate at a Glance | Global Time Series | National Centers for Environmental Information (NCEI) [WWW Document], n.d. URL <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series> (accessed 7.22.24).
- Climate change: processes, characteristics and threats | GRID-Arendal [WWW Document], n.d. URL <https://www.grida.no/resources/6889> (accessed 7.31.24).
- Climate change: the greenhouse gases causing global warming [WWW Document], 2023.. Topics | European Parliament. URL <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20230316STO77629/climate-change-the-greenhouse-gases-causing-global-warming> (accessed 7.24.24).

- Comer, P.J., Hak, J.C., Reid, M.S., Auer, S.L., Schulz, K.A., Hamilton, H.H., Smyth, R.L., Kling, M.M., 2019. Habitat Climate Change Vulnerability Index Applied to Major Vegetation Types of the Western Interior United States. *Land* 8, 108. <https://doi.org/10.3390/land8070108>
- Cosgrove, D., 2003. Landscape: Ecology and Semiosis, in: Palang, H., Fry, G. (Eds.), *Landscape Interfaces*, Landscape Series. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 15–20. https://doi.org/10.1007/978-94-017-0189-1_2
- Cuevas, S.C., 2011. Climate change, vulnerability, and risk linkages. *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 3, 29–60.
- Cutini, M., Flavio, M., Giuliana, B., Guido, R., Jean-Paul, T., 2021. Bioclimatic pattern in a Mediterranean mountain area: assessment from a classification approach on a regional scale. *Int J Biometeorol* 65, 1085–1097. <https://doi.org/10.1007/s00484-021-02089-x>
- Czúcz, B., Csecserits, A., Botta-Dukát, Z., Kröel-Dulay, G., Szabó, R., Horváth, F., Molnár, Z., 2011. An indicator framework for the climatic adaptive capacity of natural ecosystems. *Journal of Vegetation Science* 22, 711–725. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2011.01251.x>
- Dabaut, N., Carrer, F., 2020. Historic Landscape Characterisation: Technical Approaches Beyond Theory. *Landscapes* 21, 152–167. <https://doi.org/10.1080/14662035.2020.1993562>
- Daniel, T.C., 2001. Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century. *Landscape and Urban Planning* 54, 267–281. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00141-4](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00141-4)
- Dansereau, P., 2019. *Inscape and Landscape: The Human Perception of Environment*, in: *Inscape and Landscape*. Columbia University Press. <https://doi.org/10.7312/dans91586>
- de Groot, R., 2006. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. *Landscape and Urban Planning, Landscapes and sustainability* 75, 175–186. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.02.016>
- Definition and legal recognition of landscapes - Council of Europe Landscape Convention - www.coe.int [WWW Document], n.d. . Council of Europe Landscape Convention. URL <https://www.coe.int/en/web/landscape/definition-and-legal-recognition-of-landscapes> (accessed 3.6.24).
- Delcourt, H.R., Delcourt, P.A., 1988. Quaternary landscape ecology: Relevant scales in space and time. *Landscape Ecol* 2, 23–44. <https://doi.org/10.1007/BF00138906>
- Demek, J., 1978. The landscape as a geosystem. *Geoforum* 9, 29–34.
- Derdous, O., Tachi, S.E., Bouguerra, H., 2021. Spatial distribution and evaluation of aridity indices in Northern Algeria. *Arid Land Research and Management* 35, 1–14. <https://doi.org/10.1080/15324982.2020.1796841>
- Díaz-Varela, E., Álvarez-López, C.J., Marey-Pérez, M.F., 2009. Multiscale delineation of landscape planning units based on spatial variation of land-use patterns in Galicia, NW Spain. *Landscape Ecol Eng* 5, 1–10. <https://doi.org/10.1007/s11355-008-0053-4>
- Dong, J., Jiang, H., Gu, T., Liu, Y., Peng, J., 2022. Sustainable landscape pattern: a landscape approach to serving spatial planning. *Landsc Ecol* 37, 31–42. <https://doi.org/10.1007/s10980-021-01329-0>
- Du, Y., Girault, Y., 2018. A Genealogy of UNESCO Global Geopark: Emergence and Evolution. *International Journal of Geoheritage and Parks* 6, 1–17. <https://doi.org/10.17149/ijgp.j.issn.2577.4441.2018.02.001>
- Eccel, E., Zollo, A.L., Mercogliano, P., Zorer, R., 2016. Simulations of quantitative shift in bioclimatic indices in the viticultural areas of Trentino (Italian Alps) by an open source R package. *Computers and Electronics in Agriculture* 127, 92–100. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.05.019>
- Efesiou, I., Belavilas, N., Georgopoulos, A., Balodimou, M., Athanasopoulou, N., 2022. The Historic French Wharf in Lavrio: Documentation, Conservation, Reuse, Revitalization, in: Vayas, I., Mazzolani, F.M. (Eds.), *Protection of Historical Constructions, Lecture Notes in Civil*

- Engineering. Springer International Publishing, Cham, pp. 1317–1343. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90788-4_102
- Ekebom, J., Laihonon, P., Suominen, T., 2003. A GIS-based step-wise procedure for assessing physical exposure in fragmented archipelagos. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 57, 887–898.
- Elias, E., Reyes, J., Steele, C., Rango, A., 2018. Diverse landscapes, diverse risks: synthesis of the special issue on climate change and adaptive capacity in a hotter, drier Southwestern United States. *Climatic Change* 148, 339–353. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2219-x>
- esek_ian.-2019.pdf, n.d.
- Estoque, R.C., Ishtiaque, A., Parajuli, J., Athukorala, D., Rabby, Y.W., Ooba, M., 2023. Has the IPCC's revised vulnerability concept been well adopted? *Ambio* 52, 376–389. <https://doi.org/10.1007/s13280-022-01806-z>
- European Court of Auditors, 2018. Καταπολέμηση της ερημοποίησης στην ΕΕ : διογκούμενη απειλή που χρήζει περαιτέρω δράσης, Ειδική έκθεση αριθ. ... (Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο. Online). Publications Office, LU.
- Fahrig, L., 2005. When is a landscape perspective important. *Issues and perspectives in landscape ecology* 3–10.
- FAQ Chapter 1 — Global Warming of 1.5 °C, n.d. URL <https://www.ipcc.ch/sr15/faq/faq-chapter-1/> (accessed 7.27.24).
- Farina, A., 2000. The cultural landscape as a model for the integration of ecology and economics. *BioScience* 50, 313–320.
- Folke, C., Carpenter, S.R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., Rockström, J., 2010. Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability. *Ecology and Society* 15.
- Füssel, H.-M., Klein, R.J.T., 2006. Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking. *Climatic Change* 75, 301–329. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-0329-3>
- Gavilán, R.G., 2005. The use of climatic parameters and indices in vegetation distribution. A case study in the Spanish Sistema Central. *Int J Biometeorol* 50, 111–120. <https://doi.org/10.1007/s00484-005-0271-5>
- Gkoltsiou, A., Siakavara, A., 2022. Seascape character assessment of small islands in the East Mediterranean, in: *Routledge Handbook of Seascapes*. Routledge, pp. 227–247.
- Glossary:Landscape [WWW Document], n.d. URL <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Landscape> (accessed 3.6.24).
- Griffiths, G., 2018. Transferring landscape character assessment from the UK to the Eastern Mediterranean: Challenges and perspectives. *Land* 7, 36.
- Haber, W., 1990. Basic concepts of landscape ecology and their application in land management. *Ecology of Fresh Water Fish* 27, 131–146.
- Holland, M.B., Shamer, S.Z., Imbach, P., Zamora, J.C., Medellin Moreno, C., Hidalgo, E.J.L., Donatti, C.I., Martínez-Rodríguez, M.R., Harvey, C.A., 2017. Mapping adaptive capacity and smallholder agriculture: applying expert knowledge at the landscape scale. *Climatic Change* 141, 139–153. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1810-2>
- Howard, P.J., 2011. *An Introduction to Landscape*.
- IFLA, 2022. A Landscape Architecture Guide to the 17 Sustainable Development Goals [WWW Document]. International Federation of Landscape Architects. URL <https://www.iflaworld.com/a-landscape-architecture-guide-to-the-17-sustainable-development-goals> (accessed 12.14.24).
- IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change, n.d. URL <https://www.ipcc.ch/> (accessed 7.26.24).

- IPCC, WMO (Eds.), 1992. Climate change: the 1990 and 1992 IPCC assessments, IPCC first assessment report overview and policymaker summaries and 1992 IPCC supplement. IPCC, Geneva.
- IPCC_AR6_WGI_SummaryForAll.pdf, n.d.
- Jakob, M., 2008. Le paysage. Infolio. URL <https://www.infolio.ch/livre/le-paysage/> (accessed 11.25.24).
- Jamwal, A., Kanwar, N., Kuniyal, J.C., 2020. Use of geographic information system for the vulnerability assessment of landscape in upper Satluj basin of district Kinnaur, Himachal Pradesh, India. *Geology, Ecology, and Landscapes* 4, 171–186. <https://doi.org/10.1080/24749508.2019.1608410>
- Jones, P.D., New, M., Parker, D.E., Martin, S., Rigor, I.G., 1999. Surface air temperature and its changes over the past 150 years. *Reviews of Geophysics* 37, 173–199. <https://doi.org/10.1029/1999RG900002>
- Kalogeropoulou, K., Tsesmelis, D.E., Tsatsaris, A., Zervas, E., Karavitis, C.A., Vasilakou, C.G., Barouchas, P.E., 2024. Geospatial Insights into Greece's Desertification Vulnerability: A Composite Indicator Approach. *GeoHazards* 5, 374–392. <https://doi.org/10.3390/geohazards5020020>
- Karamesouti, M., Panagos, P., Kosmas, C., 2018. Model-based spatio-temporal analysis of land desertification risk in Greece. *Catena* 167, 266–275.
- Katsoulis, B.D., Kambetidis, H.D., 1989. Analysis of the long-term precipitation series at Athens, Greece. *Climatic Change* 14, 263–290. <https://doi.org/10.1007/BF00134966>
- Kayafa, M., 2018. Multiple readings of the mining landscape in Lavreotiki (SE Attica, Greece). *Bulletin of the Geological Society of Greece* 53, 99–124.
- Kendle, T., Rose, J.E., Oikawa, J., 2000. Sustainable Landscape Management, in: *Landscape and Sustainability*. Taylor & Francis.
- Kepner, W.G., Watts, C.J., Edmonds, C.M., Maingi, J.K., Marsh, S.E., Luna, G., 2000. A Landscape Approach for Detecting and Evaluating Change in a Semi-Arid Environment, in: Sandhu, S.S., Melzian, B.D., Long, E.R., Whitford, W.G., Walton, B.T. (Eds.), *Monitoring Ecological Condition in the Western United States*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 179–195. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4343-1_16
- Kerns, B.K., Kim, J.B., Kline, J.D., Day, M.A., 2016. US exposure to multiple landscape stressors and climate change. *Reg Environ Change* 16, 2129–2140. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-0934-2>
- Khoirunisa, R., 2022. Forecasted climate analysis from 2000 to 2100 using RCP 4.5 and RCP 8.5 model scenario as a hazard early-warning system in Prague city, Czech Republic. *Smart City* 2, 4.
- Kosenko, T.G., 2016. The effectiveness of the landscape system of agriculture, in: *Selected Papers of the International Scientific School "Paradigma" Winter-2016 (Varna, Bulgaria)*. pp. 45–50.
- Kosmas, C., Danalatos, N., Kosma, D., Kosmopoulou, P., 2006. Greece, in: *Soil Erosion in Europe*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 279–288. <https://doi.org/10.1002/0470859202.ch23>
- Ladányi, Zs., Blanka, V., Meyer, B., Mezősi, G., Rakonczai, J., 2015. Multi-indicator sensitivity analysis of climate change effects on landscapes in the Kiskunság National Park, Hungary. *Ecological Indicators* 58, 8–20. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.05.024>
- Lal, R., 2001. Soil degradation by erosion. *Land Degrad Dev* 12, 519–539. <https://doi.org/10.1002/ldr.472>
- Lanzas, M., Hermoso, V., Morán-Ordoñez, A., Regos, A., Bota, G., Brotons, L., 2021. The value of unprotected land for future conservation efforts under dynamic conditions. *Biological Conservation* 261, 109232.
- Lepart, J., Marty, P., Klezcewski, M., 2007. Should the effects of landscape changes on biodiversity be taken seriously? *Landscape: from Knowledge to Action* pp-29.

- Lewis, S.L., Maslin, M.A., 2015. Defining the Anthropocene. *Nature* 519, 171–180. <https://doi.org/10.1038/nature14258>
- Lindsey, R., Dahlman, L., Blunden, R.J., n.d. Climate Change: Global Temperature. Climate Change.
- Lioubimtseva, E., 2022. The role of inclusion in climate vulnerability assessment and equitable adaptation goals in small American municipalities. *Discov Sustain* 3, 3. <https://doi.org/10.1007/s43621-022-00071-0>
- Lira-Loarca, A., Ferrari, F., Mazzino, A., Besio, G., 2021. Future wind and wave energy resources and exploitability in the Mediterranean Sea by 2100. *Applied Energy* 302, 117492.
- Litton, R.B., Service, U.S.F., 1984. Visual Vulnerability of the Landscape: Control of Visual Quality. U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
- López-Tirado, J., Vessella, F., Schirone, B., Hidalgo, P.J., 2018. Trends in evergreen oak suitability from assembled species distribution models: assessing climate change in south-western Europe. *New For.* 49, 471–487. <https://doi.org/10.1007/s11056-018-9629-5>
- Loveland, T.R., Merchant, J.M., 2004. Ecoregions and Ecoregionalization: Geographical and Ecological Perspectives. *Environmental Management* 34, S1–S13. <https://doi.org/10.1007/s00267-003-5181-x>
- Ludwig, J.A., Tongway, D.J., 2000. Viewing rangelands as landscape systems, in: Arnalds, O., Archer, S. (Eds.), *Rangeland Desertification*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 39–52. https://doi.org/10.1007/978-94-015-9602-2_4
- LugiNBuhl, Y., 2007. Représenter la nouvelle identité et instabilité du paysage grec. *Théorie et politique du paysage. Expériences grecques et françaises*. Université de thessalie, Volos 15–23.
- Maidanou, M., Μαϊδανού, Μ., 2018. Τροφοδυναμική μελέτη της κοινότητας ψαριών και διαθεσιμότητα τροφής σε ένα ενδιαίτημα του χλωροφύκου *Caulerpa prolifera* στην ανατολική Μεσόγειο (Όρμος Ελούντας, Κρήτη). <https://doi.org/10/23722>
- Mairota, P., Cafarelli, B., Boccaccio, L., Leronni, V., Labadessa, R., Kosmidou, V., Nagendra, H., 2013. Using landscape structure to develop quantitative baselines for protected area monitoring. *Ecological Indicators, Biodiversity Monitoring* 33, 82–95. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.08.017>
- Malhi, Y., 2017. The Concept of the Anthropocene. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 42, 77–104. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102016-060854>
- Mansvelt, J.D. van, Lubbe, M.J. van der, 1998. Checklist for Sustainable Landscape Management: Final Report of the EU Concerted Action AIR3-CT93-1210. Elsevier.
- Masson-Delmotte κ.α. - An IPCC Special Report on the impacts of global wa.pdf, n.d.
- Masui, T., Matsumoto, K., Hijioka, Y., Kinoshita, T., Nozawa, T., Ishiwatari, S., Kato, E., Shukla, P.R., Yamagata, Y., Kainuma, M., 2011. An emission pathway for stabilization at 6 Wm⁻² radiative forcing. *Climatic Change* 109, 59–76. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0150-5>
- McKenzie, P.F., Duveneck, M.J., Morreale, L.L., Thompson, J.R., 2019. Local and global parameter sensitivity within an ecophysiological based forest landscape model. *Environmental Modelling & Software* 117, 1–13.
- Metzger, M.J., Rounsevell, M.D.A., Acosta-Michlik, L., Leemans, R., Schröter, D., 2006. The vulnerability of ecosystem services to land use change. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 114, 69–85. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.11.025>
- Meybeck, A., Gitz, V., Rose, S., 2019. Climate change vulnerability assessment of forests and forest-dependent people. *FAO*. <https://doi.org/10.4060/CA7064EN>
- Mikhaylov, A., Moiseev, N., Aleshin, K., Burkhardt, T., 2020. Global climate change and greenhouse effect. *Entrepreneurship and Sustainability Issues* 7, 2897–2913. [https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.4\(21\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.4(21))
- Mimikou, M., Kouvopoulos, Y., Cavadias, G., Vayianos, N., 1991. Regional hydrological effects of climate change. *Journal of Hydrology* 123, 119–146.

- Mimikou, M.A., Hadjisavva, P.S., Kouvopoulos, Y.S., 1991a. Regional effects of climate change on water resources systems.
- Mimikou, M.A., Hadjisavva, P.S., Kouvopoulos, Y.S., Afrateos, H., 1991b. Regional climate change impacts: II. Impacts on water management works. *Hydrological Sciences Journal* 36, 259–270. <https://doi.org/10.1080/02626669109492508>
- Mimikou, M.A., Kouvopoulos, Y.S., 1991. Regional climate change impacts: I. Impacts on water resources. *Hydrological Sciences Journal* 36, 247–258. <https://doi.org/10.1080/02626669109492507>
- Misthos, L.-M., Krassanakis, V., Merlemis, N., Kesidis, A.L., 2023. Modeling the Visual Landscape: A Review on Approaches, Methods and Techniques. *Sensors* 23, 8135. <https://doi.org/10.3390/s23198135>
- Moradi, A., Rahmati, S., 2023. Ecoregional Planning: An Overview of Concepts and Approaches. *Current Urban Studies* 11, 682–707. <https://doi.org/10.4236/cus.2023.114035>
- Moss, R.H., Edmonds, J.A., Hibbard, K.A., Manning, M.R., Rose, S.K., Van Vuuren, D.P., Carter, T.R., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., Meehl, G.A., Mitchell, J.F.B., Nakicenovic, N., Riahi, K., Smith, S.J., Stouffer, R.J., Thomson, A.M., Weyant, J.P., Wilbanks, T.J., 2010. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature* 463, 747–756. <https://doi.org/10.1038/nature08823>
- MSA GIS (GIS.ORGANISMOSATHINAS.GR) [WWW Document], n.d. URL <http://msa.ypeka.gr/> (accessed 1.10.25).
- Mudombi, G., 2011. Factors affecting perceptions and responsiveness to climate variability induced hazards.
- Murphy, M., Hedfors, P., 2011. SYSTEMS THEORY IN LANDSCAPE ARCHITECTURE.
- National Geographic, 2015. Before and After Photos Reveal Changing Earth Features [WWW Document]. Science. URL <https://www.nationalgeographic.com/science/article/151229-before-after-earth-features> (accessed 12.14.24).
- Nations, U., n.d. UN Climate Change Conferences [WWW Document]. United Nations. URL <https://www.un.org/en/climatechange/un-climate-conferences> (accessed 7.27.24).
- Naveh, Z., 1990. Landscape ecology as a bridge between bio-ecology and human ecology. *Cultural aspects of landscape*. PUDOC, Wageningen 45–58.
- Nistor, M.-M., 2019. Climate change effect on groundwater resources in South East Europe during 21st century. *Quaternary International* 504, 171–180. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.05.019>
- Omernik, J.M., 1995. Ecoregions: A Framework for Managing Ecosystems. *The George Wright Forum* 12, 35–50.
- Origins of the Convention - Council of Europe Landscape Convention - www.coe.int [WWW Document], n.d. . Council of Europe Landscape Convention. URL <https://www.coe.int/en/web/landscape/origins-of-the-convention> (accessed 7.28.24).
- Pages, P.I.W.G. of, 2016. Interglacials of the last 800,000 years. *Reviews of Geophysics* 54, 162–219. <https://doi.org/10.1002/2015RG000482>
- Palmquist, K.A., Schlaepfer, D.R., Bradford, J.B., Lauenroth, W.K., 2016. Mid-latitude shrub steppe plant communities: climate change consequences for soil water resources. *Ecology* 97, 2342–2354. <https://doi.org/10.1002/ecy.1457>
- Panagos, P., Ballabio, C., Borrelli, P., Meusburger, K., Klik, A., Rousseva, S., Tadić, M.P., Michaelides, S., Hrabalíková, M., Olsen, P., 2015. Rainfall erosivity in Europe. *Science of the Total Environment* 511, 801–814.
- Panagos, P., Van Liedekerke, M., Jones, A., Montanarella, L., 2012. European Soil Data Centre: Response to European policy support and public data requirements. *Land use policy* 29, 329–338.
- Papadimitriou, N., Fachard, S., Wright, J.C., 2020. Athens and Attica in Prehistory : Proceedings of the International Conference, Athens, 27-31 May 2015 1–698.

- Past eight years confirmed to be the eight warmest on record [WWW Document], 2023. . World Meteorological Organization. URL <https://wmo.int/news/media-centre/past-eight-years-confirmed-be-eight-warmest-record> (accessed 7.25.24).
- Pettorelli, N., Laurance, W.F., O'Brien, T.G., Wegmann, M., Nagendra, H., Turner, W., 2014. Satellite remote sensing for applied ecologists: opportunities and challenges. *Journal of Applied Ecology* 51, 839–848. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12261>
- Pickett, S.T.A., Cadenasso, M.L., McGrath, B., 2013. *Resilience in Ecology and Urban Design: Linking Theory and Practice for Sustainable Cities*. Springer Science & Business Media.
- Pidcock, R., 2014. What happens if we overshoot the two degree target for limiting global warming? [WWW Document]. Carbon Brief. URL <https://www.carbonbrief.org/what-happens-if-we-overshoot-the-two-degree-target-for-limiting-global-warming/> (accessed 11.11.24).
- Raev, I., Alexandrov, V., Tinchev, G., 2015. Assessment of drought related climate change impacts on forests in Bulgaria 16, 5–24.
- Riahi, K., Rao, S., Krey, V., Cho, C., Chirkov, V., Fischer, G., Kindermann, G., Nakicenovic, N., Rafaj, P., 2011. RCP 8.5—A scenario of comparatively high greenhouse gas emissions. *Climatic Change* 109, 33–57. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0149-y>
- Schneider, S., Sarukhan, J., Adejuwon, J., Azar, C., Baethgen, W., Hope, C., Moss, R., Leary, N., Richels, R., Van Ypersele, J.P., 2001. Overview of impacts, adaptation, and vulnerability to climate change. *Climate change* 75–103.
- Sheppard, S.R.J., 2015. Making climate change visible: A critical role for landscape professionals. *Landscape and Urban Planning, Special Issue: Critical Approaches to Landscape Visualization* 142, 95–105. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.07.006>
- Speight, J.G., 2019. *Global Climate Change Demystified*. John Wiley & Sons.
- Steamy Relationships: How Atmospheric Water Vapor Amplifies Earth's Greenhouse Effect - NASA Science [WWW Document], n.d. URL <https://science.nasa.gov/earth/climate-change/steamy-relationships-how-atmospheric-water-vapor-amplifies-earths-greenhouse-effect/> (accessed 7.24.24).
- Steffen, W., Grinevald, J., Crutzen, P., McNeill, J., 2011. The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. *Phil. Trans. R. Soc. A* 369, 842–867. <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0327>
- Stephenson, J., 2008. The Cultural Values Model: An integrated approach to values in landscapes. *Landscape and Urban Planning* 84, 127–139. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.07.003>
- Strohbach, M.W., Kohler, M.L., Dauber, J., Klimek, S., 2015. High Nature Value farming: From indication to conservation. *Ecological Indicators* 57, 557–563. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.05.021>
- Subiyanto, A., Boer, R., Aldrian, E., Kinseng, R., 2020. Climate Resilience: Concepts, Theory and Methods of Measuring. *EnvironmentAsia* 13.
- Swanwick, C., 2002. Recent Practice and the evolution of Landscape Character Assessment [WWW Document]. Natural England - Access to Evidence. URL <https://publications.naturalengland.org.uk/publication/4532371680395264> (accessed 1.7.25).
- TAR Climate Change 2001: The Scientific Basis — IPCC, n.d. URL <https://www.ipcc.ch/report/ar3/wg1/> (accessed 7.31.24).
- Terkenli, T., Gkoltsiou, A., Kavroudakis, D., 2021. The Interplay of Objectivity and Subjectivity in Landscape Character Assessment: Qualitative and Quantitative Approaches and Challenges. *Land* 10, 53. <https://doi.org/10.3390/land10010053>
- Terkenli, T.S., 2001. Towards a theory of the landscape: the Aegean landscape as a cultural image. *Landscape and Urban Planning* 57, 197–208. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00204-3](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00204-3)

- Terkenli, T.S., Gkoltsiou, A., Kavroudakis, D., 2021. The interplay of objectivity and subjectivity in landscape character assessment: Qualitative and quantitative approaches and challenges. *Land* 10, 53.
- The Paris Agreement | UNFCCC [WWW Document], n.d. URL <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement> (accessed 7.26.24).
- The Water Cycle [WWW Document], 2010. URL <https://earthobservatory.nasa.gov/features/Water/page3.php> (accessed 12.27.24).
- Thomson, A.M., Calvin, K.V., Smith, S.J., Kyle, G.P., Volke, A., Patel, P., Delgado-Arias, S., Bond-Lamberty, B., Wise, M.A., Clarke, L.E., Edmonds, J.A., 2011. RCP4.5: a pathway for stabilization of radiative forcing by 2100. *Climatic Change* 109, 77–94. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0151-4>
- Tress, B., Tress, G., van der Valk, A., Fry, G., 2003. Interdisciplinary and transdisciplinary landscape studies: potential and limitations. Delta Program Wageningen, The Netherlands.
- Turner, Monica Goigel, 1989. Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annual review of ecology and systematics* 171–197.
- Turner, M. G., 1989. Landscape-ecological impact of climatic change. Oak Ridge National Lab.(ORNL), Oak Ridge, TN (United States).
- Tveit, M.S., Ode Sang, Å., Hagerhall, C.M., 2018. Scenic Beauty, in: *Environmental Psychology*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 45–54. <https://doi.org/10.1002/9781119241072.ch5>
- Twardosz, R., Walanus, A., Guzik, I., 2021. Warming in Europe: Recent Trends in Annual and Seasonal temperatures. *Pure Appl. Geophys.* 178, 4021–4032. <https://doi.org/10.1007/s00024-021-02860-6>
- Tzamtzis, I., Ganatsas, P., Kokkoris, I.P., Samaritakis, V., Botsis, D., Tsakalidimi, M., Tziritis, I., Kalevra, N., Georgiadis, N.M., 2023. A Sustainable Strategy for Reforestation and Restoration of Burnt Natural Areas in Mediterranean Regions: A Case Study from Greece. *Sustainability* 15, 15986. <https://doi.org/10.3390/su152215986>
- UNEP, 2021. Facts about the climate emergency | UNEP - UN Environment Programme [WWW Document]. URL <https://www.unep.org/facts-about-climate-emergency> (accessed 8.2.24).
- Vallianatou, I., Yannitsaros, A., 2009. Flora and vegetation of the island of Patroklos (Saronic Gulf, Greece). *Bocconea* 23, 419–437.
- van Vuuren, D.P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., Hurtt, G.C., Kram, T., Krey, V., Lamarque, J.-F., Masui, T., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Smith, S.J., Rose, S.K., 2011a. The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change* 109, 5. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z>
- van Vuuren, D.P., Stehfest, E., den Elzen, M.G.J., Kram, T., van Vliet, J., Deetman, S., Isaac, M., Klein Goldewijk, K., Hof, A., Mendoza Beltran, A., Oostenrijk, R., van Ruijven, B., 2011b. RCP2.6: exploring the possibility to keep global mean temperature increase below 2°C. *Climatic Change* 109, 95. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0152-3>
- Varela, V., Vlachogiannis, D., Sfetsos, A., Politi, N., Karozis, S., 2020. Methodology for the study of near-future changes of fire weather patterns with emphasis on archaeological and protected touristic areas in Greece. *Forests* 11, 1168.
- Vessella, F., Schirone, B., 2022. Forest Conservation and Restoration Using the Emberger Index: Cork Oak as Study Case. *Forests* 13, 252. <https://doi.org/10.3390/f13020252>
- Visit the National Academies Press online, the authoritative source for all books from the National Academy of Sciences, the National Academy of Engineering, the Institute of Medicine, and the National Research Council; n.d.
- Vlami, V., Kokkoris, I.P., Charalampopoulos, I., Doxiadis, T., Giannakopoulos, C., Lazoglou, M., 2023. A Transect Method for Promoting Landscape Conservation in the Climate Change Context: A Case-Study in Greece. *Sustainability* 15, 13266. <https://doi.org/10.3390/su151713266>

- Vlami, V., Kokkoris, I.P., Zogaris, S., Kehayias, G., Dimopoulos, P., 2021. Cultural Ecosystem Services in the Natura 2000 Network: Introducing Proxy Indicators and Conflict Risk in Greece. *Land* 10, 4. <https://doi.org/10.3390/land10010004>
- Vlami, V., Zogaris, S., Djuma, H., Kokkoris, I.P., Kehayias, G., Dimopoulos, P., 2019. A Field Method for Landscape Conservation Surveying: The Landscape Assessment Protocol (LAP). *Sustainability* 11, 2019. <https://doi.org/10.3390/su11072019>
- Vogiatzakis, I.N., 2011. Mediterranean experience and practice in Landscape Character Assessment. <https://doi.org/10.3406/ecmed.2011.1344>
- Vos, C.C., Opdam, P. (Eds.), 1993. *Landscape Ecology of a Stressed Environment*. Springer Netherlands, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-2318-1>
- votaniki, 2019. Σούνιο – Νησίδα Πατρόκλου και παράκτια θαλάσσια ζώνη (GR3000005). Βοτανική. URL <http://votaniki.gr/prostasia/diktio-natura-2000/soynio-nisida-patrokloy-kai-paraktia-thalassia-zoni-gr3000005/> (accessed 2.4.25).
- Voudouris, P., Melfos, V., 2023. The Lavrion mines: Geological, metallogenic and mineralogical overview.
- Voudouris, P., Melfos, V., Mavrogonatos, C., Photiades, A., Moraiti, E., Rieck, B., Kolitsch, U., Tarantola, A., Scheffer, C., Morin, D., 2021. The Lavrion mines: A unique site of geological and mineralogical heritage. *Minerals* 11, 76.
- Warnier, J.-P., 1999. La mondialisation de la culture, Paris, la Découverte. Source et destinataire dépendant d'organisations différentes 5.
- Warnock, S., Griffiths, G., 2015. Landscape Characterisation: The Living Landscapes Approach in the UK. *Landscape Research* 40, 261–278. <https://doi.org/10.1080/01426397.2013.870541>
- Weis, S.W.M., Agostini, V.N., Roth, L.M., Gilmer, B., Schill, S.R., Knowles, J.E., Blyther, R., 2016. Assessing vulnerability: an integrated approach for mapping adaptive capacity, sensitivity, and exposure. *Climatic Change* 136, 615–629. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1642-0>
- wg8-alexios, 2020. YE1: Σύνταξη ΠεΣΠΚΑ Αττικής. Περιφέρεια Αττικής. URL https://www.patt.gov.gr/koinonia/perivallon/pespka/pespka_ye1/ (accessed 1.11.25).
- What is the Kyoto Protocol? | UNFCCC [WWW Document], n.d. URL https://unfccc.int/kyoto_protocol (accessed 7.26.24).
- Wickham, J.D., Norton, D.J., 1994. Mapping and analyzing landscape patterns. *Landscape Ecol* 9, 7–23. <https://doi.org/10.1007/BF00135075>
- Willemen, L., Hein, L., van Mensvoort, M.E.F., Verburg, P.H., 2010. Space for people, plants, and livestock? Quantifying interactions among multiple landscape functions in a Dutch rural region. *Ecological Indicators, Landscape Assessment for Sustainable Planning* 10, 62–73. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.02.015>
- Winter, T.C., 2000. THE VULNERABILITY OF WETLANDS TO CLIMATE CHANGE: A HYDROLOGIC LANDSCAPE PERSPECTIVE ¹. *J American Water Resour Assoc* 36, 305–311. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2000.tb04269.x>
- World of Change: Global Temperatures [WWW Document], 2020. URL <https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/global-temperatures> (accessed 7.25.24).
- Wu, J., 2013. Landscape sustainability science: Ecosystem services and human well-being in changing landscapes. *Landscape Ecology* 28. <https://doi.org/10.1007/s10980-013-9894-9>
- Yıldız, T.D., 2023. *Developing Industrial and Mining Heritage Sites: Lavrion Technological and Cultural Park, Greece*. Taylor & Francis.
- Yilmaz, O., Köylü, P., 2014. Landscape as a System and Systems Theory as an Approach to Landscape Design.
- Yohe, G., Tol, R.S., 2002. Indicators for social and economic coping capacity—moving toward a working definition of adaptive capacity. *Global environmental change* 12, 25–40.

- Yoro, K., Daramola, M.O., 2020. CO2 emission sources, greenhouse gases, and the global warming effect. pp. 1–28. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819657-1.00001-32>
- Yutian, L.U., Sun, X.U., Songxue, L.I.U., Jiayu, W.U., 2022. An approach to urban landscape character assessment: Linking urban big data and machine learning. *Sustainable Cities and Society* 83, 103983.
- Zalasiewicz, J., Williams, M., 2012. *The Goldilocks Planet: The 4 billion year story of Earth's climate*. OUP Oxford.
- Zalasiewicz*, J., Williams, M., Steffen, W., Crutzen, P., 2010. The New World of the Anthropocene. *Environ. Sci. Technol.* 44, 2228–2231. <https://doi.org/10.1021/es903118j>
- Zotos, A., Kokkoris, I.P., Charalampopoulos, I., Bekri, E.S., Dimopoulos, P., 2024. Wetlands in Crisis: The Silent Desertification Threat on the Greek Wetlands. *Land* 13, 1567. <https://doi.org/10.3390/land13101567>
- Zube, E.H., 1987. Perceived land use patterns and landscape values. *Landscape Ecol* 1, 37–45. <https://doi.org/10.1007/BF02275264>
- ΓΕΩΠΑΡΚΟ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗΣ – Lavreotiki Geopark, n.d. URL <https://geoparklavreotiki.gr/> (accessed 1.10.25).
- ΕΘΝΙΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ, n.d.
- Εθνικό Πρόγραμμα Δράσης, n.d. . Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. URL <https://ypen.gov.gr/perivallon/klimatiki-allagi/politikes-kai-draseis-antimetopisis-klimatikis-allagis/ethniko-programma-drasis/> (accessed 7.27.24).
- Μπίλιας, Φ., 2009. Εκτίμηση κινδύνου ερημοποίησης με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και δορυφορικής Τηλεπισκόπησης Σχολή, Μεταπτυχιακή Ειδίκευση Εδαφολογίας και Διαχείρισης Εδαφικών Πόρων. [WWW Document]. URL <https://ikee.lib.auth.gr/record/114239/files/bilias.pdf> (accessed 12.4.24).
- ΠεСПКА Αττικής Περιφέρεια Αττικής, n.d. . Περιφέρεια Αττικής. URL <https://www.patt.gov.gr/category/koinonia/perivallon/pespka/> (accessed 1.23.25).
- Πληρης_Εκθεση.pdf, n.d.
- Προστασία της φύσης και αρχιτεκτονική τοπίου - Ιωάννης Ισπικούδης - 9780007425273 | Protoporia.gr, n.d.